سلسلة هبـــاج

الفيزيـــاء و الكيميـــاء

Physique - Chimie

حلول لجميع تمارين الكتاب المدرسي

السنة 1 الثانوي

جذع مشترك علوم و تكنولوجيا

الجزء الأول

- الميكانيـــك :
  - ـ القـــوى و الحركـــات المستقيمة
  - ـ القـــوى و الحركـــات المنحنية
  - ـ القـــوة ، المرجع و مبدأ الأفعـــال المتبادلة

- المـــادة و تحولاتهـــا

الفيزيـــاء - الكيميـــاء الجـــزء (1)
رقم الإيداع القانوني : 688 - 2007
ISBN : 978 - 9947 - 0 - 1615 - 2

مقدمة

يسرني أن أتقدم بهذه السلسلة لطلبتنا الأعزاء في المرحلة الثانوية لكـــل الشعب ، العلمية منها و التكنولوجية .

ـــ محتوى هذه السلسلة ينطبق على البرنامج الرسمي الجديد المقرر من طـــرف وزارة التربية الوطنية لسنة 2006 .

ـــ يشمل هذا الجزء من السلسلة على محورين من البرنامج :

- **الميكانيـــك**
- **المـــادة و تحولاتهـــا**

ـــ يعالج الكتاب الدروس النظرية معالجة تامة و قد حرصت على أن أضع لكل فكرة مثال توضيحي مفصل للتمكن من فهمها بشكل جيد .

ـــ كما حرصت أن أعالج في نهاية كل درس ، مجموعة تطبيقات للتصحيح الذاتي محلولة بالتفصيل التي تعطي نظرة شاملة للدرس .

ـــ كما خصصت في نهاية كل درس و بعد أسئلة التصحيح الذاتي فصلا خاصا بالتماريـــن النموذجية للفروض و الإختبارات من أجل التقويم و تغطي الدرس تماما .

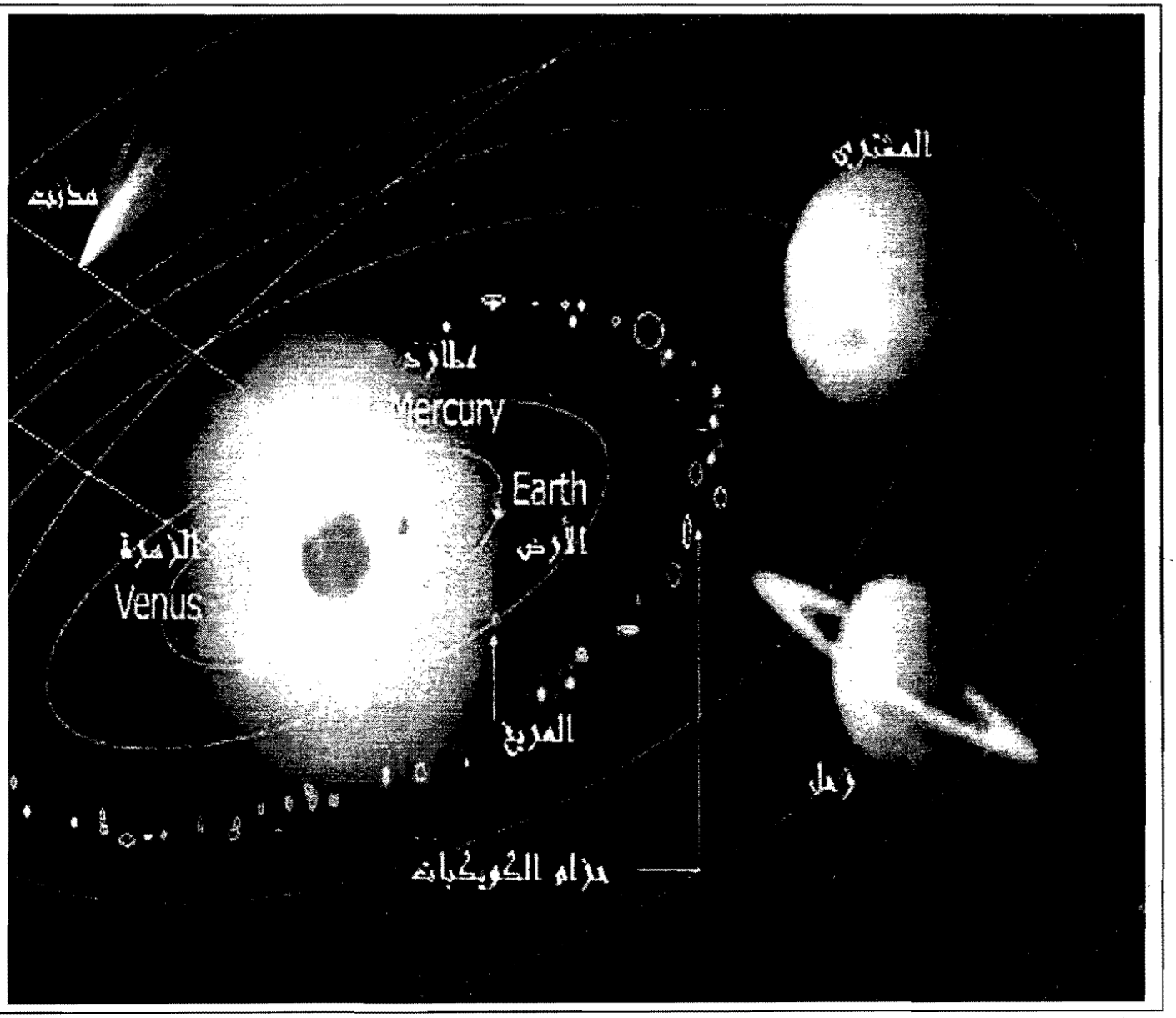
آملا بهذا المجهود المتواضع أن أكون قد وفقت في عملي .

اعـــداد :
هبـــاج جمال

الميكانيـــك

الأهـــداف :

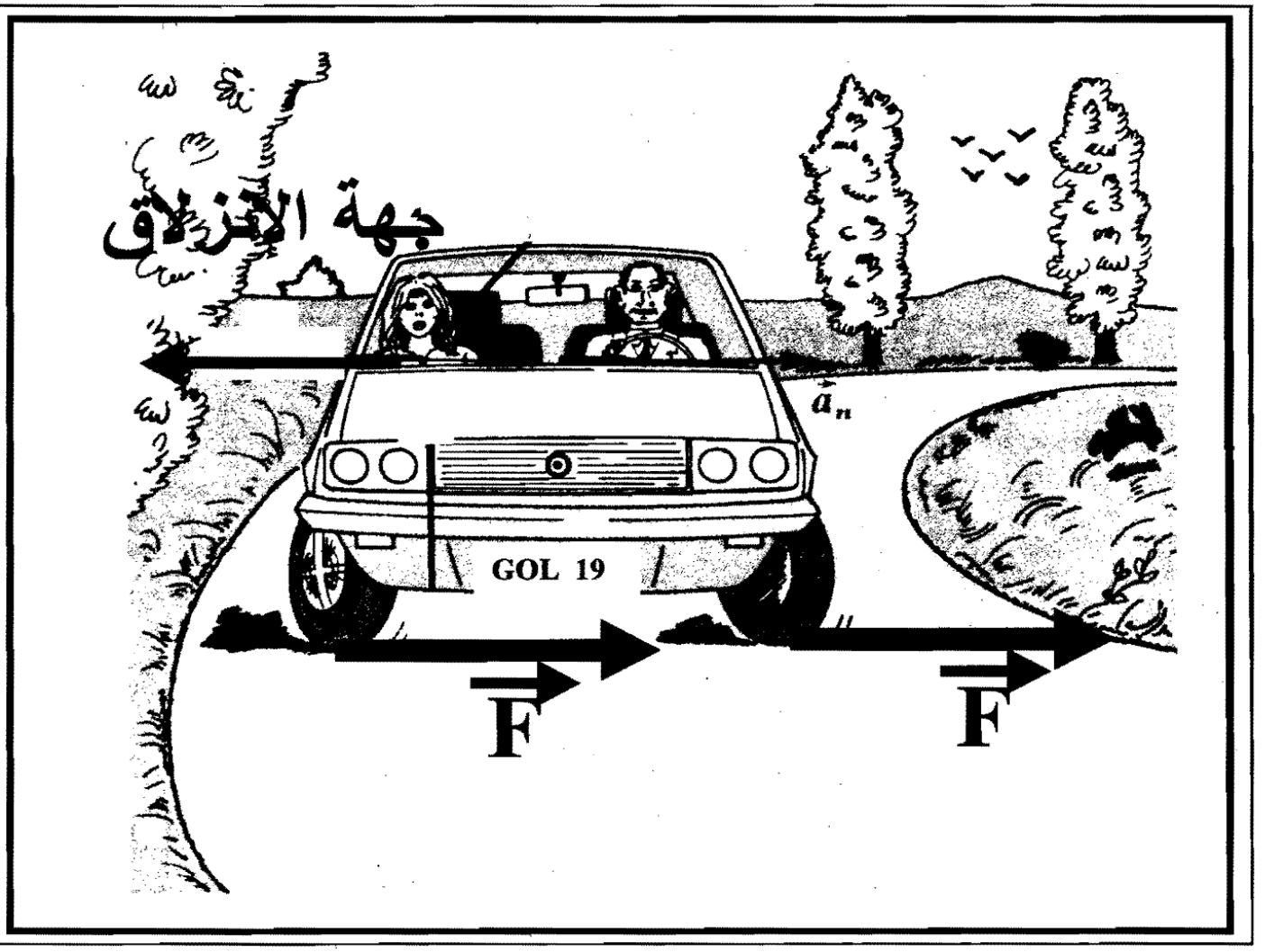
- التعرف على أنـــواع الحركة
- التعرف على مسببات الحركـــة
- تفسير التماسك في المـــادة و في الفضـــاء



القــوى و الحركــات

الكفاءات المستهدفة :

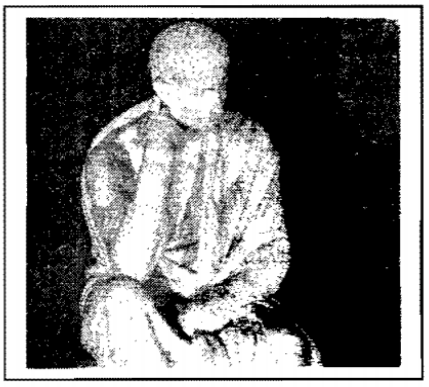
- يعرف حساب السرعة إنطلاقا من تصوير متعاقب
- يرسم شعاع السرعة
- يوظف مبدأ العطالة للكشف عن وضعيات و تفسيرها بواسطة قوة مؤثرة
- استنتاج طبيعة كل حركة
- استنتاج مميزات كل حركة
- التعرف على سبب حدوث كل حركة



مبـــادئ التحريك لنيوتن

ـ مدخل تاريخي حول الحركات و القوى

اهتم القدماء بدراسة حركة الأجسام بشتى أنواعها خاصة السماوية منها (الكواكب و النجوم...) لما لها من أهمية قصوى في حياتهم اليومية إذ كانوا يعتمدون عليها أساسا لتنظيم حياتهم و أعمالهم مثل تحديد الفصول الزراعية و مواقيت صلواتهم و مختلف أعيادهم . كما اهتم الكثير من الفلاسفة والمفكرين برصد و مراقبة حركة الأجرام السماوية و وصفها بكل دقة .



من بين العلماء الذين سادت أفكارهم في علوم الطبيعة (العلوم الفيزيائية) نذكر الفيلسوف اليوناني أرسطو (Aristote) (322 – 384 ق.م) الذي طبعها بأفكاره لمدة قرون . يعتبر أرسطو من الأوائل الذين أعطوا نظرية للحركة والقوة معتمدا على الملاحظة اليومية و الحدس والأفكار السائدة آنذاك حول تكوين المادة إذ كان يعتقد أن المادة متكونة من أربعة عناصر و هي : التراب ، الماء ، النار ، والهواء و كل جسم مادي ما هو إلا تركيب بنسب متفاوتة لهذه العناصر .

ـ الحركة و القوة و السرعة عند أرسطو :

كان يعتقد أرسطو أن هناك نوعين من الحركات وهي الحركات الفلكية التي تخضع إلى قوانين خاصة بها و الحركات الأرضية التي تختلف تماما عن السالفة الذكر . الحركات الفلكية هي حركة الأجرام السماوية التي كان يعتبرها كحركات دائمة و مثالية و هي أساسا حركات دائرية مركزها كوكب الأرض .

الحركات الأرضية و هي صنفان : الحركات الطبيعية و الحركات العنيفة .

من الحركات الطبيعية نذكر حركة سقوط الأجسام المادية نحو الأرض التي كان يفسرها أرسطو بأنها طبيعية لأن الأجسام المادية الساقطة نحو الأرض مكونة أساسا من تراب فمن الطبيعي أن تؤول إلى مصدرها التراب. أما الأجسام المتصاعدة مثل البخار والدخان... فيقول عنها أن أصلها من نار فمن الطبيعي أن تتصاعد نحو الأعلى مثل النار و يعتبر الأنواع الأخرى للحركات حركات عنيفة وغير طبيعية سلوكها ناتج عن حادثة تسببها قوة تجبرها على هذا النوع من الحركة و ترجع إلى حركتها الطبيعية إثر فناء السبب الذي أحدثها . أي أن هذه الأجسام تخضع دوما لقوة ترافقها خلال حركتها و تتناقص حتى تنعدم . كان يعتبر أن السرعة في هذه الحركات تتعلق مباشرة بالقوة المطبقة على الجسم المتحرك (تتناسب معها) أي كلما كانت القوة كبيرة كانت السرعة كبيرة و تنعدم عندما تنعدم القوة .

هذا يعني أنه يعتقد أن لا وجود لحركة في غياب قوة مسببة لها .

سادت هذه الأفكار خلال قرون و شاعت بين العام والخاص إلى أن أصبحت تعتبر من الأفكار العامية ، إلى أن جاء العالم الإيطالي غاليلي غاليليو في القرن السابع عشر الذي أبطل هذه الأفكار في كتابه الشهير عام 1632.

غاليلي (1564 ـ 1642)

ـ غاليلي يعتمد الرياضيات و التجريب :

اعتبر غاليلي أن الملاحظة العادية و الحدس لا يكفيان لدراسة الظواهر الطبيعية و اعتمد التجريب و القياس كوسيلة للبحث و الإستقصاء في الظواهر الطبيعية . لذلك يعتبر غاليلي مؤسس الطريقة التجريبية في العلوم الفيزيائية كما يعود له الفضل في إعطاء الرياضيات دورا أساسيا في نمو القوانين الفيزيائية و صياغتها وهو الذي شبه الكون بكتاب كبير مفتوح أمامنا لغته الرياضيات .

برهن غاليلي في سلسلة من التجارب و البعض منها نظرية أنه يمكن الحصول على حركة دائمة مستقيمة منتظمة لكرية مقذوفة على سطح أفقي أملس دون مواصلة تطبيق القوة عليها و تعتبر هذه التجارب كتمهيد لمبدأ العطالة . لكن غاليلي لم يعطي نصا صريحا لهذا المبدأ كما فعله من بعده نيوتن .

ـ ظهور التصور الميكانيكي

إن طريقة "الإستدلال المبنية على الحدس" كانت غير صائبة ، ما جعلها تؤدي إلى تصورات خاطئة عن مفهوم الحركة ؛ و مع ذلك ، دامت عدة قرون . ربّما سمعة و مكانة أرسطو آنذاك في كامل أوروبا كانت السبب

الرئيسي في التمسك بالفكرة الحدسية في تفسير الظواهر الطبيعية . ففي قراءات "الميكانيك" المسندة لأرستو نجد :
" **إن الجسم المتحرك يتوقف عندما تتوقف القوة المؤثرة عليه عن دفعه**"
إن اكتشاف و توظيف الإستدلال العلمي من طرف غاليلي في تفسير الحركات ، يعدّ من أكبر المكتسبات في تاريخ لفكر الإنساني و يمثل منطلقا حقيقيا للفيزياء . لقد بيّن لنا هذا الاكتشاف بأنه لا يمكن أن نثق في الإستنتاجات الحدسية المؤسّسة على الملاحظة الآنية لأنها تؤدي أحيانا إلى مسالك مضلّلة .
و لكن كيف يكون الحدس مضلّلا ؟ هل من الخطأ القول بأنّ عربة مجرورة بواسطة أربعة أحصنة تسير بسرعة أكبر من سرعة عربة مجرورة بحصانين فقط ؟
لنعتبر رجلا يدفع على طريق أملس ، عربة ثمّ يكفّ فجأة عن الدفع : ستواصل العربة حركتها على مسافة معيّنة قبل التوقف . لنتساءل : كيف يمكن تمديد هذه المسافة ؟ يمكن الحصول على ذلك بعدة طرق منها تشحيم العجلات مثلا ، أو جعل الطريق أملسا أكثر . كلّما دارت العجلات بسهولة و كلّما كان الطريق أملسا أكثر ، كلّما واصلت العربة حركتها . ماذا أنتجنا بالتشحيم و بالتمليس ؟ بكلّ بساطة : **لقد نقصت التأثيرات الخارجية** . لقد قلّص من تأثير ما يسمّى بالإحتكاكات على مستوى العجلات و الطريق ؛ و يُعدّ هذا تفسيرا نظريا لفعل واقعي لكنه في الحقيقة ما هو إلاّ تفسير اعتباطي . تخيّل الآن طريقا أملسا بصفة مثالية و عجلات بدون أي احتكاك ، ففي هذه الحالة ، لا يوجد أيّ عائق لحركة العربة التي لن تتوقف . لقد تحصّلنا على هذه النتيجة فقط بتخيّل تجربة في ظروف مثالية و التي في الواقع يستحيل تجسيدها لأنه من غير الممكن إزالة كل التأثيرات الخارجية . إن التجربة المثالية تبرز بوضوح نقائص الفكرة الأساسية التي كانت معتمدة في ميكانيك الحركة .
عند مقارنة الطريقتين للإحاطة بالمشكل ، يمكن القول : إن التصوّر الحدسي يُعلمنا بأن كلما كان الفعل (التأثير) كبيرا، كلما ازدادت السرعة . هكذا ، السرعة هي التي تُعلم بأن قوى خارجية تؤثّر أو لا على جسم .
إن المؤشّر الجديد الذي أتى به غاليلي هو : إذا لم يكن جسم مدفوعا أو مجرورا أو خاضعا لأي تأثير، و باختصار، إذا لم تؤثّر أي قوة خارجية على جسم ، سيتحرك بصفة منتظمة ، أي بالسرعة نفسها على طول خط مستقيم . يتضح إذن بأن السرعة لا تبيّن إن كان هناك قوى خارجية أم لا تؤثر على الجسم . إنّ هذه النتيجة الصحيحة التي توصّل إليها غاليلي ، صيغت بعد فترة ، من طرف العالم نيوتن على شكل " مبدأ العطالة " و يعدّ هذا أول قانون فيزيائي تعودنا على حفظه و لا زال البعض منا يتذكره :
" **يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية** ".

مبـــادئ التحريك لنيوتن

عند وفاة غاليلي ولد إسحاق نيوتن (Isaac Newton) (1727- 1642) الذي قدم أعمالا جليلة في الفيزياء و الرياضيات . دون نتائج أعماله و بحوثه في كتاب سماه « مبادئ رياضية للفلسفة الطبيعية » أين نص القوانين الثلاثة التي تحمل اسمه « قوانين نيوتن » و هي : **القانون الأول أو مبدأ العطالة ، القانون الثاني أو المبدأ الأساسي للتحريك و القانون الثالث أو مبدأ الفعلين المتبادلين . كما نص قانون الجذب العام الذي عرف فيه قوة الجذب العام التي تعتبر كإحدى القوى الأساسية في الطبيعة .**
اعتمد في ذلك على أعمال غاليلي و كبلير (Kepler) (1630-1571) و كوبرنيك (Copernic) (1543-1473) و بهذه القوانين وحد نيوتن الميكانيك الفلكية و الأرضية و تعتبر هذه القوانين المبادئ الأساسية التي بنيت عليها الميكانيك الكلاسيكية أو كما تسمى أيضا الميكانيك النيوتونية .
القانون الأول لنيوتن أو مبدأ العطالة : يعتبر هذا القانون نصا متمما و مقننا لملاحظات غاليلي وهو ينص على : : **Le principe d'Inertie**

« يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغير حالته الحركية »

ـ يعتبر هذا النص أول قانون في الفيزياء يكافئ فيه بين الحركة المستقيمة المنتظمة والسكون في نفس المعلم أي أن السكون ما هو إلا حالة خاصة من الحركة .
ـ يوضح مبدأ العطالة دور القوة في حركة جسم إذ تصبح سببا لتغير سرعته . فيمكن بذلك اعتبار هذا المبدأ كتعريف أولي للقوة أو كوسيلة تحليلية للكشف عن وجود قوة مطبقة على الجسم المتحرك أو غيابها .

1. القوى و الحركات المستقيمة

مقدمة

تنوع و اختلاف الحركات في العالم الذي يحيط بنا يجعلنا بحاجة لتصنيفها و تعريف مميزات كل صنف منها .

1ـ نسبية الحركة : Relativite du Mouvement

تمعن في الشكل المقابل حيث الحافلة انطلقت و نسيم يريد اللحاق بها و جمال متوقف يلاحظ :

نسبية الحركة

من المتحرك و من الساكن ؟
ـ ما هي الحالة الحركية لكل شخص ؟
ـ هل الحافلة متحركة أم ساكنة ؟ علل.
ـ هل الشجرة متحركة أم ساكنة ؟ علل.

ـ السائق يرى ليزة ساكنة بالنسبة للحافلة و متحركة بالنسبة لجمال أو الشجرة
ـ سارة ترى الشجرة متحركة بالنسبة لها أو للحافلة
ـ ليزة ترى نسيم متحرك بالنسبة للأرض أو الشجرة
ـ جمال يرى ليزة متحركة بالنسبة للأرض أو الشجرة و يرى الشجرة ساكنة بالنسبة للأرض

ملاحظة : في الأجوبة السابقة نلاحظ أن ليزة ساكنة بالنسبة للحافلة و متحركة بالنسبة للأرض أو الشجرة رغم أنها جالسة داخل الحافلة ، إذن لا يمكن الحكم عن حالة حركة جسم معين إلا إذا أنسبناها إلى جسم آخر .

نتيجة :

الحركة والسكون مفهومان نسبيان . تقتضي دراسة حركة كل جسم اختيار جسم ننسب إليه الحركة يدعى المرجع .

مفهوم الحركة : Le Mouvement

نقول عن جسم أنه متحرك إذا تغير موضعه خلال الزمن بالنسبة لجسم آخر نختاره كمرجع .

ملاحظة : في الحياة اليومية كثيرا ما نتحدث عن الحركة والسكون دون ذكر المرجع لأن في هذه الحالات المرجع هو ضمنيا سطح الأرض . في المثال السابق « الحافلة منطلقة» أي أن المحطة أخذت كمرجع لوصف حركتها .

تعميم : المحطة و الشجرة جسمان ساكنان على سطح الأرض يمكن اختيار كل منهما كمرجع لدراسة حركة الحافلة .
في دراستنا اللاحقة نعتبر ضمنيا سطح الأرض أو أي جسم صلب ساكن عليه ، مرجعا لوصف الحركات المدروسة .

2ـ النقطة المتحركة : Le point mobile

غالبا ما تكون حركة الأجسام معقدة . لدراسة حركة جسم ما نختار نقطة منه نسميها النقطة المتحركة ، بحيث تعود دراسة حركته إلى دراسة حركة هذه النقطة المختارة و تتعلق كذلك بالمعلومات التي نريد الحصول عليها من هذه الحركة .

مثـــال ـ1 : حركة سقوط كرة ، أي نقطة نختار لدراسة حركتها ؟

الحـــل ـ1 : بالطبع نختار مركز الكرة .

مثـــال ـ2 : حركة دراجة ، أي نقطة نختار لدراسة حركتها ؟ هل تصلح نقطة على حافة العجلة ؟

الحـــل ـ2 : نختار إطار الدراجة أو نقطة من مقعد الدراجة و لا تصلح نقطة من حافة العجلة .

3ـ مميزات الحركة Caracteristiques du Mouvement

دراسة حركة نقطة متحركة في مرجع ما تقتضي تعيين المميزات التالية :

1.3 المسار : Trajectoire

هو مجموعة الأوضاع المتتالية التي يشغلها المتحرك خلال حركته . أي المحل الهندسي لمواضع النقطة المتحركة خلال الزمن .

أنواع الحركات :

تسمح معرفة المسار بتصنيف الحركات وفق نوعية مساراتها .

إذا كان مسار النقطة المتحركة :

- ـ مستقيما : نقول أن **الحركة مستقيمة**
- ـ دائريا : نقول أن **الحركة دائرية**
- ـ منحنيا : نقول أن **الحركة منحنية**

2.3 السرعة : Vitesse

السرعة هي نسبة المسافة المقطوعة على الزمن الآزم لقطعها .

$$V = d/t$$

وحدة السرعة : وحدة السرعة هي : **(m/s)** أو **($m.s^{-1}$)** .

ملاحظة : لتحويل وحدة السرعة من km/h إلى m/s نقسم على العدد 3,6 .

مثـال : حول 51,151 km/h إلى x m/s .

الحـل : $x = 51,151 /3,6 = 14,20$ m/s .

ملاحظة : عمليا نستعمل وحدات أخرى للسرعة و هي km/h ، km/s ، cm/s .

إليك بعض القيم التقريبية للسرعة :

سرعة الإلكترونات في سلك معدني	0,1 mm/s	سرعة عداء على مسافة 100 m الرقم القياسي العالمي (83)	36,25 km/h
سرعة دراج في زمن 1 h الرقم القياسي العالمي (84)	51,151 km/h	سرعة الصوت في الهواء	340 m/s
السرعة العظمى لسيارات السباق	200 إلى 300 km/h	سرعة جزيئات الغاز	1 km/s
سرعة الأرض حول الشمس	30 km/s	سرعة الضوء في الخلاء	300000 km/s

السرعة المتوسطة و السرعة اللحظية

السائق الذي يقطع مسافة 60 km خلال مدة زمنية قدرها 2 h سرعته المتوسطة تساوي 30 km/h ، رغم أنه يلاحظ خلال سفره أن عداد السرعة يشير في كل لحظة لقيمة تارة أكبر و تارة أصغر من 30 km/h ، لأن عداد السيارة يشير إلى قيمة سرعة السيارة في كل لحظة . نقول أن هناك سرعتان : **السرعة المتوسطة و السرعة اللحظية .**

أ) السرعة المتوسطة : Vitesse Moyenne

إذا قطع متحرك مسافة d بين موضعين خلال فترة زمنية $\Delta t = t_2 - t_1$ ، فسرعته المتوسطة تساوي حاصل قسمة المسافة d على المدة الزمنية Δt أي :

$$V_m = d/\Delta t$$

حيث d تقاس بالمتر **(m)** و Δt بالثانية **(s)** في نظام الوحدات الدولية. أي أن السرعة تقدر بالمتر على الثانية **(m/s)** أو **($m.s^{-1}$)** .

الحـل : $x = 51,151 /3,6 = 14,20$ m/s .

ب) السرعة اللحظية : Vitesse Instantané :

نسمي السرعة اللحظية سرعة المتحرك في كل لحظة خلال الحركة . تحمل قيمة و منحى السرعة **اللحظية بدلالة الزمن أكثر** معلومات عن تغير المسافة المقطوعة من طرف المتحرك خلال الحركة مما تحمله قيمة السرعة المتوسطة ، إذ أن قيمة السرعة اللحظية تعلمنا عن كيفية تغير المسافة المقطوعة في كل لحظة . أما السرعة المتوسطة فتعطينا تقدير السرعة المتحرك في المجال الزمني Δt المعتبر .

من هنا نقبل أن قيمة السرعة المتوسطة تقترب من قيمة السرعة اللحظية كلما كان المجال الزمني Δt المأخوذ لحسابها صغيرا و نعتبرها تساوي السرعة اللحظية في منتصف هذا المجال الزمني .

طبيعة الحركة : Nature du mouvement

تسمح معرفة السرعة اللحظية للمتحرك بتحديد طبيعة حركته .

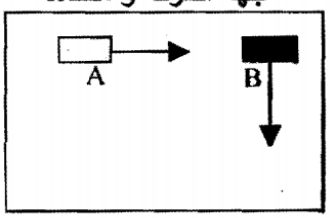
فإذا كانت قيمة السرعة اللحظية :

- ثابتة : نقول أن **الحركة منتظمة**
- متزايدة : نقول أن **الحركة متسارعة**
- متناقصة : نقول أن **الحركة متباطئة**

ملاحظة :

يمكن تسمية الحركة وفق مسارها وطبيعتها فمثلا نقول عن حركة أنها **حركة مستقيمة منتظمة** إذا كان للمتحرك مسارا مستقيما و سرعة لحظية ثابتة .

جهة الحركة و منحاها



جـ) شعاع السرعة اللحظية

للسيارتين A و B نفس السرعة اللحظية 30 km/h في نفس اللحظة (الشكل المقابل) .

هل معرفة قيمة السرعة اللحظية تكفي لوصف و مقارنة حركتهما ؟ بالطبع لا .

لأنه لهما اتجاهين مختلفين .

معرفة قيمة السرعة اللحظية معلومة مهمة لمتابعة تطور المسافة المقطوعة خلال الزمن و لكنها لا تكفي لوحدها ، إذ نحتاج إلى وسيلة أخرى تعلمنا عن جهة الحركة ومنحاها في كل لحظة .

لذلك نلجأ إلى تمثيل السرعة بشعاع يسمى شعاع السرعة اللحظية و نرمز له بالرمز $\vec{V}$ يحمل في خصائصة كل هذه المعلومات .

خصائص شعاع السرعة اللحظية :

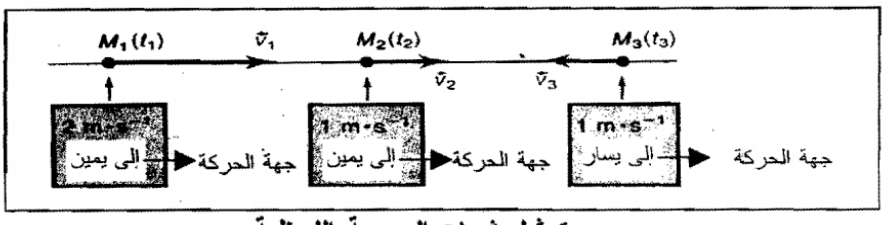
- **بدايته : موضع المتحرك في اللحظة المعتبرة**
- **حامله : الخط المماسي للمسار في الموضع المعتبر**
- **جهته : جهة الحركة في اللحظة المعتبرة**
- **طويلته : قيمة السرعة اللحظية في اللحظة المعتبرة**

د) تمثيل شعاع السرعة اللحظية

باستعمال سلم مناسب نمثل شعاع السرعة اللحظية بقطعة مستقيمة موجهة في جهة الحركة و منطبقة على الخط المماسي للمسار في الموضع المعتبر ، طولها يمثل قيمة السرعة في ذلك الموضع .

أمثلة :

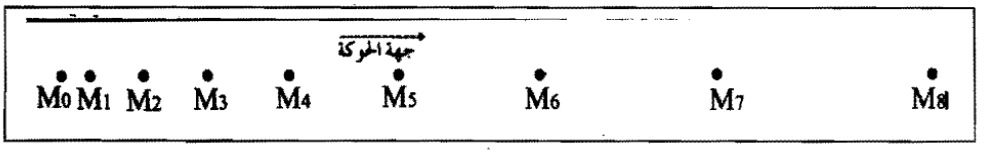
1ـ تمثيل شعاع السرعة اللحظية في الحركة المستقيمة :



تمثيل شعاع السرعة اللحظية

ملاحظة : نطبق نفس السلم على جميع أشعة السرعة اللحظية في نفس الوثيقة .

مثـال : يمثل الشكل الآتي المواضع المتتالية لنقطة متحركة وفق خط مستقيم حيث قيمة السرعة اللحظية في الموضع M_6 تساوي 20 m/s . مثل شعاع السرعة في هذا الموضع .



الحـل : لتمثيل شعاع السرعة اللحظية ، نتبع الخطوات التالية :

ـ بما أن الحركة مستقيمة يكون المماس عند أي موضع محمولا على المسار .

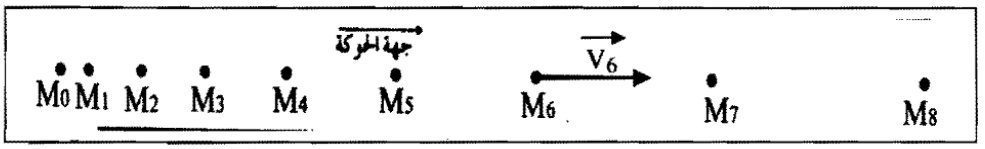
ـ نختار سلما لتمثيل السرعات و ليكن مثلا : (1 cm على الوثيقة تمثل 10 m/s في الحقيقة)

$1\ cm \rightarrow 10\ m/s$

ـ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على المسار، مبدأه الموضع M_6 ، جهته في جهة الحركة وطوله يكون :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 10\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 20\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow \quad x = (20 \times 1)/\ 10 = 2\ cm\ .$$

فيكون لشعاع السرعة اللحظية $\overrightarrow{V_6}$ الخصائص التالية :



ـ مبدأه هو الموضع M_6 .

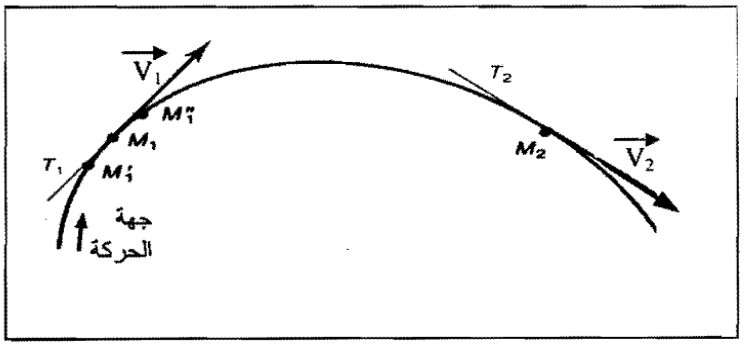
ـ حامله منطبق على المسار .

ـ جهته هي جهة الحركة .

ـ طوله على الرسم 2 cm .

2ـ تمثيل شعاع السرعة اللحظية في الحركة المنحنية :

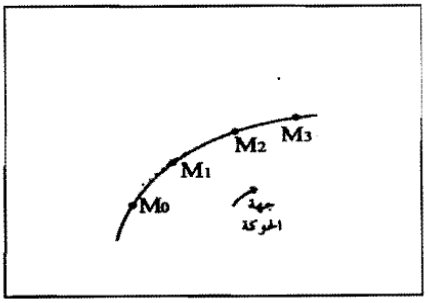
حيث T_1 و T_2 المماسين للمسار **عند النقطتين M_1** و M_2 .



تمثيل شعاع السرعة اللحظية في الحركة المنحنية

مثـال :

يمثل الشكل الآتي المواضع المتتالية لنقطة تتحرك وفق خط منحن حيث قيمة السرعة اللحظية للمتحرك في الموضع M_1 تساوي 10 m/s . مثل شعاع السرعة اللحظية في هذا الموضع.



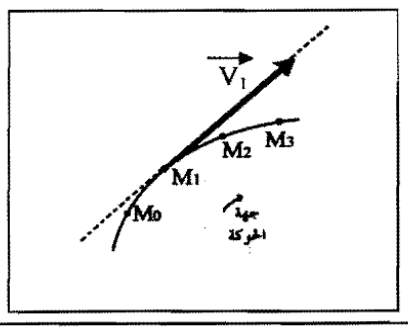
الحـل : لتمثيل شعاع السرعة اللحظية نتبع الخطوات التالية :

ـ نرسم بخط متقطع المماس للمسار في الموضع M_1 .

ـ نختار سلما لتمثيل السرعات و ليكن مثلا : $1\ cm \rightarrow 5\ m/s$

ـ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على خط المماس ، مبدأه الموضع M_1 ، جهته جهة الحركة و طوله يكون :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 5\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 10\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow \quad x = (10 \times 1)/\ 5 = \ 2\ cm\ .$$



فيكون لشعاع السرعة اللحظية $\overrightarrow{V_1}$ الخصائص التالية :

ـ مبدأه هو الموضع M_1

ـ حامله منطبق على المماس على المسار في M_1

ـ جهته هي جهة الحركة

ـ طوله على الرسم 2 cm

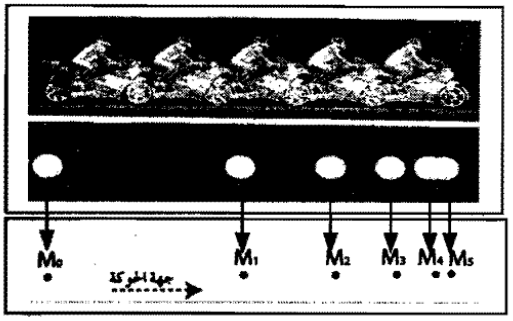
كيفية دراسة الحركة ؟

1ـ تسجيل حركة : Enregistrement du mouvement

لدراسة حركة الأجسام المختلفة نحتاج إلى تعيين المواضع المتتالية التي يشغلها المتحرك خلال حركته و اللحظات الموافقة لتلك المواضع . نتمكن من ذلك بالإعتماد على تسجيل الحركات بوسائل مختلفة .
من هذه الوسائل الحديثة والتي نعتمدها هي :

أ ـ التصوير المتعاقب : Chronophotographie

هي وسيلة تسمح لنا بالحصول على صور متتالية للمتحرك خلال فترات زمنية متساوية على نفس الوثيقة .



لتحليلها نختار نقطة من المتحرك نأخذها كنموذج للمتحرك و ندرس حركتها . لذلك نضع ورقا شفاف على التصوير المتعاقب ونسجل عليه المواضع المتتالية للنقطة المختارة ، ثم نوضح بسهم جهة الحركة و نرقم الأوضاع المتتالية .

ب ـ شريط الفيديو

نستعمل كاميرا لتسجيل فيلم الحركة ثم نعالجه بواسطة الكمبيوتر عن طريق برامج خاصة تسمح بالحصول على تسجيل للمواضع المتتالية للمتحرك خلال فترات زمنية متساوية .

2ـ تحليل التسجيلات (الحركات المستقيمة)

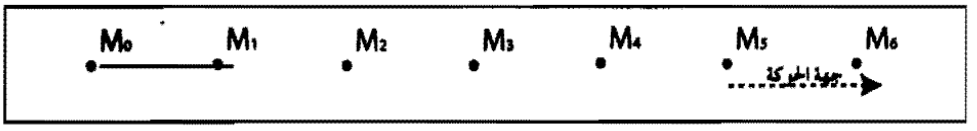
أ) تحليل أولي

ـ في هذا النوع من التسجيلات ، تكون كل النقاط على استقامة واحدة ، لأن مسار الحركة مستقيم.
ـ المسافات المتتالية التي تفصل النقاط المسجلة تعبر عن المسافات التي يقطعها المتحرك في كل مجال زمني، (للحصول على المسافات الحقيقية يجب أخذ بعين الإعتبار سلم الصورة).
ـ بما أن الصور أخذت في مجالات زمنية متساوية و اعتمادا على تعريف السرعة المتوسطة :

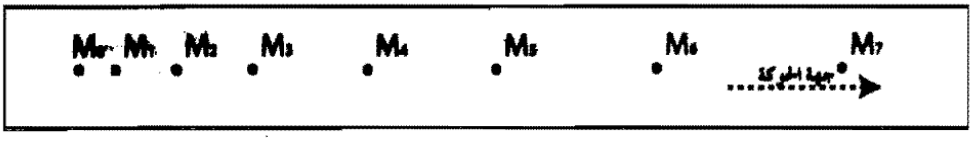
$$V_m = d/\Delta t$$

فإن ثبوت أو تغير هذه المسافات من مجال لآخر يكون دليلا على ثبوت أو تغير سرعة المتحرك خلال الحركة و منه يمكن الإعتماد عليها لتصنيف أولي للحركة (منتظمة ، متسارعة أو متباطئة) .

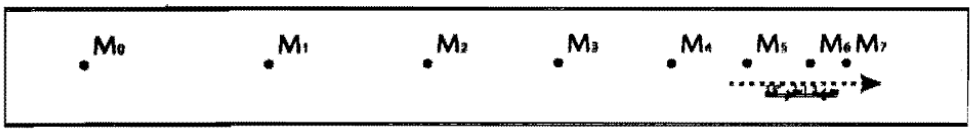
1ـ حركة منتظمة : Mouvement Uniforme المسافات بين كل موضعين متتاليين تكون متساوية .



2ـ حركة متسارعة : Mouvement Accéléré المسافات بين كل موضعين متتاليين تتزايد .



3ـ حركة متباطئة : Mouvement Retardé المسافات بين كل موضعين متتاليين تتناقص .



ب) حساب السرعة اللحظية

رأينا عند تعريف السرعة اللحظية أن قيمة السرعة المتوسطة تقترب من قيمة السرعة اللحظية كلما كان المجال الزمني Δt المأخوذ لحسابها صغيرا وأن قيمة السرعة المتوسطة في هذا المجال الزمني تساوي قيمة السرعة اللحظية في الموضع الذي يوافق منتصف المجال الزمني .

لذلك لحساب السرعة اللحظية عمليا في أي موضع من المواضع المحددة على التسجيل نتبع الخطوات التالية :

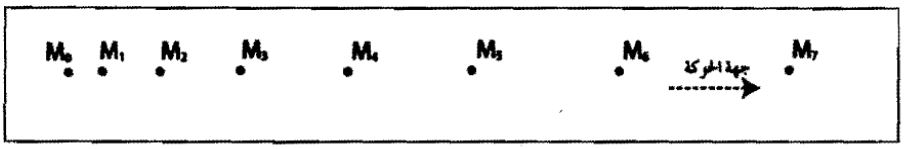
1 ــ نأخذ موضعين مجاورين لموضع النقطة المعتبرة ، حيث تشغل هذه الأخيرة الموضع الموافق لمنتصف المجال الزمني Δt الذي يفصل هذين الموضعين حيث $\Delta t = 2\tau$ حيث τ المدة الزمنية الفاصلة بين موضعين متتاليين.

2 ــ نقيس المسافة d التي تفصل الموضعين المختارين .

3 ــ نحسب السرعة المتوسطة $V_m = d/\Delta t = d/2\tau$ و نعتبرها قيمة السرعة اللحظية في الموضع المعتبر .

مثـــال :

الفيلم في الشكل المقابل تسجيل لحركة جسم كيفية ، حيث المجال الزمني بين موضعين متتاليين $\tau = 0,02$ s و سلم المسافات 1 cm → 10 cm : (1 cm على التسجيل) تقابله (10 cm في الحقيقة) . المطلوب :



1ــ احسب السرعة اللحظية في الموضع M_2

2ــ احسب السرعة اللحظية في مختلف المواضع متبعا نفس الخطوات .

3ــ لماذا لا يمكن حساب السرعة اللحظية في أول موضع و آخر موضع على التسجيل ؟

الحـــل :

1ــ لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_2 نتبع الخطوات التالية :

- **نأخذ** الموضعين المجاورين للموضع M_2 و هما : M_1 و M_3 .
- **نقيس** المسافة الفاصلة بين M_1 و M_3 وهي : $d = M_1M_3 = 1,75$ cm تصبح هذه المسافة باعتبار سلم الرسم :

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm} \\ 1,75 \text{ cm} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,75 \times 10)/\ 1 = 17,5 \text{ cm} .$$

- **نحدد** المجال الزمني الفاصل للموضعين M_1 و M_3 و هو $\Delta t = 2\tau = 0,04$ s
- **نحسب** السرعة المتوسطة بين M_1 و M_3 و نرمز لها بالرمز : $V_m = V_{1\text{-}3}$ ،

$V_m = V_{1\text{-}3} = d/\Delta t = M_1M_3 / 2\tau = 17,5 / 0,04 = 437,5$ cm/s $= 4,37$ m/s .

- **نعتبر** السرعة المتوسطة V_{13} تساوي قيمة السرعة اللحظية V_2 و نكتب : $\mathbf{V_2 = V_{1\text{-}3} = 4,37}$ **m/s**

2ــ لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_3 نتبع الخطوات التالية :

- **نأخذ** الموضعين المجاورين للموضع M_3 و هما : M_2 و M_4 .
- **نقيس** المسافة الفاصلة بين M_2 و M_4 وهي : $d = M_2M_4 = 2,35$ cm تصبح هذه المسافة باعتبار سلم الرسم :

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm} \\ 2,35 \text{ cm} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (2,35 \times 10)/\ 1 = 23,5 \text{ cm} .$$

- نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_2 و M_4 و هو $\Delta t = 2\tau = 0,04$ s
- نحسب السرعة المتوسطة بين M_2 و M_4 ونرمز لها بالرمز : $V_m = V_{2\text{-}4}$ ،

$V_m = V_{2\text{-}4} = d/\Delta t = M_2M_4 / 2\tau = 23,5 / 0,04 = 587,5$ cm/s $= 5,87$ m/s .

- نعتبر السرعة المتوسطة $V_{2\text{-}4}$ تساوي قيمة السرعة اللحظية V_3 و نكتب : $\mathbf{V_3 = V_{2\text{-}4} = 5,87}$ **m/s**

ــ لحساب السرعة اللحظية في مختلف المواضع الأخرى نتبع نفس الخطوات السابقة.

3ــ لا يمكن حساب السرعة اللحظية في أول موضع M_0 و آخر موضع M_7 على التسجيل لأنه لا توجد مواضع أخرى مجاورة لها أي بعد الموضع الأخير M_8 أو قبل الموضع الأول M .

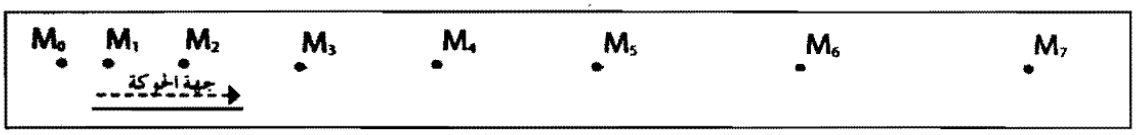
جـــ) شعاع تغير السرعة

ـــ لدراسة **تطور المسافة** المقطوعة من طرف المتحرك خلال حركته كنا بحاجة لوسيلة تصف لنا **هذا التطور قيمة و جهة** ، و هي التي عرفناها **بشعاع السرعة اللحظية** .

ـــ لدراسة **تطور السرعة اللحظية** $\vec{V}$ خلال الحركة ، نعرف مفهوما جديدا نسميه **شعاع تغير السرعة**، ونرمز له بالرمز $\vec{\Delta V}$.

• **تحديد شعاع تغير السرعة** $\vec{\Delta V}$

لتحديد شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ عمليا نستعين بالتسجيل الممثل في الشكل التالي :



ثم نتبع الخطوات الآتية :

ـــ نعين الموضع الذي نريد تحديد عنده الشعاع $\vec{\Delta V_4}$ و ليكن في مثالنا هذا الموضع M_4

ـــ نمثل شعاعي السرعة اللحظية $\vec{V_3}$ و $\vec{V_5}$ في الموضعين M_3 و M_5 المجاورين للموضع M_4 **باتباع خطوات تمثيل شعاع** السرعة اللحظية التي شرحناها سابقا.

ـــ نعرف شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V_4}$ في الموضع M_4 بالفرق بين الشعاعين $\vec{V_3}$ و $\vec{V_5}$ أي :

$$\vec{\Delta V_4} = \vec{V_5} - \vec{V_3}$$

• **تحديد خصائص شعاع تغير السرعة** $\vec{\Delta V}$

لتحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ نلجأ إلى تمثيله أولا و هذا **باعتبار الحالتين** :

أ ـــ حالة تزايد السرعة (الحركة متسارعة) :

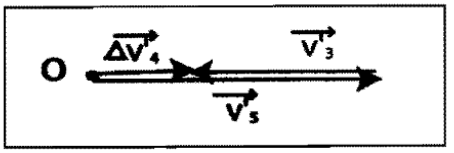
نأخذ كمثال الموضع M_4 في التسجيل السابق فيكون حينئذ (v_5 أكبر من v_3)

لتحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V_4}$ في الموضع M_4 نلجأ إلى تمثيله **متبعا الخطوات التالية** :

ـــ انطلاقا من نقطة كيفية **O** نرسم الشعاع $\vec{V'_5}$ المساير للشعاع $\vec{V_5}$ أي : ($\vec{V'_5} = \vec{V_5}$)

ـــ من نهاية الشعاع $\vec{V'_5}$ نرسم شعاعا $\vec{V'_3}$ مساويا للشعاع $\vec{V_3}$ و معاكسا له **في الإتجاه** ،

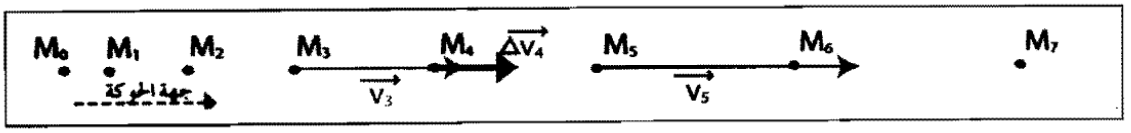
أي : ($-\vec{V'_3} = \vec{V_3}$) أنظر الشكل.



ـــ بعملية الجمع الشعاعي نحصل على الشعاع : $\vec{\Delta V'_4} = \vec{V'_5} + \vec{V'_3} = \vec{V_5} - \vec{V_3}$

حيث بدايته هي بداية الشعاع $\vec{V'_5}$ (النقطة **O**) ، و نهايته هي نهاية الشعاع $\vec{V'_3}$.

ـــ و في الأخير، نرسم في الموضع M_4 الشعاع $\vec{\Delta V_4}$ المساير للشعاع $\vec{\Delta V'_4}$.



نتيجة :

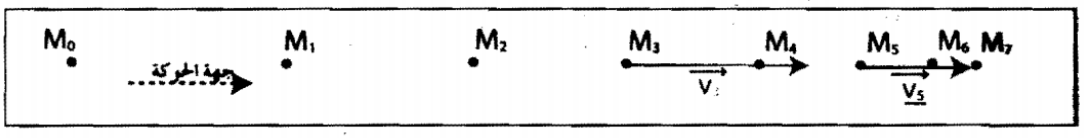
نستنتج أن للشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الحركة المتسارعة الخصائص التالية :

- **بدايته هي النقطة المعتبرة مثل M_4**
- **حامله منطبق على المسار (مثل $\overrightarrow{V_3}$ و $\overrightarrow{V_5}$)**
- **جهته هي جهة الحركة**
- **طويلته هي الفرق بين طويلتي الشعاعين $\overrightarrow{V_3}$ و $\overrightarrow{V_5}$**

$$\|\overrightarrow{\Delta V_4}\| = \|\overrightarrow{V_5}\| - \|\overrightarrow{V_3}\|$$

ب ــ حالة تناقص السرعة (الحركة متباطئة) :

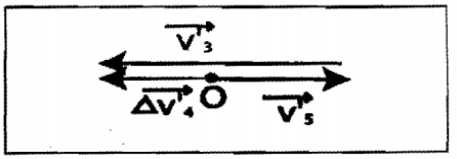
نأخذ كمثال الموضع M_4 في التسجيل الآتي فيكون حينئذ (v_5 أصغر من v_3)



لتحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V_4}$ في الموضع M_4 نلجأ إلى تمثيله متبعا الخطوات التالية :

- **انطلاقا من** نقطة كيفية **O** نرسم الشعاع $\overrightarrow{V'_5}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{V_5}$ أي : ($\overrightarrow{V'_5} = \overrightarrow{V_5}$)
- **من نهاية الشعاع** $\overrightarrow{V'_5}$ نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_3}$ مساويا للشعاع $\overrightarrow{V_3}$ و معاكسا له في الإتجاه ،

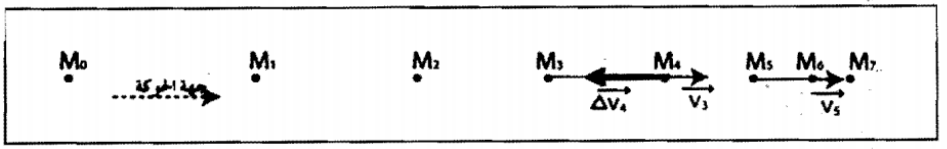
أي : ($\overrightarrow{V'_3} = -\overrightarrow{V_3}$) أنظر الشكل.



- **بعملية الجمع الشعاعي نحصل على الشعاع :** $\overrightarrow{\Delta V'_4} = \overrightarrow{V'_5} + \overrightarrow{V'_3} = \overrightarrow{V_5} - \overrightarrow{V_3}$

حيث بدايته هي بداية الشعاع $\overrightarrow{V'_5}$ (النقطة **O**) ، و نهايته هي نهاية الشعاع $\overrightarrow{V'_3}$.

- **و في الأخير ،** نرسم في الموضع M_4 الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_4}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_4}$.



نتيجة :

نستنتج أن للشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الحركة المتباطئة الخصائص التالية :

- **بدايته هي النقطة المعتبرة (مثل M_4).**
- **حامله منطبق على المسار (مثل $\overrightarrow{V_3}$ و $\overrightarrow{V_5}$).**
- **جهته هي عكس جهة الحركة**
- **طويلته هي الفرق بين طويلتي الشعاعين $\overrightarrow{V_3}$ و $\overrightarrow{V_5}$.**

$$\|\overrightarrow{\Delta V_4}\| = \|\overrightarrow{V_3}\| - \|\overrightarrow{V_5}\|$$

جـــ حالة ثبوت السرعة (الحركة منتظمة) :

في حالة ثبوت السرعة ، خلال الحركة المستقيمة ، لكل أشعة السرعة $\overrightarrow{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار و نفس القيمة و منه يكون شعاع تغير السرعة في الموضع M_4 مثلا هو الفرق بين $\overrightarrow{V_3}$ و v_5 هو $\overrightarrow{\Delta V_4} = \overrightarrow{V_5} - \overrightarrow{V_3} = \overrightarrow{0}$

أي يكون شعاع تغير السرعة معدوما.

ملاحظات هامة :

في الحركة المستقيمة نلاحظ ما يلي :

- لكل أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار
- لأشعة تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ أيضا حاملا منطبق على المسار
- جهة أشعة تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ تكون :

ـ في جهة الحركة ، إذا كانت السرعة متزايدة خلال الحركة.
ـ في جهة معاكسة لجهة الحركة ، إذا كانت السرعة متناقصة خلال الحركة .
ـ في حالة ثبوت السرعة ، خلال الحركة المستقيمة ، يكون شعاع تغير السرعة معدوما.

التمثيل البياني للحركة

تسمح التمثيلات البيانية للمقادير الفيزيائية المميزة للحركة :

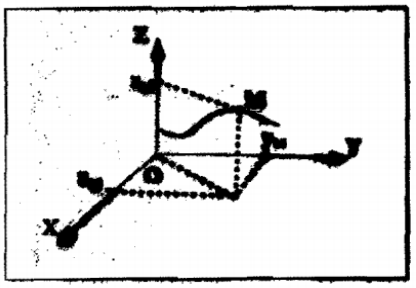
- بمعرفة شكل مسار الحركة بتمثيله في معلم فضائي مرتبط بمرجع الدراسة.
- بدراسة تطور المسافات المقطوعة من طرف المتحرك خلال الزمن وفق محاور المعلم المختار.
- بدراسة تطور قيمة السرعة اللحظية للمتحرك خلال الزمن وتطور مركباته وفق محاور المعلم المختار.

هذه التمثيلات البيانية تسمح بنمذجة الحركة المدروسة بمعادلات رياضية تميزها.

تسمى هذه المعادلات : **معادلات الحركة** .

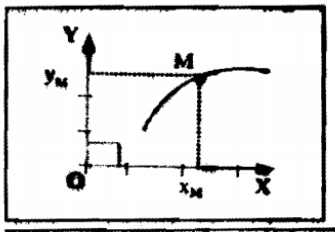
1ـ معلم الدراسة :

أ) المعلم الفضائي : حركة نقطة في الفضاء



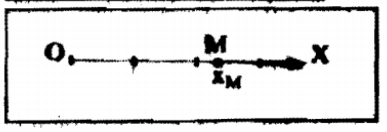
لدراسة حركة نقطة من جسم متحرك في الفضاء بالنسبة لمرجع مختار بيانيا ،
نرفق هذا المرجع بمعلم فضائي
(o . x . y . z) ذي ثلاثة محاور متعامدة و متقاطعة في نقطة o ثابتة بالنسبة للمرجع .
يسمح لنا هذا المعلم بتحديد إحداثيات النقطة المتحركة :
x على المحور ox و y على المحور oy و z على المحور o z .

ب) المعلم المستوي : حركة نقطة في مستوي



لدراسة حركة نقطة من جسم متحرك في مستو بالنسبة لمرجع مختار بيانيا ،
نرفق هذا المرجع بمعلم مستو ذي محورين متعامدين (o . x . y) **ينتميان لمستوي الحركة .**

جـ) المعلم الخطي : حركة نقطة وفق خط مستقيم



إذا كانت حركة النقطة مستقيمة ، نختار الدراسة معلما خطيا ذا محور واحد ox أو oy منطبقا على مسارها أو موازيا له .

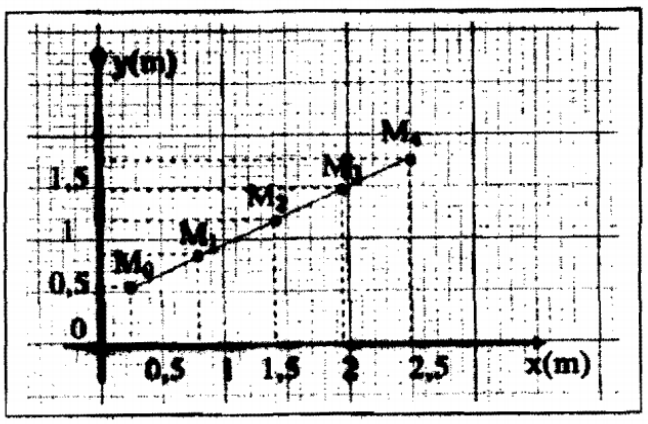
2ـ تحديد إحداثيات نقطة متحركة :

عمليا لتحديد إحداثيات نقطة متحركة نتبع الخطوات التالية :

- نختار على ورقة تسجيل الحركة نقطة o كيفية نعتبرها مبدأ للإحداثيات .
- نرسم معلما متعامدا ومتجانسا مبدأه النقطة o .
- نسقط كل نقطة من مواضع المتحرك على المحورين .

مثـــال :

نعتبر في الشكل التالي تسجيل لحركة كيفية ، تحدث في مستوي .

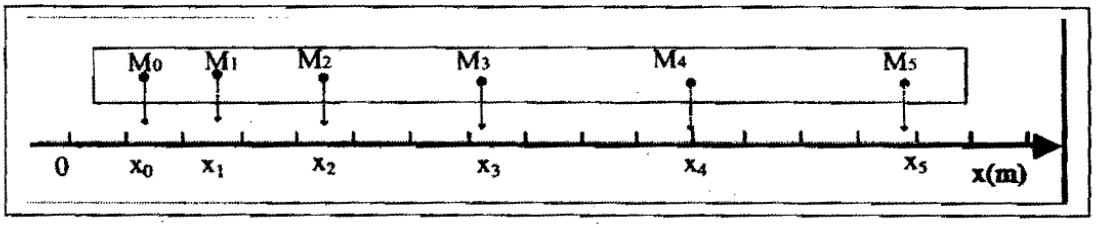


نسقط المواضع على المحورين x و y فنحصل على ثنائية (x , y) تخص كل موضع و ندونها في جدول .

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4
x (m)	0.25	0.75	1.4	2	2.5
y (m)	0.5	0.80	1.25	1.5	1.75

ب ــ حالة خاصة :

نظرا لاستقامة المواضع في الحركة المستقيمة يمكن لتسهيل الدراسة ، الإكتفاء بمحور واحد نختاره منطبقا أو موازيا لمسار الحركة .

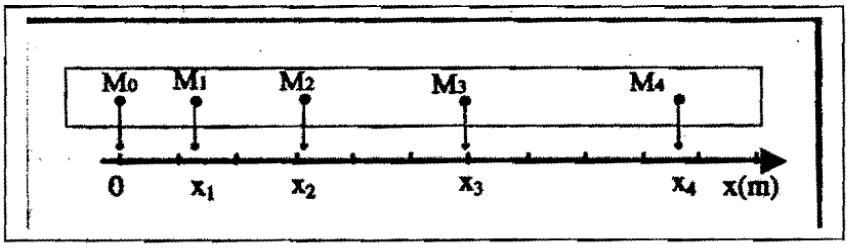


3ــ دراسة تغيرات إحداثيات النقطة المتحركة خلال الزمن

دراسة تغيرات إحداثية النقطة المتحركة (x أو y) خلال الزمن ز (أثناء الحركة) ، نحتاج معرفة اللحظة الزمنية الموافقة لتلك **الإحداثية في كل موضع .**

أ) تحديد اللحظات الزمنية عمليا

نختار التسجيل التالي لحركة كيفية ، حيث الأوضاع المتتالية صورت خلال فترات زمنية متتالية و متساوية τ حيث $\tau = 0{,}04\ s$.



1ــ ترقم المواضع المتتالية M_0 ، M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 ، ... ، حيث M_0 يمثل أول موضع اختياري على التسجيل **أول موضع** في التسجيل ل ايطابق حتما أو دائما موضع بداية الحركة) .

2ــ تعيين اللحظات الزمنية : t_0 ، t_1 ، t_2 ، t_3 ، t_4 ، ... الموافقة لمرور المتحرك من المواضع :

M_0 ، M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 ، ... ، على الترتيب .

بما أن t_0 هي لحظة مرور المتحرك من M_0 ، أي لحظة بداية الدراسة يمكن اختيارها كمبدأ لقياس الأزمنة و ذلك لتسهيل الدراسة **في نختار** $t_0 = 0$ توافق وجود المتحرك في الموضع M_0 ، فتكون اللحظات الزمنية المتتالية هي :

$t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau = 0{,}04\ s$ ، $t_2 = 2\tau = 0{,}08\ s$ ، $t_3 = 3\tau = 0{,}12\ s$ ... إلخ .

2ــ ندون النتائج في جدول كالتالي :

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4
t (s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16
x (m)	0	x_1	x_2	x_3	x_4

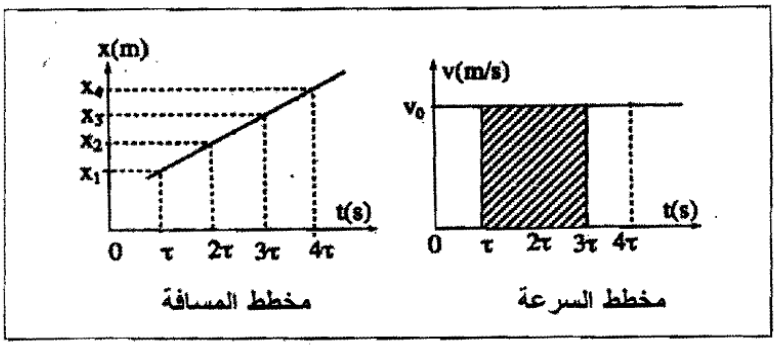
ب) المخططات البيانية للحركة

يمعرفة قيم إحداثيات النقطة المتحركة والسرعة يمكن تمثيل كل منها في معلم ذي محورين متعامدين ، بوضع في محور التراتيب **المقادير** المراد دراستها (x أو y أو v) و في محور الفواصل قيم اللحظات الزمنية الموافقة لها (t) .

• الحركة المستقيمة المنتظمة

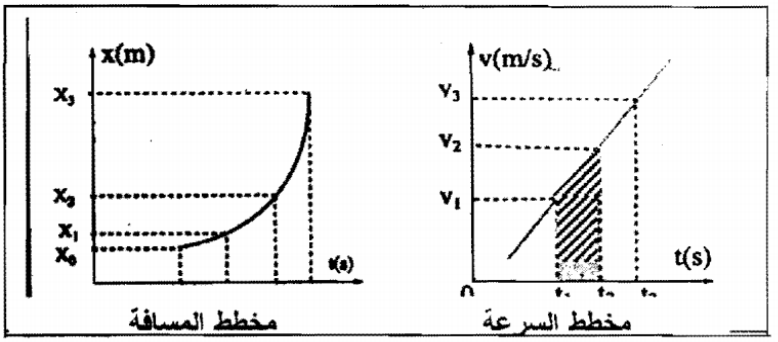
ــ يقطع المتحرك في الحركة المستقيمة المنتظمة مسافة متساوية خلال أزمنة متساوية τ كيفية .

ــ تتميز الحركة المستقيمة المنتظمة بالمخططين المقابلين :



ـــ **مخطط المسافة عبارة عن خط مستقيم مائل ، يمثل ميله سرعة المتحرك و هي ثابتة .**
ـــ **مخطط السرعة عبارة عن خط مستقيم يوازي محور الأزمنة و هذا دليل على ثبوت السرعة .**
ـــ **تحسب المسافة المقطوعة بين لحظتين ، مثلا $t_1 = \tau$ و $t_3 = 3\tau$ ، بالمساحة المشطبة على مخطط السرعة .**

• **الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام .**
تتميز الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام بالمخططين التاليين :



ـــ **في هذا النوع من الحركات تكون علاقة المسافة بالنسبة للزمن ليست خطية .**
ـــ **تكون علاقة السرعة بالنسبة للزمن علاقة طردية أي أن مخطط السرعة عبارة عن خط مستقيم مائل .**
ـــ **تحسب المسافة المقطوعة بين لحظتين مثلا t_1 و t_2 بالمساحة المشطبة على المخطط .**

القوى و الحركات المستقيمة

1ـــ القوة : La Force

ـــ نقذف كرة ساكنة في الملعب بقوة معينة فنلاحظ أنها تتحرك .
ـــ نعترض مسار الكرة المقذوفة من طرف لاعب آخر بقذفها مرة أخرى بقوة فنلاحظ أنه يتغير مسارها.
ـــ كرة ساقطة في الهواء نعترض طريقها بتطبيق قوة اليدين فتتوقف.
في الحالات الثلاث السابقة أثرنا على الكرة بقوة فتغيرت حالة حركتها.

نتيجة :
عندما تؤثر قوة على جسم فإنها تغير من حالة حركته ، فإن كان ساكنا تحرك و إن كان متحركا توقف أو غير مساره أو سرعته .

تمثيل القوة
القوة مقدار فيزيائي يمثل بشعاع يدعى شعاع القوة يرمز له بـــ $\vec{F}$. تقاس شدتها **بجهاز يدعى الديناموميتر أو الربيعة.**

خواص شعاع القوة $\vec{F}$
لشعاع القوة أربعة خواص و هي :
ـــ بدايته : نقطة تطبيق القوة
ـــ الحامل
ـــ الجهة
ـــ طويلته هي شدة القوة

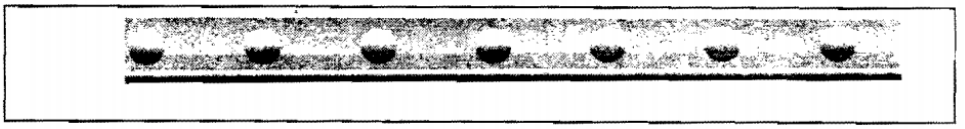
مثـــال : كل الأجسام الموجودة على ارتفاع معين من سطح الأرض تسقط، فهذا دليل **على أنها تخضع لقوة تدعى قوة جذب الأرض** للأجسام و يرمز لها بـــ $\vec{F}_{T/C}$ حيث **F** هي القوة (Force) و **T** هي الأرض (Terre) و **C** هي الجسم (Corp).

الجسم المعزول و الشبه معزول : يكون الجسم معزول إذا كان غير خاضع لأية قوة و **يكون شبه معزول** إذا كان خاضع لقوتين أو أكثر تتعاكسان مثنى مثنى. أي كل واحدة تلغي مفعول الاخرى فيصبح الجسم و كأنه معزول.

علاقة القوة بطبيعة الحركة

نشاط ــ1

ندفع كرية فولاذية على طاولة أفقية ملساء و نتركها لحالها. بواسطة التصوير المتعاقب لحركة الكرية نمثل في الشكل الآتي المواضع المتتالية التي يشغلها مركز الكرية خلال حركتها ، مأخوذة في مجالات زمنية متساوية.



1ــ قارن المسافات فيما بينها. ماذا نلاحظ ؟ ماذا تستنتج عن سرعة الكرية و لماذا ؟

ــ بواسطة المسطرة نقيس المسافات بين كل موضعين متتاليين فنجدها متساوية .

ــ بما أن الصور أخذت في مجالات زمنية متساوية ، واعتمادا على تعريف السرعة المتوسطة :

$$V_m = d/\Delta t$$

فإن ثبوت أو تغير هذه المسافات من مجال لأخر يكون دليلا على ثبوت أو تغير سرعة المتحرك خلال الحركة و بما أن المسافات **متساوية** فنستنتج أن سرعة الكرية ثابتة و منه فالحركة مستقيمة منتظمة .

2ــ هل هناك قوة تؤثر على الكرية ؟ علل .

ــ **نعم هناك** قوتين تؤثران على الكرية وهي قوة جذب الأرض للأجسام و يرمز لها بـــ $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و قوة رد فعل الطاولة $\overrightarrow{R}$ و هي **قوة تعاكس** قوة جذب الأرض و يكون لهاتين القوتين نفس الحامل و نفس الشدة و في اتجاهين متعاكسين مباشرة و بالتالي يكون **تأثيرهما** معدوم أي أن الكرية تكون شبه معزولة. (و كأنها غير خاضعة لأية قوة).

ــ هل يمكنك معرفة جهة الحركة اعتمادا على التصوير المتعاقب أو التمثيل المقترح؟

ــ لا ، لا يمكننا معرفة جهة الحركة اعتمادا على التصوير المتعاقب.

ــ هل معرفة المسافات المقطوعة خلال مجالات زمنية متساوية وقيمة السرعة تكفي لوصف الحركة ودراستها ؟

ــ لا ، معرفة المسافات المقطوعة خلال مجالات زمنية متساوية وقيمة السرعة لا تكفي لوصف الحركة ودراستها لأنه لدراسة **الحركة** لا بد من اتخاذ مرجع معين تنسب إليه ، كما رأينا سابقا أن الحركة ظاهرة نسبية.

استنتاج

ــ الحركة المستقيمة المنتظمة حركة تتميز بمسار مستقيم يقطع فيها المتحرك مسافات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.

ــ قيمة السرعة ثابتة خلال الحركة .

ــ يعبر مبدأ العطالة على أن : « كل جسم يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة لا يخضع لأي قوة ».

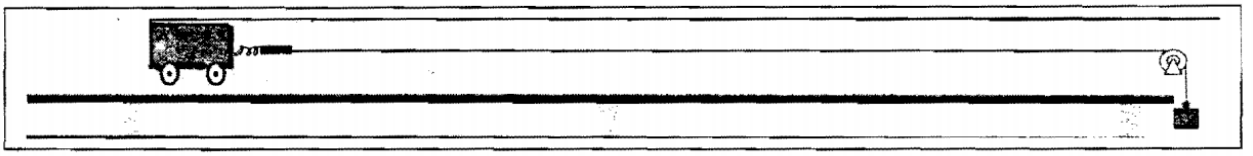
ــ كل جسم لا يخضع لقوة (معزول أو شبه معزول) فإنه إن كان ساكنا يحافظ على سكونه و إن كان متحركا فإنه حتما حركته مستقيمة منتظمة .

ــ « كل جسم لا يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ، يكون خاضعا لتأثير قوة »

2 ــ الحركة المستقيمة و القوة الثابتة

نشاط ــ2

نضع على طاولة أفقية **ملساء** عربة مرتبطة بأحد طرفي ربيعة طرفها الثاني مرتبط بخيط عديم الامتطاط ، يمر بمحز بكرة مثبتة **في** ركن الطاولة و الطرف الأخر للخيط مرتبط بجسم صلب يمكنه الإنتقال شاقوليا.

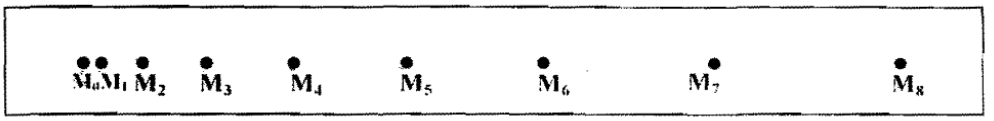


1 cm → 0,2 m

نترك العربة لحالها ، فنلاحظ أن مؤشر الربيعة يشير دائما إلى نفس القيمة خلال الحركة.

لدراسة حركة العربة ، نكتفي بدراسة حركة مركزها M .

لذلك ننقل على ورق شفاف المواضع المتتالية التي تشغلها النقطة M خلال حركتها في فترات زمنية متساوية قدرها $\tau = 0,08\ s$ و نرقمها كما في الشكل المقابل . سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 0,2\ m$

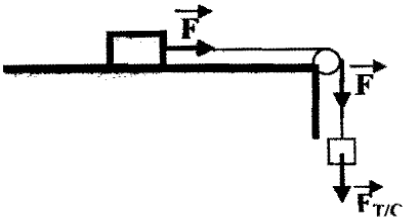


أ) الدراسة الشعاعية :

1) هل يمكنك من هذا التجهيز التجريبي استخلاص خصائص القوة $\vec{F}$ المطبقة على العربة؟ علل إجابتك.

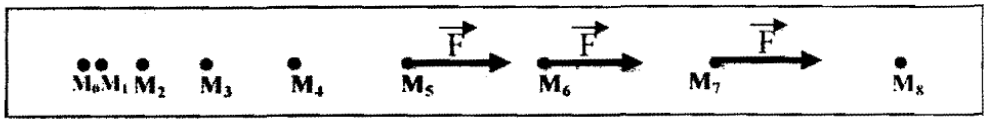
نعم يمكننا من هذا التجهيز التجريبي استخلاص خصائص القوة $\vec{F}$ المطبقة على العربة وهي :

في الحقيقة العربة تؤثر عليها ثلاثة قوى و هي قوة فعل العربة على الطاولة وهي قوة جذب الأرض للعربة التي تعاكسها مباشرة قوة رد فعل الطاولة و تساويها في الشدة أي ينعدم تأثيرهما عل العربة. تبقى قوة أخرى وهي المسؤولة هن حركة العربة وهي قوة الجذب من طرف الخيط الرابط للربيعة و التي مصدرها قوة جذب الأرض للجسم الصلب المعلق في الجهة الأخرى للبكرة التي جهتها نحو الأرض إذن تكون جهة $\vec{F}$ في نفس جهة الحركة .



2) مثل هذه القوة كيفيا بسهم على العربة في وضعين أو ثلاثة اختيارية

لتمثيل شعاع القوة في موضع ما مثلا M_6 نرسم شعاع :



- بدايته : الموضع المعتبر M_6
- الحامل : منطبق على المسار
- الجهة : جهة حركة العربة
- الطويلة : شدة القوة : بما أن طويلة الشعاع $\vec{F}$ غير معروفة ، نرسم في الموضع M_6 شعاعا بطول كيفي .

ملاحظة : شعاع القوة هو نفسه قيمة و جهة في كل المواضع لأن مصدرها هو نفسه و هو الأرض .

الملاحظات : نلاحظ من الشكل :

- لأشعة $\vec{F}$ حاملا منطبق على المسار
- جهة أشعة $\vec{F}$ تكون في جهة الحركة
- لأشعة $\vec{F}$ قيم ثابتة (مؤشر الربيعة يشير دائما إلى نفس القيمة خلال الحركة)

3) بالإعتماد على الطريقة الخاصة بالتحديد البياني للسرعة اللحظية ، مثل أشعة السرعة اللحظية للنقطة المتحركة M في المواضع : M_1 ؛ M_3 ؛ M_5 ؛ M_7 ؛ على الترتيب . ماذا تلاحظ ؟

ـ احسب قيم السرعة اللحظية للنقطة M عند المواضع M_1 ، ... ، M_7 و دونها في جدول. ماذا تلاحظ ؟

لتحديد قيمة السرعة اللحظية عمليا في موضع من مواضع المتحرك نتبع الخطوات التالية :

ـ نقيس المسافة d الفاصلة بين الموضعين المجاورين للموضع المعتبر والذان تفصلهما مدة زمنية :

$$\Delta t = 2\tau = 0,16\ s$$

أي : M_0M_2 ، M_1M_3 ، M_2M_4 ،....الخ ، نقيس هذه المجالات d على الوثيقة ثم نستنتج المسافات الحقيقية المقطوعة بالإعتماد على سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 0,2\ m$.

ـ نحسب السرعة المتوسطة بين هذين الموضعين فتكون هي السرعة اللحظية.

مثلا : لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_3 نتبع الخطوات التالية :

- نأخذ الموضعين المجاورين للموضع M_3 وهما : M_2 و M_4 .
- نقيس المسافة الفاصلة بين M_2 و M_4 وهي : $d = M_2M_4 = 1,9\ cm$ تصبح هذه المسافة باعتبار سلم الرسم :

$$1\ cm \rightarrow 0,2\ m$$

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 0,2\ m \\ 1,9\ cm \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,9 \times 0,2)/\ 1 = 0,38\ m\ .$$

• نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_2 و M_4 وهو $\Delta t = 2\tau = 0,16\ s$

• نحسب السرعة المتوسطة بين M_2 و M_4 ونرمز لها بالرمز : $V_m = V_{2-4}$ ،

$V_m = V_{2-4} = d/\Delta t = M_2M_4 / 2\tau = 0,38 / 0,16 = 2,4\ m/s$.

• نعتبر السرعة المتوسطة V_{2-4} تساوي قيمة السرعة اللحظية V_3 و نكتب : $\mathbf{V_3 = 2,4\ m/s}$

ـــ لحساب السرعة اللحظية في مختلف المواضع الأخرى نتبع نفس الخطوات السابقة .

ـــ لا يمكن حساب السرعة اللحظية في الموضع M_8 لأنه لا يوجد موضع بعده .

ـــ بما أن العربة كانت ساكنة في البداية فسرعتها الإبتدائية V_0 في الموضع M_0 معدومة .

ـــ نحسب بنفس الطريقة قيم V في المواضع الأخرى و ندونها في الجدول الموالي :

مواضع النقطة M	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
الزمن t(s)	0	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	
السرعة V	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	
قيمتها V (m/s)	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6	

لتمثيل شعاع السرعة اللحظية $\mathbf{V_3 = 2,4\ m/s}$ في الموضع M_3 ، نتبع الخطوات التالية :

ـــ بما أن الحركة مستقيمة يكون المماس محمولا على المسار.

ـــ نختار سلما لتمثيل السرعات وليكن مثلا : (1 cm على الوثيقة تمثل 2 m/s في الحقيقة)

$1\ cm \rightarrow 2\ m/s$

ـــ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على المسار، مبدأه الموضع M_3 ، جهته في جهة الحركة و طوله يكون :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 2\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 2,4\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow \quad x = (2,4 \times 1)/\ 2 = 1,2\ cm\ .$$

فيكون لشعاع السرعة اللحظية $\overrightarrow{V_3}$ الخصائص التالية :

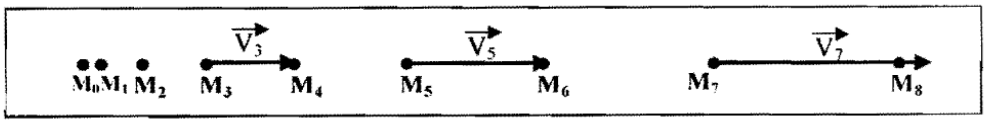
ـــ مبدأه هو الموضع M_3

ـــ حامله منطبق على المسار

ـــ جهته هي جهة الحركة

ـــ طوله على الرسم 1,2 cm

ـــ بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في المواضع المتبقية .



الملاحظات : من الجدول و من الشكل نلاحظ أن :

ـــ لكل أشعة السرعة $\overrightarrow{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار.

ـــ لكل أشعة السرعة $\overrightarrow{V}$ نفس الجهة و في جهة الحركة.

ـــ طويلة أشعة السرعة $\overrightarrow{V}$ متزايدة بانتظام من موضع إلى آخر .

4) مثل أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في المواضع M_2 ، M_4 ، M_6 . ماذا تلاحظ ؟

ـــ احسب قيم تغير السرعة : ΔV_2 ، ΔV_3 ،... ΔV_6 . ماذا تلاحظ ؟

تحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$

لتحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ نلجأ إلى تمثيله أولا متبعا الخطوات التالية :

نأخذ كمثال الموضع M_6 في التسجيل السابق .

1ـــ لرسم شعاع تغير السرعة في الموضع M_6 نعتمد العلاقة الشعاعية : $\overrightarrow{\Delta V_6} = \overrightarrow{V_7} - \overrightarrow{V_5}$

2ـــ نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_5 و M_7 على التوالي ، باختيار سلم مناسب مثل :

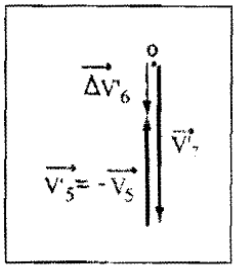
$1\ cm \rightarrow 2\ m/s$

3ـــ نأخذ ورقة رسم :

ـــ انطلاقا من نقطة كيفية **o** نرسم الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{V_7}$ أي : $(\overrightarrow{V'_7} = \overrightarrow{V_7})$

ـــ من نهاية الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_5}$ مساويا للشعاع $\overrightarrow{V_5}$ و معاكسا له في الإتجاه ،

أي : $(-\overrightarrow{V'_5} = \overrightarrow{V_5})$ انظر الشكل.

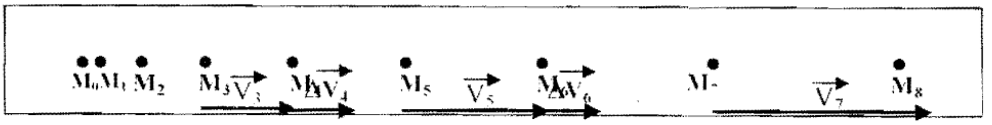


ـــ بعملية الجمع الشعاعي نحصل على الشعاع : $\overrightarrow{\Delta V'_6} = \overrightarrow{V'_7} + \overrightarrow{V'_5} = \overrightarrow{V_7} - \overrightarrow{V_5}$

حيث بدايته هي بداية الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ (النقطة **o**) ، و نهايته هي نهاية الشعاع $\overrightarrow{V'_5}$.

4ـــ و في الأخير، نرسم في الموضع M_6 الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_6}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_6}$.

ـــ تكون طويلة الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_6}$: $\|\overrightarrow{\Delta V_6}\| = \|\overrightarrow{V_7}\| - \|\overrightarrow{V_5}\| = 1{,}6 \text{ m/s}.$



5ـــ بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في المواضع المتبقية ثم نملأ الجدول :

مواضع النقطة M	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
السرعة V (m/s)	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6	
التغير في السرعة ΔV		ΔV_1	ΔV_2	ΔV_3	ΔV_4	ΔV_5	ΔV_6		
قيمته ΔV (m/s)		1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6		

الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار.
- جهة اشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ تكون في جهة الحركة.
- لأشعة تغير السرعة ΔV قيم تقريبا ثابتة .

5) بناء على التمثيلين السابقين و نتائج الجدولين السابقين ، ماذا تستنتج ؟ لخص إستنتاجك في فقرة قصيرة.

في حالة تطبيق في جهة الحركة ، قوة $\overrightarrow{F}$ ثابتة شعاعيا (قيمة ، حاملا وجهة) على جسم يتحرك بحركة مستقيمة ، فإن :

ـــ شعاع سرعة المتحرك $\overrightarrow{V}$ يحافظ على جهته ومنحاه و تتزايد قيمته بانتظام.

ـــ لشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبقا على المسار ، جهته هي جهة الحركة و قيمته ثابتة.

نقول أن الحركة مستقيمة متسارعة بنتظام.

ـــ لشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ و شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ نفس الحامل و الجهة .

نتيجة :

إذا أثرنا على جسم بقوة ثابتة وفق مسار مستقيم فإن هذ الأخير يكتسب حركة مستقيمة متسارعة بانتظام أي تتزايد سرعته بانتظام بحيث يكون شعاع تغير السرعة ثابتا و في نفس جهة القوة .

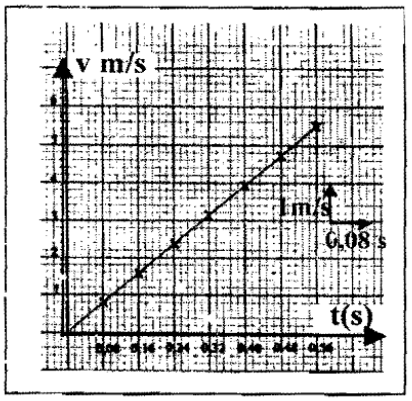
ب) الدراسة البيانيـــة :

بعد تحديد قيم السرعة اللحظية في مختلف المواضع يمكن دراسة تغيراتها خلال الزمن برسم المنحنى البياني : V(t) المميز لهذه الحركة.

ـــ بالإعتماد على التسجيل السابق ، حدد اللحظات الزمية الموافقة لكل موضع . يمكن اختيار لحظة مرور المتحرك من الموضع M_0 كمبدأ للأزمنة أي $t_0 = 0$ s ثم املأ الجدول اللآتي.

الزمن t	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
الزمن t(s)	0	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56
السرعة V (m/s)	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6

رسم منحنى السرعة بدلالة الزمن : مخطط السرعة



بما أن السرعة اللحظية حسبت سابقا ، ندونها في الجدول التالي بعد تحديد اللحظات الزمنية الموافقة لها . انطلقت الكرية من السكون أي بسرعة $V_o = 0$ ، من الموضع M_0 يمكن اختيار لحظة تواجد المتحرك فيه مبدأ للأزمنة ، أي $t_o = 0$ و بالتالي تكون اللحظات التي يمر فيها المتحرك من المواضع M_0 ، M_1 ، M_2 ، ...الخ كالتالي :

$t_o = 0$ ، $t_1 = \tau = 0,08$ s ، $t_2 = 2\,\tau = 0,16$ s ... إلخ .

ـ رسم منحنى السرعة بدلالة الزمن :

لرسم منحنى السرعة نختار : سلم للأزمنة : 1 cm → 0,08 s

سلم للسرعات : 1 cm → 1 m/s

يعتبر هذا المنحنى مميز للحركة المستقيمة المنسارعة بانتظام .

ـ ما هو شكل البيان الذي تحصلت عليه ؟ ما هي العلاقة التي تربط السرعة بالزمن ؟

نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى السرعة بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ ، أي أن علاقة تعيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل :

$V = a.t$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :

$$a = \tan\alpha = (V_2 - V_1)/(t_2 - t_1) = (1,6 - 0,87)/(0,16 - 0,08) = 9,12 \text{ m/s}^2$$

و بتعويض هذه القيمة في علاقة السرعة نحصل على عبارة السرعة بدلالة الزمن : $V = 9,12\ .\ t$

ـ استنتج سرعة المتحرك في الموضع M_8

الطريقة البيانية : حسب الجدول ، الموضع M_8 هو الموضع الموافق للحظة الزمنية $t_8 = 8\,\tau = 0,64$ s

و منه من البيان نبحث عن قيمة السرعة V المقابلة للحظة الزمنية $t_8 = 8\,\tau = 0,64$ s فنجدها $V \approx 6$ m/s

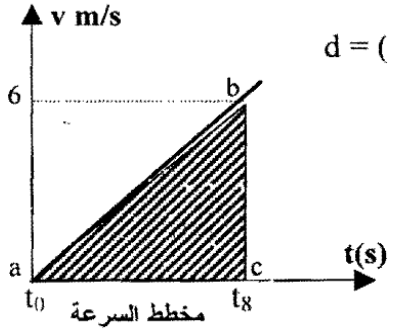
الطريقة الحسابية : لدينا علاقة السرعة : $V = 9,12\ .\ t$ ، نعوض بقيمة اللحظة $t_8 = 8\,\tau = 0,64$ s فنجد :

$V = 9,12\ .\ t = 9,12 \times 0,64 = 5,83$ m/s . $V = 5,83$ m/s

ملاحظة : النتيجة المحصل عليها بيانيا تختلف عن النتيجة المحصل عليها حسابيا و هذ راجع إلى أخطاء القياس .

ـ حدد من البيان المسافة الفاصلة بين الموضعين M_0 و M_8 ، تأكد من هذه النتيجة بقياس مباشرة على التسجيل

بيانيا نحسب المسافة الفاصلة بين الموضعين M_0 و M_8 أي بين اللحظتين : $t_0 = 0$ و $t_8 = 0,64$ s بالمساحة المهشورة (المشطبة) على مخطط السرعة و تمثل مساحة المثلث المشطب التي تساوي :



القاعدة في الإرتفاع مقسوم على إثنان : $d = (ac \times bc)/2 = (0,64 \times 6)/2 = 1,92$ m.

d = 192 cm .

d = 192 cm هي القيمة الحقيقية للمسافة المقطوعة بين الموضعين M_0 و M_8

القياس المباشر على التسجيل يعطي : 9,5 cm

المقارنة بين النتيجتين يجب تحويل نتيجة القياس المباشر على التسجيل

إلى القيمة الحقيقية بالإ عتماد على السلم السابق : 1 cm → 0,2 m

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 0,2 \text{ m} \\ 9,5 \text{ cm} \rightarrow d \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow d = (9,5 \times 0,2)/1 = 1,9 \text{ m} .$$

d = 190 cm.

المقارنة بين النتيجتين : النتيجتين تقريبا متساويتين و الإختلاف بينهما يرجع إلى أخطاء عند القياس الناجمة سواءا من أجهزة القياس (المسطرة مثلا) أو طريقة القياس

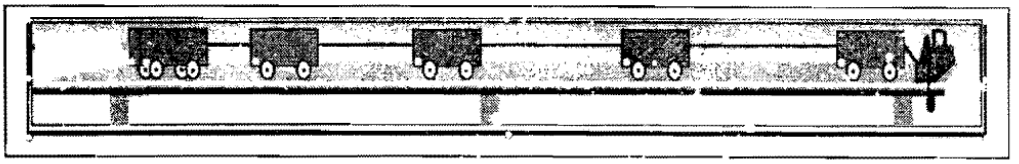
3ـ الحركة المستقيمة و القوة المتغيرة

أ) جهة القوة هي جهة الحركة

نشاط ـ3

نثبت أحد طرفي مطاط في نقطة من حاجز مثبت على حافة طاولة أفقية **ملساء** و نربط طرفه الثاني بنقطة من العربة .

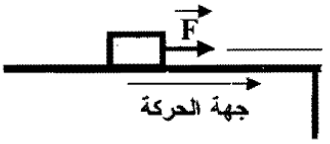
نسحب العربة إلى وضع يكون فيه المطاط مستطالا دون أن يفسد (في حدود مجال استعماله) ثم نتركها لحالها ، فتنطلق نحو الحاجز .



السلم : 1 cm → 0.2 m

1ـــ صف كيفيا خصائص القوة المطبقة من طرف المطاط على العربة خلال حركتها.

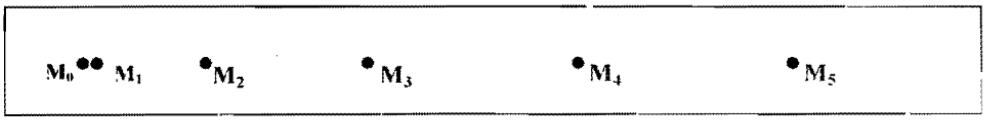
العربة تؤثر عليها ثلاثة قوى و هي قوة فعل العربة على الطاولة و هي قوة جذب الأرض للعربة التي تعاكسها مباشرة قوة رد فعل الطاولة و تساويها في الشدة أي يتعدم تأثيرهما عل العربة. تبقى قوة أخرى و هي المسؤولة عن حركة العربة و هي قوة الجذب من طرف المطاط الرابط للعربة و التي مصدرها المطاط الذي يحاول استرجاع طوله الأصلي فيولد قوة جذب $\vec{F}$ تجذب العربة في جهة نقطة تثبيت المطاط إذن تكون جهتها في نفس جهة الحركة و شدتها تتعلق باستطالة المطاط أي أن كلما كانت استطالته كبيرة كلما كانت شدة القوة التي يطبقها كبيرة و العكس صحيح و بالتالي شدتها متغيرة (متناقصة) لأن استطالة المطاط متغيرة أي تتناقص خلال الحركة إلى أن يسترجع المطاط طوله الأصلي فتنعدم القوة $\vec{F}$.



2ـــ ماذا يحدث للعربة عندما يسترجع المطاط طوله الأصلي ؟

عندما يسترجع المطاط طوله الأصلي تنعدم القوة $\vec{F}$ فتصبح العربة شبه معزولة و بالتالي حسب مبدأ العطالة فإن العربة تواصل حركتها بحركة مستقيمة منتظمة إلى أن تصطدم بالحاجز .

3ـــ يمثل الشكل الآتي تمثيلا للصور المتعاقبة للحركة أخذت خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0{,}02$ s .



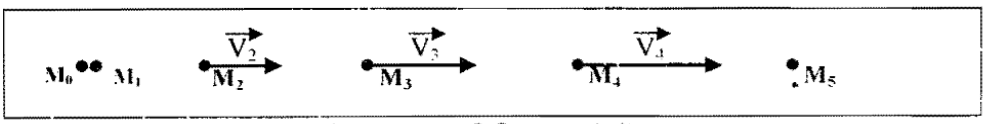
ماذا تلاحظ ؟ ماذا يمكنك أن تقول عن سرعة النقطة M خلال الحركة ؟ علل إجابتك .

نلاحظ أن هذه المسافات تتزايد و لكن ليس بانتظام . يمكننا أن نقول عن سرعة النقطة M خلال الحركة أنها متزايدة لأن المسافات متزايدة .

4ـــ مثل أشعة السرعة اللحظية للنقطة M عند المواضع M_1 ، M_2 ، M_3 و M_4 . ماذا تلاحظ ؟

بنفس الطريقة التي شرحناها بالتفصيل سابقا نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في مختلف المواضع .

ملاحظة : مثلنا شعاع السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الاعتبار سلم السرعة .



السلم : 1 cm → 0,2 m

ثم نملأ الجدول :

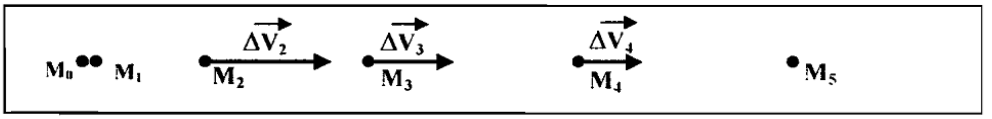
مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	
المسافة المقاسة(x (cm		1.5	3,4	4.7	5.3	
المسافة الحقيقية(d (m		0,3	0,68	0.94	1.06	
السرعة (V (m/s	0	7,5	17	23.5	26,5	

الملاحظات : من الجدول و من الشكل نلاحظ أن :

- لكل أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار .
- لكل أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الجهة و في جهة الحركة .
- طويلة أشعة السرعة $\vec{V}$ متزايدة و لكن ليس بانتظام من موضع إلى آخر .

5ـ مثل أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$. ماذا تلاحظ ؟

بنفس الطريقة التي شرحناها سابقا نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في مختلف المواضع.



ملاحظة : مثلنا شعاع تغير السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الاعتبار سلم السرعة .

ثم نملأ الجدول :

مواضع النقطة M	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة (m/s) v	0	7,5	17	23,5	26,5	
التغير في السرعة ΔV		ΔV_1	ΔV_2	ΔV_3	ΔV_4	
قيمته (m/s) ΔV		17	16,2	9,5		

الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

- **لأشعة** تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار .
- **جهة** أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ تكون في جهة الحركة .
- **لأشعة** تغير السرعة ΔV قيم متناقصة .

ـ قارن كيفيا خصائص الشعاع $\overrightarrow{\Delta V}$ مع خصائص القوة $\overrightarrow{F}$ المطبقة على العربة .

خصائص شعاع تغير السرعة ΔV	خصائص شعاع القوة F
شعة تغير السرعة ΔV حاملا منطبق على المسار	لأشعة القوة F حاملا منطبق على المسار
جهة أشعة تغير السرعة ΔV تكون في جهة الحركة	جهة أشعة القوة F تكون في جهة الحركة
شعة تغير السرعة ΔV قيم متناقصة	لأشعة القوة F قيم متناقصة

ـ ماذا تستنتج من التمثيلات الشعاعية السابقة و نتائج الجدولين السابقين ؟

حالة تطبيق ، في جهة الحركة ، قوة متغيرة القيمة (متناقصة) ، حاملها منطبق على المسار (أو موازٍ له)

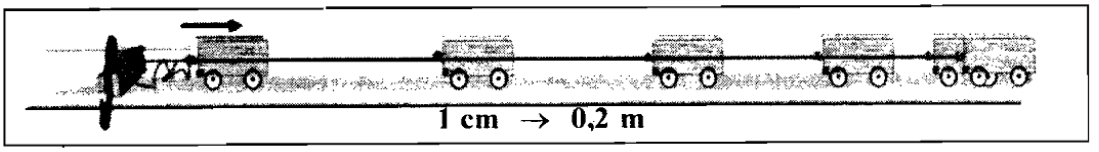
جسم يتحرك بحركة مستقيمة ، فإن :

- **شعاع** السرعة $\overrightarrow{V}$ للمتحرك يحافظ على حامله المنطبق على المسار وجهته و تتزايد قيمته.
- **شعاع** تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حامل منطبق على المسار و جهته هي جهة الحركة و قيمته متناقصة.

ب) جهة القوة معاكسة لجهة الحركة

نشاط ـ4

نستعمل نفس التجهيز السابق (العربة والمطاط) . نضع العربة قرب الحاجز المثبت على الطاولة بحيث يكون المطاط مسترخ (غير مشدود) ، كما في الشكلالآتي ثم ندفع العربة دفعة واحدة ونتركها لحالها.

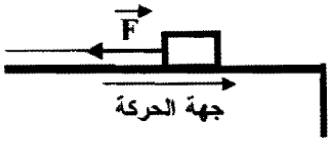


1) صف بجملة أو جملتين حركة العربة .

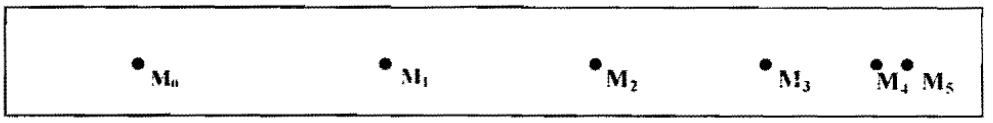
بعد دفع العربة فإنها تتحرك في جهة استطالة المطاط تدريجيا و عندما تبلغ استطالة المطاط قيمة معينة فإن العربة تتوقف .

1ــ صف كيفيا خصائص القوة المطبقة من طرف المطاط على العربة خلال حركتها.

عندما تتحرك العربة في جهة استطالة المطاط تدريجيا فإن هذا الأخير يولد قوة معاكسة لجهة حركة العربة بحيث شدتها تتزايد تدريجيا حسب قيمة الإستطالة و بالتالي نقول في هذه الحالة أن القوة التي تخضع لها العربة خلال حركتها لها جهة عكس جهة حركتها.



3ــ يمثل الشكل الآتي تمثيلا للصور المتعاقبة للحركة أخذت خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0{,}02\ s$.



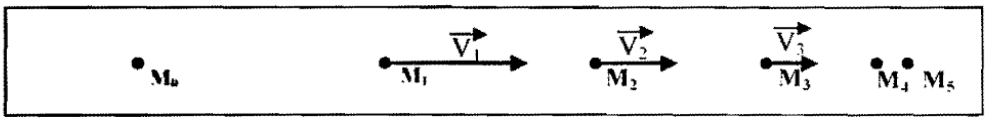
ماذا تلاحظ ؟ ماذا يمكنك أن تقول عن سرعة النقطة M خلال الحركة؟ علل إجابتك.

نلاحظ أن هذه المسافات تتناقص و لكن ليس بانتظام. يمكننا أن نقول عن سرعة النقطة M خلال الحركة أنها متناقصة لأن المسافات متناقصة .

4ــ مثل أشعة السرعة اللحظية للنقطة M عند المواضع M_1 ، M_2 ، M_3 و M_4 . ماذا تلاحظ؟

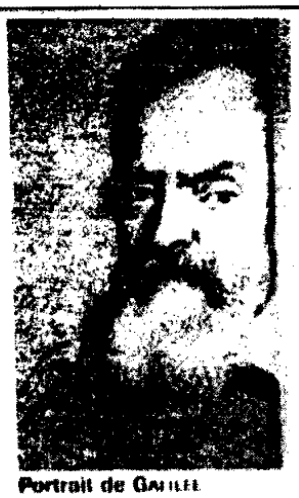
بنفس الطريقة التي شرحناها بالتفصيل سابقا نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في مختلف المواضع.

ملاحظة : مثلنا شعاع السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الإعتبار سلم السرعة.



ثم نملأ الجدول : السلم : $1\ cm \rightarrow 0{,}2\ m$

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	
المسافة المقاسة(x (cm		5,7	4,8	3,5	1,8	
المسافة الحقيقية(d (m		1,14	0,96	0,70	0,36	
السرعة (V (m/s		28,5	24	17,5	9	


Portrait de Galilée

الملاحظات : من الجدول و من الشكل نلاحظ أن :

ــ لكل أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار.

ــ لكل أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الجهة و في جهة الحركة.

ــ طويلة أشعة السرعة $\vec{V}$ متناقصة و لكن ليس بانتظام من موضع إلى آخر.

5ــ مثل أشعة تغير السرعة $\Delta\vec{V}$. ماذا تلاحظ ؟

بنفس الطريقة التي شرحناها سابقا نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في مختلف المواضع :

ثم نملأ الجدول :

ملاحظة : مثلنا شعاع تغير السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الإعتبار سلم السرعة .

مواضع النقطة M	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة v (m/s)		28,5	24	17,5	9	
التغير في السرعة Δv		Δv_1	Δv_2	Δv_3	Δv_4	
قيمته Δv (m/s)			-11	-15		

الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

- **لأشعة** تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ حاملا منطبق على المسار
- **جهة** أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ معاكسة لجهة الحركة
- **لأشعة** تغير السرعة Δv قيم متزايدة

قارن كيفيا خصائص الشعاع $\overrightarrow{\Delta v}$ مع خصائص القوة $\overrightarrow{F}$ المطبقة على العربة

خصائص شعاع تغير السرعة Δv	خصائص شعاع القوة F
لأشعة تغير السرعة Δv حاملا منطبق على المسار	لأشعة القوة F حاملا منطبق على المسار
جهة أشعة تغير السرعة Δv معاكسة لجهة الحركة	جهة أشعة القوة F معاكسة لجهة الحركة
لأشعة تغير السرعة Δv قيم متزايدة	لأشعة القوة F قيم متزايدة

ماذا تستنتج من التمثيلات الشعاعية السابقة و نتائج الجدولين السابقين ؟

حالة تطبيق ، عكس جهة الحركة ، قوة متغيرة القيمة (متزايدة) ، حاملها منطبق على المسار (أو موازٍ له)
جسم يتحرك بحركة مستقيمة ، فإن :

شعاع السرعة $\overrightarrow{v}$ للمتحرك يحافظ على حامله المنطبق على المسار و جهته و تتناقص قيمته .
شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ حامل منطبق على المسار و جهة هي معاكسة لجهة الحركة و قيمته متغيرة (متزايدة) .

نتيجة عامة :

تسمح من هذه التجارب أن خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ مطابقة لخصائص شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ أي :

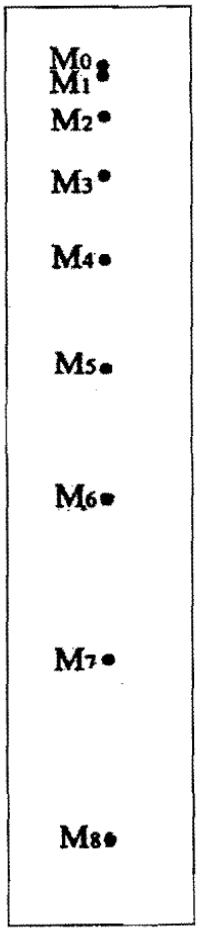
- **لشعاع القوة $\overrightarrow{F}$ و شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ نفس الحامل**
- **قيمة F ثابتة ⇔ قيمة Δv ثابتة**
- **قيمة F متزايدة ⇔ قيمة Δv متزايدة**
- **قيمة F متناقصة ⇔ قيمة Δv متناقصة**

تسمح لنا هذه النتيجة باستنتاج خصائص شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ من خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ و العكس صحيح .

2) تطبيق : حركة السقوط الحر : Chute Libre

نشاط : دراسة حركة سقوط كرية معدنية في الهواء .

1ــ نترك (دون قذف) كرية معدنية صغيرة تسقط من ارتفاع معين عن سطح الأرض .
2ــ نصور بواسطة كاميرا رقمية حركة سقوط هذه الكرية في الهواء .
3ــ نسجل بواسطة برنامج معالجة أشرطة الفيديو المواضع التي تشغلها الكرية خلال فترات زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 0{,}08\ s$. المطلوب :
ــ دراسة حركة الكرية ، مع إبراز الخصائص المميزة لها .
ــ استنتاج خصائص القوة المطبقة على الكرية .



• تحليل التجربة

1ــ اختيار النقطة المتحركة :

لدراسة حركة الكرية ، نكتفي بدراسة حركة مركزها M ، لذلك ننقل على ورق شفاف المواضع المتتالية التي تشغلها النقطة M خلال حركتها و نرقمها كما في الشكل المقابل .

2ــ مسار الحركة

بواسطة مسطرة يمكن التأكد من أن المواضع M_0 ، M_1 ، M_2 ، و M_3 ... على استقامة واحدة ، أي أن لحركة M مسارا مستقيما و بالتالي فالحركة مستقيمة .

كما يمكن التأكد أن المسافات المقطوعة خلال نفس الفاصل الزمني τ متزايدة ، أي أن سرعة المتحرك متزايدة ، إذن الحركة مستقيمة متسارعة .

بما أن سرعة الكرية ليست ثابتة و حسب مبدأ العطالة ، فإن هناك قوة $\vec{F}$ تؤثر عليها .

3ــ السرعة اللحظية للنقطة M

لتحديد قيمة السرعة اللحظية عمليا في موضع من مواضع المتحرك نتبع الخطوات التالية :

ــ نقيس المسافة d الفاصلة بين الموضعين المجاورين للموضع المعتبر و الذان تفصلهما مدة زمنية :

$$\Delta t = 2\tau = 0{,}16\ s$$

أي : M_0M_2 ، M_1M_3 ، M_2M_4 ،....الخ نقيس هذه المجالات d على الوثيقة ثم نستنتج المسافات الحقيقية المقطوعة بالإعتماد على سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 0{,}2\ m$ ثم نحسب السرعة المتوسطة بين هذين الموضعين فتكون هي السرعة اللحظية .

مثلا : لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_3 نتبع الخطوات التالية :

- نأخذ الموضعين المجاورين للموضع M_3 وهما : M_2 و M_4 .
- نقيس المسافة الفاصلة بين M_2 و M_4 وهي : $d = M_2M_4 = 1{,}9\ cm$ تصبح هذه المسافة باعتبار سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 0{,}2\ m$

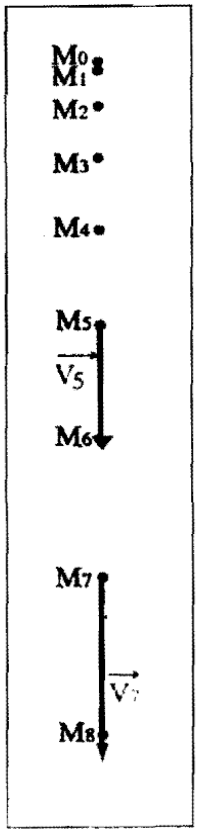
$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 0{,}2\ m \\ 1{,}9\ cm \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1{,}9 \times 0{,}2)/\ 1 = 0{,}38\ m\ .$$

- نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_2 و M_4 و هو $\Delta t = 2\tau = 0{,}16\ s$
- نحسب السرعة المتوسطة بين M_2 و M_4 و نرمز لها بالرمز : $V_m = V_{2\text{-}4}$ ،

$$V_m = V_{2\text{-}4} = d/\Delta t = M_2M_4 / 2\tau = 0.38 / 0.16 = 2{,}4\ m/s\ .$$

- نعتبر السرعة المتوسطة $V_{2\text{-}4}$ تساوي قيمة السرعة اللحظية V_3 و نكتب : $V_3 = 2{,}4\ m/s$

ــ لحساب السرعة اللحظية في مختلف المواضع الأخرى نتبع نفس الخطوات السابقة .
ــ لا يمكن حساب السرعة اللحظية في الموضع M_8 لأنه لا يوجد موضع بعده .
ــ بما أن الكرية تركت بدون قذف فسرعتها الإبتدائية في الموضع M_0 معدومة .
ــ نحسب قيم V في المواضع الأخرى و ندونها في الجدول الموالي :



مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	M_5M_7	M_6M_8	
المسافة المقاسة (x (cm		0,7	1,3	1,9	2,5	3,2	3,8	4,5	
المسافة الحقيقية (d (m		0,14	0,26	0,38	0,5	0,64	0,76	0,90	
السرعة (V (m/s	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6	

ـ نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_5 و M_7 كنماذج ، باختيار سلم مناسب مثل :

. 1 cm → 2 m/s

ـ بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في المواضع المتبقية .

لاحظات :

ن الجدول و من الشكل نلاحظ أن :

ـ **لكل** أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار

ـ **لكل** أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الجهة و في جهة الحركة

ـ **طويلة** أشعة السرعة $\vec{V}$ متزايدة بانتظام من موضع إلى آخر

جة : الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام .

ـ تحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$

يد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ نلجأ إلى تمثيله أولا متبعا الخطوات التالية :

ذ كمثال الموضع M_6 في التسجيل السابق .

ترسم شعاع تغير السرعة في الموضع M_6 نعتمد العلاقة الشعاعية : $\overrightarrow{\Delta V_6} = \overrightarrow{V_7} - \overrightarrow{V_5}$

ترسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_5 و M_7 على التوالي ، باختيار سلم مناسب مثل :

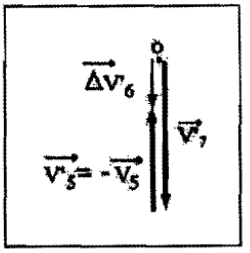
. 1 cm → 2 m/s

خذ ورقة رسم :

ـ **انطلاقا** من نقطة كيفية **o** نرسم الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{V_7}$ أي : $(\overrightarrow{V'_7} = \overrightarrow{V_7})$

ـ **من** نهاية الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_5}$ مساويا للشعاع $\overrightarrow{V_5}$ و معاكسا له في الإتجاه ،

ي : $(-\overrightarrow{V'_5} = \overrightarrow{V_5})$ أنظر الشكل.



ـ بعملية الجمع الشعاعي نحصل على الشعاع : $\overrightarrow{\Delta V'_6} = \overrightarrow{V'_7} + \overrightarrow{V'_5} = \overrightarrow{V_7} - \overrightarrow{V_5}$

حيث بدايته هي بداية الشعاع $\overrightarrow{V'_7}$ (النقطة **o**) ، و نهايته هي نهاية الشعاع $\overrightarrow{V'_5}$.

ـ و في الأخير، نرسم في الموضع M_6 الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_6}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_6}$.

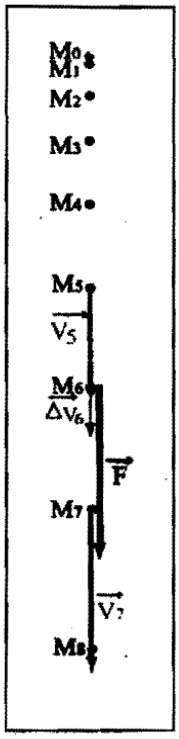
ـ تكون طويلة الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_6}$: $\|\overrightarrow{\Delta V_6}\| = \|\overrightarrow{V_7}\| - \|\overrightarrow{V_5}\|$

5ـ بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في المواضع المتبقية ثم نملأ الجدول :

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
السرعة (V (m/s	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6	
التغير في السرعة (ΔV (m/s		1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6		

الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار
- جهة أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ تكون في جهة الحركة
- لأشعة تغير السرعة ΔV قيم تقريبا ثابتة



6ـ تمثيل شعاع القوة المؤثرة $\overrightarrow{F}$

نعلم من حياتنا اليومية أن سقوط كرية في أي موضع من سطح الأرض بدون سرعة ابتدائية يكون شاقوليا ، و نعلم أن شاقول المكان يمر من مركز الأرض ، إذن القوة المطبقة على الكرية متجهة دوما نحو مركز الأرض و نسمي هذه القوة قوة جذب الأرض للكرية ، أو قوة تأثير الأرض على كرية و نرمز لها بالرمز $\overrightarrow{F_{T/C}}$.

لتمثيل شعاع القوة في موضع ما مثلا M_6 نرسم شعاع :

ـ بدايته : الموضع المعتبر M_6

ـ الحامل : منطبق على المسار

ـ الجهة : من الأعلى إلى الأسفل (جهة سقوط الكرة)

ـ الطويلة : شدة القوة : بما أن طويلة الشعاع $\overrightarrow{F}$ غير معروفة ، نرسم في الموضع M_6 شعاعا بطول كيفي

ملاحظة : شعاع القوة هو نفسه قيمة و جهة في كل المواضع لأن مصدرها هو نفسه و هوالأرض .

نلاحظ :

- لأشعة $\overrightarrow{F}$ حاملا منطبق على المسار
- جهة أشعة $\overrightarrow{F}$ تكون في جهة الحركة
- لأشعة $\overrightarrow{F}$ قيم تقريبا ثابتة

نتيجة :

لاحظنا سابقا أن قيم ΔV ثابتة ، فنستنتج أن قيمة القوة المطبقة على الكرية ثابتة . بما أن الحركة مستقيمة و متسارعة ، فللشعاع تغير السرعة نفس جهة الحركة و حامله محمول على المسار و نعلم أن خصائص شعاع القوة مطابقة لخصائص شعاع تغير السرعة أي للقوة و شعاع تغير السرعة نفس الحامل و نفس الجهة و كلاهما ثابتي القيمة .

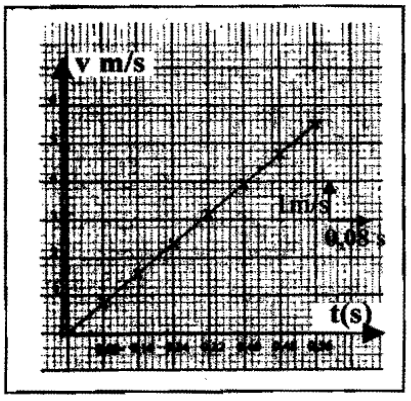
7ـ رسم منحنى السرعة بدلالة الزمن : مخطط السرعة

بما أن السرعة اللحظية حسبت سابقا ، ندونها في الجدول التالي بعد تحديد اللحظات الزمنية الموافقة لها.

انطلقت الكرية من السكون أي بسرعة $V_o = 0$ ، من الموضع M_0 يمكن اختيار لحظة تواجد المتحرك فيه مبدأ للأزمنة، أي $t_o = 0$ و بالتالي تكون اللحظات التي يمر فيها المتحرك من المواضع M_0 ، M_1 ، M_2 ، ... الخ كالتالي :

$t_o = 0$ ، $t_1 = \tau = 0{,}08$ s ، $t_2 = 2\,\tau = 0{,}16$ s ... إلخ .

الزمن t(s)	0	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56
السرعة V (m/s)	0	0,87	1,6	2,4	3,1	4,0	4,7	5,6



لرسم منحنى السرعة نختار : سلم للأزمنة : 1 cm → 0,08 s

سلم للسرعات : 1 cm → 1 m/s

نتيجة :

نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى السرعة بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ ،

أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a.t$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :

$$a = \tan\alpha = (V_2 - V_1)/(t_2 - t_1) = (1{,}6 - 0{,}87)/(0{,}16 - 0{,}08) = 9{,}12\ m/s^2$$

الخلاصة

1ـ مبدأ العطالة : Le principe d'Inertie

في معلم مرتبط بالأرض :

« يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغير حالته الحركية »

وعليه :

- كل جسم ساكن أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ، لا يخضع لقوة .
- كل جسم يتحرك بحركة مستقيمة غير منتظمة ، يخضع حتما لقوة .
- كل جسم يتحرك بحركة غير مستقيمة ، يخضع حتما لقوة .

2ـ الحركة المستقيمة :

- الحركة المستقيمة المنتظمة هي كل حركة مسارها مستقيم و شعاع سرعتها دائما ثابت .
- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام هي كل حركة تمتاز بمسار مستقيم و بشعاع سرعة متغير القيمة و ثابت الحامل و الجهة ، نقول عنها أنها :
  - متسارعة إذا كان شعاع تغير السرعة في جهة الحركة .
  - متباطئة إذا كان شعاع تغير السرعة عكس جهة الحركة .

3ـ الحركة و القوة :

نستنتج من مبدأ العطالة أن كل جسم لا يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة يكون خاضعا لقوة . أي أن سرعته تتغير حتما. نقدر تغيرات شعاع السرعة بالشعاع $\overrightarrow{\Delta v}$. للقوة $\overrightarrow{F}$ و الشعاع $\overrightarrow{\Delta v}$ دوما نفس الحامل و نفس الجهة.

$\overrightarrow{\Delta v}$ و $\overrightarrow{F}$ يتغيران بنفس الكيفية . أي :

قيمة F ثابتة $\Leftrightarrow$ قيمة Δv ثابتة .

قيمة F متزايدة $\Leftrightarrow$ قيمة Δv متزايدة .

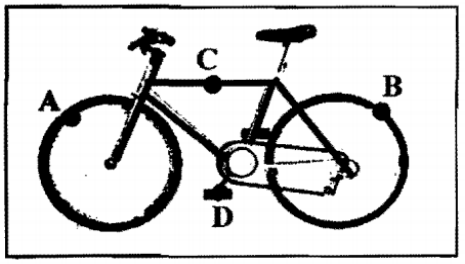
قيمة F متناقصة $\Leftrightarrow$ قيمة Δv متناقصة .

- في الحركة المستقيمة المتغيرة ، يكون $\overrightarrow{V}$ منطبقا على المسار أي أن سرعة المتحرك تتغير قيمة فقط .
- في الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام ، يكون المتحرك خاضعا لقوة ثابتة القيمة و في جهة الحركة .
- في الحركة المستقيمة المتباطئة بانتظام ، يكون المتحرك خاضعا لقوة ثابتة القيمة في جهة معاكسة لجهة الحركة .

تمـــاريـــن

التمرين ــ1

لدراسة حركة جسم ، نختار نقطة منه ثم ندرس حركتها . نريد في هذا التمرين دراسة حركة دراج و دراجته. من بين النقاط المبينة على الدراجة (الشكل المقابل) اختر نقطة أو نقاط ملائمة تصلح لوصف الحركات المذكورة و نقطة أو نقاط لا تصلح لذلك ثم املأ الجدول التالي :



الحركة التي نريد معرفتها	نقطة ملائمة	نقطة غير ملائمة
معرفة حركة الدراجة بالنسبة للطريق		
معرفة كيفية دوران العجلة		
معرفة سرعة دوران الدواسة		

الحـــل ــ 1

الحركة التي نريد معرفتها	نقطة ملائمة	نقطة غير ملائمة
معرفة حركة الدراجة بالنسبة للطريق	C	A , B , D
معرفة كيفية دوران العجلة	A , B	C , D
معرفة سرعة دوران الدواسة	D	A , B , C

التمرين ــ2

بدراسة نقطة من جسم نحصل على معلومات عن حركته و نفقد معلومات أخرى.
في الجدول التالي ، ما هي المعلومات المتحصل عليها والمعلومات المفقودة عن حركة الجسم عندما ندرس حركة بعض نقاطه؟

الجسم	النقطة المختارة	المعلومات المفقودة	المعلومات المتحصل عليها
كرة قدم مقذوفة	مركز الكرة		
عجلة سيارة في حالة حركة	مركز العجلة		
مظلي يسقط عموديا و مظلته مفتوحة	نقطة تعليق المظلة		

الحـــل ــ 2

الجسم	النقطة المختارة	المعلومات المفقودة	المعلومات المتحصل عليها
كرة قدم مقذوفة	مركز الكرة	حركة دوران الكرة	مسار الكرة
عجلة سيارة في حالة حركة	مركز العجلة	معرفة كيفية دوران العجلة	مسار السيارة
مظلي يسقط عموديا و مظلته مفتوحة	نقطة تعليق المظلة	حركة المظلي حول هذه النقطة	مسار المظلي و مظلته

التمرين ــ3

اصطدمت سيارتان في مفترق طرق . طلبت شركة التأمين من السائقين A و B رسم مخطط الحادثة. قدم السائقان رسما حيث مثلت السيارتان بنقطتين متحركتين قبل التصادم و مثلتا كاملتين لحظة التصادم. لماذا ؟ اشرح.

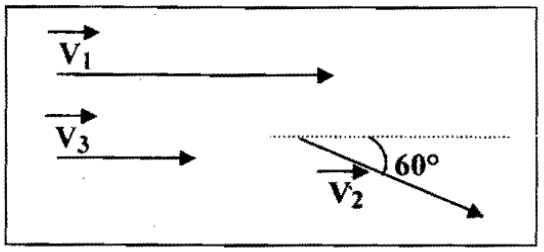
الحـل ــ 3

مثلت السيارتان بنقطتين متحركتين قبل التصادم لأننا نريد معرفة مسار السيارتين قبل التصادم حيث اختيار نقطة من السيارة ملائمة لمعرفة المسار و لكنها غير ملائمة لمعرفة نقاط و اوجه التصادم و مثلنا كاملتين لحظة التصادم لمعرفة حجم الخسائر واضرار على هيكل كل سيارة .

التمرين ــ4

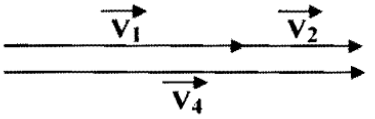
لدينا أشعة السرعة التالية لجسم متحرك ممثلة بسلم معين في أزمنة مختلفة . باحترام سلم الرسم مثل الأشعة :

$(\vec{V_1} - \vec{V_2})$; $(\vec{V_1} + \vec{V_2})$; $(\vec{V_1} - \vec{V_3})$; $(\vec{V_1} + \vec{V_3})$

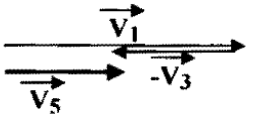


الحـل ــ 4

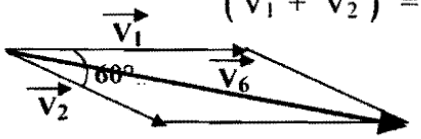
1ـ $(\vec{V_1} + \vec{V_3}) = \vec{V_4}$



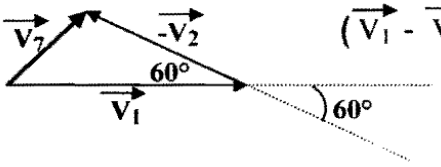
2ـ $(\vec{V_1} - \vec{V_3}) = (\vec{V_1} + (-\vec{V_3}) = \vec{V_5}$



3ـ $(\vec{V_1} + \vec{V_2}) = \vec{V_6}$



4ـ $(\vec{V_1} - \vec{V_2}) = (\vec{V_1} + (-\vec{V_2}) = \vec{V_7}$



التمرين ــ5

اذكر مميزات القوة . ما هو الجهاز الذي يسمح بقياس قيمة القوة ؟ و ما هي وحدة قياس القوة ؟ مثل قوة قيمتها 10 N
بسلم : 2 N لكل 1 cm حاملها يصنع 45° مع الشاقول ، متجهة نحو الأرض.

الحـل ــ 5

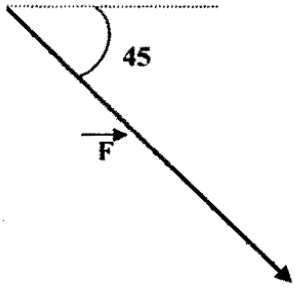
ـ عندما تؤثر قوة على جسم فإنها تغير من حالة حركته ، فإن كان ساكنا تحرك و إن كان متحركا توقف أو غير مساره أو سرعته أو تغير من شكله (تشوه) .

ـ تتعلق القوة أربعة مميزات و هي : ــ بدايته : نقطة تطبيق القوة ، ــ الحامل ، ــ الجهة ، ــ طويلته هي شدة القوة .

ـ القوة مقدار فيزيائي يمثل بشعاع يدعى شعاع القوة يرمز له بـــ $\vec{F}$. تقاس شدتها بجهاز يدعى **الديناموميتر أو الربيعة** .

ـ وحدة قياس القوة هي النيوتن (N) .

ـ تمثيل قوة قيمتها 10 N بسلم : 2 N لكل 1 cm حاملها يصنع 45° مع الشاقول ،



متجهة نحو الأرض :

يجب أن نجد أولا طول الشعاع الذي سيمثل قيمة القوة بالإعتماد على السلم المعطى :

نعتبر سلم الرسم : 1 cm → 2 N

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 2\text{ N} \\ x\text{ cm} \rightarrow 10\text{ N} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (10 \times 1)/2 = 5\text{ cm}.$$

التمرين ــ6

أجب بصحيح أم خطأ.

جسم لا يخضع لأية قوة	ص	خ
إذا كان في حالة حركة ، فإنه يستمر في حركته بسرعة ثابتة		
إذا كان في حالة حركة ، فإن سرعته تتناقص		
إذا كان في حالة سكون فإنه يمكن أن يتحرك من تلقاء نفسه		
إذا كان في حالة سكون فإنه يبقى ساكنا		

الحـــل ــ 6

جسم لا يخضع لأية قوة	ص	خ
إذا كان في حالة حركة ، فإنه يستمر في حركته بسرعة ثابتة	X	
إذا كان في حالة حركة ، فإن سرعته تتناقص		X
إذا كان في حالة سكون فإنه يمكنه أن يتحرك من تلقاء نفسه		X
إذا كان في حالة سكون فإنه يبقى ساكنا	X	

التمرين ــ7

يسير راجل بسرعة قدرها 6 km/h عبر عن هذه السرعة بالمتر على ثانية (m/s) .

الحـــل ــ 7

لتحويل وحدة السرعة من km/h إلى m/s نقسم على العدد 3,6 و منه : . 6 km/h = 6 /3,6 = 1,66 m/s

التمرين ــ8

الرقم القياسي العالمي في سباق 100 m لسنة 2005 هو 9,77 s . ما هي سرعة السباق الذي حقق هذه النتيجة ؟ عبر عنها بـــ m/s ثم km/h .

الحـــل ــ 8

نحسب أولا سرعة السباق : . V = d/ t = 100/9,77 = 10,23 m/s

لتحويل وحدة السرعة من m/s إلى km/h نضرب في العدد 3,6 و منه : 10,23 m/s = 10,23 . 3,6 = 36,85 km/h

التمرين ــ9

الرقم القياسي العالمي في سباق الماراتون لسنة 2003 كان : 2h . 04mn . 55 s ، بسرعة قدرها 20,26 km/h .
ما هي المسافة المقطوعة ؟ ما هو الزمن الذي سيستغرقه الراجل (المذكور في التمرين 7) إذا أراد أن يقطع هذه مسافة ؟

الحـــل ــ 9

ــ المسافة المقطوعة : $V = d/t \Rightarrow d = V . t$

$V = 20,26 \text{ km/h} = 5,63 \text{ m/s}$ ، $t = 2h .04 mn . 55s = 2 . 3600 + 4 . 60 + 55 = 7495 s.$

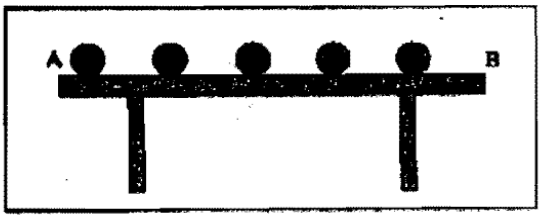
$d = V . t = 5,63 . 7495 = 42196,85 m$

ــ الزمن الذي سيستغرقه الراجل ($V = 6 \text{ km/h} = 1,66 \text{ m/s}$) إذا أراد أن يقطع هذه مسافة :

$V = d/t \Rightarrow t = d / V = 42196,85 / 1,66 = 25419,78 s.$

التمرين ــ10

من A نحو B وفق خط مستقيم تتحرك كرية صغيرة على طاولة أفقية ملساء .
بالتصوير المتعاقب نحصل على الشكل المقابل .



1) ما هي طبيعة حركة مركز الكرية ؟
2) ما هي القوى المؤثرة على الكرية من A إلى B ؟
3) بتطبيق مبدأ العطالة ، ماذا يمكنك أن تقول عن هذه القوى ؟
4) ما هي القوة المطبقة على الكرية عندما تجتاز النقطة B ؟
5) ماذا يمكنك أن تقول عن حركتها ؟ علل .

الحـــل ــ 10

1 – المسافات المتتالية متساوية إذن الحركة منتظمة و بما أن المسار مستقيم فالحركة مستقيمة منتظمة .

2 – الكرية تحت تأثير قوة جذب الأرض و تأثير قوة رد فعل الطاولة .

3 – الحركة مستقيمة منتظمة و بالإعتماد على مبدأ العطالة نقول أن الكرية معزولة . الكرية تؤثر عليها قوتين **وهي قوة فعل** الكرية على الطاولة و هي قوة جذب الأرض للكرية والتي تعاكسها مباشرة قوة رد فعل الطاولة و تساويها **في الشدة أي ينعدم** تأثيرهما عل الكرية . (القوتين تعدم بعضهما البعض) .

4 – عند اجتياز النقطة B ، تخضع الكرية لقوة جذب الأرض فقط حيث ينعدم تأثير الطاولة .

5 – بما أن الكرية تخضع لقوة ، فحركتها ليست مستقيمة منتظمة و ذلك بالإعتماد على مبدأ العطالة .

التمرين – 11

هل العبارات التالية صحيحة (ص) أم خاطئة (خ) ؟ صححها إن كانت خاطئة.

العبـــارة المقترحة	ص	خ	الصواب
في الحركة المستقيمة المنتظمة تكون السرعة ثابتة			
في الحركة المستقيمة المنتظمة تتساوى المسافات التي تقطع في مجالات زمنية متساوية			
في الحركة المستقيمة المنتظمة هناك قوة ثابتة مطبقة على الجسم			
في الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام تكون القوة متزايدة			
إذا كان شعاع تغير السرعة ثابت تكون السرعة ثابتة			
في الحركة المستقيمة المتباطئة $\vec{V}$ و $\vec{\Delta V}$ في نفس الجهة			

الحـل – 11

العبـــارة المقترحة	ص	خ	الصواب
الحركة المستقيمة المنتظمة تكون السرعة ثابتة	X		
الحركة المستقيمة المنتظمة تتساوى المسافات التي تقطع في مجالات زمنية متساوية	X		
الحركة المستقيمة المنتظمة هناك قوة ثابتة مطبقة على الجسم.		X	لا يخضع الجسم لأي قوة
الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام تكون القوة متزايدة.		X	تكون القوة ثابتة
إذا كان شعاع تغير السرعة ثابت تكون السرعة ثابتة		X	تكون السرعة متزايدة أو متناقصة بانتظام
الحركة المستقيمة المتباطئة $\vec{V}$ و $\vec{\Delta V}$ في نفس الجهة		X	$\vec{V}$ و $\vec{\Delta V}$ متعاكستين في الإتجاه

التمرين – 12

لدينا حركة جسم أطلق فوق نضد هوائي أفقي. باختيار معلم مرتبط بالمخبر دونا فواصل النقطة المتحركة بدلالة الزمن في الجدول التالي :

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
الفاصلة x(cm)	0	2,5	5.0	7.5	10.0	12.5
الزمن t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20

1 – ارسم منحنى الفاصلة x بدلالة الزمن t .

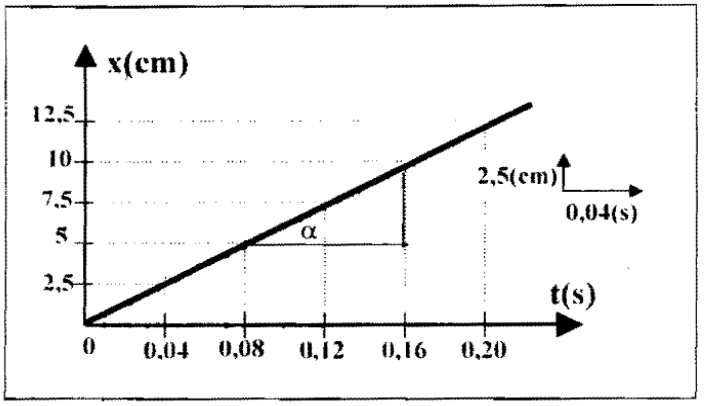
2 – استنتج من البيان العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة x بالزمن t .

3 – ماذا يمثل ميل المنحنى ؟ حدد سرعة المتحرك .

الحـل – 12

1 – رسم منحنى الفاصلة X بدلالة الزمن t :

2 – استنتاج من البيان العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة X بالزمن t : نلاحظ من البيان في الشكل المقابل ان كل النقاط المثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى الفاصلة بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ ، إن عبارة تغيرات الفاصلة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $X = a \cdot t$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :



$a = \tan\alpha = (X_2 - X_1)/(t_2 - t_1) = (10 - 5)/(0.16 - 0.08) = 62.5\ cm/s = 0.625\ m/s.$

و منه نجد العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة x بالزمن t : $X = 0.625\ t$

3ـ يمثل ميل المنحنى الذي هو معامل التوجيه للمستقيم السرعة اللحظية V و نستنتج ذلك بمقارنة العلاقة النظرية للفاصلة X التي درسنا سابقا بالعلاقة الرياضية المستنتجة من البيان فنجد بالمطابقة :

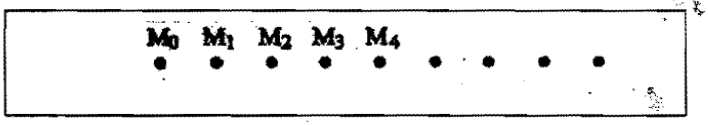
$$\left.\begin{array}{l} X = V.\ t \ .....(1) \\ X = 0.625.\ t \ .....(2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = 0.625\ m/s$$

ـ سرعة المتحرك : $V = 0.625\ m/s$.

التمرين ـ13

نقذف جسما على منضدة هوائية أفقية . نأخذ من الأعلى صورا متتالية في أزمنة متساوية قدرها ($\tau = 0,04\ s$).

يمثل الشكل المقابل الأوضاع المتتالية لحركة الجسم.



1ـ ما طبيعة حركة الجسم ؟ علل.

2ـ احسب سرعة المتحرك.

3ـ مثل أشعة السرعة في اللحظتين t_1 و t_3 الموافقتين للوضعين M_1 و M_3 باختيار سلم مناسب .

4ـ استنتج شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$

5ـ ماذا يمكنك أن تقول عن القوة المطبقة على الجسم ؟

6ـ هل مبدأ العطالة محقق ؟

7ـ ارسم مخطط السرعة V(t) مبينا سلم التمثيل .

الحـل ـ 13

1 ـ حركة الجسم **مستقيمة** : لأن مسار المتحرك مستقيم و نتأكد من ذلك بالمسطرة .

منتظمة : لأن المسافات المتتالية متساوية أي سرعة المتحرك ثابتة .

2 ـ سرعة المتحرك هي : $V = d/\Delta t = M_0M_2/2\tau = M_1M_3/2\tau = M_2M_4/2\tau = ...$

بما أن السرعة ثابتة نختار موضع كيفي و ليكن مثلا M_1 ثم نتبع الخطوات التالية :

- نقيس المسافة M_0M_2 على الوثيقة نجدها تساوي 1,5 cm ،
- باستعمال سلم المسافات المختار : $1\ cm \rightarrow 10\ cm$ نحصل على المسافة الحقيقية أي :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 10\ cm \\ 1,5\ cm \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,5 \times 10)/1 = 15\ cm = 0.15\ m$$

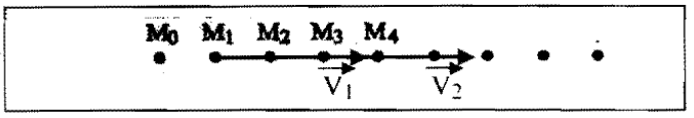
- نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_0 و M_2 وهو $\Delta t = 2\tau = 0,08\ s$

و منه تكون سرعة المتحرك : $V = d/\Delta t = M_0M_2/2\tau = 0,15/0,08 = 1,87\ m/s = 1,9\ m/s.$

3 ـ تمثيل أشعة السرعة في اللحظتين t_1 و t_3 الموافقتين للموضعين M_1 و M_3 : بما أن الحركة مستقيمة منتظمة فللمتحرك سرعة ثابتة في كل لحظة ، باختيار سلم السرعات التالي :

مثلا : $1\ cm \rightarrow 1\ m/s$ نمثل في الموضعين M_1 و M_3 شعاعي السرعة بسهم طوله :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 1\ m/s \\ V_1 \rightarrow 1,9\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow V_1 = (1,9 \times 1)/1 = 1,9\ cm$$



4 ـ بما أن أشعة السرعة متساوية إذن شعاع تغير السرعة :

$\Delta V_2 = V_3 - V_1 = \Delta V_3 = V_4 - V_2 = \Delta V_4 = V_5 - V_3 = 0$ و هو معدوم في كل لحظة .

5 ـ خصائص شعاع القوة المطبقة على الجسم من خصائص شعاع تغير السرعة و بما أن شعاع تغير السرعة معدوم في كل لحظة فإن القوة المطبقة على الجسم كذلك معدومة .الحركة مستقيمة منتظمة فالجسم لا يخضع لأي قوة فالجسم معزول

و شبه معزول .

5 ــ خصائص شعاع القوة المطبقة على الجسم من خصائص شعاع تغير السرعة و بما أن شعاع تغير السرعة معدوم في كل لحظة فإن القوة المطبقة على الجسم كذلك معدومة .الحركة مستقيمة منتظمة فالجسم لا يخضع لأي قوة فالجسم معزول أو شبه معزول .

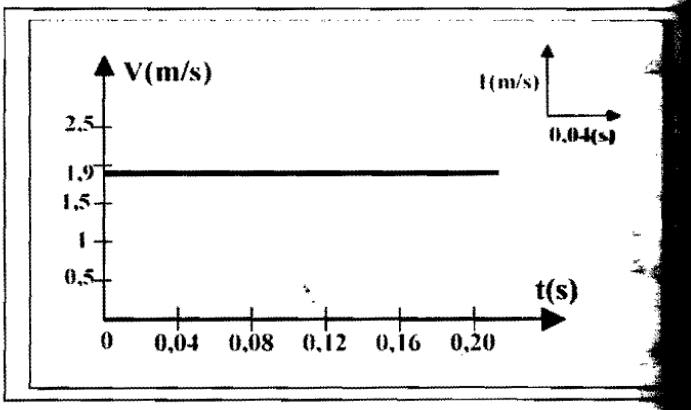
6ــ نعم مبدأ العطالة محقق حيث القوة المطبقة على الجسم معدومة و الحركة مستقيمة منتظمة .

7 ــ رسم مخطط السرعة V(t) : عبارة السرعة بدلالة الزمن هي : $V(t) = 1.9\ m/s = Cte$
ق منحناها البياني عبارة عن خط مستقيم يوازي محور الازمنة .
و رسم مخطط السرعة نحسب قيم السرعة من أجل أزمنة مختلة ثم ندون النتائج في جدول :

الزمن t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
السرعة V (m/s)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9

رعة ثابتة في كل لحظة $V(t) = 1.9\ m/s = Cte$ ، و باختيار سلم السرعات التالي :
ثلا : $1\ cm \rightarrow 1\ m/s$ نجد :

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 1\ m/s \\ V \rightarrow 1.9\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow V = (1.9 \times 1)/1 = 1.9\ cm .$$

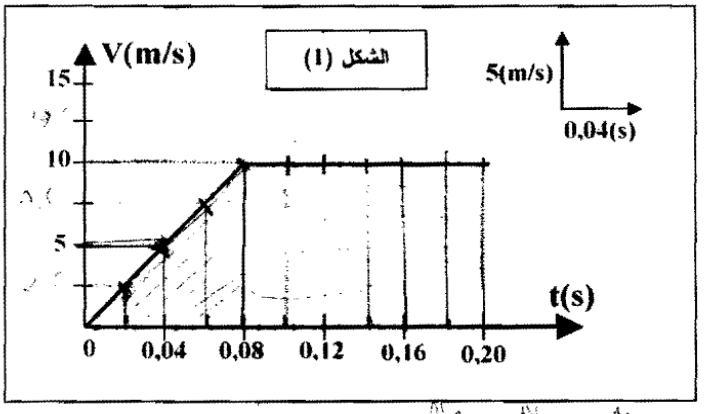


ت ــ14

الشكل (1) منحنى السرعة بدلالة الزمن لجسم يتحرك وفق مستقيم.

حدد أطوار الحركة .

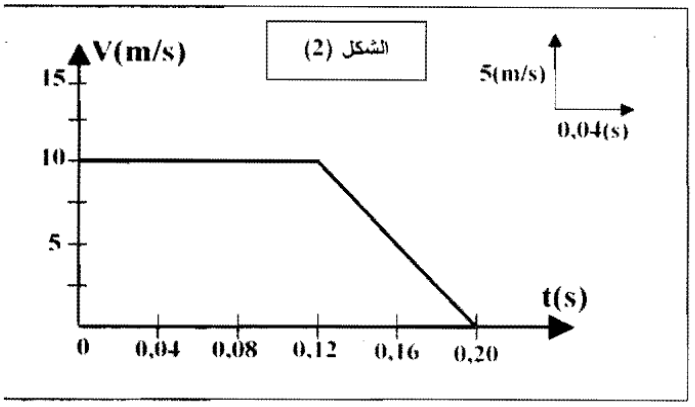
ستنتج من المنحنى قيم السرعة في اللحظات المدونة في دول التالي :



t (s)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
V (m/s)											
ΔV (m/s)											

3ــ استنتج التغير في السرعة ΔV في اللحظات المدونة في الجدول (خذ مجالات زمنية متساوية قدرها 2τ) .
4ــ ما هي طبيعة الحركة ؟
5ــ ما هي القوى المطبقة على الجسم المتحرك في كل طور ؟
6ــ احسب المسافة المقطوعة من طرف المتحرك في كل طور . استنتج المسافة الكلية .

7ـ أعد نفس الخطوات في حالة متحرك تتغير سرعته حسب الشكل (2) .



الحـل ـ 14

1ـ تحديد أطوار الحركة : للحركة طورين هما :

ـ الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0.08\ s\ ]$

ـ الطور الثاني : $t \in [\ 0.08\ ,\ 0.20\ s\ ]$

2ـ استنتاج من المنحنى قيم السرعة في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

من المنحنى نقرأ قيم السرعة الموافقة للحظات الزمنية المعطاة .

3ـ أما قيم التغير في السرعة فنستنتجها من العبارة : $\Delta V_i = V_{i+1} - V_{i-1}$

(أخذنا مجالات زمنية متساوية قدرها $\tau = 0.02\ s$).

t (s)	0	0.02	0,04	0.06	0.08	0,10	0.12	0,14	0,16	0,18	0,20
V (m/s)	0	2.5	5	7.5	10	10	10	10	10	10	10
ΔV (m/s)		5	5	5		0	0	0	0	0	

4ـ طبيعة الحركة : للحركة طورين :

ـ الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0.08\ s\ ]$ نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة متزايدة بانتظام : **الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام .**

ـ الطور الثاني : $t \in [\ 0.08\ ,\ 0.20\ s\ ]$ نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة ثابتة : **الحركة مستقيمة منتظمة.**

5ـ القوى المطبقة على الجسم المتحرك في كل طور :

ـ الطور الأول : نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة $\Delta V > 0$ غير معدوم و ثابت و موجب أي أن شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ يكون في نفس جهة الحركة و هذا دليل على وجود قوة $\overrightarrow{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ أي تكون في نفس جهة الحركة (قوة واحدة $\overrightarrow{F}$ أو عدة قوى محصلتها $\overrightarrow{F}$) .

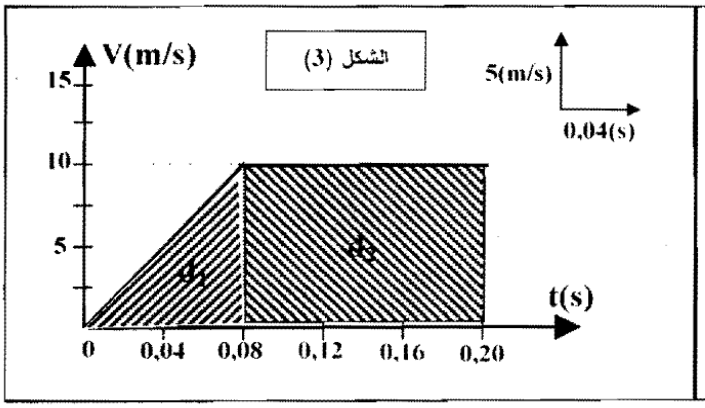
ـ الطور الثاني : نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة معدوم $\Delta V = 0$ و $\overrightarrow{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ وهذا دليل على عدم وجود قوة (لا توجد قوة أو توجد عدة قوى محصلتها معدوم) .

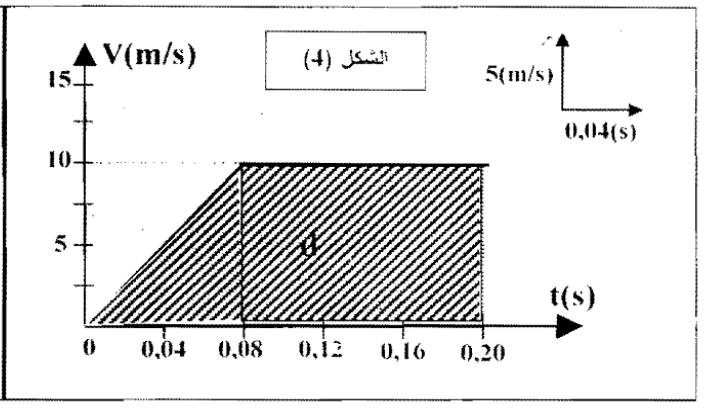
6ـ حساب المسافة المقطوعة من طرف المتحرك في كل طور ثم المسافة الكلية :

ـ الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0.08\ s\ ]$ نرمز لها بـ d_1 و نحسبها من مساحة المثلث المشطب على الشكل (3).

ـ الطور الثاني : $t \in [\ 0.08\ ,\ 0.20\ s\ ]$ نرمز لها بـ d_2 و نحسبها من مساحة المستطيل المشطب على الشكل (3).

ـ المسافة الكلية : $t \in [\ 0\ ,\ 0.20\ s\ ]$ نرمز لها بـ d و نحسبها من مساحة شبه المنحرف المشطب على الشكل (4).





$d_1 = (0.08 \times 10)/2 = 0,4\ m.\ \ d_2 = (\ 020 - 0.08) \times 10 = 1,2\ m\ .\ \ d = |(0.20 + (0.20-0.08) \times 10|/2 = 1.6\ m$

7ـ اعادة نفس الخطوات في حالة متحرك تتغير سرعته حسب الشكل (2).

1ـ تحديد أطوار الحركة : للحركة طورين هما :

ـ الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0{,}12\ s\ ]$

ـ الطور الثاني : $t \in [\ 0{,}12\ ,\ 0{,}20\ s\ ]$

2ـ استنتاج من المنحنى قيم السرعة في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

من المنحنى نقرأ قيم السرعة الموافقة للحظات الزمنية المعطاة.

3ـ أما قيم التغير في السرعة فنستنتجها من العبارة : $\Delta V_x = V_{x+1} - V_{x-1}$

(لدينا مجالات زمنية متساوية قدرها $\tau = 0.02\ s$).

t (s)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
V (m/s)	10	10	10	10	10	10	10	7,5	5	2,5	0
ΔV (m/s)		0	0	0	0	0		-5	-5	-5	

ـ طبيعة الحركة : للحركة طورين :

الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0{,}12\ s\ ]$ نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة ثابتة : الحركة مستقيمة منتظمة.

الطور الثاني : $t \in [\ 0{,}12\ ,\ 0{,}20\ s\ ]$ نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة متناقصة بانتظام: الحركة مستقيمة متباطئة بانتظام

ـ القوى المطبقة على الجسم المتحرك في كل طور :

الطور الأول : نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة معدوم $\Delta V = 0$ و $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة وهذا دليل على عدم وجود قوة (لاتوجد قوة أو توجد عدة قوى محصلتها معدوم) .

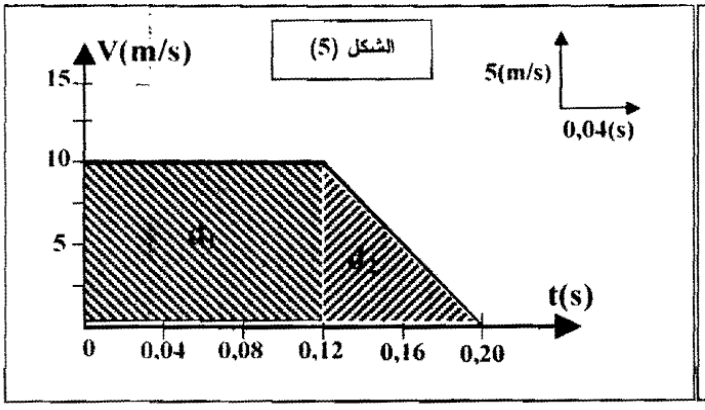
الطور الثاني : نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة $\Delta V < 0$ غير معدوم و ثابت و سالب أي أن شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ يكون في عكس جهة الحركة و هذا دليل على وجود قوة $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ أي تكون بعكس جهة الحركة (قوة واحدة $\vec{F}$ أو عدة قوى محصلتها $\vec{F}$) .

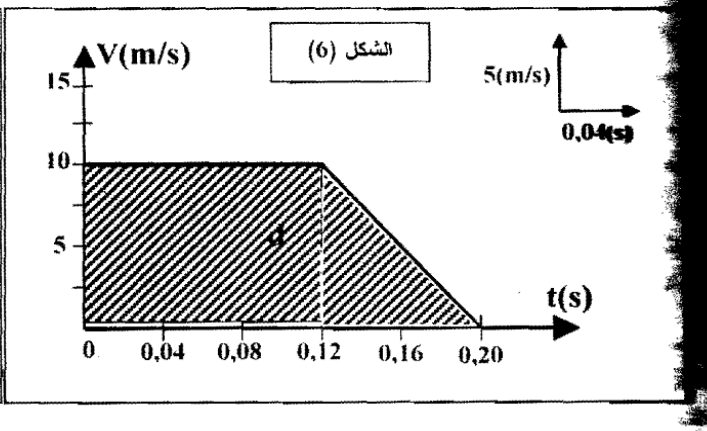
ـ حساب المسافة المقطوعة من طرف المتحرك في كل طور ثم المسافة الكلية :

الطور الأول : $t \in [\ 0\ ,\ 0{,}12\ s\ ]$ نرمز لها بـ d_1 و نحسبها من مساحة المستطيل المشطب على الشكل (5).

الطور الثاني : $t \in [\ 0{,}12\ ,\ 0{,}20\ s\ ]$ نرمز لها بـ d_2 و نحسبها من مساحة المثلث المشطب على الشكل (5).

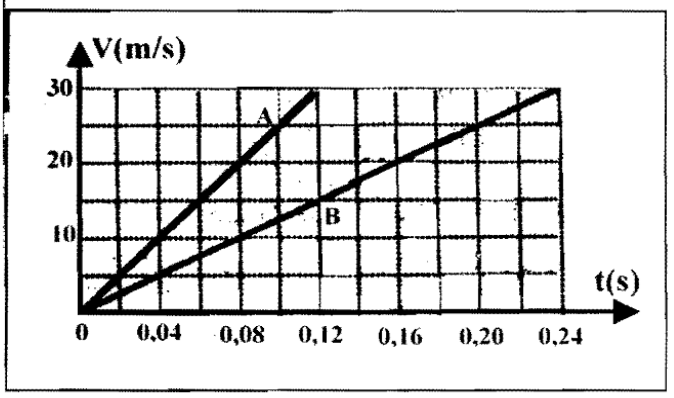
المسافة الكلية : $t \in [\ 0\ ,\ 0{,}20\ s\ ]$ نرمز لها بـ d و نحسبها من مساحة شبه المنحرف المشطب على الشكل (6).





$d_1 = 0{,}12 \times 10 = 1.2\ m.\quad d_2 = [(\ 0{,}20 - 0{,}12\ ) \times 10]/2 = 0.4\ m\quad .\ d = [(0{,}20 + (0{,}12) \times 10]/2 = \mathbf{1.6\ m}$.

التمرين ــ15



يبين الشكل المقابل منحنيي السرعة لسيارتين A و B عند الإنطلاق في سباق وفق خط مستقيم .

1ــ ما هي سرعة كل سيارة في اللحظة $t = 0,12\ s$ ؟

2ــ ما هي المسافة المقطوعة من طرف كل سيارة في هذه المدة الزمنية ؟

3ــ ما طبيعة حركة كل سيارة ؟

4ــ هل تخضع السيارتان لقوى؟ علل.

5ــ إذا كان الجواب بنعم ، قارن كيفيا بين هذه القوى مع التعليل.
(نعتبر أن السيارتين متماثلتين).

الحـل ــ 15

1ــ سرعة كل سيارة في اللحظة $t = 0,12\ s$ ؟

ــ سرعة السيارة A هي : $V_A = 30\ m/s$

ــ سرعة السيارة B هي : $V_B = 15\ m/s$

2ــ المسافة المقطوعة من طرف كل سيارة في هذه المدة الزمنية $t \in [\ 0\ ,\ 0,12\ s\ ]$:

ــ المسافة المقطوعة من طرف السيارة A هي : $d_A = 30 \times 0,12 / 2 = 1,8\ m.$

ــ المسافة المقطوعة من طرف السيارة B هي : $d_B = 15 \times 0,12 / 2 = 0,9\ m$

3ــ طبيعة حركة كل سيارة :

نلاحظ من البيان في الشكل السابق أن منحنيي السرعتين بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل نحو الأعلى و يمر من المبدأ ، أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a \cdot t$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب وهذه من خصائص الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام .

ــ إذن للسيارتان حركة مستقيمة متسارعة بانتظام .

4ــ هل تخضع السيارتان لقوى ؟ نعم السيارتان تخضعان لقوى و هذا حسب مبدأ العطالة ، كل جسم لا يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة فهو حتما يخضع لقوى .

5ــ المقارنة كيفيا بين هذه القوى مع التعليل :

حتى نقارن بين القوى المطبقة على السيارتين نحاول أن نقارن بين قيم تغير السرعة لهما :

السيارة A :

t (s)	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0,20
V (m/s)	0	10	20	30		
ΔV (m/s)		20	20			

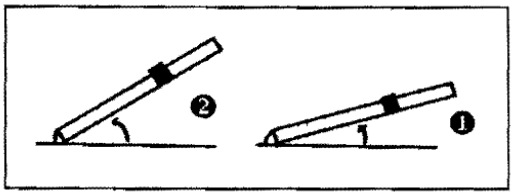
السيارة B :

t (s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20
V (m/s)	0	5	10	15	20	25
ΔV (m/s)		10	10	10	10	

بما أن خصائص القوى من خصائص تغير السرعة و منه فالسيارة A لها قيمة تغير السرعة أكبر من قيمة تغير السرعة للسيارة B و بالتالي فشدة القوة المطبقة على السيارة A أكبر من شدة القوة المطبقة على السيارة B.

تمرين ــ16

نترك جسما ينزلق فوق نضد هوائي مائل بزاوية α_1 بالنسبة للمستوي الأفقي و نقوم بتسجيل سرعته بدلالة الزمن ❶.
نعيد تجربة بعد إمالة النضد الهوائي بزاوية α_2 و نسجل سرعته بدلالة الزمن ❷ ،
تكون النتائج في الجدول التالي :

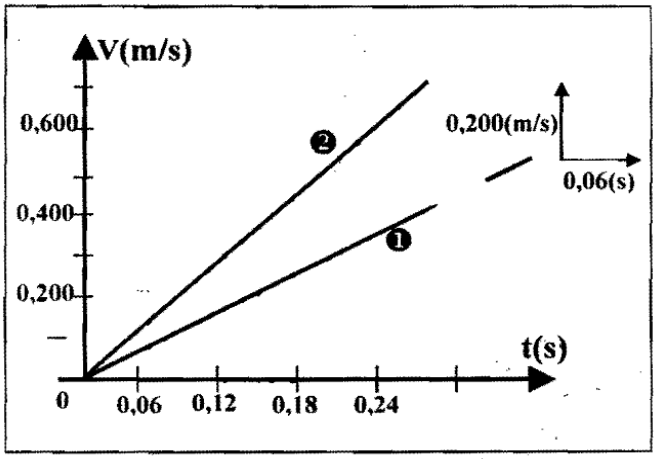


الزمن t(s)	0	0,06	0,12	0,18	0,24
السرعة ❶ V(m/s)	0	0,100	0,200	0,300	0,400
السرعة ❷ V(m/s)	0	0,167	0,334	0,501	0,668

1ــ ارسم في نفس المعلم و بنفس السلم منحنيي السرعة بدلالة الزمن .
2ــ احسب قيمة شعاع تغير السرعة أثناء نفس المدة الزمنية $\tau = 0,06\ s$ في التجربتين . ماذا تلاحظ؟
3ــ ما طبيعة الحركة في كل تجربة ؟ علل.
4ــ مثل كيفيا بسهم القوة المطبقة على الجسم في كلتا الحالتين مع التعليل .
5ــ قارن القوتين مع التعليل.

حل ــ 16

1ــ رسم في نفس المعلم و بنفس السلم منحنيي السرعة
بدلالة الزمن : : 1 cm على محور التراتيب $\rightarrow$ 0,200 m/s
1 cm على محور الفواصل $\rightarrow$ 0,06 m/s



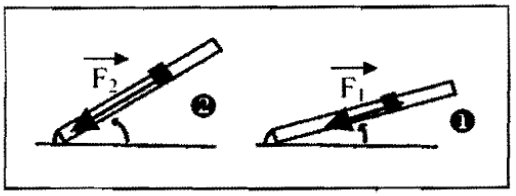
2ــ حساب قيمة شعاع تغير السرعة أثناء نفس المدة الزمنية $\tau = 0,06\ s$ في التجربتين :

الزمن t(s)	0	0,06	0,12	0,18	0,24
السرعة ❶ V(m/s)	0	0,100	0,200	0,300	0,400
السرعة ❷ V(m/s)	0	0,167	0,334	0,501	0,668
ΔV (m/s) ❶		0,200	0,200	0,200	
ΔV (m/s) ❷		0,334	0,334	0,334	

ــ نلاحظ أن قيم شعاع تغير السرعة ثابتة و موجبة فالجسم في التجربة ❷ له قيمة تغير السرعة أكبر مما هو في التجربة ❶ (كما هو موضح في الجدول)

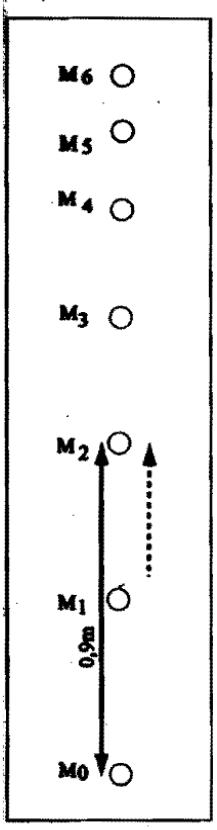
3ــ طبيعة الحركة في كل تجربة مع التعليل :
نلاحظ من البيان في الشكل السابق أن منحنيي السرعتين بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل نحو الأعلى و يمر من المبدأ ،
أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a.t$ ،
حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب وهذه من خصائص الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام .
ــ إذن للجسم في التجربتين حركة مستقيمة متسارعة بانتظام .

4ــ تمثيل كيفي بسهم للقوة المطبقة على الجسم في كلتا الحالتين مع التعليل :
نمثل القوة في الحالتين بشعاع جهته نحو الأسفل أي في نفس جهة الحركة لأنه يكون له نفس جهة شعاع تغير السرعة الذي هو في نفس جهة الحركة لأن قيمته ثابتة و موجبة .



5ــ المقارنة كيفيا بين هذه القوى مع التعليل :
حتى نقارن بين القوى المطبقة على السيارتين نحاول أن نقارن بين قيم تغير السرعة لهما :
بما أن خصائص القوى من خصائص تغير السرعة و منه فالجسم في التجربة ❷ له قيمة تغير السرعة أكبر مما هو في التجربة ❶ (كما هو موضح في الجدول) و بالتالي فشدة القوة المطبقة على الجسم في التجربة ❷ أكبر من شدة القوة المطبقة عليه في التجربة ❶ و منه نرسم طول الشعاع الذي يمثل F_2 أكبر من طول الشعاع الذي يمثل F_1 .

التمرين ــ17



يقذف طفل كرية بيده نحو الأعلى . بالتصوير المتعاقب ($\tau = 0,08$ s) نحصل على الأوضاع المتتالية لمركز الكرية الممثلة في الشكل المقابل .

1ــ حسب رأيك هل سرعة الكرية تتزايد ، تتناقص أم تبقى ثابتة ؟ علل

2ــ مثل أشعة السرعة اللحظية للمتحرك عند مروره في الأوضاع M_1 و M_3 باختيار سلم مناسب.

3ــ مثل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ الموافق للموضع M_2 .

4ــ ماذا تستنتج بالنسبة للقوى المطبقة على الكرية ؟ مثلها.

5ــ ماذا يمكنك أن تستنتجه بالنسبة لطبيعة الحركة ؟

6ــ احسب قيمة السرعة اللحظية الموافقة للمواضع المتتالية الممثلة في الشكل و دونها في الجدول التالي :

الزمن t(s)	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40
السرعة V(m/s)					

7ــ ارسم منحنى السرعة بدلالة الزمن V(t) و استنتج اللحظة الزمنية التي تنعدم فيها السرعة (اعتبر $t = 0$ عند M_0) .

الحـــل ــ 17

1ــ بواسطة مسطرة يمكن التأكد من أن المواضع M_0 ، M_1 ، M_2 ، M_3 ..... M_6 على استقامة واحدة أي أن لحركة M مسارا مستقيما و بالتالي فالحركة مستقيمة.

كما يمكن التأكد أن المسافات المقطوعة خلال نفس الفاصل الزمني τ متناقصة ، أي أن سرعة المتحرك متناقصة ، إذن الحركة مستقيمة متباطئة.

2ــ السرعة اللحظية للنقطة M

لتحديد قيمة السرعة اللحظية عمليا في موضع من مواضع المتحرك نتبع الخطوات التالية :

ــ نقيس المسافة d الفاصلة بين الموضعين المجاورين للموضع المعتبر أي : M_0M_2 ، M_1M_3 ، M_2M_4 ،....الخ والذان تفصلهما مدة زمنية : $\Delta t = 2\tau = 0,16$ s

نقيس هذه المجالات d على الوثيقة ثم نستنتج المسافات الحقيقية المقطوعة بالاعتماد على سلم الرسم :

نقيس المسافة الموافقة لـ 0,9 m المعطاة على الشكل فنجدها 4,2 cm و منه : 4,2 cm → 0,9 m

$$\left.\begin{array}{l} 4,2 \text{ cm} \rightarrow 0,9 \text{ m} \\ 1 \text{ cm} \rightarrow x \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (0,9 \times 1)/ 4,2 = 0,214 \text{ m} .$$

و منه نستنتج سلم الرسم : 1 cm → 0,214 m

ثم نحسب السرعة المتوسطة بين هذين الموضعين فتكون هي السرعة اللحظية.

مثلا : لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_3 نتبع الخطوات التالية :

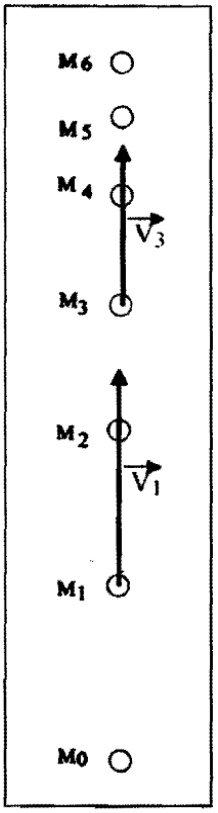
- نأخذ الموضعين المجاورين للموضع M_3 وهما : M_2 و M_4 .
- نقيس المسافة الفاصلة بين M_2 و M_4 و هي : $d = M_2M_4 = 3,1$ cm تصبح هذه المسافة باعتبار سلم الرسم : 1 cm → 0,214 m

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 0,214 \text{ m} \\ 3,1 \text{ cm} \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = (3,1 \times 0,214)/ 1 = 0,66 \text{ m} .$$

- نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_2 و M_4 و هو $\Delta t = 2\tau = 0,16$ s
- نحسب السرعة المتوسطة بين M_2 و M_4 ونرمز لها بالرمز : $V_m = V_{2-4}$ ،

$$V_m = V_{2-4} = d/\Delta t = M_2M_4 / 2\tau = 0,66 / 0,16 = 4,12 \text{ m/s} .$$

- نعتبر السرعة المتوسطة V_{2-4} تساوي قيمة السرعة اللحظية V_3 و نكتب : $V_3 = 4,12$ m/s



- لحساب السرعة اللحظية في مختلف المواضع الأخرى نتبع نفس الخطوات السابقة .
- لا يمكن حساب السرعة اللحظية في الموضع M_6 لأنه لا يوجد موضع بعده .
- نحسب قيم V في المواضع الأخرى و ندونها في الجدول الموالي :

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	
المسافة المقاسة(x (cm		4,2	3,6	3,1	2,4	1,6	
المسافة الحقيقية(d (m		0,9	0,77	0,66	0,51	0,34	
السرعة (V (m/s		5,61	4,81	4,10	3,25	2,55	

- نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_1 و M_3 كنماذج ، باختيار سلم مناسب مثل :

$1\ cm \rightarrow 2\ m/s$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 2\ m/s \\ x_1 \rightarrow 5{,}61\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow x_1 = (5{,}61 \times 1)/2 = 2{,}80\ cm\ .$$

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 2\ m/s \\ x_2 \rightarrow 4{,}10\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow x_2 = (4{,}10 \times 1)/2 = 2{,}05\ cm\ .$$

- بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في المواضع المتبقية .

ملاحظات :

- **الجدول** و من الشكل نلاحظ أن :
- **الحركة** أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الحامل منطبق على المسار.
- **الحركة** أشعة السرعة $\vec{V}$ نفس الجهة و في جهة الحركة .

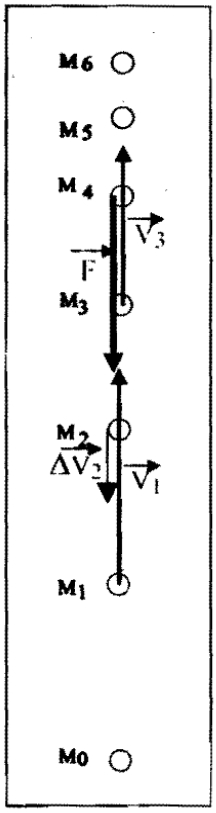
- **الحركة طويلة** أشعة السرعة $\vec{V}$ متناقصة بانتظام من موضع إلى أخر.

- تحديد خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$
- **تحديد** خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ نلجأ إلى تمثيله أولا متبعا الخطوات التالية :
- **نأخذ كمثال** الموضع M_2 في التسجيل السابق .
- نرسم شعاع تغير السرعة في الموضع M_2 نعتمد العلاقة الشعاعية : $\Delta\vec{V_2} = \vec{V_3} - \vec{V_1}$
- نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_1 و M_3 على التوالي ، باختيار سلم مناسب مثل :

$1\ cm \rightarrow 2\ m/s$.

- **فنأخذ ورقة رسم :**
- انطلاقا من نقطة كيفية **o** نرسم الشعاع $\vec{V'_3}$ المساير للشعاع $\vec{V_3}$ أي : $(\vec{V'_3} = \vec{V_3})$
- من نهاية الشعاع $\vec{V'_3}$ نرسم شعاعا $\vec{V'_1}$ مساويا للشعاع $\vec{V_1}$ و معاكسا له في الإتجاه ، أي : $(-\vec{V'_1} = \vec{V_1})$.
- بعملية الجمع الشعاعي نحصل على الشعاع : $\Delta\vec{V'_2} = \vec{V'_3} + \vec{V'_1} = \vec{V_3} - \vec{V_1}$
- حيث بدايته هي بداية الشعاع $\vec{V'_3}$ (النقطة **o**) ، و نهايته هي نهاية الشعاع $\vec{V'_1}$.
- و في الأخير، نرسم في الموضع M_2 الشعاع $\Delta\vec{V_2}$ المساير للشعاع $\Delta\vec{V'_2}$.
- تكون طويلة الشعاع $\Delta\vec{V_2}$: $\|\Delta\vec{V_2}\| = \|\vec{V_3}\| - \|\vec{V_1}\|$

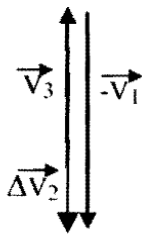
5ـــ بنفس الطريقة نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في المواضع المتبقية ثم نملأ الجدول :



مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
السرعة V (m/s)		5.61	4.81	4.10	3.25	2.55	
التغير في السرعة ΔV (m/s)			-1.51	-1.56	-1.55		

الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار.
- جهت أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ تكون عكس جهة الحركة.
- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ قيم تقريبا ثابتة.



4ـــ تمثيل شعاع القوة المؤثرة $\overrightarrow{F}$

لاحظنا سابقا أن قيم ΔV ثابتة ، فنستنتج أن قيمة القوة المطبقة على الكرية ثابتة . كما لاحظنا أن لشعاع تغير السرعة جهة عكس جهة الحركة و حامله محمول على المسار و نعلم أن خصائص شعاع القوة مطابقة لخصائص شعاع تغير السرعة أي للقوة و شعاع تغير السرعة نفس الحامل و نفس الجهة وكلاهما ثابت القيمة لتمثيل شعاع القوة في موضع ما مثلا M_4 نرسم شعاع :

ـــ بدايته : الموضع المعتبر M_4 .
ـــ الحامل : منطبق على المسار.
ـــ الجهة : من الأعلى إلى الأسفل (عكس جهة حركة الكرة)
ـــ الطويلة : شدة القوة : بما أن طويلة الشعاع $\overrightarrow{F}$ غير معروفة ، نرسم في الموضع M_4 شعاعا بطول كيفي

5ـــ استنتاج طبيعة الحركة : لاحظنا أن قيم شعاع السرعة اللحظية تتناقص كما لاحظنا أن لشعاع تغير السرعة جهة عكس جهة الحركة وحامله محمول على المسار و هذه من خصائص الحركة المتباطئة بانتظام .

6ـــ حساب قيمة السرعة اللحظية الموافقة للمواضع المتتالية الممثلة في الشكل و تدوينها في الجدول التالي :

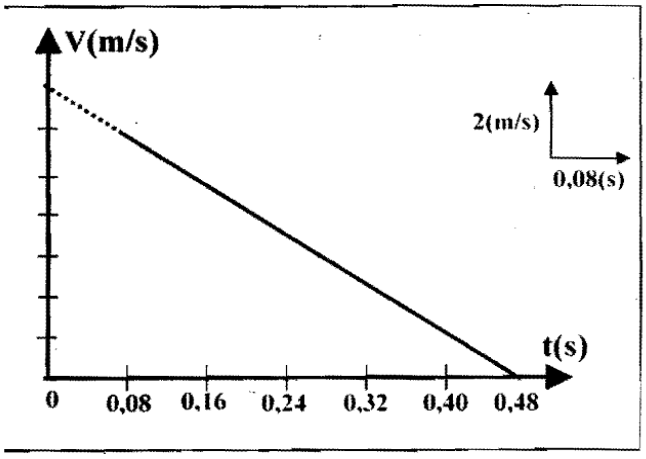
الزمن t(s)	0,08	0,16	0,24	0,32	0,40
السرعة V(m/s)	5,61	4,81	4,10	3,25	2,55

7ـــ رسم منحنى السرعة بدلالة الزمن V(t) (نعتبر $t = 0$ عند M_0) .

بما ان السرعة اللحظية حسبت سابقا ، ندونها في الجدول التالي بعد تحديد اللحظات الزمنية الموافقة لها .

من الموضع M_0 يمكن اختيار لحظة تواجد المتحرك فيه مبدأ للأزمنة ، أي $t_0 = 0$ و بالتالي تكون اللحظات التي يمر فيها المتحرك من المواضع M_0 ، M_1 ، M_2 ، ... الخ كالتالي :

$t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau = 0.08$ s ، $t_2 = 2\tau = 0.16$ s ... الخ.



الزمن t(s)	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40
السرعة V (m/s)	5.61	4.81	4.10	3.25	2.55

لرسم منحنى السرعة نختار : سلم للأزمنة : 1 cm → 0,08 s
سلم للسرعات : 1 cm → 2 m/s

نتيجة :

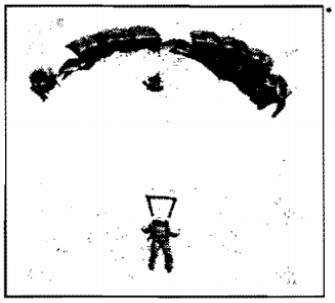
نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى السرعة بدلالة الزمن عبارة **عن** خط مستقيم مائل لا يمر من المبدأ ، أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a \cdot t + b$ ، **حيث** a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و سالب .

ـ **استنتاج** اللحظة الزمنية التي تنعدم فيها السرعة : هي اللحظة الموافقة لتقاطع منحنى السرعة مع محور الأزمنة ، **و هي** تساوي بالتقريب 0,48 s .

ملاحظة : يمكن إيجاد السرعة الإبتدائية للحركة أي قيمة السرعة عند بداية الحركة في الموضع M_0 و ذلك برسم امتداد منحنى السرعة حتى يقطع محور التراتيب عندها تكون نقطة التقاطع هذه هي التي تمثل السرعة الإبتدائية .

تمرين ـ18

دراسة سقوط مظلي في معلم أرضي : يسقط مظلي من مروحية متوقفة في الفضاء (لمدة قصيرة) .



أ) فتح المظلة : تكون حركة المظلي بالنسبة للأرض حركة مستقيمة (شاقولية) غير منتظمة .

ـ ما هي القوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته) ؟

ـ مثل كيفيا هذه القوى مع التعليل .

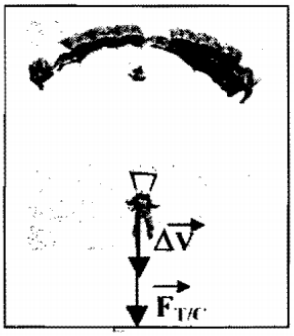
ـ مثل كيفيا الشعاع $\overrightarrow{\Delta V}$ مع التعليل .

ب) فتح المظلة : يفتح المظلي مظلته و بعد فترة قصيرة تصبح حركته مستقيمة منتظمة .

ـ بالإعتماد على مبدأ العطالة ، كيف يمكنك أن تفسر هذه الحركة ؟

ـ مثل كيفيا القوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته) مع احترام سلم التمثيل .

حل ـ 18



أ) فتح المظلة :

ـ القوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته) :

ـ لما المظلي انطلق من السكون وهو في حركة مستقيمة غير منتظمة فحتما ، حسب مبدأ العطالة ،

ـ قوة في جهة الحركة و هذه القوة هي قوة جذب الأرض له .

ـ تمثيل كيفيي للقوى مع التعليل : $\overrightarrow{F_{T/C}}$ هي قوة جذب الأرض للمظلي ومظلته وهي متجهة **نحو مركز الأرض .**

ـ الشعاعين $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و $\overrightarrow{\Delta V}$ نفس الحامل و نفس الجهة لأنه لهما نفس الخصائص .

ب) فتح المظلة :

ـ لما أن الحركة مستقيمة منتظمة و حسب مبدأ العطالة فنقول أن المتحرك لا يخضع لأي قوة

أو لما أن قوة جذب الأرض موجودة دائما إذن حتما هناك قوة ثانية $\vec{F}$ **شاقولية موجهة نحو**

الأعلى تعاكس مباشرة قوة جذب الأرض و تساويها في الشدة لتعدم بعضعهما البعض فيصبح المظلي

ومظلته شبه معزول بحيث يكون التأثير الإجمالي معدوم .

ـ تمثيل كيفي للقوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته) مع احترام سلم التمثيل : تمثل القوتان

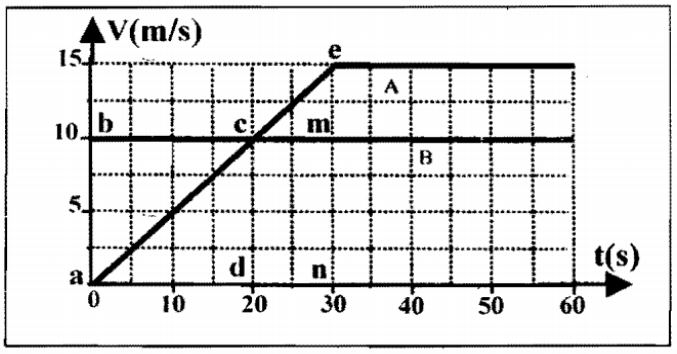
الشعاعين متساويين في الطويلة لهما نفس البداية و متعاكسين في الجهة و لهما نفس الحامل .

تمرين ـ19

لتكن سيارة A متوقفة أمام الإشارة الحمراء لأضواء المرور و فجأة اشتعل الضوء الأخضر فانطلقت .

في نفس اللحظة قدمت سيارة B بسرعة ثابتة و تجاوزت

السيارة A . المخطط التالي يبين تغيرات السرعة لكل سيارة .



ـ ما هو الزمن الذي استغرقته السيارة A حتى أصبح لديها

نفس سرعة السيارة B .

ـ ما هي المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة ؟

ـ ما هي السيارة التي تحتل المقدمة في الزمن $t = 30\ s$ ؟

ـ ما هي المسافة المقطوعة من طرف السيارتين عندما التحقت

السيارة A بالسيارة B ؟ (ابتداء من نقطة أضواء إشارات المرور)

الحـل ــ 19

نعتبر $t = 0\ s$ هي لحظة الإنطلاق للسيارتين ، من المنحنى نقرأ قيم السرعتين للسيارتين عند هذه اللحظة :

$$V_A = 0\ m/s \quad و \quad V_B = 10\ m/s$$

1ــ الزمن الذي استغرقته السيارة A حتى أصبح لديها نفس سرعة السيارة B : هو الزمن الموافق لنقطة تقاطع منحنيي السرعة للسيارتين و تساوي : $t = 20\ s$. من المنحنى نقرأ قيم السرعتين للسيارتين عند هذه اللحظة :

$$V_A = 10\ m/s \quad و \quad V_B = 10\ m/s$$

2ــ المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة : لإيجاد المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة نحسب أولا المسافة التي قطعتها كل سيارة حتى هذه اللحظة :

المسافة التي قطعتها السيارة A حتى هذه اللحظة : نجدها من حساب مساحة المثلث a c d على الشكل :

$$d_A = [20 \times 10]/2 = 100\ m$$

المسافة التي قطعتها السيارة B حتى هذه اللحظة : نجدها من حساب مساحة المستطيل a b c d على الشكل :

$$d_B = [20 \times 10] = 200\ m$$

المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة : $d = d_B - d_A = 200 - 100 = 100\ m$.

3ــ السيارة التي تحتل المقدمة في الزمن $t = 30\ s$: هي السيارة التي تقطع مسافة أكبر حتى هذه اللحظة :

المسافة التي قطعتها السيارة A حتى هذه اللحظة : نجدها من حساب مساحة المثلث a e n على الشكل :

$$d_A = [30 \times 15]/2 = 225\ m$$

المسافة التي قطعتها السيارة B حتى هذه اللحظة : نجدها من حساب مساحة المستطيل a b m n على الشكل :

$$d_B = [30 \times 10] = 300\ m$$

إذن السيارة التي تحتل المقدمة في الزمن $t = 30\ s$: هي السيارة B .

4ــ المسافة المقطوعة من طرف السيارتين عندما التحقت السيارة A بالسيارة B ؟ (ابتداء من نقطة أضواء اشارات المرور):

ــ ابتداءا من اللحظة $t = 30\ s$ السيارتان تسيران بحركة مستقيمة منتظمة لأن السرعة تصبح ثابتة لكلاهما ومنه :

ــ عند $t = 30\ s$ تكون السيارة A قد قطعت مسافة $225\ m$ و تواصل قطع المسافات بالعلاقة $X = V_A \times t$

و منه نجد المسافة التي تقطعها عند اللحظة t بالعلاقة : $X_A = 15 \times t + 225$ .....(1)

ــ عند $t = 30\ s$ تكون السيارة B قد قطعت مسافة $300\ m$ و تواصل قطع المسافات بالعلاقة $X = V_B \times t$

و منه المسافة التي تقطعها عند اللحظة t نجدها بالعلاقة : $X_B = 10 \times t + 300$ .....(2)

ــ عندما تلتحق السيارة A بالسيارة B تكون السيارتان قد قطعتا نفس المسافة ابتداءا من لحظة الإنطلاق $X_A = X_B$ (ابتداء من نقطة أضواء اشارات المرور) و منه نحسب هذه المسافة :

$$X_A = 15 \times t + 225 = X_B = 10 \times t + 300$$

بحل هذه المعادلة ذات المجهول t نحصل على لحظة الإلتقاء $t = 15\ s$

و منه نجد المسافة المقطوعة بالتعويض في إحدى المعادلتين : $X_A = 15 \times 15 + 225 = 450\ m$

$$X_B = 10 \times 15 + 300 = 450\ m$$

تمارين نماذج للفروض و الإختبارات

التمرين ــ1

حل العبارات التالية صحيحة (ص) أم خاطئة (خ) ؟ صححها إن كانت خاطئة.

ـ جسم يخضع لقوة وحيدة في جهة الحركة :

العبـــارة المقترحة	ص	خ	الصواب
سرعته تبقى ثابتة لا تتغير			
سرعته لا تبقى ثابتة بل تتغير بالزيادة أو بالنقصان			
يمكن أن يتوقف في لحظة ما .			
إذا كان في سكون فإنه يبقى ساكنا .			

حـل ــ1

ـ جسم يخضع لقوة وحيدة في جهة الحركة :

العبـــارة المقترحة	ص	خ	الصواب
سرعته تبقى ثابتة لا تتغير		X	سرعته لا تبقى ثابتة بل تتغير
سرعته لا تبقى ثابتة بل تتغير بالزيادة أو بالنقصان		X	سرعته لا تبقى ثابتة بل تتغير بالزيادة فقط
يمكن أن يتوقف في لحظة ما		X	لا يمكن أن يتوقف أبدا في لحظة ما
إذا كان في سكون فإنه يبقى ساكنا	X		

رين ــ2

رك جسم على طاولة أفقية ملساء بسرعة $V = 1\ m/s$ حيث مسارها مستقيم . ماذا ستكون عليه سرعته بعد 2s ، 4s .

ور بواسطة كاميرا رقمية حركة هذا الجسم على الطاولة الأفقية .

يل بواسطة برنامج معالجة أشرطة الفيديو المواضع التي يشغلها الجسم خلال فترات زمنية متتالية و متساوية

ة $\tau = 0,02\ s$. المطلوب :

ـ تمثيل باختيار سلم مناسب بعض أوضاع هذا التسجيل .

ـ دراسة حركة الكرية ، مع إبراز الخصائص المميزة لها.

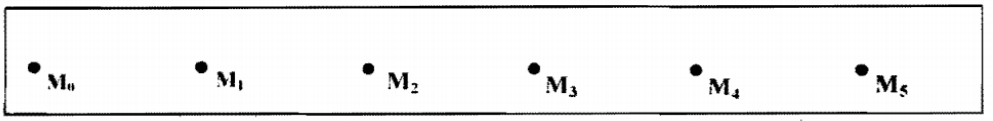
ـ استنتاج خصائص القوة المحركة المطبقة على الكرية .

حـل ــ2

الجسم يتحرك على طاولة أفقية ملساء بسرعة $V = 1\ m/s$ حيث مسارها مستقيم أي سرعته ثابتة و بالتالي فحركته مستقيمة منتظمة . إذن سرعته بعد 2s ، 4s تكون هي نفسها وهي : $V = 1\ m/s$.

ـ تمثيل باختيار سلم حقيقي بعض أوضاع هذا التسجيل : خلال الزمن $\tau = 0,02\ s$ يقطع الجسم مسافة :

$$d = V \cdot t = 1 \cdot 0,02 = 0,02\ m = 2\ cm .$$



دراسة حركة الكرية ، مع إبراز الخصائص المميزة لها :

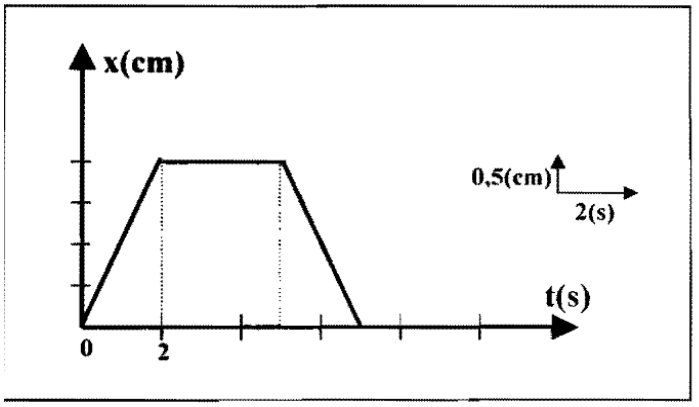
الحركة المستقيمة المنتظمة حركة تتميز بمسار مستقيم يقطع فيها المتحرك مسافات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.

ل قيمة السرعة ثابتة خلال الحركة .

ـ استنتاج خصائص القوة المطبقة على الكرية :
ـ يعبر مبدأ العطالة على أن : « كل جسم يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة لا يخضع لأي قوة ».
ـ كل جسم يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة لا يخضع لقوة (معزول) أو يخضع لقوى محصلتها معدومة (شبه معزول)
إذن الجسم يخضع لقوى محصلتها معدومة (شبه معزول) .

التمرين ـ3

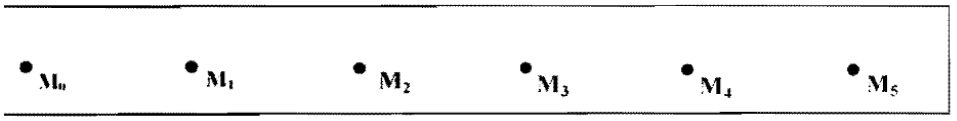
يمثل الشكل المقابل مخطط المسافات لمتحرك يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة .



1 ـ صف كيفيا حركة المتحرك مبينا عدد الأطوار و مجالها الزمني .
2 ـ عين سرعة كل طور .
3ـ مثل على محور أشعة السرعة عند اللحظة :
$t = 1\ s\ ,\ t = 3\ s\ ,\ t = 6\ s$

التمرين ـ4

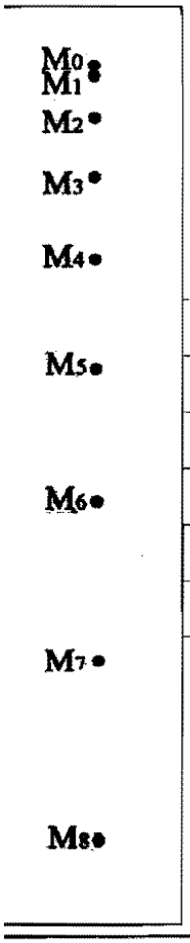
تمثل الوثيقة تسجيل لمواقع حركة نقطة M من عربة على طاولة أفقية ملساء في لحظات زمنية مختلفة (t) حيث المجال الزمني بين تسجيلين متتاليين يساوي الى $\tau = 60\ m\ s$.



1 ـ ما هي طبيعة حركة النقطة A للنقطة M ؟
2 ـ ارسم أشعة السرعة في المواضع M_1 , M_3 , M_5 .
3 ـ عين شعاع تغير السرعة في الموضع M_2 . ماذا تستنتج ؟
4 ـ مثل القوى المؤثرة على العربة . هل مبدأ العطالة محقق ؟

التمرين ـ5

نترك (دون قذف) كرية معدنية صغيرة تسقط من ارتفاع معين عن سطح الأرض .
نصور بواسطة كاميرا رقمية حركة سقوط هذه الكرية في الهواء .
نسجل بواسطة برنامج معالجة أشرطة الفيديو المواضع التي تشغلها الكرية خلال فترات زمنية متتالية و متساوية $\tau = 0{,}08\ s$.



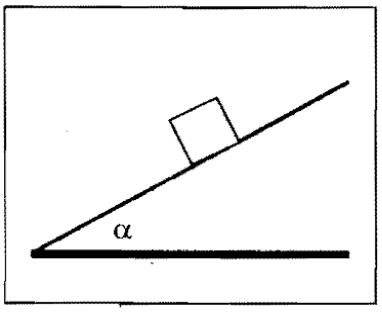
1 ـ هل الكرية تخضع إلى قوة ؟ علل .
2ـ استنتج طبيعة الحركة من الوثيقة ؟ علل

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	M_5M_7	M_6M_8	
الفاصلة الحقيقية d (m)									
اللحظات الزمنية t (s)									
السرعة V (m/s)									
تغير السرعة ΔV (m/s)									

2 – اكمل الجدول .
3 – ارسم شعاع السرعة $\vec{V}$ في اللحظة 2τ , 4τ . ماذا تستنتج ؟
4 – ارسم شعاع التغير في السرعة $\vec{\Delta V}$ في اللحظة 3τ .
ـ ماذا يمكن القول عن القوة $\vec{F}$ المطبقة على الكرية ؟
ـ اذكر مميزاتها و مثلها باستعمال سلم رسم مناسب في اللحظة 3τ .

ـرين ـ6

ـل الوثيقة تسجيلات لمواضع حركة نقطة M من عربة على طاولة أفقية ملساء مائلة بزاوية α على الأفق .



ـجال الزمني بين تسجيلين متتاليين هو : $\tau = 60\ ms$.

ـ ما طبيعة حركة النقطة M للعربة ؟

ـ عين و مثل أشعة السرعة في المواضع : M_1 , M_2 , M_3 , M_4 .

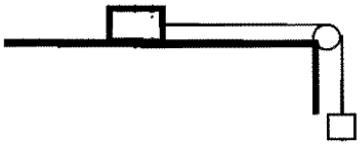
ـ عين و مثل أشعة التغير في السرعة في المواضع M_2 , M_3 .

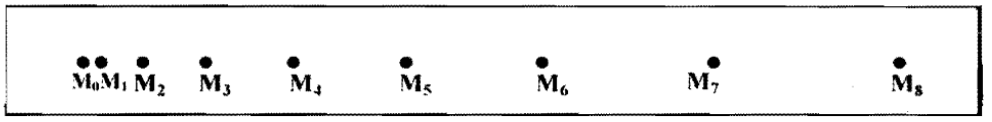
ـ عين القوى المطبقة على العربة . اذكر بعض مميزاتها ؟

ـ بين أن محصلة أشعة القوى المطبقة على العربة ثابتة . عين بعض مميزاتها .

تمرين ـ7

تضع على طاولة أفقية ملساء عربة مرتبطة بأحد طرفي ربيعة طرفها الثاني مرتبط بخيط عديم الامتطاط ، يمر بمحز بكرة مثبتة في ركن الطاولة و الطرف الأخر للخيط مرتبط بجسم صلب يمكنه الإنتقال شاقوليا . تسجيل الحركة تم بواسطة التصوير المتعاقب نتائج على ورق شفاف المواضع المتتالية التي تشغلها النقطة M خلال حركتها في فترات زمنية متساوية قدرها $\tau = 0,08\ s$ و ترقمها كما في الشكل المقابل . سلم الرسم : $1\ cm \rightarrow 0,2\ m$





1 ـ اذكر القوى المطبقة على العربة و بين أن مجموعها غير منعدم .

2 ـ احسب السرع $V(t_2)$, $V(t_3)$, $V(t_4)$, $V(t_5)$.

3 ـ عين و ارسم ، باستعمل سلم مناسب ، التغير في شعاع السرعة $\Delta V(t_3)$ و كذا $\Delta V(t_4)$.

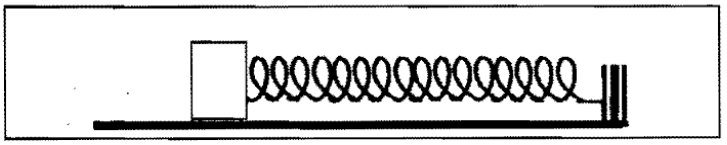
4 ـ اعط منحى و اتجاه محصلة القوى المطبقة على العربة . ماذا تمثل هذه المحصلة ؟

5 ـ هل شدة محصلة القوى على العربة ثابتة أم متغيرة أثناء انتقال العربة .

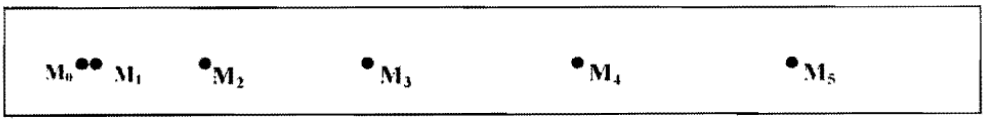
6 ـ ما طبيعة هذه الحركة ؟

تمرين ـ8

تضع جسم على طاولة أفقية ملساء . تشد هذا الجسم بواسطة نابض مثبت في نقطة 0 .
تعطي للنابض استطالة معينة ثم نتركه .



ـل الشكل الآتي تمثيلا للصور المتعاقبة للحركة أخذت خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0,02\ s$.



ـماذا يمكنك أن تقول عن سرعة الجسم المتحرك خلال الحركة ؟ علل إجابتك .

ـ اذكر القوى المطبقة على الجسم المتحرك بين أن مجموعها غير معدوم .

ـ أكمل الجدول .

الموضع	M_1	M_2	M_3	M_4
V (m/s)				
ΔV (m/s)				

ـ اعط منحنى و اتجاه محصلة القوى المطبقة على الجسم المتحرك . هل محصلة القوى ثابتة أم متغيرة .

ـ هذه الحركة متغيرة بإنتظام ؟

التمرين ــ9

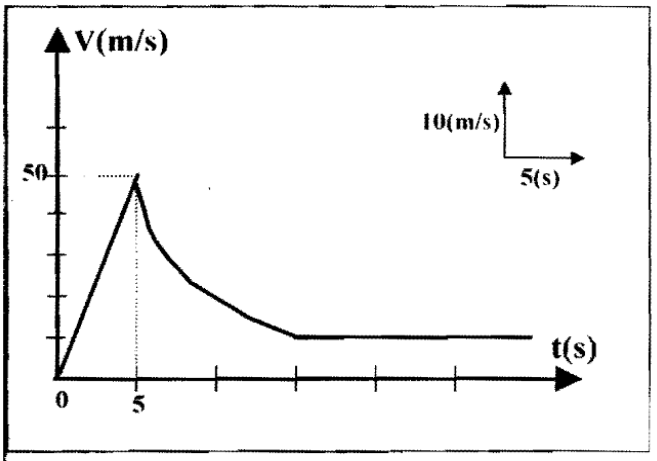
سيارة تسير بسرعة 100 Km/h . أثناء رؤية الحاجز الأمني للشرطة ، السائق ضغط على المكابح .
عداد السرعة للسيارة أعطى القياسات التالية : باعتبار اللحظة $t = 0$ هي لحظة الضغط على المكابح .

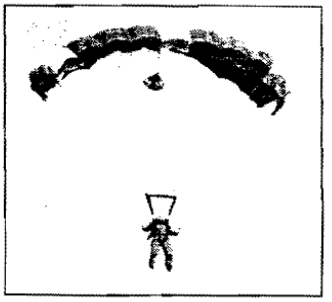
t (s)	0	2	4	6	8
V (km/s)	80	60	40	20	0
V (m/s)					
ΔV (m/s)					

1ــ اكمل الجدول .
2 ــ ارسم المخطط $V = f(t)$ الذي يمثل تغيرات السرعة بدلالة الزمن .
3 ــ ماذا يمكن القول عن تغيرات السرعة بدلالة الزمن ؟
4 ــ ماذا يمكن القول عن طبيعة هذه الحركة ؟
5 ــ عين اتجاه و منحنى القوة المسؤولة عن تغير سرعة هذه السيارة .

التمرين ــ10

مظلي يقفز من مروحية في حالة توقف لحظي . نفرض أن حركة المظلي شاقولية في المرجع الأرضي . نعطي مخطط سرعة المظلي بدلالة الزمن في الشكل المقابل حيث مبدأ الأزمنة يوافق لحظة القفز من المروحية .

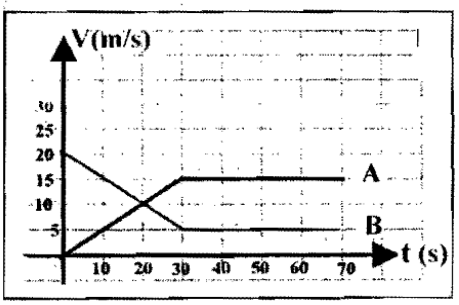




1ــ ما هو أطوار الحركة ؟
2ــ صف كيفيا تطور سرعة المظلي أثناء حركته محددا طبيعة حركة كل طور .
3ــ حدد اللحظة التي فتح فيها المظلي مظلته .
4ــ إبتداءا من أية لحظة استقرت سرعة المظلي أو بلغت سرعته قيمة حدية .
5ــ ما هي قيمة هذه السرعة ؟
ــ ما هي خصائص القوى المطبقة على المظلي في كل طور ؟
ــ استنتج خصائص شعاع التغير في السرعة ΔV للمظلي في كل طور .

التمرين ــ11

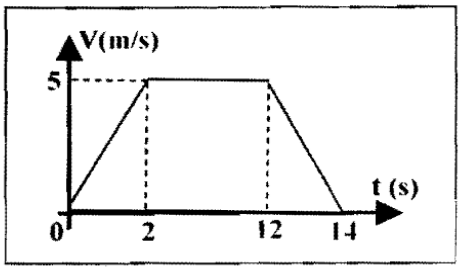
تنطلق سيارة A عند أشتعال الضوء الأخضر المنظم للمرور و في نفس اللحظة تجتازها سيارة B ، يعطى مخططا سرعتي السيارتين بالشكل المرفق . ــ اعتمادا على المخططين :



1 ــ عين عدد مراحل الحركة لكل سيارة و طبيعتها و مجالها الزمني .
2 ــ ما هي سرعة السيارة B عند مرورها من الضوء المنظم للمرور .
3 ــ عين اللحظة التي تصبح فيها سرعة السيارة A مساوية لسرعة السيارة B .
4 ــ ما هي المسافة الفاصلة بينها حينئذ ؟
5 ــ أي السيارتين تكون متقدمة من الأخرى في اللحظة $t = 50\ s$.
6 ــ أي السيارتين تخضع لقوة محركة و أي السيارتين تخضع لقوة كابحة في مرحلة من مراحل حركتهما .

التمرين ــ12

يوضح البيان التالي المراحل المتتالية لحركة مصعد (ascenseur) .



1 ــ صف كيفيا حركة المصعد مبينا عدد الأطوار و طبيعة حركة كل طور .
2 ــ في أي طور تنعدم محصلة القوى المطبقة على المصعد ؟ علل .
3 ــ احسب المسافة التي قطعها المصعد خلال الأطوار الثلاثة .

تمرين ـ13

قمنا بتسجيل قيم السرعة المبينة على عداد السرعة خلال فترات زمنية لسيارة على طريق مستقيم أفقي .

الزمن(s)t	00s	20s	40s	60s	80 s	100 s	120 s	140 s	160 s	180 s	200 s	220 s
V(km/h)	40	50	60	70	80	80	80	80	80	60	40	20

1 ـ أكمل الجدول .

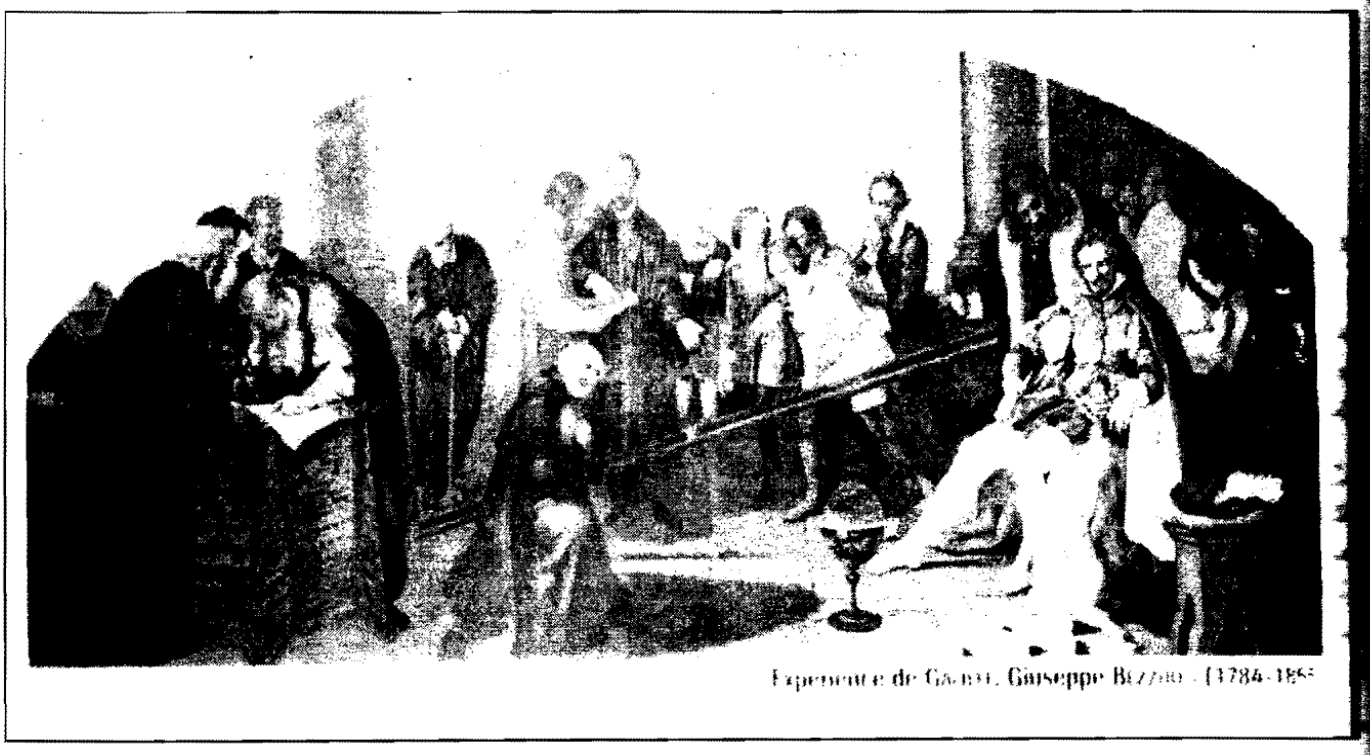
2 ـ أرسم مخطط الحركة الذي يمثل تغيرات السرعة بدلالة الزمن : $V = f(t)$.

3 ـ حدد المراحل التي تكون فيها سرعة السيارة متزايدة ، متناقصة ، منتظمة و المدة الزمنية التي استغرقها كل مرحلة .

4 ـ حدد المسافة التي قطعتها السيارة خلال كل مرحلة للحركة .

5 ـ عين التغير في السرعة ΔV في اللحظات : (20 s) , (120 s) , (200 s) .

6 ـ مثل في كل مرحلة القوة المحركة المطبقة على السيارة .

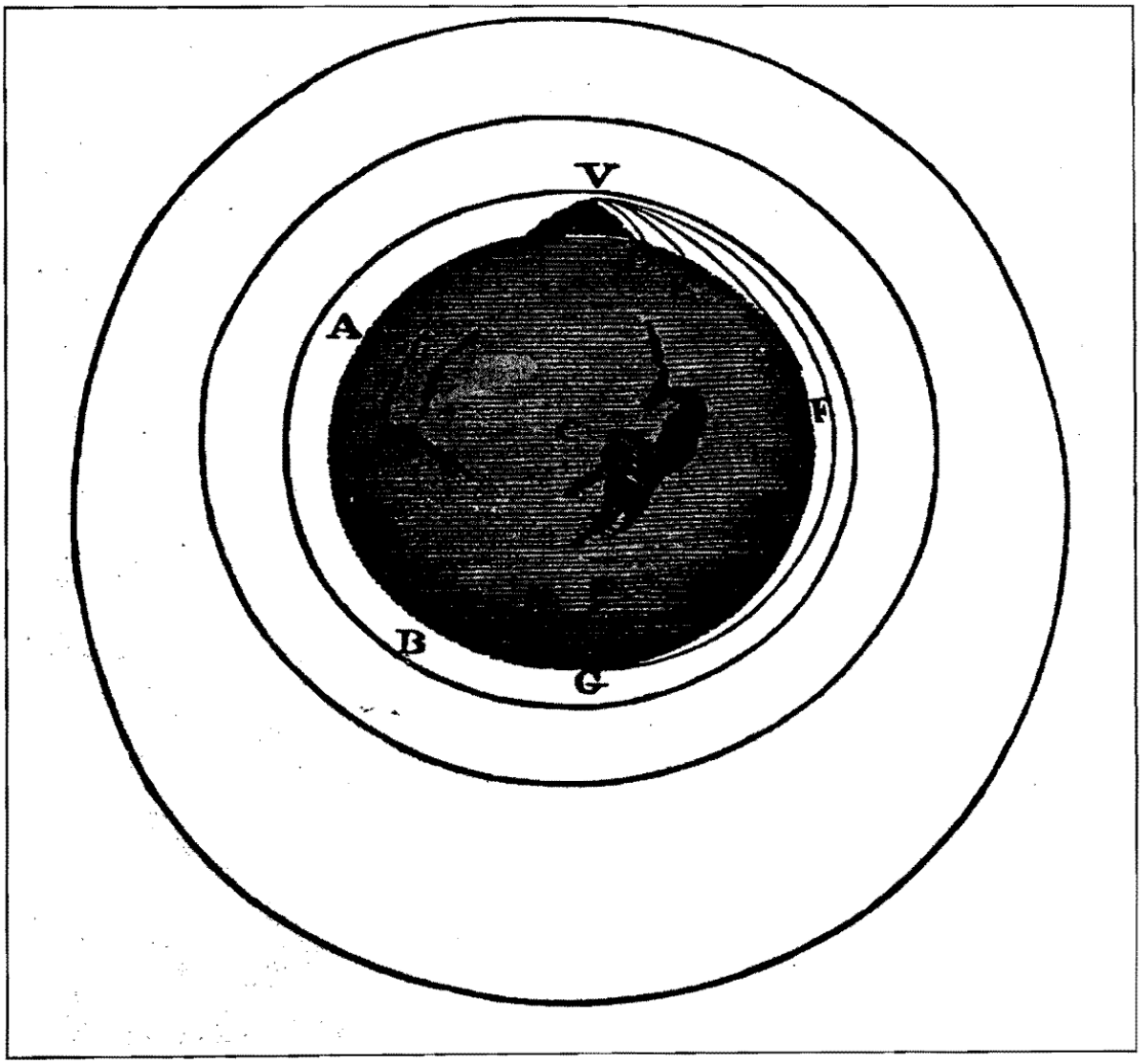


Expérience de Galvani, Giuseppe Bezzuoli - (1784-1855)

2. القوى و الحركات المنحنية

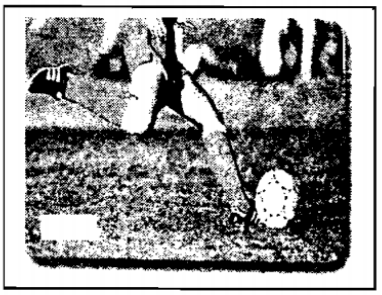
◆ الكفاءات المستهدفة

- يرسم شعاع السرعة في الحركات المنحنية
- يوظف مبدأ العطالة للكشف عن وضعيات و تفسيرها بواسطة القوة المؤثرة
- يكشف عن مميزات القوة المؤثرة على متحرك بمقارنتها مع شعاع تغير السرعة
- يعرف ما هو الفرق بين السقوط الحر لجسم و حركة قذيفة و ما هي القوة المطبقة على المتحرك في كل حالة
- يعرف ما طبيعة القوة المطبقة على كل متحرك
- يعرف لماذا لا يسقط القمر على الأرض
- يعرف كيف ترسل الأقمار الإصطناعية إلى الفضاء



القوى و الحركات المنحنية

الحركة المنحنية : Mouvement Curviline



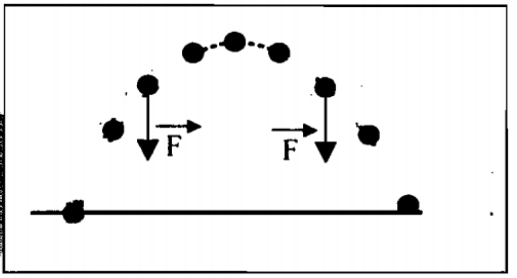
ا ـ نشاطات أوليـــة

ا ـ 1 يقذف لاعب كرة برجله ، كما توضحه الصورة .

ـ ما هو حسب رأيك ، مسار الكرة ؟

كرة تصعد متبعة مسار منحني مسافة معينة ثم تنزل متبعة مسار منحني إلى الأرض .

ـ اقترح تصويرا متعاقبا لأوضاع الكرة خلال حركتها .

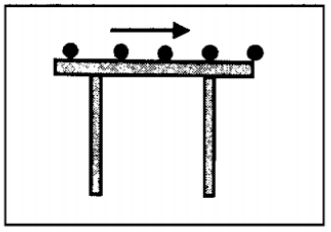


ـ هل تخضع الكرة لقوة خلال حركتها ؟

ـ ، حسب مبدأ العطالة ، الكرة حتما خاضعة لقوة لأن المسار ليس مستقيم .

ـ مثل بشعاع كيفي في موضعين مختلفين هذه القوة إن وجدت

ـ من المسار مرحلتين : الصعود و النزول . فالكرة لم تواصل صعودها دليل على وجود قوة مؤثرة تجذبها نحو الأسفل أي
ـ حركتها أما خلال النزول فوجود هذة القوة بديهي و جهتها نحو الأسفل .



ا ـ 2 ندفع كرية معدنية صغيرة على طاولة أفقية ملساء ، فتنطلق في اتجاه حافة الطاولة .

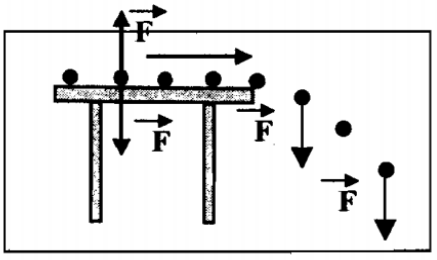
ـ مثل التصوير المتعاقب لحركة الكرية قبل مغادرة الطاولة .

ـ ما هو نوع حركة الكرية على الطاولة ؟ لماذا ؟

كة الكرية على الطاولة مستقيمة منتظمة لأن المسافات المتتالية المقطوعة في نفس
جالات الزمنية متساوية أي الحركة مستقيمة منتظمة و حسب مبدأ العطالة فالكرة
ق شبه معزولة .

ـ ما هو مسارها بعد مغادرة الطاولة ؟

د مغادرة الطاولة يكون مسار الكرية منحني .



ـ مثل التصوير المتعاقب لحركة الكرية بعد مغادرة الطاولة.

ـ هل هناك قوة مطبقة عليها فوق الطاولة ؟

م ، هناك قوتين تؤثران على الكرية وهي قوة جذب الأرض للأجسام و يرمز لها
ـ $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و قوة رد فعل الطاولة $\overrightarrow{R}$ و هي قوة تعاكس قوة جذب الأرض و يكون لهاتين
وتين نفس الحامل و نفس الشدة .

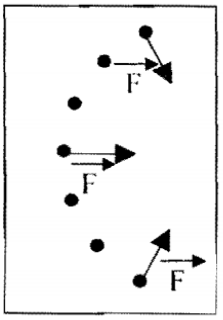
ـ هل هناك قوة مطبقة عليها بعد مغادرة الطاولة ؟ علل .

قم ، بعد مغادرة الطاولة هناك قوة تؤثرعلى الكرية وهي قوة جذب الأرض للأجسام و يرمز لها بـــ $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و الدليل على ذلك
المسار ليس مستقيم و المسافات المتتالية المقطوعة في نفس المجالات الزمنية ليست متساوية أي الحركة ليست منتظمة و حسب
مبدأ العطالة فالكرة حتما خاضعة لقوة .

ـ مثل بشعاع كيفي ، في موضعين مختلفين ، هذه القوة إن وجدت .

1ـ3 تقطع سيارة منعطفا دائريا بسرعة ثابتة .

1ـ مثل الأوضاع المتتالية لنقطة من السيارة خلال حركتها.
2ـ في رأيك كيف تكون القوة المطبقة على هذه النقطة المتحركة ناقش.
القوة المطبقة على هذه النقطة المتحركة تكون في جهة استقرار السيارة أي تجعل السيارة تحافظ على مسارها الذي نلاحظه أنه دائري فجهة القوة يكون نحو المركز إذ بدون هذه القوة فالسيارة تنزلق إلى خارج الطريق .



3ـ مثل بشعاع كيفي هذه القوة في موضعين مختلفين .

الحركة المنحنية

مقدمة :
واضح من خلال النشاطات السابقة أننا بصدد دراسة نوع آخر من الحركات ألا و هي الحركة المنحنية.

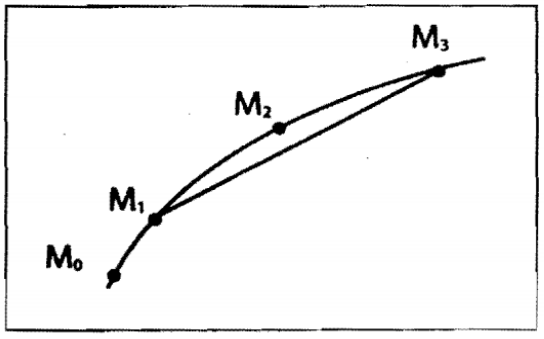
تعريف
نقول عن حركة جسم أنها منحنية إذا كان مسارها منحني و شعاع سرعة المتحرك متغير المنحى خلال الحركة .

من دراستنا لأثر شعاع السرعة في الحركات المستقيمة ، وجدنا أن شعاع القوة و شعاع السرعة منطبقان و يؤدي ذلك إلى تغير في قيمة السرعة . أما في الحركات المنحنية فشعاع القوة كما لاحظناه في النشاطات السابقة يتغير .

ـ لدراسة أثر شعاع السرعة في الحركات المنحنية لا بد أن نعرف أولا كيفية تحديد و تمثيل شعاع السرعة و شعاع تغير السرعة في هذا النوع من الحركات.

1ـ تحديد السرعة اللحظية في الحركات المنحنية :
لحساب قيمة السرعة اللحظية في الحركات المنحنية نعتمد على تعريف السرعة المتوسطة $V_m = d / \Delta t$ ،
حيث d هي المسافة المقطوعة من طرف المتحرك بين الموضعين المعتبرين و Δt الفاصل الزمني المستغرق لقطع هذه المسافة.

1ـ1 تحديد قيمة السرعة المتوسطة بيانيا



لتحديد قيمة السرعة المتوسطة بيانيا في حركة منحنية نعتمد على مثال :
نعتبر التسجيل الممثل في الشكل المقابل ، الممثل لحركة منحنية كيفية ،
حيث مواضع المتحرك تفصلها مجالات زمنية متساوية τ .
السرعة المتوسطة بين الموضعين M_1 و M_3 مثلا هي :

$$V_m = d / \Delta t = M_1M_3 / \Delta t \quad ،$$

لأن المسافة d المقطوعة من طرف المتحرك بين لحظتي مرور المتحرك من M_1 إلى M_3 هي القوس $\overset{\frown}{M_1M_3}$ و باعتبار Δt صغيرا جدا ، نقبل أن القوس والوتر بين الموضعين يكونان منطبقين تقريبا ، أي في مثالنا هذا ، نقبل أن :

$$\overset{\frown}{M_1\,M_3} = \overline{M_1\,M_3}$$

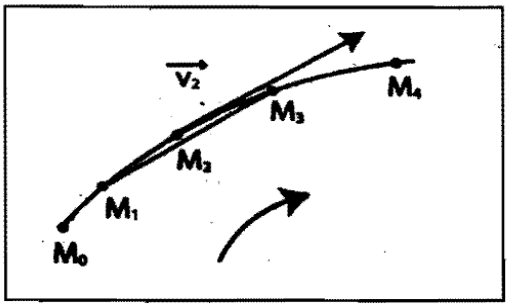
في هذه الحالة يمكن أن نكتب السرعة المتوسطة بين M_1 و M_3 على الشكل الذي اعتدناه في الحركة المستقيمة :

$$(\Delta t = 2\tau) \quad V_m = V_{1\text{-}3} = M_1M_3/\Delta t = M_1M_3/2\tau$$

بهذه الطريقة يمكن تحديد بيانيا قيمة السرعة المتوسطة V_m بين موضعين يفصلهما مجال زمني Δt
بقياس طول الوتر الواصل بين هذين الموضعين مباشرة على التسجيل ثم قسمته على Δt . في مثالنا هذا :
1ـ نقيس بالمسطرة طول الوتر M_1M_3 ثم نحوله إلى الطول الحقيقي بالإعتماد على سلم الرسم.
2ـ نحسب قيمة السرعة المتوسطة بالعلاقة : $V_{1\text{-}3} = M_1M_3 / 2\tau$

1ـ2 تحديد و تمثيل السرعة اللحظية في الحركة المنحنية

بالمقارنة مع حساب السرعة اللحظية في الحركة المستقيمة و بما أن المجال الزمني Δt المستعمل لحساب السرعة المتوسطة قصير جدا ، يمكن اعتبار أن قيمة السرعة المتوسطة هنا تساوي قيمة السرعة اللحظية في منتصف المجال الزمني ، أي في مثالنا، عند الموضع M_2 ، يمكن أن نكتب :



$$V_2 = V_{1\text{-}3} = M_1M_3 / 2\tau$$

و نمثلها بشعاع $\vec{V_2}$ خواصه :

ـ مبداه M_2 ،

ـ حامله مماسي للمسار في M_2

ـ جهته هي جهة الحركة

ـ قيمته : $V_2 = M_1M_3 / 2\tau$ باستعمال سلم رسم مناسب .

2ـ تحديد و تمثيل شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الحركة المنحنية

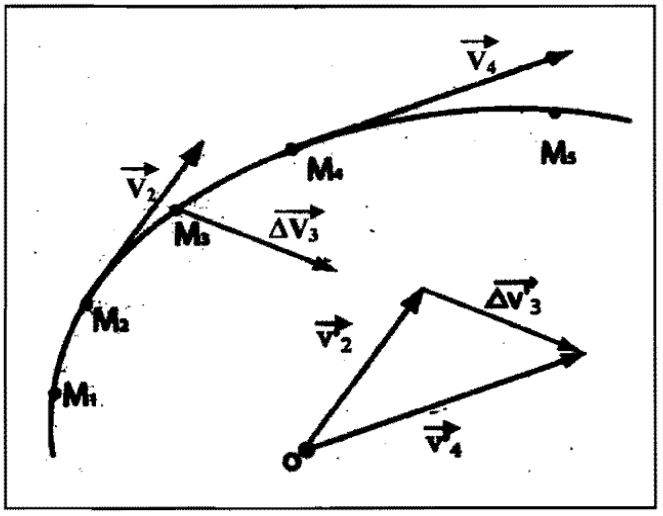
أ ـ تحديد شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الحركة المنحنية

التحديد ، عمليا ، شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الحركات المنحنية ، نعتمد نفس الخطوات المتبعة في حالة الحركات المستقيمة.
نستعين بالتسجيل الممثل في الشكل المقابل ، حيث مواضع المتحرك تفصلها مجالات زمنية متساوية τ.

لتحديد شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الموضع M_3 ، نتبع الخطوات التالية :

- نعتبر الموضعين M_2 و M_4 المجاورين للموضع المعتبر M_3 و نمثل فيهما شعاعي السرعة اللحظية $\vec{V_2}$ و $\vec{V_4}$ ، على الترتيب ، باستعمال سلم تمثيل السرعة.
- نعتبر أن شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الموضع M_3 يساوي الفرق الشعاعي بين شعاعي السرعة $\vec{V_2}$ و $\vec{V_4}$ ، أي أن :

$$\vec{\Delta V_3} = \vec{V_4} - \vec{V_2}$$



- ـ تمثيل شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الحركة المنحنية :

ـ نختار نقطة كيفية O خارج التسجيل

ـ انطلاقا من هذه النقطة O نرسم شعاعا $\vec{V'_2}$ مسايرا للشعاع $\vec{V_2}$

ـ انطلاقا من هذه النقطة O نرسم شعاعا $\vec{V'_4}$ مسايرا للشعاع $\vec{V_4}$

ـ نرسم الشعاع $\vec{\Delta V'_3}$ ، بحيث تكون بدايته في نهاية $\vec{V'_2}$

ـ نهايته في نهاية $\vec{V'_4}$ بهذا الترتيب ، $\vec{\Delta V'_3} = \vec{V'_4} - \vec{V'_2}$

ـ بما أن $\vec{V'_2}$ و $\vec{V'_4}$ يسايران $\vec{V_2}$ و $\vec{V_4}$ على الترتيب ،

ـ فإن $\vec{\Delta V'_3}$ يساير $\vec{\Delta V_3}$.

ـ تكون إذا خصائص الشعاع $\vec{\Delta V_3}$ هي :

ـ بدايته : الموضع المعتبر M_3

ـ حامله : موازي لحامل $\vec{\Delta V'_3}$

ـ جهته : هي جهة $\vec{\Delta V'_3}$

ـ قيمته : تساوي طويلة $\vec{\Delta V'_3}$ المقاسة بيانيا على الرسم باعتماد سلم تمثيل السرعات.

تطبيـق :

يمثل الشكل الآتي تسجيل حركة منحنية لنقطة متحركة M ، الأوضاع المتتالية للنقطة M تفصلها مجالات زمنية متساوية τ حيث $\tau = 0,04$ s ، سلم تمثيل المسافات في الصورة هو : $1\text{ cm} \rightarrow 0,05\text{ m}$

تحديد شعاع تغير السرعة ΔV_2 في الموضع M_2 :

1) نقيس طول الوتر M_0M_2 فنجده : $M_0M_2 = 2,4$ cm على الوثيقة و باستعمال سلم المسافات :

$1\text{ cm} \rightarrow 0,05\text{ m}$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 0,05\text{ m} \\ 2,4\text{ cm} \rightarrow x\text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (0,05 \times 2,4)/1 = 0,12\text{ m}.$$

نجد 0,12 m في الحقيقة .

نقيس طول الوتر M_2M_4 فنجده : $M_2M_4 = 4,5\ cm$ على الوثيقة و باستعمال سلم المسافات :

$1\ cm \rightarrow 0,05\ m$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 0,05\ m \\ 4,5\ cm \rightarrow x\ m \end{array}\right\} \Rightarrow x = (0,05 \times 4,5)/1 = 0,22\ m\ .$$

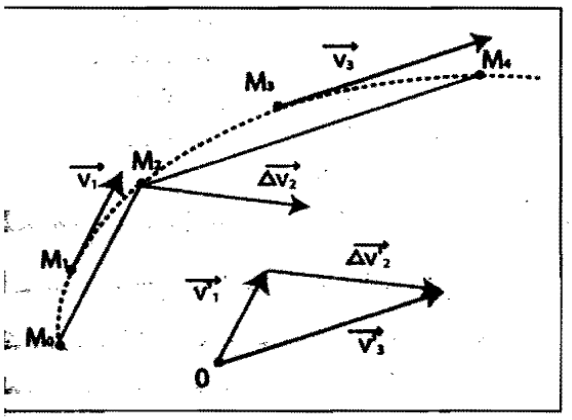
نجد $0,22\ m$ في الحقيقة .

2) نحسب السرعتين V_1 و V_3 في الموضعين M_1 و M_3 المجاورين للنقطة M_2

ـ حساب V_1 : $V_1 = M_0M_2 / 2\tau = 0,12 / 0,08 = 1,5\ m/s$

ـ حساب V_3 : $V_3 = M_2M_4 / 2\tau = 0,22 / 0,08 = 2,75\ m/s$

3) تمثيل أشعة السرعة :



ـ نرسم أشعة السرعة $\vec{V_1}$ و $\vec{V_3}$ باختيار السلم التالي : $1\ cm \rightarrow 1\ m/s$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 1\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 1,5\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,5 \times 1)/1 = 1,5\ cm\ .$$

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 1\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 2,75\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow x = (2,75 \times 1)/1 = 2,75\ cm\ .$$

إذن : طول $\vec{V_1}$ على الرسم هو : $1,5\ cm$.

و طول $\vec{V_3}$ على الرسم هو $2,75\ cm$.

4) نرسم شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V'_2}$ باتباع الطريقة المذكورة سابقا ثم نقيس طوله بالمسطرة على الرسم فنجد $2,2\ cm$.

5) نرسم شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V_2}$ مسايرا لـ $\Delta\vec{V'_2}$ و باعتماد سلم السرعات السابق : $1\ cm \rightarrow 1\ m/s$

نستنتج قيمة ΔV_2 : $\Delta V_2 = 2,2\ m/s$.

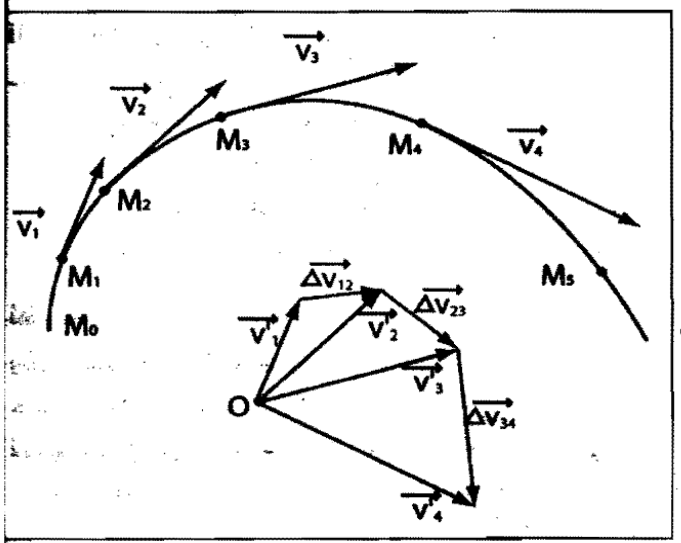
تنبيـــه :

في الحركات المنحنية ، حوامل أشعة السرعة ليست منطبقة و بالتالي قيمة ΔV_2 لا نجدها من العلاقة الشعاعية $\Delta\vec{V_2} = \vec{V_3} - \vec{V_1}$ أي لا تقاس بطرح قيمتي V_3 و V_1 ، بل تحدد قيمة ΔV_2 بقياس بيانيا على الرسم طول الشعاع $\Delta\vec{V_2}$ و استنتاج قيمتها بالإعتماد على سلم السرعات .

3ـــ دراسة تطور (تغيرات) شعاع تغير السرعة خلال الحركة

رأينا في الفقرة السابقة كيف نحدد بيانيا خصائص شعاع تغير السرعة (الحامل ، الجهة والقيمة) في موضع من مواضع الحركة. سنتطرق هنا إلى كيفية إبراز تطور شعاع تغير السرعة بيانيا خلال الحركة. نعتمد لذلك على مثال كيفي.

مثـــال :



نعتبر التسجيل المقابل ، أين مواضع المتحرك تفصلها مجالات زمنية متساوية .

ـ نرقم المواضع وفق الترتيب الزمني ثم نمثل في كل موضع أشعة السرعة اللحظية

ـ نختار نقطة كيفية o خارج التسجيل

ـ نرسم من هذه النقطة أشعة مسايرة لأشعة السرعة وفق الترتيب الزمني.

ـ نوصل بين نهايات الأشعة مثنى مثنى على الترتيب بخطوط مستقيمة ونوجهها دائما من الشعاع الأول نحو الشعاع الذي يليه، وفق الترتيب الزمني لأشعة السرعة .

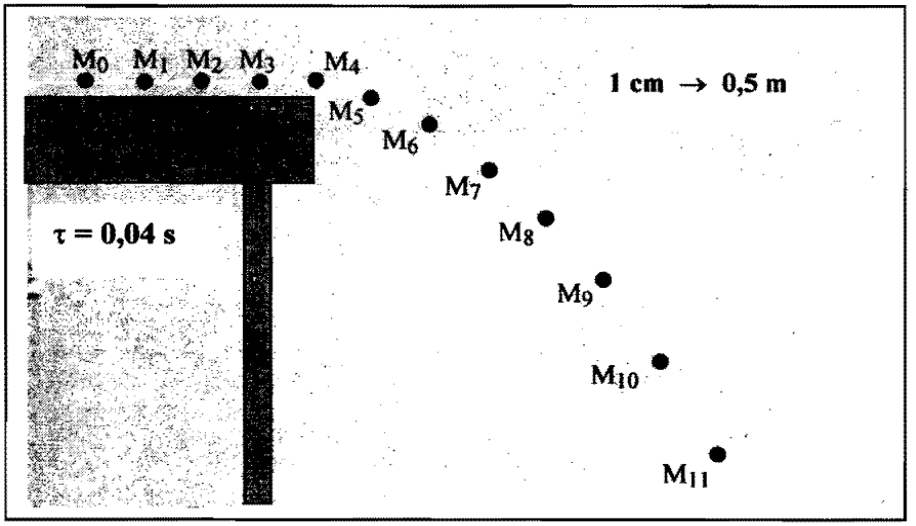
ـ تمثل كل من هذه الأشعة ، أشعة تغير السرعة بين المواضع التي يشغلها المتحرك على الترتيب من M_2 إلى M_4 .

يسمح لنا هذا التمثيل تتبع تغيرات شعاع تغير السرعة خلال الحركة ، حاملا ، جهة و قيمة .

و بما أن خصائص $\Delta\vec{V_2}$ تخبرنا عن خصائص القوة المطبقة على الجسم المتحرك ، فإن هذا التمثيل يسمح لنا باستنتاج خصائص هذه القوة خلال الحركة .

1ـ دراسة حركة كرة مقذوفة أفقيا : Mouvement D'un projectile

قع كرة صغيرة على سطح طاولة أفقية ملساء ، فتتجه نحو الحافة لتنطلق في الهواء حتى تسقط على سطح الأرض وفق سار منحني . يمثل الشكل الآتي تسجيلا للأوضاع المتتالية لمركز الكرة خلال حركتها .
ل على ورق شفاف هذا التسجيل .



حركة الكرة على الطاولة :

ما هو نوع حركة الكرة على الطاولة ؟

واسطة المسطرة نقيس المسافات بين كل موضعين متتاليين فنجدها متساوية.
كة الكرية على الطاولة مستقيمة منتظمة .

مثل شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_1 باختيار سلم مناسب.

قيس طول المسافة M_0M_2 فنجده : $M_2M_4 = 1,5$ cm على الوثيقة و باختيار سلم المسافات :
. 1 cm → 0,5 m

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 0,5 \text{ m} \\ 1,5 \text{ cm} \rightarrow X \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (0,5 \times 1,5)/1 = 0,75 \text{ m}.$$

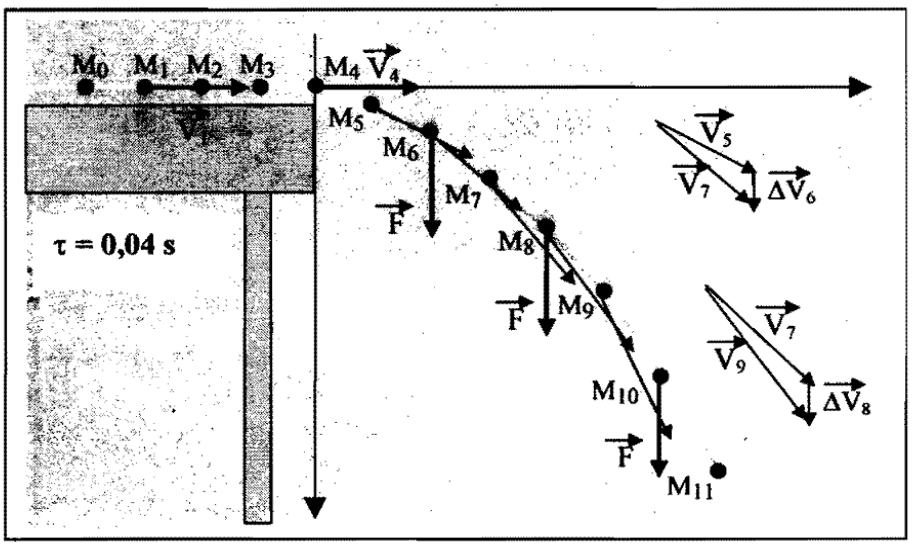
حسب السرعة V_1 في الموضع M_1

حساب V_1 : $V_1 = M_0M_2 / 2\tau = 0,75 / 0,08 = 9,37$ m/s

تمثيل شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_1 باختيار السلم التالي : 1 cm → 7 m/s.

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 7 \text{ m/s} \\ X \text{ cm} \rightarrow 9,37 \text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (9,37 \times 1)/7 = 1,33 \text{ cm}.$$

نرسم شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_1 بطول 1,33 cm على الرسم .



2ـ ما هي خصائص شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_4 الذي يوافق لحظة مغادرتها الطاولة ؟ مثله على الرسم .

خصائص شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_4 الذي يوافق لحظة مغادرتها الطاولة هي نفس خصائص شعاع السرعة اللحظية في الموضع M_1 لأن في الحركة المستقيمة المنتظمة يكون لشعاع السرعة اللحظية نفس الخصائص في جميع النقاط.

$$\vec{V_1} = \vec{V_4}$$

ـ حركة الكرة بعد مغادرتها الطاولة :

ـ الدراسة الشعاعية للحركة :

1ـ احسب قيم السرعة اللحظية V في المواضع M_5 ، M_7 ، M_9 .

نستعين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي :

1 cm → 0,5 m

1 cm → 7 m/s

مواضع النقاط	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}
المجال		M_4M_6	M_5M_7	M_6M_8	M_7M_9	M_8M_{10}	M_9M_{11}	
المسافة المقاسة x (cm)		1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	
المسافة الحقيقية d (m)		0,80	0,85	0,95	1,05	1,15	1,3	
السرعة V		V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	
السرعة V (m/s)		10	10,62	11,87	13,12	14,37	16,25	
طول الشعاع v على الشكل		1,42	1,51	1,69	1,87	2,05	2,32	
تغير السرعة ΔV			0,52	0,53	0,52	0,51		

2ـ مثل أشعتها على الرسم ، باستعمال نفس السلم السابق . ماذا تلاحظ ؟

نرسم أشعة السرعة من خلال أطوالها المحسوبة في الجدول :

نلاحظ أن أشعة السرعة قيمتها تزداد و كذا جهتها تتغير و تنحني تدريجيا في اتجاه حركة السقوط .

3ـ حدد بيانيا أشعة تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في المواضع M_6 ، M_8 ، M_{10} ، و مثلها على الرسم. ماذا تلاحظ ؟ قارن خصائصها.

نحصل على قيم أشعة تغير السرعة ΔV بقياس طولها على الشكل .

نلاحظ أن قيم أشعة تغير السرعة ΔV تقريبا متساوية ، حواملها كلها شاقولية و لها نفس الجهة و كلها تتجه نحو الأرض .

4ـ ماذا تستنتج عن القوة المطبقة على الكرية ؟

بما أن خصائص شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ مطابقة لخصائص شعاع القوة $\vec{F}$ فإن :

- لشعاع القوة $\vec{F}$ و شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ نفس الحامل و هو شاقولي
- لشعاع القوة $\vec{F}$ و شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ نفس الجهة و هي نحو مركز الأرض
- قيمة ΔV ثابتة ⇐ قيمة F ثابتة

5ـ مثلها بلون آخر على نفس الرسم في المواضع M_6 ، M_8 ، M_{10}

نمثل على الشكل السابق أشعة القوة المطبقة بسهم حامله شاقولي موجه نحو مركز الأرض و بأطوال متساوية .

6ـ ما هو مصدر هذه القوة ؟ اشرح.

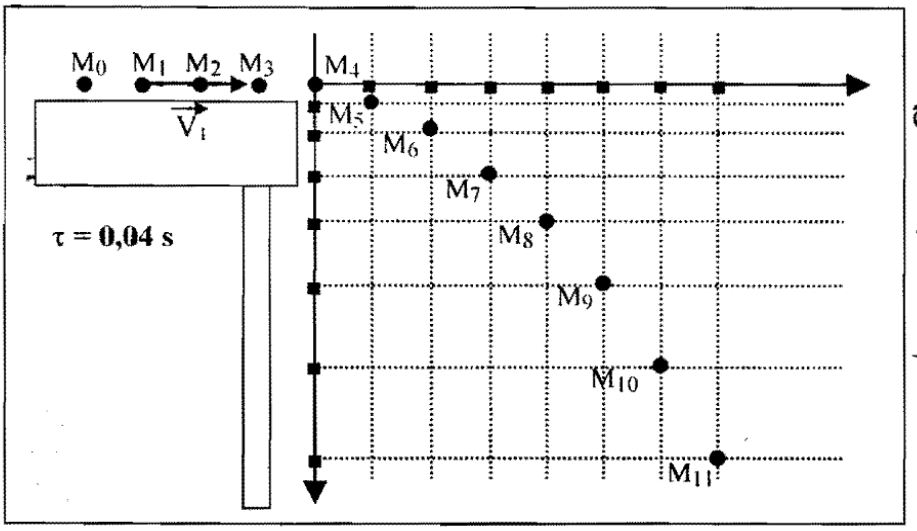
نعلم من حياتنا اليومية أن سقوط كرية في أي موضع من سطح الأرض بدون سرعة ابتدائية يكون شاقوليا ، و نعلم أن شاقول المكان يمر من مركز الأرض ، إذن القوة المطبقة على الكرية متجهة دوما نحو مركز الأرض و نسمي هذه القوة قوة جذب الأرض للكرية ، أو قوة تأثير الأرض على كرية ونرمز لها بالرمز $\vec{F}_{T/C}$.

ـ شعاع القوة هو نفسه قيمة و جهة في كل المواضع لأن مصدرها هو نفسه و هو الأرض .

في مثالنا ، المسار منحني و ليس شاقولي لأنه توجد سرعة ابتدائية أفقية. فقوة جذب الأرض هي التي سببت في تغيير منحى شعاع السرعة .

ـ الدراسة البيانية للحركة :

رفق الرسم بمعلم (O ، X ، Y) متعامد و متجانس و لتسهيل الدراسة اختر مبدأه منطبقا مع أول موضع للكرة عند مغادرتها **لنونة** . أسقط كل المواضع على المحورين OX و OY .



ـ الحركة وفق المحور OX

ـ قارن المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OX ، ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج بالنسبة لقيمة السرعة وفق هذا المحور ؟

لاحظ على الشكل أن المسافات المتتالية **مقطوعة** وفق المحور OX كلها متساوية بعد **قياسها** بالمسطرة و علما أنها قطعت خلال **مجالات** زمنية متساوية فرضا فيمكننا أن نقول **أن السرعة** ثابتة و منه نستنتج أن وفق المحور **OX** تكون الحركة مستقيمة منتظمة .

ـ قارن قيمة السرعة وفق المحور OX بـ قيمة سرعة الكرة فوق الطاولة .

ذا تستنتج ؟

حظ على الشكل أن المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OX كلها متساوية و مساوية للمسافات المتتالية المقطوعة على **الطاولة** وعلما أنها قطعت خلال مجالات زمنية متساوية كلها و منه يمكن القول أن قيمة السرعة وفق المحور OX تساوي قيمة **سرعة** الكرة فوق الطاولة و منه نستنتج أن الكرة تواصل حركتها وفق المحور OX بحركة مستقيمة منتظمة .

ـ ما هو أثر القوة المطبقة على الكرة على حركتها وفق المحور OX ؟ علل.

أثر الحركة مستقيمة منتظمة وفق المحور OX فإن ، حسب مبدأ العطالة ، الكرة غير خاضع لأي قوة .

وفق المحور OX تأثير القوة المطبقة على الكرة يكون معدوما .

ـ الحركة وفق المحور OY

ـ قارن المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OY ، ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج بالنسبة لقيمة السرعة وفق هذا المحور؟

حظ على الشكل أن المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OY متزايدة بانتظام بعد قياسها بالمسطرة وعلما أنها قطعت **مجالات** زمنية متساوية فرضا فيمكننا أن نقول أن السرعة متزايدة بانتظام و منه نستنتج أن وفق المحور OY تكون الحركة **متسارعة** بانتظام .

حدد قيمة تغير السرعة وفق هذا المحور . ماذا تلاحظ ؟

حدد قيمة تغير السرعة وفق المحور OY نحسب أولا قيم المسافات على هذا المحور التي تسمح بحساب قيم السرع اللحظية ثم **نحسب** قيم تغير السرعة وفق المحور OY .

تم بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركات المستقيمة المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي :

1 cm → 7 m/s ، 1 cm → 0,5 m

مواضع النقاط	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}
المجال		M_4M_6	M_5M_7	M_6M_8	M_7M_9	M_8M_{10}	M_9M_{11}	
المسافة المقاسة x (cm)		0,64	0,94	1,22	1,5	1,78	2,06	
المسافة الحقيقية d (m)		0,32	0,47	0,61	0,75	0,89	1,03	
السرعة V		V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	
السرعة V (m/s)		4,06	5,93	7,63	9,43	11,2	12,93	
تغير السرعة ΔV			0,51	0,50	0,51	0,50		

ـ قارن هذه القيمة مع طويلة شعاع تغير السرعة المحددة سابقا في الدراسة الشعاعية .

حظ أن قيمة تغير شعاع السرعة وفق المحور OY تساوي تقريبا قيمة طويلة شعاع تغير السرعة المحددة سابقا

في الدراسة الشعاعية و يعود سبب وجود الفرق الطفيف بينهما إلى أخطاء ناجمة عن طريقة القياس و أجهزة القياس إلخ.....

نتيجة

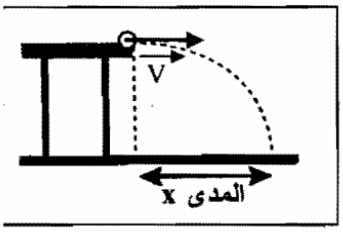
دراسة حركة كرة مقذوفة أفقيا تتم على محورين OX و OY :

ـ **وفق المحور OX :** الحركة مستقيمة منتظمة و تأثير القوة المطبقة على الكرة يكون معدوما.

ـ **وفق المحور OY :** الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام و يخضع الجسم لقوة ثابتة وهي قوة جذب الأرض للأجسام.

2ـ2 علاقة المدى بالشروط الإبتدائية : La portée

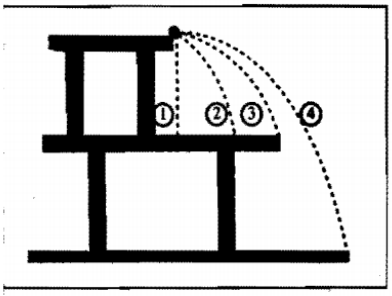
نسمي "مدى القذف" البعد الأفقي الذي يفصل موضع القذف عن موضع سقوط الكرية على الأرض .



ـ حقق عمليا التجربة المدروسة سابقا في الشكل المقابل بدفع كرية بالأصبع على طاولة أفقية . راقب حركة الكرية منذ مغادرتها الطاولة. أعد العملية ثلاث مرات مغيرا كيفية الدفع لتنتقل الكرية على الطاولة بسرعة مختلفة القيمة في كل مرة .

أ) مقارنة الحركات

1ـ مثل كيفيا على نفس الرسم شكل مسار الكرية في حالات تغير السرعة الإبتدائية مع تعليم المواضع المتتالية لمركز الكرية بنقاط على هذه المسارات باعتبار فترة زمنية كيفية τ متساوية . ماذا تلاحظ ؟



نضع فوق الطاولة الأولى طاولة أخرى صغيرة لنقذف منها الكرية . نمثل المسارات المختلفة للكرية حسب قيمة سرعة قذفها ، حيث نلاحظ :

ـ الحالة ❶ : السرعة الإبتدائية للكرية معدومة $V_{01} = 0$ ، تكون في حالة سقوط حر.

ـ الحالات ❷❸❹ : يكون للكرية سرع ابتدائية أفقية متفاوتة القيمة $V_{04} > V_{03} > V_{02}$.

نلاحظ أن مدى القذيفة في هذه الحالة يتزايد إلى أن تسقط الكرية خارج حدود الطاولة وهي في كل الحالات خاضعة لقوة جذب الأرض لها فهي تتجه دوما نحو الأرض.

3ـ بماذا يتعلق المدى في هذه التجربة ؟

يتعلق المدى في هذه التجربة فقط بالسرعة الإبتدائية حيث عند انعدام السرعة الإبتدائية ينعدم المدى فنحصل على حركة سقوط حر.

ـ في رأيك هل الكرية خاضعة لنفس القوة في الحالات الأربع.

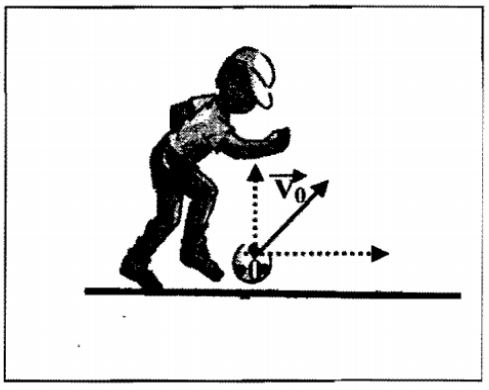
نعم الكرية خاضعة لنفس القوة في الحالات الأربع : حيث في الحالة الأولى ❶ عند انعدام السرعة الإبتدائية تكون الحركة هي حركة سقوط حر التي درسناها سابقا حيث يكون المسار شاقولي و القوة المطبقة وجدناها هي قوة جذب الأرض أما الحالات ❷❸❹ : للكرية سرع ابتدائية أفقية متفاوتة القيمة $V_{04} > V_{03} > V_{02}$ حركتها كذلك درسناها سابقا **(دراسة حركة كرة مقذوفة أفقيا)** و وجدنا أن القوة المطبقة هي قوة جذب الأرض.

نتيجة :

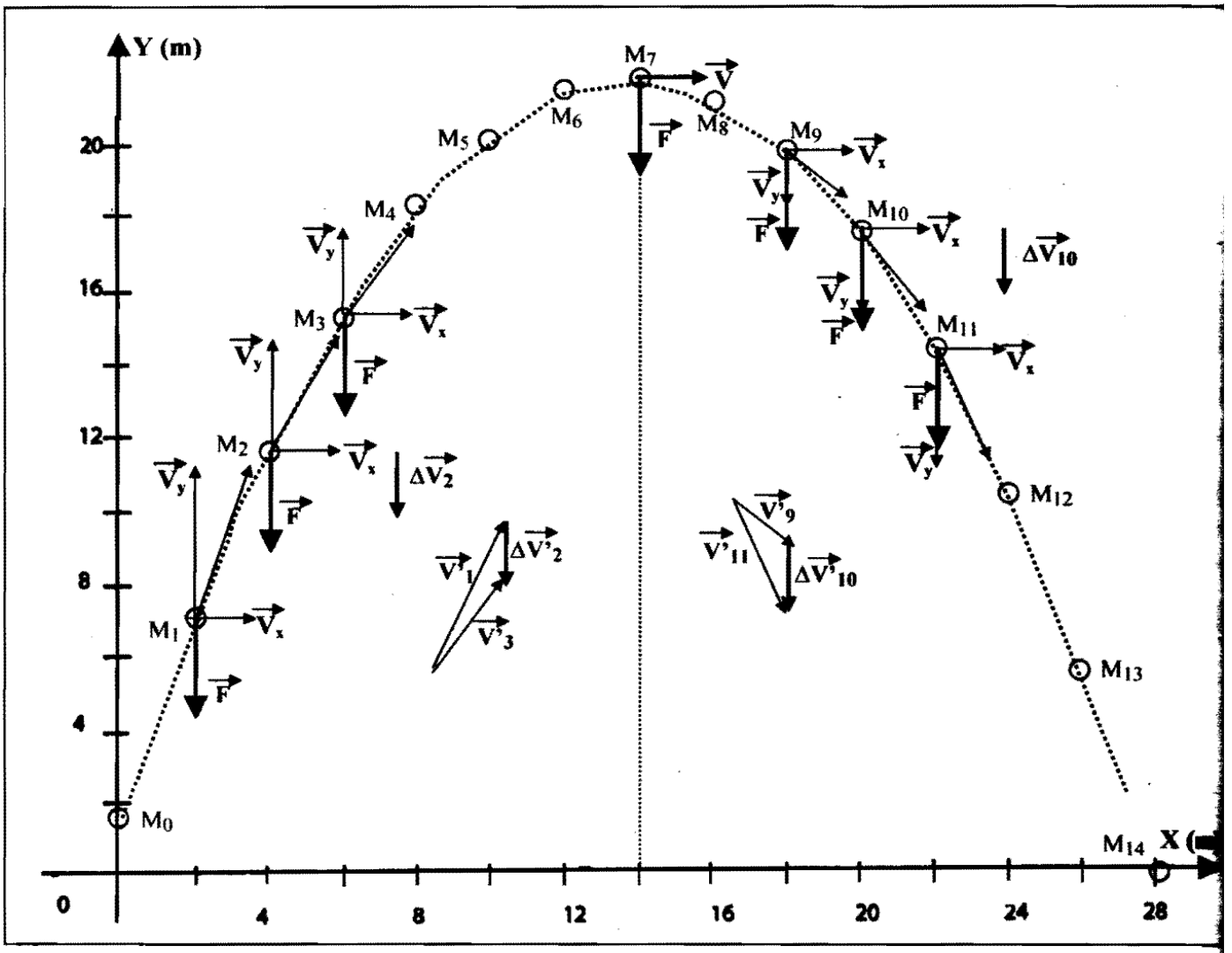
ـ كل جسم يقذف بسرعة ابتدائية أفقية من ارتفاع h عن سطح الأرض يسقط متبعا مسارا منحنيا، تحت تأثير قوة ثابتة شاقولية الحامل و موجهة نحو سطح الأرض ، و هي قوة جذب الأرض للكرة.

ـ يتعلق مدى القذف x في هذه الظروف بقيمة السرعة الابتدائية للكرية.

2ـ2 دراسة حركة كرة مقذوفة كيفيا



نريد دراسة حركة كرة يقذفها لاعب برجله ، حيث تنطلق بسرعة ابتدائية $\vec{V_0}$ ، نعطي في الشكل المقابل التسجيل الممثل لمواضع الكرة خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0{,}2\ s$.



ـ و صف الحركة

ـ كيف يتغير شعاع السرعة اللحظية من موضع لآخر ؟ مثله في ثلاثة مواضع متتالية من مرحلة الصعود ، ثم في ثلاثة مواضع متتالية من مرحلة النزول.

ـ لحساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_9 ، M_{10} ، M_{11} .

تعين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : $\tau = 0,2\ s$

1 cm → 0,5 m

1 cm → 3 m/s

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_8M_{10}	M_9M_{11}	$M_{10}M_{12}$	
المسافة المقاسة(cm) x		5,7	4,7	4,1	2,7	3,6	4,3	
المسافة الحقيقية(m) d		2,85	2,35	2,05	1,35	1,8	2,15	
السرعة V		V_1	V_2	V_3	V_9	V_{10}	V_{11}	
السرعة (m/s) V		7,12	5,87	5,12	3,37	4,5	5,37	
طول الشعاع $\vec{V}$ على الشكل		2,37	1,95	1,70	1,12	1,5	1,79	
تغير السرعة ΔV			2,71	2,7	2,69	2,7		

2ـ مثل أشعتها على الرسم ، باختيار لسلم مناسب . ماذا تلاحظ ؟

نرسم أشعة السرعة من خلال أطوالها المحسوبة في الجدول :
نلاحظ أن أشعة السرعة قيمتها تتناقص في مرحلة الصعود و كذا جهتها تتغير أما في مرحلة النزول فقيمتها تزادد و حواملها تنحني تدريجيا في اتجاه حركة السقوط .

3ـ ما نوع الحركة في مرحلة الصعود و ما نوعها في مرحلة النزول ؟ علل .

مرحلة الصعود : حركة منحنية متباطئة لأن السرعة قيمتها تتناقص .
مرحلة النزول : حركة منحنية متسارعة لأن السرعة قيمتها تزداد .

4ـ ارسم مسار الكرة و استنتج أعلى موضع تبلغه . هل هذا الموضع ممثل في الوثيقة ؟ ناقش .

مسار الكرة ممثل على الشكل السابق و أعلى موضع تبلغه هو M_7 ممثل في الوثيقة عند هذه النقطة تصبح الكرة و كأنها مقذوفة بسرعة ابتدائية أفقية يمكن أن نسميها ذروة المسار و توافق أعلى ارتفاع تبلغه الكرة .

5ـ حدد خصائص شعاع تغير السرعة في المرحلتين . ماذا تستنتج ؟

نحصل على قيم أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ بقياس طولها على الشكل . و نلاحظ في المرحلتين أن قيم أشعة تغير السرعة ΔV تقريبا متساوية ، حواملها كلها شاقولية و لها نفس الجهة و كلها تتجه نحو الأرض .

ب ـ تحديد القوة المطلقة على الكرة

1ـ ما هي القوة المطبقة على الكرة خلال حركتها ؟ مثلها كيفيا في كل المواضع التي مثل فيها شعاع السرعة . علل .

القوة المطبقة على الكرية متجهة دوما نحو مركز الأرض .
نسمي هذه القوة قوة جذب الأرض للكرية ، أو قوة تأثير الأرض على الكرية ونرمز لها بالرمز $\overrightarrow{F_{T/C}}$.
ـ شعاع القوة هو نفسه قيمة و جهة في كل المواضع لأن مصدرها هو نفسه و هو الأرض .

2ـ قارن حامل القوة مع حامل شعاع السرعة في كل هذه المواضع . ماذا تستنتج؟

حامل شعاع القوة مختلف عن حامل شعاع السرعة في كل هذه المواضع . تستنتج أن للقوة تأثير على منحى مسار الحركة .

3ـ قارن جهتها مع جهة شعاع السرعة في كل هذه المواضع . ماذا تستنتج ؟

جهة القوة مختلف عن جهة شعاع السرعة في كل هذه المواضع. تستنتج أن للقوة تأثير على جهة الحركة .

4ـ ما هي الزاوية التي يصنعها حامل شعاع القوة و حامل شعاع السرعة في المواضع المدروسة (منفرجة – حادة – قائمة) ؟

مرحلة الصعود : حامل القوة يصنع مع حامل شعاع السرعة في كل هذه المواضع زاوية منفرجة .
عند الذروة : حامل القوة يصنع مع حامل شعاع السرعة زاوية قائمة .
مرحلة النزول : حامل القوة يصنع مع حامل شعاع السرعة في كل هذه المواضع زاوية حادة .

5ـ كيف تتغير هذه الزاوية خلال الحركة ؟

تتغير هذه الزاوية خلال الحركة ابتداءا من منفرجة ثم قائمة ثم تصبح حادة .

جـ ـ دراسة أثر شعاع القوة على شعاع السرعة

1ـ حلل في المواضع السابقة ، باستعمال الألوان ، شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ إلى مركبتين : الأفقية $\overrightarrow{V_X}$ و الشاقولية $\overrightarrow{V_y}$ ، بحيث تكون دائما : $\overrightarrow{V} = \overrightarrow{V_x} + \overrightarrow{V_y}$

2ـ قارن حامل شعاع القوة المطبقة على الكرة مع حاملي المركبتين $\overrightarrow{V_x}$ و $\overrightarrow{V_y}$ في كل لحظة .

مرحلة الصعود أو النزول : ـ حامل شعاع القوة المطبقة على الكرة عمودي على حامل المركبة $\overrightarrow{V_x}$ في كل لحظة .
ـ حامل شعاع القوة المطبقة على الكرة منطبق على حامل المركبة $\overrightarrow{V_y}$ في كل لحظة .

3ـ كيف تتغير قيمة المركبتين $\overrightarrow{V_x}$ و $\overrightarrow{V_y}$ في مرحلتي الصعود والنزول ؟

مرحلة الصعود : ـ المركبة V_x دائما ثابتة و في كل لحظة و V_y متناقصة .
مرحلة النزول : ـ المركبة V_x دائما ثابتة و V_y متزايدة .

ـ هل تتغير جهة المركبتين في مرحلة الصعود ؟ و في مرحلة النزول ؟

رحلة الصعود : ـ جهة المركبة $\overrightarrow{V_x}$ لا تتغير و في كل لحظة و جهة المركبة $\overrightarrow{V_y}$ كذلك لا تتغير و هي نحو الأعلى .

رحلة النزول : ـ جهة المركبة $\overrightarrow{V_x}$ لا تتغير و في كل لحظة و جهة المركبة $\overrightarrow{V_y}$ كذلك لا تتغير و هي نحو الأسفل .

ـ ماذا تستنتج عن أثر القوة على المركبة V_y خلال الصعود ؟

ر القوة على المركبة $\overrightarrow{V_y}$ خلال الصعود : تغير قيمة السرعة دون تغير المنحى .

ـ ماذا تستنتج عن أثر القوة على المركبة $\overrightarrow{V_y}$ خلال النزول ؟

القوة على المركبة $\overrightarrow{V_y}$ خلال النزول : تغير قيمة السرعة دون تغير المنحى .

ـ ماذا تستنتج عن أثر القوة على المركبة $\overrightarrow{V_x}$ خلال المرحلتين ؟

القوة على المركبة $\overrightarrow{V_x}$ خلال المرحلتين : ليس لها أثر ، لا على قيمتها و لا على منحاها .

ـ ماذا يحدث للمركبة $\overrightarrow{V_y}$ إثر مرور الكرة من أعلى موضع تشغله ؟ هل تتغير جهتها؟

ـ مرور الكرة من أعلى موضع تشغله تنعدم المركبة $\overrightarrow{V_y}$ و بعدها تغير جهتها .

ـ ستنتج شعاع السرعة في أعلى موضع تبلغه الكرة و مثله.

اع السرعة في أعلى موضع تبلغه الكرة حامله منطبق على المحور OX أي أفقي و تمثيله (انظر الشكل).

اع السرعة في أعلى موضع تبلغه الكرة منطبق على المركبة $\overrightarrow{V_x}$ لأن $\overrightarrow{V_y}$ تكون معدومة .

ـ ماذا تستنتج عن أثر شعاع القوة على شعاع السرعة عندما يكون حامليهما متعامدين دوما ؟ (في كل لحظة) ما طبيعة الحركة في هذه الحالة و ما نوعها ؟

وجد أثر لشعاع القوة على قيمة شعاع السرعة و تغير جهتها فقط عندما يكون حامليهما متعامدين دوما ؟ (في كل لحظة) و في **الحالة** طبيعة الحركة تكون منتظمة و بما أن المسار منحني (لأن الجهة تتغير) فنقول عن **الحركة أنها دائرية منتظمة.**

ـ ماذا تستنتج عن أثر القوة المطبقة على تغيرات السرعة اللحظية حسب الزاوية α بين شعاعيهما ؟

القوة المطبقة على تغيرات السرعة اللحظية حسب الزاوية α بين شعاعيهما هو :

ما $\alpha = 0$ أو $\alpha = \pi$: تغير قيمة السرعة دون تغير المنحى .

عندما $\alpha = \pi/2$: تغير في المنحى دون التغير في القيمة .

نتج أن لزاوية القذف تأثير على الحركة :

α منفرجة : تغير منحى شعاع السرعة مع تناقص طويلته .

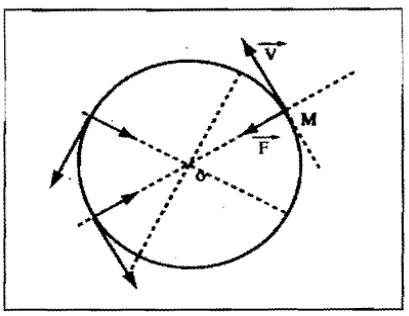
α حادة : تغير منحى شعاع السرعة مع تزايد طويلته .

هد هذه الدراسة حالة الحركة الدائرية المنتظمة أين الزاوية بين شعاعي القوة و السرعة تساوي دائما $\alpha = \pi/2$.

ـ الحركة الدائرية المنتظمة : Mouvement Circulaire Uniforme

ـ تعريف الحركة الدائرية المنتظمة

ل عن حركة جسم أنها دائرية منتظمة إذا كان مسارها دائريا و سرعة المتحرك ثابتة القيمة ومتغيرة المنحى خلال الحركة، **ن** شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ ، في الحركة الدائرية المنتظمة ، يحافظ على قيمته و يتغير منحاه وجهته في كل لحظة.

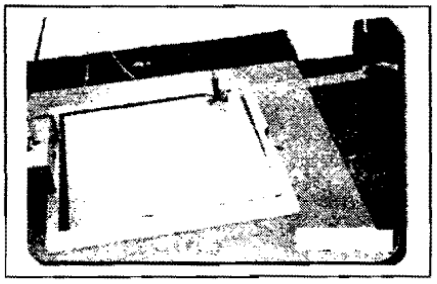


ـ مواصفات شعاع السرعة و شعاع القوة في الحركة الدائرية المنتظمة

شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ يكون في كل لحظة عموديا على شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ و موجها نحو **ر** الداخلي للمسار. أي أن شعاع القوة يكون عموديا على المماس للمسار في كل **لة** و في كل لحظة ، أي أنه منطبق في كل لحظة على نصف قطر الدائرة و متجها **و** مركزها (لأن نصف قطر دائرة عمودي على المماس).

نشـــاط تجريبي

للتأكد تجريبيا من خصائص القوة في الحركة الدائرية المنتظمة ، نقوم بتسجيل الحركة التالية :



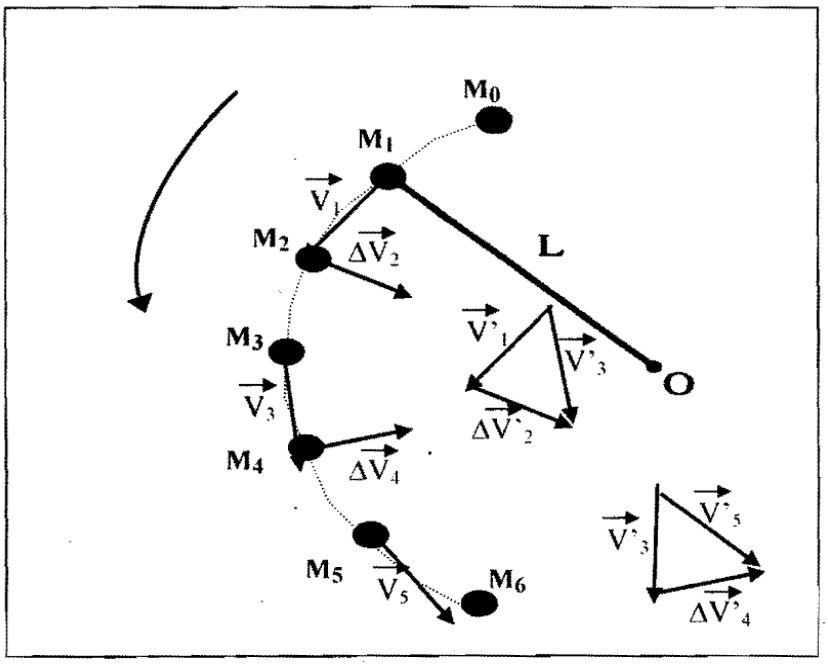
ــ نستعمل "جسما محولا ذاتيا" وهو قرص تحتوي قاعدته السفلية ثقوبا صغيرة و يبث فيه هواء مضغوط من الأعلى بحيث خروج الهواء المضغوط من الأسفل يكون " وسادة هوائية " بينه و بين الطاولة الأفقية التي تحمله . ذلك ما يسمح له بالتحرك دون احتكاك عليها .

ــ نشد القرص بخيط رفيع عديم الامتطاط طوله L إلى نقطة O على حافة الطاولة ثم نقذفه بمسطرة . يرفق القرص و الطاولة بتجهيز يترك أثار مواضع القرص على ورقة خلال فترات زمنية متساوية و محددة.

ــ نعطي في الشكل الآتي تسجيلا لأثار مركز القرص M خلال حركته .

ــ تحليل تجربة

ــ اعتمادا على هذا التسجيل برهن أن الحركة دائرية منتظمة .



1ــ ارسم أشعة السرعة في المواضع M_1 ، M_3 ، M_5
(باختيار سلم كيفي ملائم).

ــ لحساب قيم السرعة اللحظية V في المواضع M_1 ، M_3 ، M_5 .

نستعين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : $\tau = 0,2\ s$

$1\ cm \rightarrow 2\ m/s$ ، $1\ cm \rightarrow 0,5\ m$

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	
المسافة المقاسة x (cm)		2,5	2,5	2,4	2,6	2,5	
المسافة الحقيقية d (m)		1,25	1,25	1,20	1,3	1,25	
السرعة V		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	
السرعة V (m/s)		3,12	3,12	3	3,25	3,12	
طول الشعاع V على الشكل		1,56	1,56	1,5	1,62	1,56	
تغير السرعة ΔV			2,6	2,6	2,6	2,6	

2ـ مثل أشعتها على الشكل ، باختيار سلم مناسب . ماذا تلاحظ ؟

ترسم أشعة السرعة من خلال أطوالها المحسوبة في الجدول : نلاحظ أن أشعة السرعة ثابتة القيمة و متغيرة المنحى .

3ـ حدد خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في موضعين ملائمين . برهن أن القوة المطبقة علىالقرص من طرف الخيط ثابتة الشدة محمولة على نصف القطر و موجهة نحو مركز الدائرة .

تلاحظ في الشكل أن شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ يكون في كل لحظة عموديا على شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ و موجها نحو مركز الدائرة أي أن شعاع القوة يكون عموديا على شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ و موجها نحو مركز الدائرة في كل نقطة و في كل لحظة ، أي أنه منطبق في كل لحظة على نصف قطر الدائرة و متجها نحو مركزها .

4ـ كيف تكون حركة هذا القرص المقذوف في حالة غياب الخيط ؟ علل .

5ـ ما هي حركة القرص إذا انقطع الخيط فجأة ؟ علل

في حالة غياب الخيط أو انقطاعه فجأة فإن القرص يصبح غير خاضع لأي قوة ، أي معزول ، فحسب مبدأ العطالة ، القرص يواصل حركته بحركة مستقيمة منتظمة بنفس السرعة التي كان يملكها لحظة انقطاع الخيط .

4ـ تطبيقات الحركة الدائرية :

1ـ لماذا لا يسقط القمر على الأرض ؟

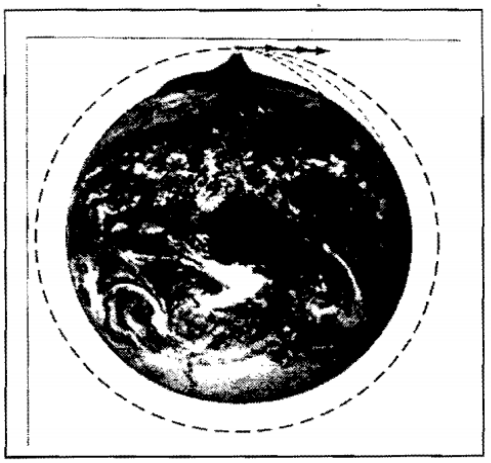
أول من فسر دوران القمر حول الأرض العالم إسحاق نيوتن (Isaac Newton) ، الذي بنى نظرية الجذب العام من ملاحظاته الحركة الكواكب واعتمادا على أعمال أسلافه الجليلي Gallilée و كيبلر Kepler . إذا يحكى أن الفكرة التي سمحت له بربط حركة الأجسام على الأرض بحركة الكواكب هو سقوط تفاحة من شجرة كان جالسا بجوارها. (بحث عن تفاصيل أسطورة تفاحة نيوتن في الانترنت) . يقال أن نيوتن تساءل عن سبب سقوط التفاحة على الأرض وعدم سقوط القمر عليها. فوصل إلى نتيجة أن التفاحة تسقط من ارتفاع معين بدون سرعة ابتدائية ، فتكون حركتها مستقيمة متسارعة نحو الأرض ، تحت تأثير قوة جذب الأرض لها ، أما القمر فهو أيضا يخضع لقوة جذب الأرض و لكنه يتحرك بسرعة معينة فهو في حالة سقوط دائم نحوَ الأرض مثل التفاحة ، لكن سرعته المماسية على منحى شعاع القوة تكسبه حركة دائرية منتظمة.

2ـ من القذيفة إلى القمر الاصطناعي : Satelite

كيف يمكن أن نجعل من كرتنا قمرا اصطناعيا يدور حول الأرض ؟

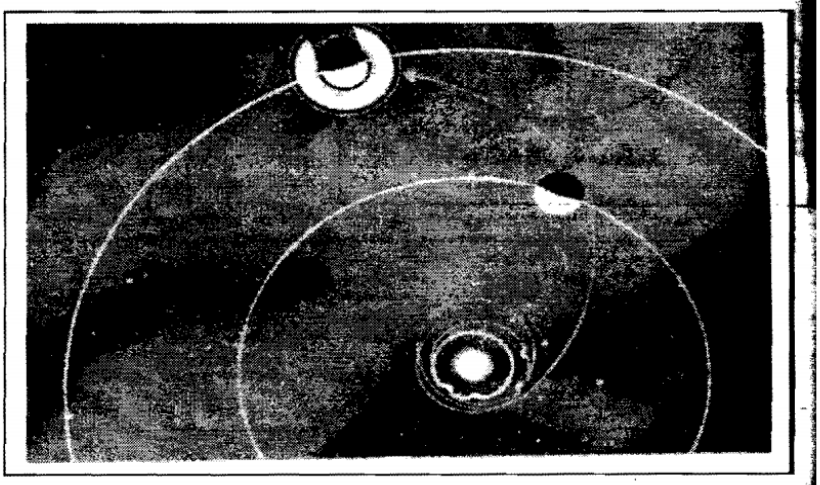
لأجل ذلك نتخيل كما فعله نيوتن في عهده ، أننا نقذف من أعلى جبل الكرية بسرع أفقية متفاوتة القيمة ، مثلما حققناه في التجربة السابقة.

كانت سرعة القذف كافية بحيث تكون لها حركة دائرية نصف قطرها أكبر من نصف قطر الأرض لتصبح قمرا اصطناعيا يدور حولها.



حركة القمر حول الأرض :

يسقط القمر على الأرض لأن له سرعة كافية للمحافظة على مداره . يقال عن القمر أنه في سقوط دائم على الأرض دون لمسها .



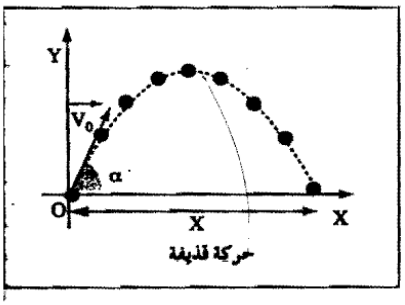
الخلاصة

1ـ الحركة المنحنية

إذا تحرك جسم وفق مسار منحن فإنه :

- يكون حتما خاضعا لقوة (حسب مبدأ العطالة).
- يكون شعاع السرعة خلال الحركة مماسي للمسار في الموضع المعتبر.
- يكون لشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ و شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ دوما نفس الحامل و نفس الجهة و يتجهان نحو تقعر المسار .

2ـ حركة القذيفة

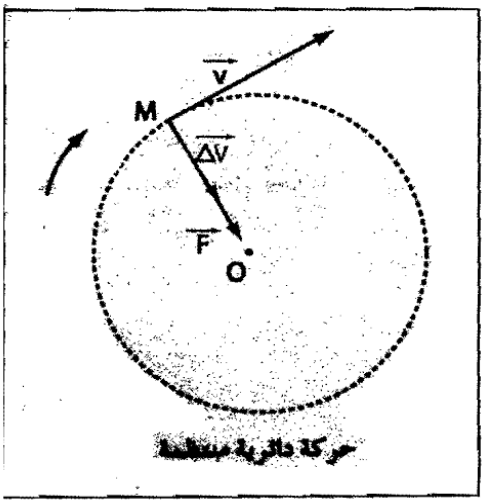


حركة قذيفة

إذا قذف جسم بسرعة ابتدائية $\overrightarrow{V}$ تصنع زاوية α مع الأفق فإن :

- لشعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ قيمة ثابتة خلال الحركة و يتجه نحو مركز الأرض .
- الجسم يخضع لقوة تأثير الأرض عليه و هي قوة ثابتة القيمة ، الجهة و المنحى .
- سرعة الجسم وفق المحور الأفقي OX ثابتة أي حركة منتظمة .
- سرعة الجسم وفق المحور الشاقولي OY متغيرة بانتظام .
- " **مدى القذف** " يتعلق بالشروط الإبتدائية .

3ـ في الحركة الدائرية المنتظمة



حركة دائرية منتظمة

- يكون مسار الحركة دائريا و شعاع سرعة المتحرك ثابت القيمة و متغير المنحى .
- يخضع الجسم لقوة $\overrightarrow{F}$ ثابتة القيمة تتجه نحو مركز الدائرة ، نقول عن القوة في هذه الحالة أنها مركزية .
- في الحركة الدائرية المنتظمة تغير القوة $\overrightarrow{F}$ منحى شعاع السرعة $\overrightarrow{V}$ دون تغيير قيمته .
- يكون شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ منطبقا دوما مع شعاع القوة $\overrightarrow{F}$ ، يتجه نحو مركز الدائرة و له قيمة ثابتة .

تمـــاريـــن

تمرين ــ1

العبارات التالية صحيحة (ص) أم خاطئة (خ) ؟ صوبها إن كانت خاطئة.

في الحركة الدائرية المنتظمة :

العبـــارة	ص	خ	العبـــارة الصحيحة
قيمة السرعة اللحظية ثابتة			
شعاع السرعة ثابت			
شعاع تغير السرعة معدوم			
شعاع السرعة مماسي للمسار			
لا يخضع المتحرك لأي قوة			

في الحركة المنحنية

العبـــارة	ص	خ	العبـــارة الصحيحة
شعاع السرعة اللحظية مماسي للمسار			
قيمة السرعة ثابتة			
شعاع تغير السرعة وشعاع السرعة لهما نفس الحامل			
مبدأ العطالة غير محقق			

حـــل ــ 1

في الحركة الدائرية المنتظمة :

العبـــارة	ص	خ	العبـــارة الصحيحة
قيمة السرعة اللحظية ثابتة	X		
شعاع السرعة ثابت		X	شعاع السرعة ثابت قيمة و متغير المنحى
شعاع تغير السرعة معدوم		X	شعاع تغير السرعة له قيمة ثابتة ومتجه نحو مركز الدائرة
شعاع السرعة مماسي للمسار	X		
لا يخضع المتحرك لأي قوة		X	يخضع المتحرك لقوة ثابتة القيمة متجهة نحو مركز الدائرة

في الحركة المنحنية

العبـــارة	ص	خ	العبـــارة الصحيحة
شعاع السرعة اللحظية مماسي للمسار	X		
قيمة السرعة ثابتة		X	قيمة السرعة متغيرة ما عدا في الحركة الدائرية
شعاع تغير السرعة و شعاع السرعة لهما نفس الحامل		X	شعاع تغير السرعة و شعاع السرعة يصنعان زاوية منفرجة أو حادة.
مبدأ العطالة غير محقق		X	مبدأ العطالة محقق في المعالم العطالية.

التمرين ــ2

أوجد الجواب الصحيح

ــ في الحركة الدائرية المنتظمة تكون المسافات المقطوعة خلال مجالات زمنية متساوية :

❶متزايدة ❷ متناقصة ❸ متساوية

ــ في الحركة الدائرية المنتظمة يكون شعاع القوة :

❶ مماسي للمسار ❷ يتجه نحو مركز الدائري ❸ معدوم

ــ في الحركة المنحنية إذا كانت قيمة السرعة ثابتة تكون قيمة شعاع تغير السرعة :

❶ ثابتة ❷ غير ثابتة ❸ معدومة

الحـل ــ 2

ــ في الحركة الدائرية المنتظمة تكون المسافات المقطوعة خلال مجالات زمنية متساوية : ❸ متساوية

ــ في الحركة الدائرية المنتظمة يكون شعاع القوة : ❷ يتجه نحو مركز الدائرة

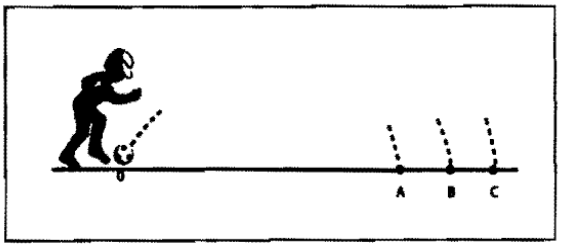
ــ في الحركة المنحنية إذا كانت قيمة السرعة ثابتة تكون قيمة شعاع تغير السرعة : ❶ ثابتة

التمرين ــ3

قذف لاعب 3 كرات متماثلة من نفس الموضع و بنفس المنحى ، بإعطائها ثلاث سرعات ابتدائية مختلفة القيمة .

$V_1 = 0{,}8$ m/s , $V_3 = 0{,}5$ m/s , $V_2 = 1{,}2$ m/s .

أربط كل سرعة بمداها.



الحـل ــ 3

كلما كانت السرعة الإبتدائية كبيرة كلما كان المدى كبير.

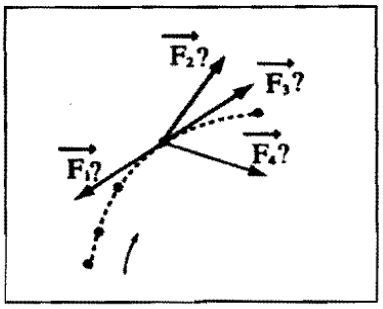
A : توافق $V_3 = 0{,}5$ m/s , B : توافق $V_1 = 0{,}8$ m/s

C : توافق $V_2 = 1{,}2$ m/s

التمرين ــ4

يمثل الشكل المقابل تسجيلا لحركة منحنية لنقطة متحركة .

تخضع هذه النقطة خلال حركتها لقوة واحدة ، أي تمثيل صحيح ؟ علل.



الحـل ــ 4

في الحركات المنحنية يكون لشعاع القوة $\vec{F}$ جهة نحو تقعر المسار.

إذن التمثيل الصحيح هو $\vec{F_4}$.

التمرين ــ5

يمثل الشكل المقابل الأوضاع المتتالية لجسم يتحرك وفق مسار منحن ،

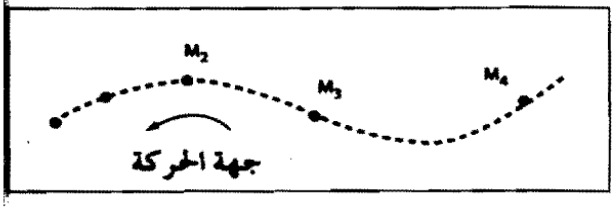
إذا كانت سرعته اللحظية في المواضع M_2 ، M_3 ، M_4 ،

هي على التوالي: $V_2 = 15$ m/s ، $V_3 = 20$ m/s ، $V_4 = 25$ m/s .

ــ ارسم أشعة سرعة المتحرك عندما كان يشغل هذه المواضع ،

باستعمال سلم تمثيل السرعات التالي : 1 cm → 5 m/s

مثل بسهم و بصفة كيفية القوة المطبقة على المتحرك في هذه المواضع.



الحـل ــ 5

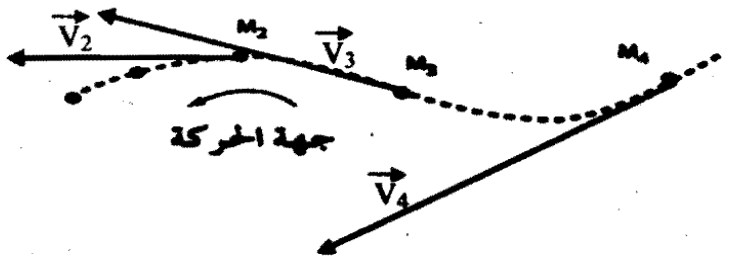
تمثيل أشعة السرعة :

- نرسم أشعة السرعة $\vec{V_2}$ ، $\vec{V_3}$ و $\vec{V_4}$ باختيار السلم التالي : 1 cm → 5 m/s .

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 5\text{ m/s} \\ V_2\text{ cm} \rightarrow 15\text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow V_2 = (15 \times 1)/5 = 3\text{ cm}.$$

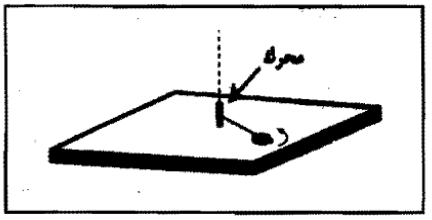
$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 5\text{ m/s} \\ V_3\text{ cm} \rightarrow 20\text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow V_3 = (20 \times 1)/5 = 4\text{ cm}.$$

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 5\text{ m/s} \\ V_4\text{ cm} \rightarrow 25\text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow V_4 = (25 \times 1)/5 = 5\text{ cm}.$$

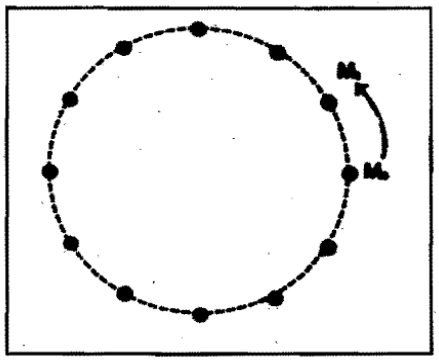


ـرين ــ 6

ـر محرك صغير جسما اصطوانيا الشكل بواسطة خيط غير قابل للإمتطاط على طاولة أفقية ملساء .
ـ حالة الحركة يكون الخيط مشدودا .
ـل الشكل المرافق التصوير المتعاقب لحركة الجسم حيث أخذت الصور
ـ مجالات زمنية متساوية $\tau = 0,1\ s$ و مثلت بسلم المسافات : $1\ cm \rightarrow 10\ cm$
ـ انقل على ورق شفاف أوضاع مركز الجسم المتحرك مع اكمال ترقيم المواضع.
ـ قارن المسافات المتتالية المقطوعة من طرف المتحرك ، ماذا تستنتج ؟ علل.
ـ ما طبيعة الحركة ؟

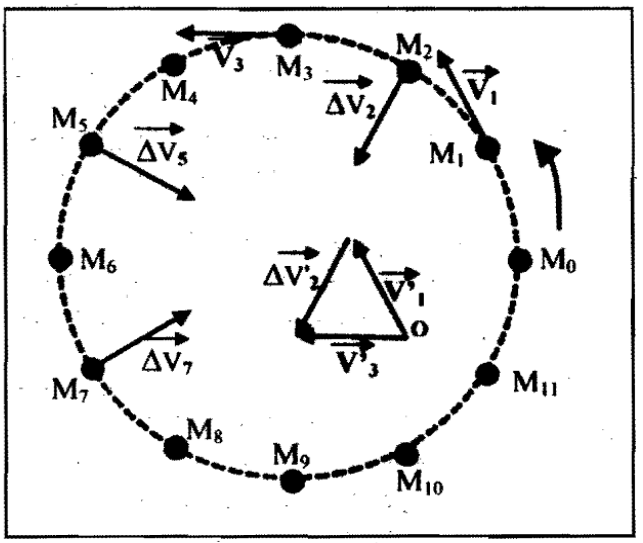


ـ احسب السرعة اللحظية في الموضعين M_1 و M_3 .
ـ مثل أشعة السرعة اللحظية في الموضعين باستعمال سلم مناسب .
ـ استنتج شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ و ارسمه في الموضع M_2 .
ـ باتباع نفس الخطوات ، حدد شعاعي تغير السرعة في الموضعين M_6 و M_{10} مثلهما .
ـ ماذا تستنتج عن شعاع تغير السرعة خلال الحركة ؟
ـ ماذا تستنتج عن القوة المطبقة على الجسم ؟ علل .
ـ هل مبدأ العطالة محقق ؟



ـل ــ 6

ـ لإكمال الترقيم (انظر الشكل).
ـ المسافات المتتالية المقطوعة من طرف المتحرك حسب الشكل
ـاسها نجدها كلها متساوية فنستنتج أن قيمة السرعة اللحظية ثابتة



ـ طبيعة الحركة : الحركة دائرية منتظمة.
ـ حساب السرعة اللحظية في الموضعين M_1 و M_3.
ـرعة اللحظية نفس القيمة في M_1 و M_3 لأن الحركة منتظمة .
ـاب السرعة اللحظية في الموضع M_1 :
ـ نقيس طول الوتر M_0M_2 على الوثيقة فنجده : $M_0M_2 = 2,8\ cm$
ـ باستعمال سلم المسافات : $1\ cm \rightarrow 10\ cm$.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 10\ cm \\ 2,8\ cm \rightarrow x\ m \end{array}\right\} \Rightarrow x = (10 \times 2,8)/1 = 28\ cm$$

ـد $0,28\ m$ في الحقيقة .

ـ نحسب السرعة V_1 في الموضع M_1 الموافق للنقطة M_1
ـ حساب V_1 : $V_1 = M_0M_2 / 2\tau = 0,28 / 0,2 = 1,4\ m/s$
ـن في كل المواضع تكون قيمة السرعة هي $1,4\ m/s$.
ـ تمثيل أشعة السرعة :
ـ نرسم شعاع السرعة $\vec{V}_1$ باختيار السلم التالي : $1\ cm \rightarrow 1\ m/s$

$$\left.\begin{array}{l} 1\ cm \rightarrow 1\ m/s \\ x\ cm \rightarrow 1,4\ m/s \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,4 \times 1)/1 = 1,4\ cm .$$

إذن : طول $\vec{V_1}$ على الرسم هو : 1,4 cm . إذن في الموضع M_1 نرسم سهم طوله 1,4 cm مماسي للمسار عند M_1.
بنفس الطريقة يمكن الحصول على أشعة السرعة في كل المواضع لأنها كلها متساوية .

6ـ استنتاج شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ و رسمه في الموضع M_2 .

لتحديد شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الموضع M_2 ، نتبع الخطوات التالية :

- نعتبر الموضعين M_1 و M_3 المجاورين للموضع المعتبر M_3 و نمثل فيهما شعاعي السرعة اللحظية $\vec{V_1}$ و $\vec{V_3}$ ، على الترتيب ، باستعمال سلم تمثيل السرعة.
- نعتبر أن شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في الموضع M_3 يساوي الفرق الشعاعي بين شعاعي السرعة $\vec{V_1}$ و $\vec{V_3}$ ،

أي أن : $\vec{\Delta V_2} = \vec{V_3} - \vec{V_1}$

- نختار نقطة كيفية o خارج التسجيل .
- انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\vec{V'_1}$ مسايرا للشعاع $\vec{V_1}$
- انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\vec{V'_3}$ مسايرا للشعاع $\vec{V_3}$
- نرسم الشعاع $\vec{\Delta V'_2}$ ، بحيث تكون بدايته في نهاية $\vec{V'_1}$ و نهايته في نهاية $\vec{V'_3}$ بهذا الترتيب ، $\vec{\Delta V'_2} = \vec{V'_3} - \vec{V'_1}$
- بما أن $\vec{V'_1}$ و $\vec{V'_3}$ يسايران $\vec{V_1}$ و $\vec{V_3}$ على الترتيب ، فإن $\vec{\Delta V'_2}$ يساير $\vec{\Delta V_2}$.
- و في الأخير، نرسم في الموضع M_2 الشعاع $\vec{\Delta V_2}$ المساير للشعاع $\vec{\Delta V'_2}$.

ـ نرسم شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V'_2}$ باتباع الطريقة المذكورة سابقا ثم نقيس طوله بالمسطرة على الرسم فنجد 1,4 cm .

ـ نرسم شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V_2}$ مسايرا لـ $\vec{\Delta V'_2}$. و باعتماد سلم السرعات السابق : 1 cm $\rightarrow$ 1 m/s
نستنتج قيمة ΔV_2 : $\Delta V_2 = 1,4$ m/s.

7ـ بنفس الطريقة يمكن الحصول على أشعة تغير السرعة في كل المواضع فنجدها كلها متساوية و جهتها نحو مركز الدائرة.

8ـ نستنتج عن شعاع تغير السرعة خلال الحركة أنه ثابت في القيمة و منحاه متغير أي يتجه نحو مركز الدائرة.

9ـ نستنتج عن القوة المطبقة على الجسم أنها ثابتة في القيمة و منحاها متغير أي يتجه نحو مركز الدائرة و هذا لأن خصائص شعاع القوة هي نفسها خصائص شعاع تغير السرعة.

10ـ مبدأ العطالة محقق . بوجود قوة لاحظنا أن الحركة ليست مستقيمة منتظمة.

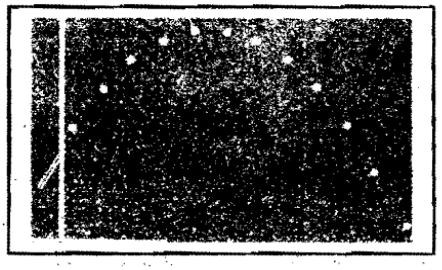
ملاحظة هامة : قمنا بتكبير الشكل المعطى في التمرين للحصول على بيانات أوضح و لهذا لا نحصل على نفس النتائج في حالة أخذ الشكل الأصلي المعطى في نص التمرين.

التمرين ـ7

يبين الشكل المقابل الأوضاع المتتالية لكرية مقذوفة من طرف مدفع صغير.

ـ ما أثر قوة جذب الأرض على سرعة الكرية ؟

- **في مرحلة الصعود ؟ علل.**
- **في مرحلة النزول ؟ علل.**



الحـل ـ 7

أثر قوة جذب الأرض على سرعة الكرية يكون حسب الزاوية α بين شعاعيهما هو:

ـ في مرحلة الصعود : α منفرجة : تغير منحى شعاع السرعة مع تناقص طويلته .

ـ في مرحلة النزول : α حادة : تغير منحى شعاع السرعة مع تزايد طويلته .

تمرين ــ 8

ربطنا جسما صغيرا بخيط غير قابل للإمتطاط إلى نقطة ثابتة من طاولة أفقية ملساء ثم قذفناه من الموضع M_0 حيث كان الخيط ممدودا خلال الحركة و فجأة انقطع الخيط .

مثل الشكل المقابل تسجيل هذه الحركة.

ــ ما طبيعة الحركة ؟

ــ مثل أشعة السرعة اللحظية في المواضع M_2 ، M_4 ، M_6 ،

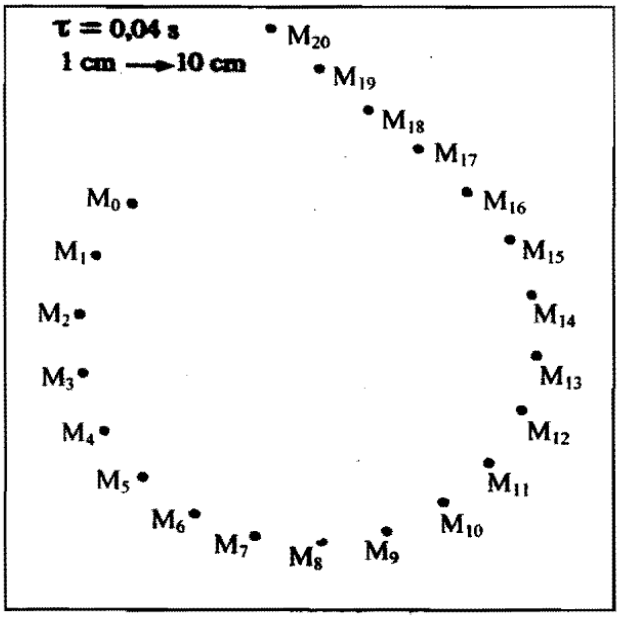
ــ مثل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضعين M_3 و M_5 .

ــ مثل اشعة السرعة في الموضعين M_{17} و M_{19} ، ما طبيعة الحركة ؟

ــ ماذا يصبح شعاع تغير السرعة بعد انقطاع الخيط ؟ ناقش.

ــ هل يخضع الجسم لقوة في هذه المرحلة ؟ علل.

ــ في أي لحظة زمنية انقطع الخيط ؟ (اعتبر مبدأ الأزمنة اللحظة الموافقة للموضع M_0).



حل ــ 8

ــ طبيعة الحركة :

المسافات المتتالية المقطوعة من طرف المتحرك من M_0 إلى M_{18} حسب الشكل بقياسها بالمسطرة نجدها كلها متساوية و تشكل مسار دائري نستنتج أن قيمة السرعة اللحظية ثابتة . الحركة دائرية منتظمة .

ــ تمثيل أشعة السرعة اللحظية في المواضع M_2 ، M_4 ، M_6 :

حساب السرعة اللحظية في المواضع M_2 ، M_4 ، M_6

السرعة اللحظية نفس القيمة في M_2 ، M_4 ، M_6 لأن الحركة منتظمة

حساب السرعة اللحظية مثلا في الموضع M_2 :

نقيس طول الوتر M_1M_3 على الوثيقة فنجده : $M_1M_3 = 1,5$ cm

باستعمال سلم المسافات : 1 cm $\rightarrow$ 10 cm .

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ cm} \\ 1,5 \text{ cm} \rightarrow x \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (10 \times 1,5)/1 = 15 \text{ cm}$$

بعد $0,15$ m في الحقيقة .

نحسب السرعة V_2 في الموضع M_2 الموافق للنقطة M_2

ــ حساب V_2 : $V_2 = M_1M_3 / 2\tau = 0,15 / 0,08 = 1,87$ m/s

إذن في كل المواضع تكون قيمة السرعة هي $1,87$ m/s .

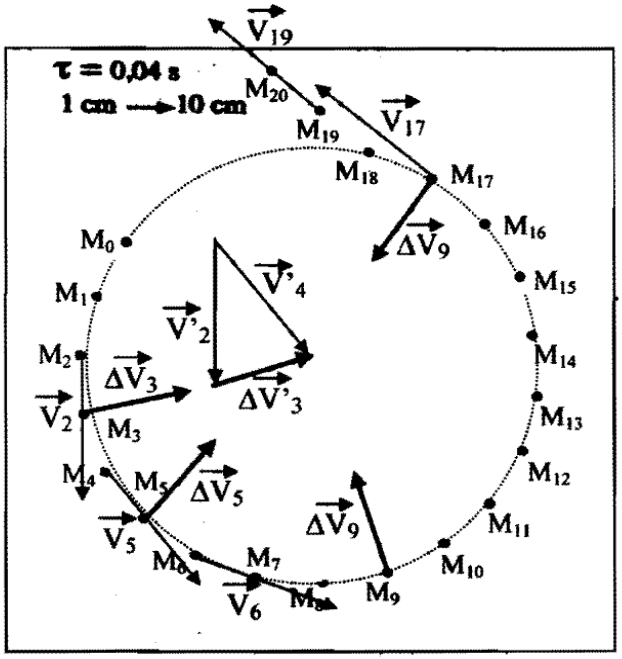
تمثيل أشعة السرعة :

نرسم شعاع السرعة $\overrightarrow{V_2}$ باختيار السلم التالي : 1 cm $\rightarrow 1$ m/s.

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ m/s} \\ x \text{ cm} \rightarrow 1,87 \text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,5 \times 1)/1 = 1,87 \text{ cm} .$$

إذن : طول $\overrightarrow{V_2}$ على الرسم هو : $1,87$ cm . إذن في الموضع M_2 نرسم سهم طوله $1,87$ cm مماسي للمسار عند M_2.

هذه الطريقة يمكن الحصول على أشعة السرعة في كل المواضع لأنها كلها متساوية .



3ــ تمثيل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضعين M_3 و M_5 .

تمثيل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضع M_3 :

نختار نقطة كيفية o خارج التسجيل.

ــ انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_4}$ مسايرا للشعاع $\overrightarrow{V_4}$

ــ انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_2}$ مسايرا للشعاع $\overrightarrow{V_2}$

ــ نرسم الشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_3}$ ، بحيث تكون بدايته في نهاية $\overrightarrow{V'_2}$

و نهايته في نهاية $\vec{V'_4}$ بهذا الترتيب ، $\vec{\Delta V'_3} = \vec{V'_4} - \vec{V'_2}$

ـ بما أن $\vec{V'_2}$ و $\vec{V'_4}$ يسايران $\vec{V_2}$ و $\vec{V_4}$ على الترتيب ، فإن $\vec{\Delta V'_3}$ يساير $\vec{\Delta V_3}$.

ـ نرسم شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V'_3}$ باتباع الطريقة المذكورة سابقا ثم نقيس طوله بالمسطرة على الرسم فنجد 1,4 cm .

ـ نرسم شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V_3}$ مسايرا لـ $\vec{\Delta V'_3}$ و باعتماد سلم السرعات السابق : 1 cm → 1 m/s

نستنتج قيمة ΔV_3 : $\Delta V_3 = 1,4$ m/s .

ـ بنفس الطريقة يمكن الحصول على أشعة تغير السرعة في المواضع من M_0 إلى M_{18} فنجدها كلها متساوية و جهتها نحو مركز الدائرة . نستنتج عن شعاع تغير السرعة خلال الحركة أنه ثابت في القيمة و منحاه متغير أي يتجه نحو مركز الدائرة.

4ـ تمثيل أشعة السرعة في الموضعين M_{17} و M_{19} ، طبيعة الحركة :

ـ تمثيل شعاع السرعة في الموضع M_{17}

لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_{17} : نتبع نفس طريقة حساب شعاع السرعة في الموضع M_2

إذن : طول $\vec{V_{17}}$ على الرسم هو : 1,87 cm . إذن في الموضع M_{17} نرسم سهم طوله 1,87 cm مماسي للمسار عند M_{17} .

ـ تمثيل شعاع السرعة في الموضع M_{19} :

من M_{18} إلى M_{20} يكون المسار مستقيم و منه لحساب السرعة اللحظية في الموضع M_{19} : نتبع نفس طريقة حساب شعاع السرعة في الحركات المستقيمة :

ـ بما أن الحركة مستقيمة يكون المماس محمولا على المسار .

ـ نقيس طول القطعة $M_{18}M_{20}$ على الوثيقة فنجده : $M_{18}M_{20} = 1,5$ cm

و باستعمال سلم المسافات : 1 cm → 10 cm .

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 10\text{ cm} \\ 1,5\text{ cm} \rightarrow x\text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (10 \times 1,5)/1 = 15\text{ cm}.$$

نجد 0,15 m في الحقيقة .

ـ نحسب السرعة V_{19} في الموضع M_{19} الموافق للنقطة M_{19}

حساب V_{19} : $V_{19} = M_{18}M_{20} / 2\tau = 0,15 / 0,08 = 1,87$ m/s

ـ نختار سلما لتمثيل السرعات و ليكن مثلا : (1 cm على الوثيقة تمثل 1 m/s في الحقيقة)

ـ نمثل السرعة اللحظية بسهم منطبق على المسار، مبدأه الموضع M_{19} ، جهته في جهة الحركة وطوله يكون :

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 1\text{ m/s} \\ x\text{ cm} \rightarrow 1,87\text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1,87 \times 1)/1 = 1,87\text{ cm}.$$

طبيعة الحركة : المسار مستقيم والسرعة ثابتة أي تساوي نفس القيمة في الحركة الدائرية المنتظمة التي قبلها و منه نقول عن الحركة أنها مستقيمة منتظمة .

5ـ ماذا يصبح شعاع تغير السرعة بعد انقطاع الخيط ؟ ناقش .

بعد انقطاع الخيط تنعدم القوة المؤثرة على الجسم و حسب مبدأ العطالة ، الجسم يواصل حركته بحركة مستقيمة منتظمة .

و منه يصبح شعاع تغير السرعة كذلك معدوم لأنه له نفس خصائص شعاع القوة .

6ـ لا يخضع الجسم لقوة في هذه المرحلة لأننا نلاحظ مسار مستقيم و مواضع متتالية متساوية وعلما أنها قطعت في أزمنة متساوية فالحركة مستقيمة منتظمة أي السرعة ثابتة و منه شعاع تغير السرعة معدوم و منه القوة المؤثرة معدومة .

7ـ اللحظة الزمنية لإنقطاع الخيط : (نعتبر مبدأ الأزمنة اللحظة الموافقة للموضع M_0) .

عند الموضع M_0 تكون اللحظة الزمنية $t = 0$ و عندما ينتقل الجسم من موضع إلى آخر تزداد هذه اللحظة بـ $\tau = 0,04$ s و إلى أن ينقطع الخيط يكون عدد المواضع هو : 18، باعتبار لحظة انقطاع الخيط هي في الموضع M_{18} حسب الشكل الجديد الذي قدم في هذا الكتاب (**سلسلة هيـاج**) و هي اللحظة التي بعدها يصبح المسار مستقيم .(ابتداءا من M_{18} يصبح المسار مستقيم) .

و منه تصبح اللحظة الزمنية لإنقطاع الخيط هي : $t = 18 . \tau = 18 . 0,04 = 0,72$ s.

تمرين ــ 9

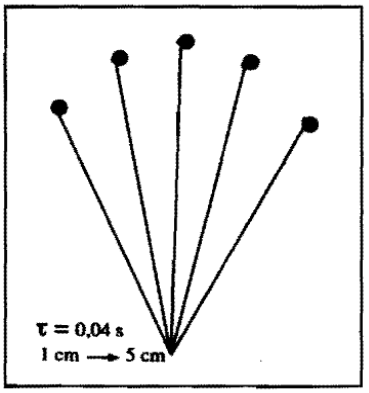
حركة جسم مربوط بخيط مطاطي مسجلة في الشكل المقابل .

ــ انقل على ورق شفاف مواضع المتحرك .

ــ هل حركة هذا الجسم منتظمة ؟ علل .

ــ مثل في الموضع M_2 شعاع تغير السرعة .

ــ مثل بصفة كيفية شعاع القوة في هذا الموضع .



حل ــ 9

ــ نقل على ورق شفاف مواضع المتحرك :

ــ حركة هذا الجسم ليست منتظمة لأن المسافات المتتالية بين موضعين متجاورين و المقطوعة في مجالات زمنية متساوية ليست متساوية

ومنه تكون السرعة اللحظية متغيرة قيمة و جهة .

ــ تمثيل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضع M_2 .

لتحديد شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضع M_2 ، نتبع الخطوات التالية :

نعتبر الموضعين M_1 و M_3 المجاورين للموضع المعتبر M_2 و نمثل فيهما شعاعي السرعة اللحظية $\overrightarrow{V_1}$ و $\overrightarrow{V_3}$ ، **على** الترتيب ، باستعمال سلم تمثيل السرعة .

ــ حساب السرعة اللحظية في الموضعين M_1 و M_3 .

ــ حساب السرعة اللحظية في الموضع M_1 :

نقيس طول الوتر M_0M_2 على الوثيقة فنجده : $M_0M_2 = 1,8$ cm

باستعمال سلم المسافات : 1 cm $\rightarrow 5$ cm .

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ cm} \\ 1,8 \text{ cm} \rightarrow X \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (5 \times 1,8)/1 = 9 \text{ cm}$$

ــ $0,09$ m في الحقيقة .

نحسب السرعة V_1 في الموضع M_1 الموافق للنقطة M_1

ــ حساب V_1 : $V_1 = M_0M_2 / 2\tau = 0,09 / 0,08 = 1,12$ m/s

تمثيل شعاع السرعة V_1 :

نرسم شعاع السرعة $\overrightarrow{V_1}$ باختيار السلم التالي : 1 cm $\rightarrow 1$ m/s.

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ m/s} \\ X \text{ cm} \rightarrow 1,12 \text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (1,12 \times 1)/1 = 1,12 \text{ cm}$$

ــ : طول $\overrightarrow{V_1}$ على الرسم هو : $1,12$ cm . إذن في الموضع M_1 نرسم سهم طوله $1,12$ cm مماسي للمسار عند M_1 .

ــ حساب السرعة اللحظية في الموضع M_3 :

نقيس طول الوتر M_2M_4 على الوثيقة فنجده : $M_2M_4 = 1,9$ cm

باستعمال سلم المسافات : 1 cm $\rightarrow 5$ cm .

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 5 \text{ cm} \\ 1,9 \text{ cm} \rightarrow X \text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (5 \times 1,9)/1 = 9,5 \text{ cm}$$

ــ $0,095$ m في الحقيقة .

نحسب السرعة V_3 في الموضع M_3 الموافق للنقطة M_3

ــ حساب V_3 : $V_3 = M_2M_4 / 2\tau = 0,095 / 0,08 = 1,18$ m/s

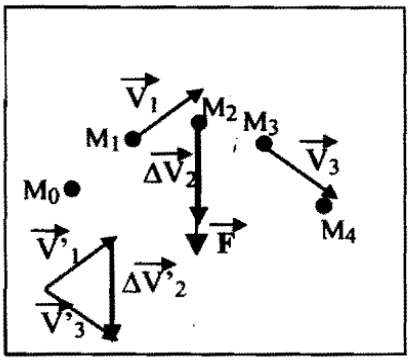
تمثيل شعاع السرعة $\overrightarrow{V_3}$:

نرسم شعاع السرعة $\overrightarrow{V_3}$ باختيار السلم التالي : 1 cm $\rightarrow 1$ m/s.

$$\left.\begin{array}{l} 1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ m/s} \\ X \text{ cm} \rightarrow 1,18 \text{ m/s} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (1,18 \times 1)/1 = 1,18 \text{ cm}$$

ــ : طول $\overrightarrow{V_3}$ على الرسم هو : $1,18$ cm . إذن في الموضع M_3 نرسم سهم طوله $1,18$ cm مماسي للمسار عند M_3 .

نعتبر أن شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V_2}$ في الموضع M_2 يساوي الفرق الشعاعي بين شعاعي السرعة $\overrightarrow{V_1}$ و $\overrightarrow{V_3}$ ،



أي أن : $\overrightarrow{\Delta V_2} = \overrightarrow{V_3} - \overrightarrow{V_1}$

- نختار نقطة كيفية o خارج التسجيل .
- انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_1}$ مسايرا للشعاع $\overrightarrow{V_1}$
- انطلاقا من هذه النقطة o نرسم شعاعا $\overrightarrow{V'_3}$ مسايرا للشعاع $\overrightarrow{V_3}$
- نرسم الشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_2}$ ، بحيث تكون بدايته في نهاية $\overrightarrow{V'_1}$

و نهايته في نهاية $\overrightarrow{V'_3}$ بهذا الترتيب ، $\overrightarrow{\Delta V'_2} = \overrightarrow{V'_3} - \overrightarrow{V'_1}$

- بما أن $\overrightarrow{V'_1}$ و $\overrightarrow{V'_3}$ يسايران $\overrightarrow{V_1}$ و $\overrightarrow{V_3}$ على الترتيب ، فإن $\overrightarrow{\Delta V'_2}$ يساير $\overrightarrow{\Delta V_2}$.
- و في الأخير، نرسم في الموضع M_2 الشعاع $\overrightarrow{\Delta V_2}$ المساير للشعاع $\overrightarrow{\Delta V'_2}$.

ــ نرسم شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V'_2}$ باتباع الطريقة المذكورة سابقا ثم نقيس طوله بالمسطرة على الرسم فنجد 1,35 cm .

ــ نرسم شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V_2}$ مسايرا لـ $\overrightarrow{\Delta V'_2}$. و باعتماد سلم السرعات السابق : 1 cm $\rightarrow$ 1 m/s

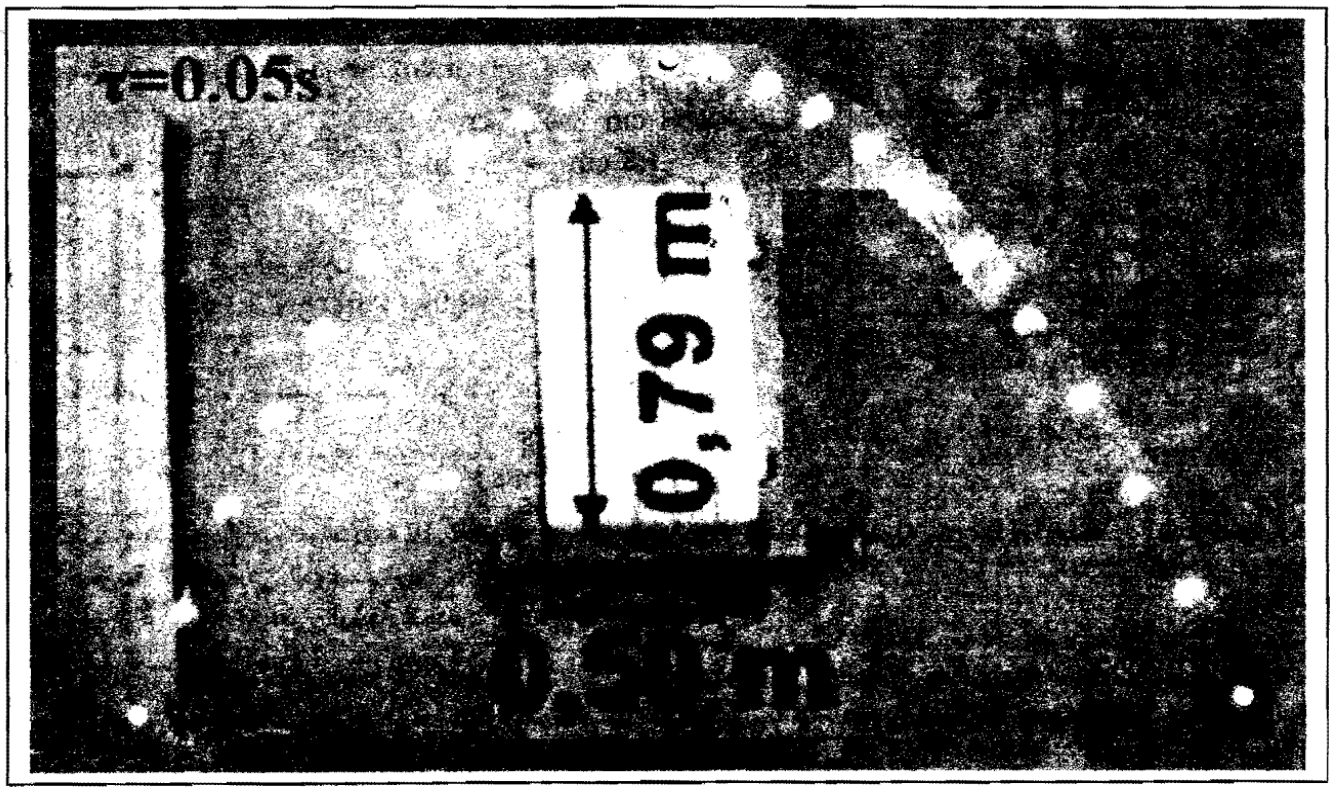
نستنتج قيمة ΔV_2 : $\Delta V_2 = 1{,}35$ m/s .

4ــ تمثيل بصفة كيفية شعاع القوة في هذا الموضع .

شعاع القوة في هذا الموضع له نفس خصائص شعاع تغير السرعة أي نفس الحامل و نفس الجهة .

التمرين ــ10

أعطى التصوير المتعاقب لحركة كرة صغيرة (التنس) المواضع الممثلة في الشكل الآتي :



أ) الدراسة الشعاعية :

1ــ انقل على ورق شفاف مواضع الكرة ورقمها ابتداء من M_0.

2ــ ماذا يمكنك أن تقول عن سرعة الكرة في مرحلة الصعود و في مرحلة النزول ؟ علل إجابتك.

3ــ احسب قيمة شعاع السرعة اللحظية في المواضع : M_1 , M_3 , M_5, M_7, M_{15}, M_{17}, M_{19}, M_{21}
ثم مثل أشعتها باختيار سلم مناسب .

4ــ استنتج بيانيا شعاع تغير السرعة ΔV في المواضع M_2 , M_6 , M_{16} , M_{20} ماذا تستنتج ؟

5ــ ماذا يمكنك أن تستنتجه بالنسبة للقوة المطبقة على الكرة ؟ مثلها كيفيا بشعاع في المواضع السابقة.

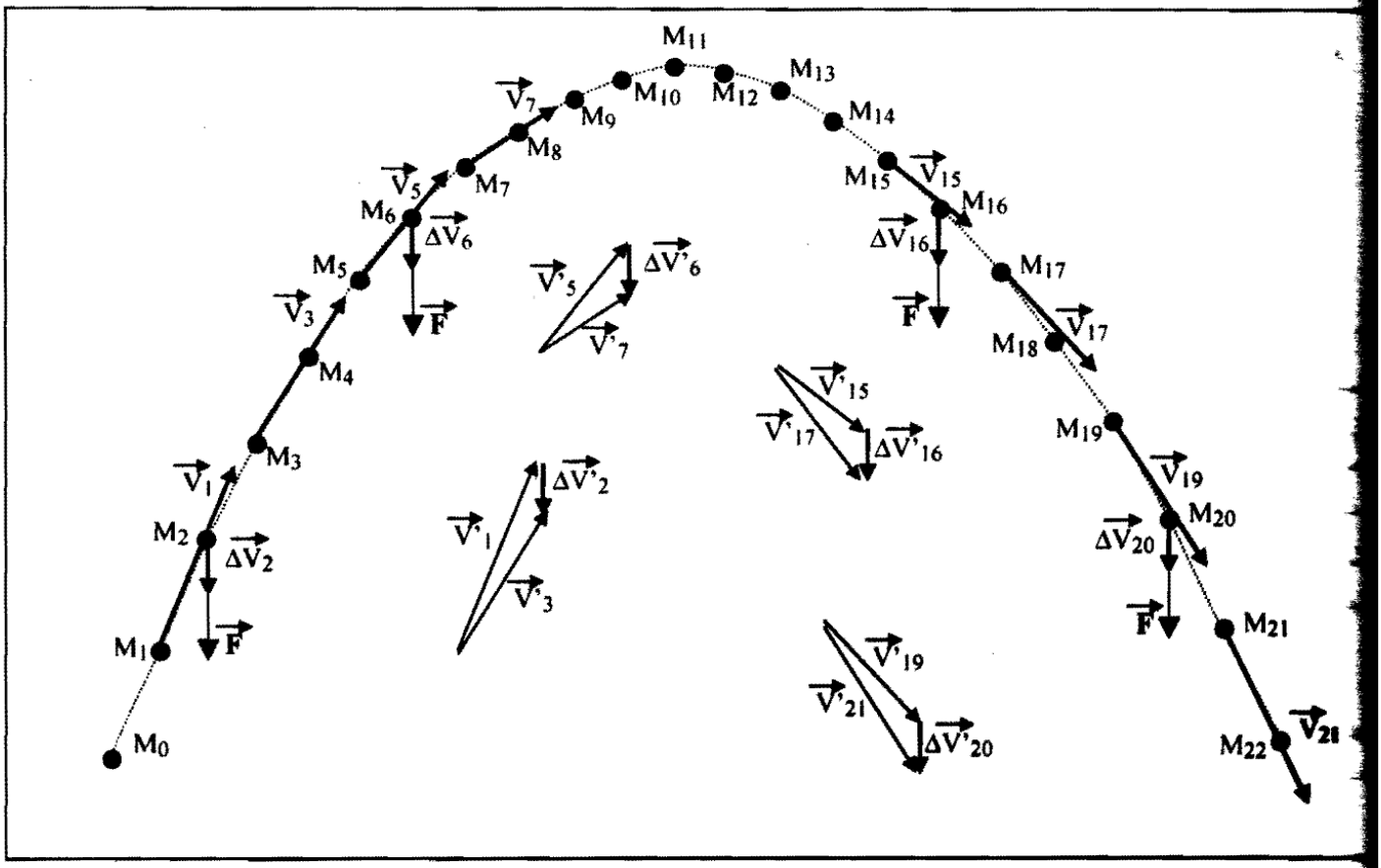
6ــ ما هو مصدر هذه القوة ؟ علل.

ب) الدراسة البيانية (دراسة الحركة وفق المحورين OX و OY)

ـقل مرة ثانية مواضع مركز الكرة على ورق شفاف ، ثم ارفق الرسم بمعلم متعامد ومتجانس (o , x , y)
ـتر المبدأ o منطبقا مع M_0 لتسهيل الدراسة.
ـرحلة الصعود :
ـسقط على المحورين كل نقاط هذه المرحلة.
ـقارن المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OX خلال المجالات الزمنية τ ، ماذا تستنتج بالنسبة لسرعة الكرية V_x.
ـب قيمتها.
ـفس السؤال بالنسبة للمسافات المقطوعة وفق المحور OY خلال المجالات الزمنية τ ،
ـستنتج بالنسبة لسرعة الكرة V_Y ؟ ماذا تصبح هذه السرعة في أعلى موضع تبلغه الكرة ؟
ـبالإعتماد على مبدأ العطالة ، ماذا تستنتج عن تأثير القوة على حركة الكرة وفق المحورين ؟
ـرحلة النزول :
ـفس الأسئلة بالنسبة لهذه المرحلة ، ماذا تستنتج ؟
ـقارن نتائج هذه الدراسة مع نتائج السقوط الحر . ماذا تستنتج ؟

ـل ــ 10

ـراسة الشعاعية :
ـقل على ورق شفاف مواضع الكرة و ترقيمها ابتداء من M_0 .



ـرحلة الصعود : سرعة الكرة قيمتها تتناقص لأن المسافات المتتالية خلال مرحلة الصعود من M_0 إلى M_{11} متناقصة .
ـحلة النزول : سرعة الكرة قيمتها تتزايد لأن المسافات المتتالية خلال مرحلة النزول من M_{11} إلى M_{22} متزايدة .
ـحساب قيمة شعاع السرعة اللحظية في المواضع : M_1 , M_3 , M_5 , M_7 , M_{15} , M_{17} , M_{19} , M_{21}
ثم تمثيل أشعتها باختيار سلم مناسب :
ـساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع M_1 , M_3 , M_5 , M_7 , M_{15} , M_{17} , M_{19} , M_{21} نستعين بطريقة تحديد
ـرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : سلم الأزمنة : $\tau = 0{,}05$ s
ـيار سلم المسافات و السرع كالتالي : 1 cm → 0,5 m ، 1 cm → 6 m/s

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_3	M_5	M_7	M_{15}	M_{17}	M_{19}	M_{21}
المجال		M_0M_2	M_2M_4	M_4M_6	M_6M_8	$M_{14}M_{16}$	$M_{16}M_{18}$	$M_{18}M_{20}$	$M_{20}M_{22}$
المسافة المقاسة x (cm)		3.1	2.7	2.2	1.7	1.7	2.2	2.7	3.1
المسافة الحقيقية d (m)		1,55	1.32	1.1	0.85	0.85	1.1	1,32	1,55
السرعة V		V_1	V_3	V_5	V_7	V_{15}	V_{17}	V_{19}	V_{21}
السرعة V (m/s)		15.5	13.2	11	8.5	8.5	11	13.2	15,5
طول الشعاع V على الشكل		2,58	2.20	1.83	1.41	1.41	1,83	2.20	2,58

4ــ استنتاج بيانيا قيم شعاع تغير السرعة ΔV في المواضع M_2 ، M_6 ، M_{16} ، M_{20} :

انظر الجدول : $1\ cm \rightarrow 6\ m/s$

مواضع النقاط	M_2	M_6	M_{16}	M_{20}
طول الشعاع ΔV (cm) على الشكل	0.68	0.68	0.68	0,68
قيمة تغير السرعة ΔV (m/s)	4.08	4.08	4.08	4.08

نحصل على قيم أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ بقياس طولها على الشكل . و نلاحظ في المرحلتين أن قيم أشعة تغير السرعة ΔV تقريبا متساوية ، حواملها كلها شاقولية و لها نفس الجهة و كلها تتجه نحو مركز الأرض .

5ــ نستنتج بالنسبة للقوة المطبقة على الكرة في المرحلتين أن قيمها تقريبا متساوية ، حواملها كلها شاقولية و لها نفس الجهة كلها تتجه نحو مركز الأرض لأنها تحمل نفس خصائص شعاع تغير السرعة . .

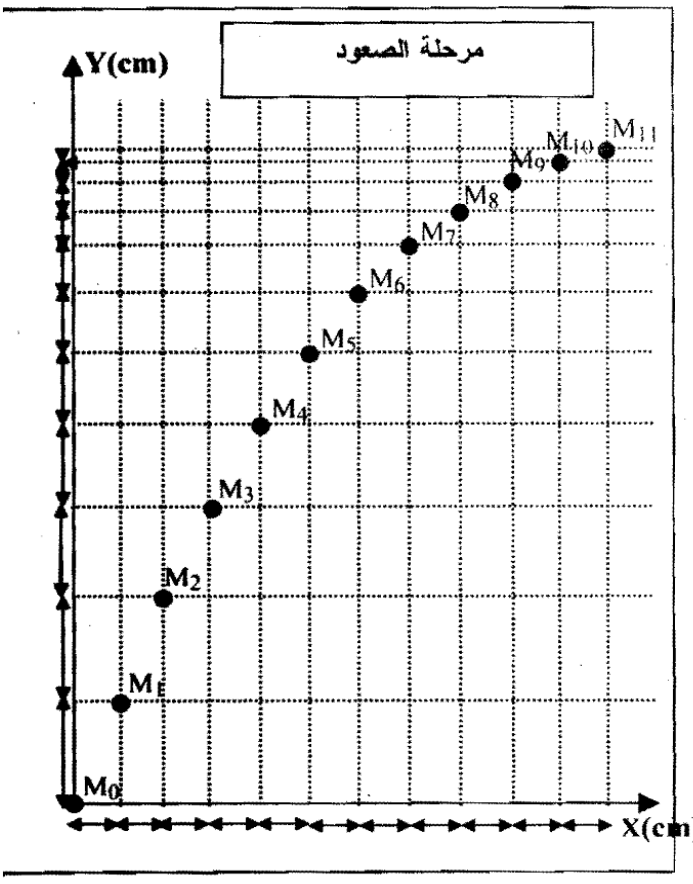
ــ تمثيلها كيفيا بشعاع في المواضع السابقة : انظر الشكل .

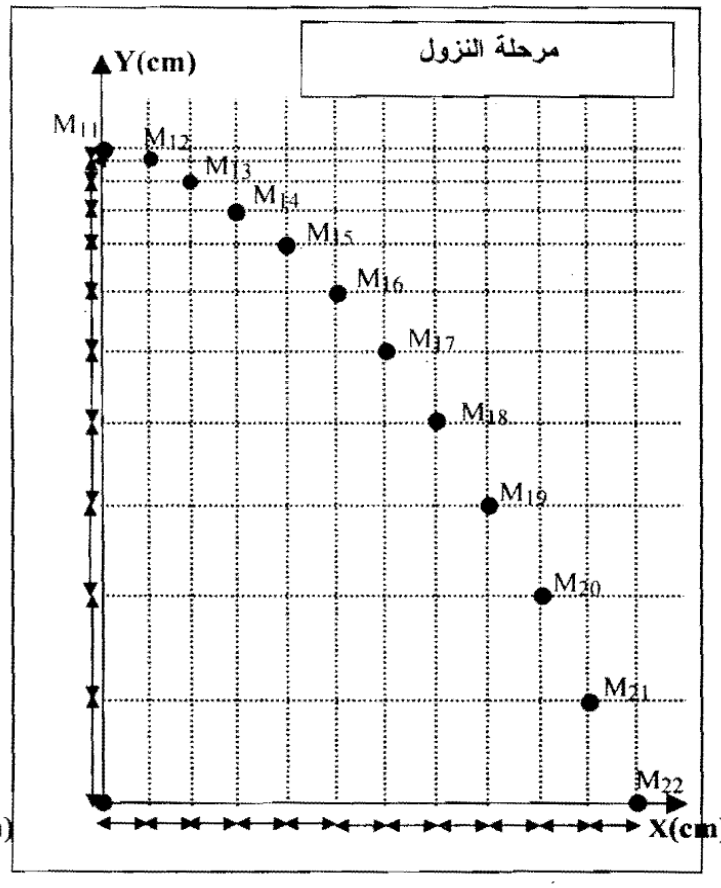
6ــ مصدر هذه القوة : القوة المطبقة على الكرية متجهة دوما نحو مركز الأرض .

نسمي هذه القوة قوة جذب الأرض للكرية ، أو قوة تاثير الأرض على الكرية ونرمز لها بالرمز $\overrightarrow{F_{T/C}}$.

ب) الدراسة البيانية

النقل مرة ثانية مواضع مركز الكرة على ورق شفاف ، ثم ارفاق الرسم بمعلم متعامد ومتجانس (o , x , y) واختيار المبدأ o منطبقا مع M_0 لتسهيل الدراسة.





نقترحا تقسيم الحركة إلى مرحلتين و دراسة كل واحدة على حدى و ارفقنا كل مرحلة بمعلم متعامد و متجانس .

المرحلة الصعود :

النقاط على المحورين كل نقاط هذه المرحلة.

مقارنة المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OX خلال المجالات الزمنية τ :

الشكل نلاحظ أن كل المسافات المتتالية وفق المحور OX متساوية .

حساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}_X$ في مرحلة الصعود أي في المواضع $M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, \ldots\ldots\ldots, M_{11}$

تعيين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : سلم الأزمنة : $\tau = 0,05\ s$

سلم المسافات : نستخرجه من الشكل حيث نقيس بالمسطرة على الوثيقة طول القطعة الموافق لـعرض النافذة أي 0,5 m

نجد : 2,6 cm . و منه : 0,5 m → 2,6 cm .

$$\left.\begin{array}{l} 2,6\ cm \rightarrow 0,50\ m \\ 1\ cm \rightarrow\ x\ m \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1 \times 0,50)/2,6 = 0,19\ m$$

سلم المسافات : 1 cm → 0,19 m .

اختيار سلم المسافات : 1 cm → 0,19 m

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	...	M_{10}	M_{11}
المجالات على المحور OX		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	...	M_9M_{11}	
المسافة المقاسة (x (cm		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	...	1,2	
المسافة الحقيقية (d (m		0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	...	0,22	
السرعة V_X		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	...	V_{10}	V_{11}
قيمة السرعة (V_X (m/s		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	...	2,2	...

نستنتج بالنسبة لسرعة الكرية V_X أنها ثابتة قيمة و جهة و قيمتها : $V_X = 2,2\ m/s$.

مقارنة المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OY خلال المجالات الزمنية τ ،

الشكل نلاحظ المسافات المتتالية وفق المحور OY ليست متساوية أي متناقصة بانتظام .

حساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}_Y$ في مرحلة الصعود أي في المواضع $M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, \ldots\ldots\ldots, M_{22}$

تعيين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : سلم الأزمنة : $\tau = 0,05\ s$

سلم المسافات : نستخرجه من الشكل حيث نقيس بالمسطرة على الوثيقة طول القطعة الموافق لـطول النافذة أي 0,79 m

نجد : 4,4 cm . و منه : 0,79 m → 4,4 cm .

$$\left.\begin{array}{l} 4,4\ cm \rightarrow 0,79\ m \\ 1\ cm \rightarrow\ x\ m \end{array}\right\} \Rightarrow x = (1 \times 0,79)/4,4 = 0,18\ m$$

سلم المسافات : 1 cm → 0,18 m .

اختيار سلم المسافات : 1 cm → 0,18 m

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	...	M_{10}	M_{11}
المجالات على المحور OY		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	...	M_9M_{11}	
المسافة المقاسة (Y (cm		2,7	2,5	2,2	2	1,7	...	0,4	
المسافة الحقيقية (d (m		0,48	0,45	0,39	0,36	0,30	...	0,07	
السرعة V_Y		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	...	V_{10}	V_{11}
قيمة السرعة (V_Y (m/s		4,8	4,5	3,9	3,6	3,0	...	0,7	**0**

نستنتج بالنسبة لسرعة الكرة V_Y أنها متناقصة بانتظام تنعدم في الموضع M_{11} .

تصبح هذه السرعة في أعلى موضع تبلغه الكرة منعدمة .

4ــ بالإعتماد على مبدأ العطالة ، نستنتج عن تأثير القوة على حركة الكرة وفق المحورين :
ــ وفق المحور OX : بما أن السرعة ثابتة فالحركة مستقيمة منتظمة و منه تأثير القوة على حركة الكرة معدوم .
ــ وفق المحور OY : بما أن السرعة متناقصة فالحركة مستقيمة متباطئة بانتظام و منه شعاع تغير السرعة غير معدوم و جهته عكس جهة الحركة . بما أن الحركة مستقيمة ليست منتظمة فتأثير القوة على حركة الكرة غير معدوم حيث توجد قوة شعاعها له نفس خصائص شعاع تغير السرعة أي عكس جهة الحركة أي نحو مركز الأرض .

• مرحلة النزول :

1ــ الإسقاط على المحورين كل نقاط هذه المرحلة .

2ــ مقارنة المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OX خلال المجالات الزمنية τ :
من الشكل نلاحظ أن كل المسافات المتتالية وفق المحور OX متساوية .
لحساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}_X$ في مرحلة النزول أي في المواضع $M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, \ldots\ldots\ldots, M_{22}$
نستعين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : سلم الأزمنة : $\tau = 0{,}05$ s
سلم المسافات : نستخرجه من الشكل حيث نقيس بالمسطرة على الوثيقة طول القطعة الموافق لعرض النافذة أي 0,5 m
فنجده : 2,6 cm . و منه : $0{,}5\text{ m} \rightarrow 2{,}6\text{ cm}$.

$$\left.\begin{array}{l} 2{,}6\text{ cm} \rightarrow 0{,}50\text{ m} \\ 1\text{ cm} \rightarrow X\text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (1 \times 0{,}50)/2{,}6 = 0{,}19\text{ m}$$

نجد سلم المسافات : $1\text{ cm} \rightarrow 0{,}19\text{ m}$.
باعتبار سلم المسافات : $1\text{ cm} \rightarrow 0{,}19\text{ m}$

مواضع النقاط	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}	M_{15}	M_{16}	...	M_{21}	M_{22}
المجالات على المحور OX		$M_{11}M_{13}$	$M_{12}M_{14}$	$M_{13}M_{15}$	$M_{14}M_{16}$	$M_{15}M_{17}$	...	$M_{20}M_{22}$	
المسافة المقاسة x (cm)		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	...	1,2	
المسافة الحقيقية d (m)		0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	...	0,22	
السرعة V_X		V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	...	V_{10}	V_{11}
قيمة السرعة V_X (m/s)		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	...	2,2	...

ــ نستنتج بالنسبة لسرعة الكرية V_X أنها ثابتة قيمة و جهة و قيمتها : $\mathbf{V_X = 2{,}2\text{ m/s}}$.

3ــ مقارنة المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور **OY** خلال المجالات الزمنية τ ،
من الشكل نلاحظ المسافات المتتالية وفق المحور OY ليست متساوية أي متزايدة بانتظام .
لحساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}_Y$ في مرحلة النزول أي في المواضع $M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{15}, \ldots\ldots\ldots, M_{22}$
نستعين بطريقة تحديد السرعة اللحظية في الحركة المنحنية المذكورة سابقا و نملأ الجدول التالي : سلم الأزمنة : $\tau = 0{,}05$ s
سلم المسافات : نستخرجه من الشكل حيث نقيس بالمسطرة على الوثيقة طول القطعة الموافق لــطول النافذة أي 0,79 m
فنجده : 4,4 cm . و منه : $0{,}79\text{ m} \rightarrow 4{,}4\text{ cm}$.

$$\left.\begin{array}{l} 4{,}4\text{ cm} \rightarrow 0{,}79\text{ m} \\ 1\text{ cm} \rightarrow X\text{ m} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (1 \times 0{,}79)/4{,}4 = 0{,}18\text{ m}$$

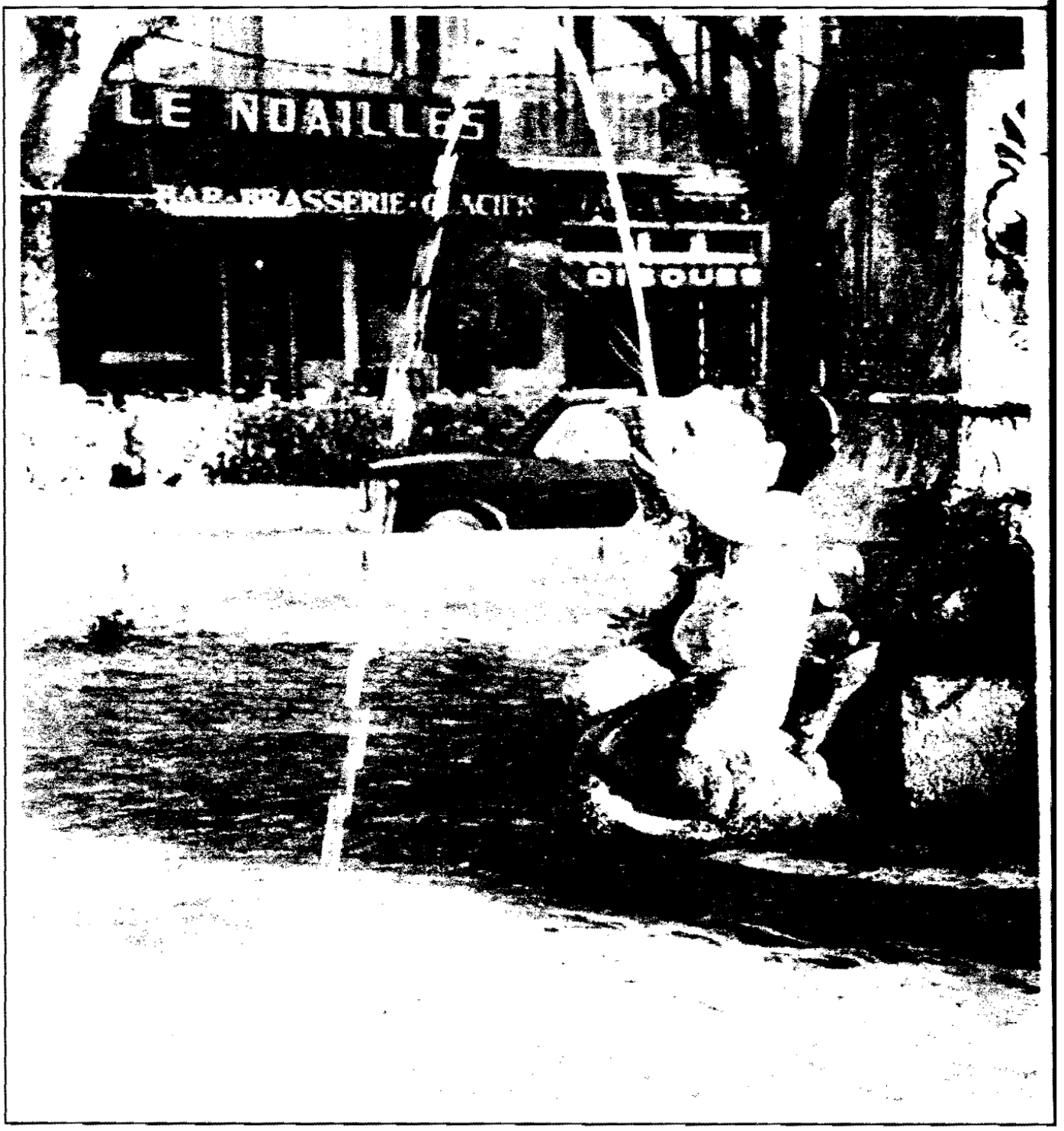
نجد سلم المسافات : $1\text{ cm} \rightarrow 0{,}18\text{ m}$
باعتبار سلم المسافات : $1\text{ cm} \rightarrow 0{,}18\text{ m}$

مواضع النقاط	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}	M_{15}	M_{16}	...	M_{21}	M_{22}
المجالات على المحور OY		$M_{11}M_{13}$	$M_{12}M_{14}$	$M_{13}M_{15}$	$M_{14}M_{16}$	$M_{15}M_{17}$	...	$M_{20}M_{22}$	
المسافة المقاسة Y (cm)		0,4	0,6	0,8	1	1,4	...	2,2	
المسافة الحقيقية d (m)		0,07	0,10	0,14	0,18	0,25	...	0,39	
السرعة V_Y		V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	...	V_{21}	V_{22}
قيمة السرعة V_Y (m/s)		0,7	1,00	1,40	1,80	2,50	...	3,90	...

ـستنتج بالنسبة لسرعة الكرة V_Y أنها متزايدة بانتظام .

ـ بالإعتماد على مبدأ العطالة ، نستنتج عن تأثير القوة على حركة الكرة وفق المحورين :
ـوفق المحور OX : بما أن السرعة ثابتة فالحركة مستقيمة منتظمة و منه تأثير القوة على حركة الكرة معدوم .
ـوفق المحور OY : بما أن السرعة متزايدة فالحركة مستقيمة متسارعة بانتظام و منه شعاع تغير السرعة غير معدوم و جهته
ـس جهة الحركة . بما أن الحركة مستقيمة ليست منتظمة فتأثير القوة على حركة الكرة غير معدوم حيث توجد قوة شعاعها له
ـس خصائص شعاع تغير السرعة أي نفس جهة الحركة أي نحو مركز الأرض .

ـ مقارنة نتائج هذه الدراسة مع نتائج حركة السقوط الحر : حركة السقوط الحر ما هي إلا حالة خاصة لحركة قذيفة بدون سرعة
ـتية إذ في هذه الحالة نحصل على حركة على المحور OY فقط فيحدث مطابقة تامة بين حركة السقوط الحر و الحركة السابقة
ـى محور OY إذ القوة المؤثرة الوحيدة هي قوة جذب الأرض للأجسام الموجهة دوما نحو مركز الأرض. حيث أن الحركة تكون
ـا متغيرة بانتظام ، متسارعة عند النزول و متباطئة عند الصعود .



التمرين ــ11

أعطى برنامج معاجلة بالإعلام اللآلي لشريط فيديو لحركة جسم الجدول التالي الذي يبين احداثيات النقطة المتحركة في معلم متعامد و متجانس واللحظات الزمنية الموافقة .

1ــ ارسم المنحنى Y بدلالة x . ماذا يمثل هذا المنحنى ؟ ما نوع هذه الحركة ؟

2ــ ارسم المنحنى x بدلالة t . ماذا يمكنك أن تستنتجه بالنسبة لسرعة المتحرك وفق المحور OX ؟

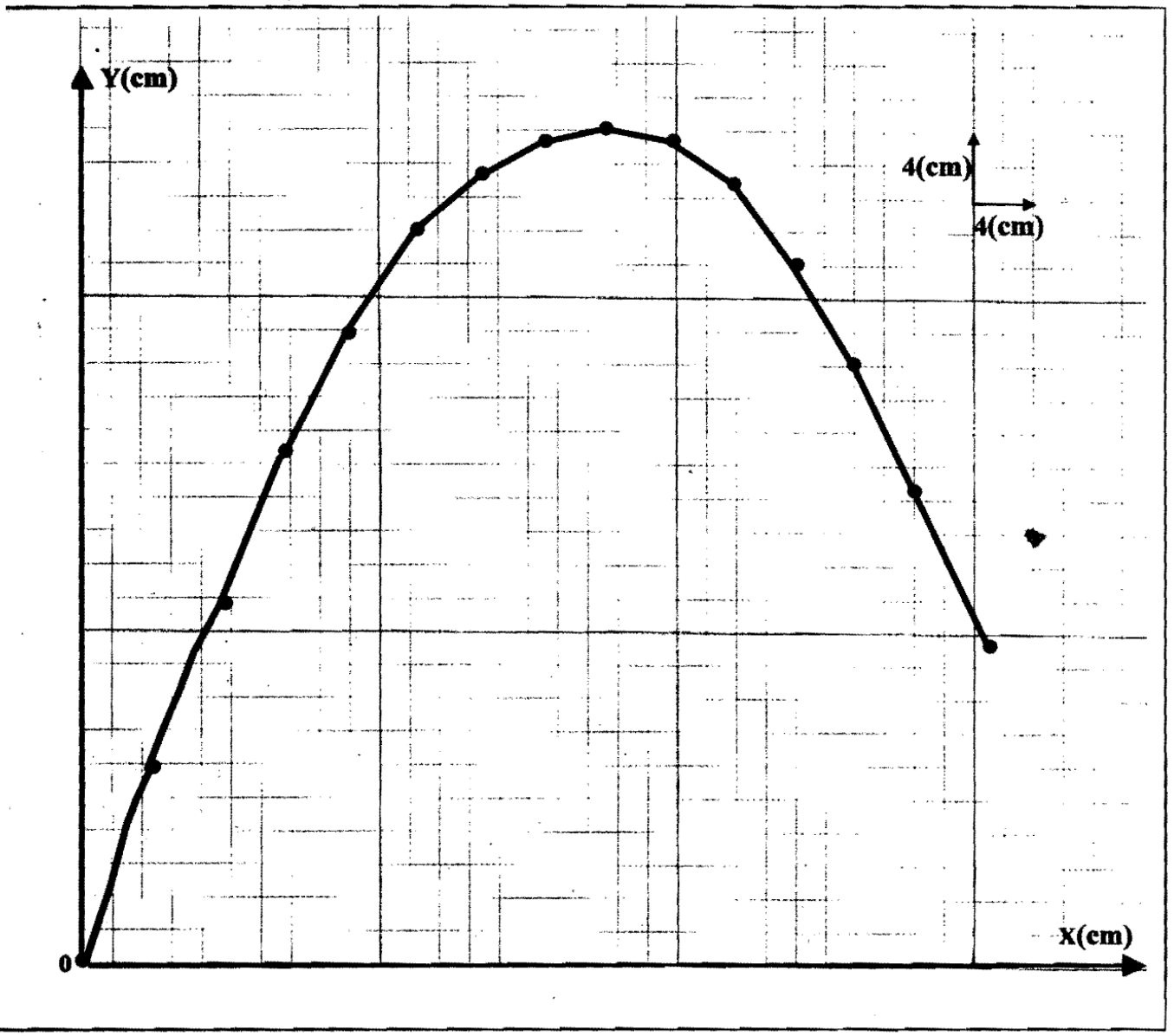
3ــ احسب سرعة المتحرك V_x وفق المحور OX و V_y وفق المحور OY في اللحظات الزمنية :

$t = 0,04\ s$, $t = 0,16\ s$, $t = 0,4\ s$, $t = 0,52\ s$ ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟

t(s)	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	0,24	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44	0,48	0,52	0,56
X(cm)	0	4,5	9,2	13,4	17,9	22,5	26,8	31,3	35,5	39,7	44	48,2	52,2	56,7	60,9
Y(cm)	0	12	22,4	31,1	38,1	43,9	47,5	49,9	50,5	49,3	46,7	42,3	36,3	28,7	19,6

الحـــل ــ 11

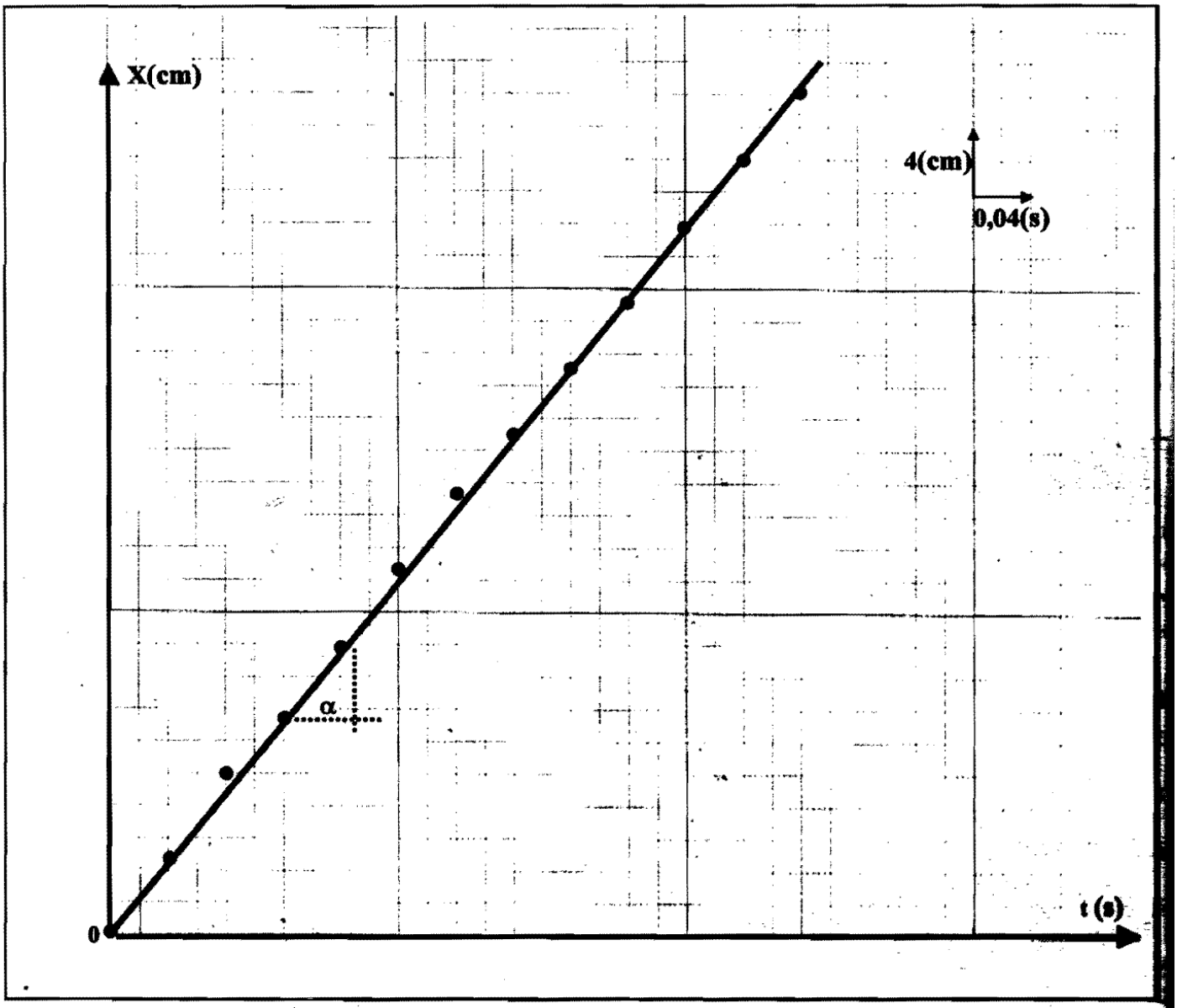
1ــ رسم المنحنى Y بدلالة x .



1ــ رسم المنحنى Y بدلالة x . يمثل هذا المنحنى قطع مكافئ و يمثل المسار الذي اتبعه الجسم خلال حركته .

نوع هذه الحركة : حركة منحنية .

2ـ رسم المنحنى x بدلالة t :



ا يمكننا أن نستنتجه بالنسبة لسرعة المتحرك وفق المحور OX :
لحظ من البيان في الشكل السابق أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى الفواصل
دلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ ، أي أن عبارة تغيرات الفاصلة X بدلالة الزمن هي دالة خطية من
شكل $X = a \cdot t$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :

$$a = \tan\alpha = (X_2 - X_1)/(t_2 - t_1) = (17,9 - 13,4)/(0,16 - 0,12) = 112,5 \text{ cm/s} = 1,125 \text{ m/s}.$$

ومنه نجد العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة X بالزمن t : $X = 1,125 \cdot t$

ـ ومثل ميل المنحنى الذي هو معامل التوجيه للمستقيم السرعة اللحظية V_x و نستنتج ذلك بمقارنة العلاقة النظرية للفاصلة X
التي درسنا سابقا بالعلاقة الرياضية المستنتجة من البيان فنجد بالمطابقة :

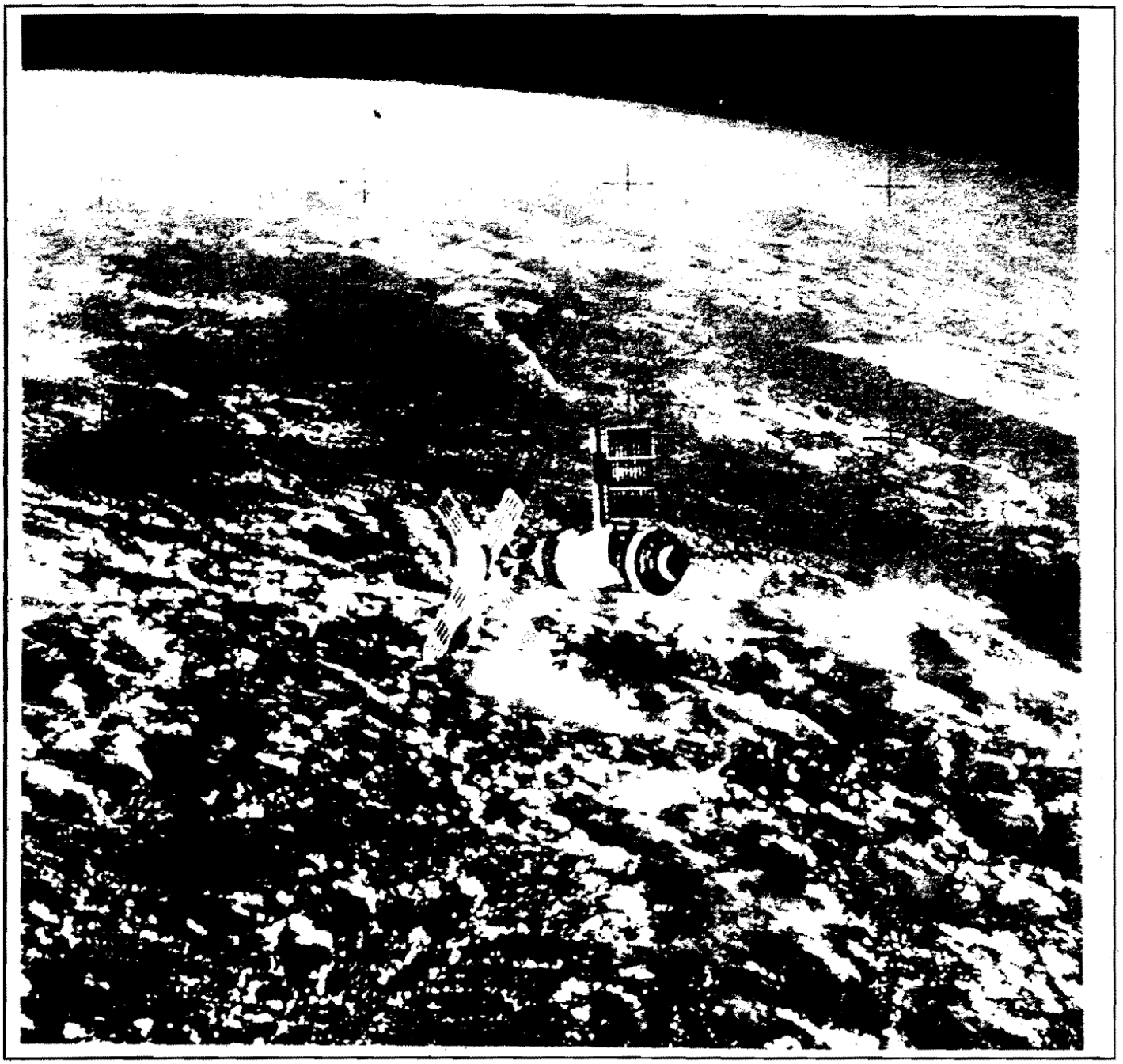
$$\left.\begin{array}{l} X = V_x \cdot t \ldots\ldots\ldots(1) \\ X = 1,125 \cdot t \ldots\ldots\ldots(2) \end{array}\right\} \Rightarrow V_x = 1,125 \text{ m/s}$$

ـ سرعة المتحرك V_x ثابتة و هي نفسها في كل لحظة و تساوي : $V_x = 1,125 \text{ m/s}$.
ـ حساب سرعة المتحرك V_x وفق المحور OX في اللحظات الزمنية :
$t = 0,04 \text{ s}$, $t = 0,16 \text{ s}$, $t = 0,4 \text{ s}$, $t = 0,52 \text{ s}$.

ـ سرعة المتحرك V_x ثابتة و هي نفسها في كل لحظة و تساوي : $V_x = 1,125\ m/s$.
ـ نستنتج أن طبيعة الحركة وفق المحور OX هي مستقيمة منتظمة .

ـ حساب سرعة المتحرك V_y وفق المحور OY في اللحظات الزمنية :
$t = 0,04\ s$, $t = 0,16\ s$, $t = 0,4\ s$, $t = 0,52\ s$:
1ـ اسقاط على المحور OY كل نقاط المنحنى .

2ـ مقارنة المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور OY خلال المجالات الزمنية τ :
من الشكل نلاحظ أن كل المسافات المتتالية وفق المحور OY متناقصة في مرحلة الصعود و متزايدة في مرحلة النزول .
ـ نستنتج بالنسبة لسرعة الكرية V_y أنها متناقصة في مرحلة الصعود و متزايدة في مرحلة النزول .
ـ نستنتج أن طبيعة الحركة وفق المحور OY هي :
ـ مستقيمة متباطئة في مرحلة الصعود
ـ مستقيمة متسارعة في مرحلة النزول



تمارين نماذج للفروض و الإختبارات

التمرين ـ1

يدور القمر حول الأرض بحركة دائرية منتظمة .

1 ـ لدراسة حركة القمر حول الأرض نختار مرجعا غاليليا ، ما هو ؟ علل .

2 ـ هل يخضع القمر إلى قوة خلال حركته ؟ اشرح .

3 ـ كيف يحافظ القمر على مساره الدائري حول الأرض .

4ـ لماذا لا يسقط القمر على الأرض باعتبار القمر جسم مثل كل الأجسام فوق الأرض .

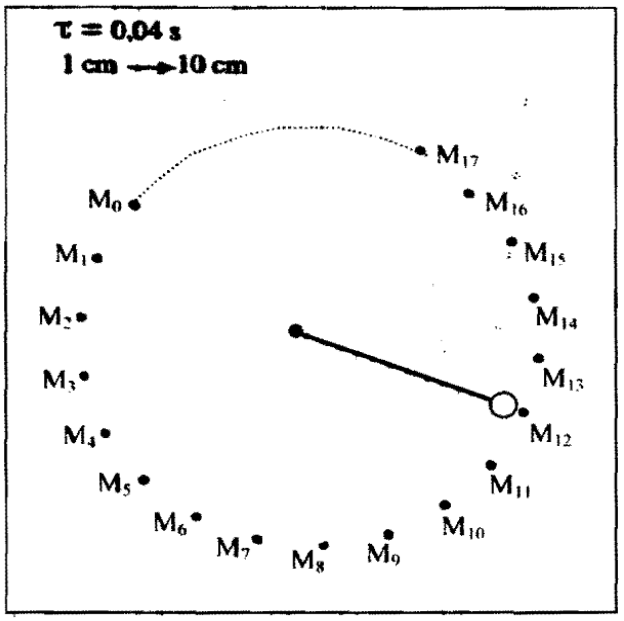
4 ـ كيف يواصل القمر حركته إذا اختفت الأرض فجأة ؟

الحـل ـ1

التمرين ـ2

ربطنا جسما صغيرا بخيط غير قابل للإمتطاط إلى نقطة ثابتة من طاولة أفقية ملساء ثم قذفناه من الموضع M_0 حيث كان الخيط مشدودا خلال الحركة .

يمثل الشكل المقابل تسجيل هذه الحركة .



1ـ ما طبيعة الحركة ؟

2ـ مثل أشعة السرعة اللحظية في المواضع M_2 ، M_4 ، M_6 .

3ـ مثل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضعين M_3 و M_5 .

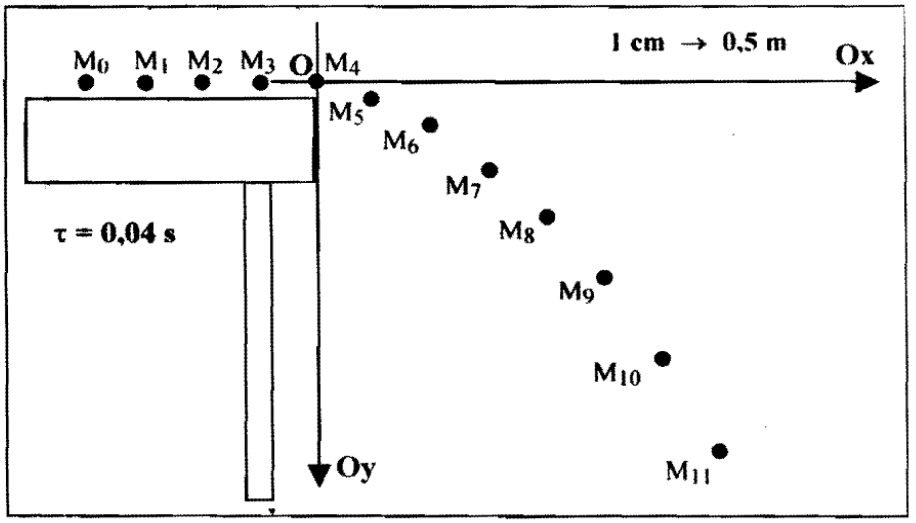
4ـ هل يخضع الجسم إلى قوة خلال حركته ؟ ما هي مميزاتها ؟

5ـ هل مبدأ العطالة محقق ؟ اشرح .

التمرين ـ2

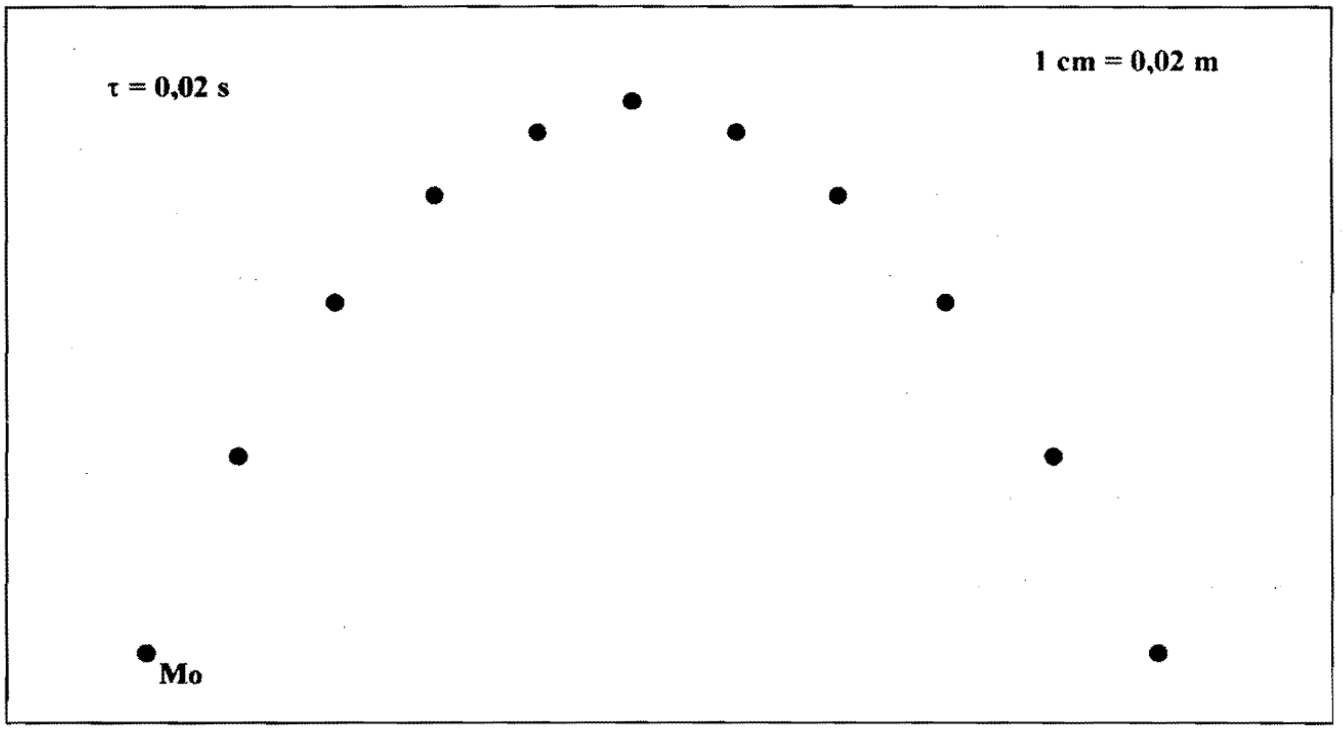
تدفع كرة صغيرة على سطح طاولة أفقية ملساء ، فتتجه نحو الحافة لتنطلق في الهواء حتى تسقط على سطح الأرض وفق مسار منحني. يمثل الشكل الآتي تسجيلا للأوضاع المتتالية لمركز الكرة خلال حركتها.

انقل على ورق شفاف هذا التسجيل .



1 ــ حدد طبيعة حركة الكرة على الطاولة ، استنتج قيمة سرعتها في المواضع : M_0 M_1 ، M_2 ، M_3 ، M_4 .
2 ــ ما هي خصائص محصلة القوة المحركة المطبقة على الكرة فوق الطاولة ؟
ــ حركة الكرة أثناء سقوطها :
• اسقط مواضع الكرة على المحور Ox .
1 ــ حدد طبيعة حركة الكرة على المحور Ox . استنتج قيمة سرعتها في المواضع : M_5 ، M_6 ، M_8 ، M_9 ..
2 ــ حسب مبدأ العطالة هل هناك قوة مؤثرة على الكرة وفق هذا المحور Ox .
• اسقط مواضع الكرة على المحور Oy .
1 ــ حدد طبيعة حركة الكرة على المحور Oy .
2 ــ هل هناك قوة مطبقة على الكرة على المحور Oy ؟ ما هي هذه القوة ؟ اذكر بعض مميزاتها .
• نكرر التجربة بإعطاء قيم متزايدة للسرعة الإبتدائية عند الموضع M_4 .
1 ــ كيف تتغير قيمة المدى و سرعة الكرة الإبتدائية .
2 ــ هل تتغير شدة القوة بتغير السرعة الإبتدائية ؟ ما هو تأثير القوة على حركة الكرة ؟
• يقال أن القمر في سقوط مستمر نحو الأرض دون ملامستها . اشرح .

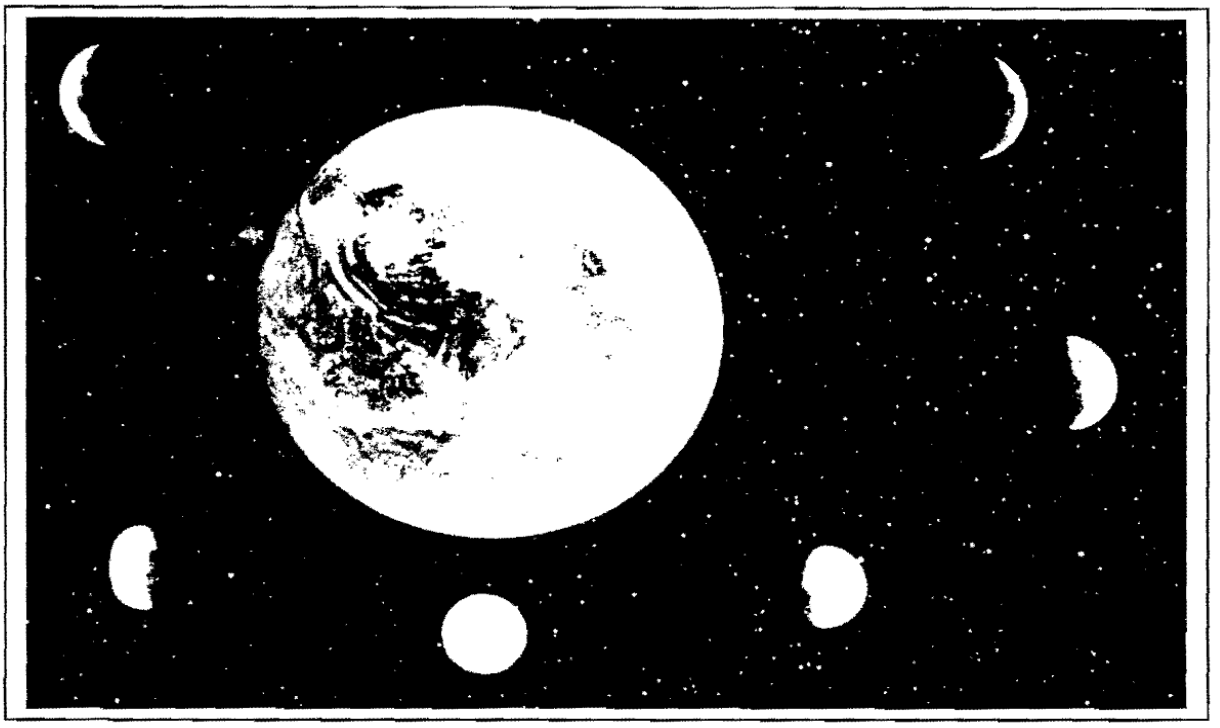
<u>التمرين ــ3</u>
أعطى التصوير المتعاقب لحركة كرة صغيرة (التنس) المواضع الممثلة في الشكل الآتي :



1 ــ أعد رسم المسار على ورق شفاف ثم اكمل الترميز لكل المواضع .
أرفق بالموضع Mo المبدأ O لمعلم متعامد و متجانس Ox ، Oy . ثم اسقط مواضع الكرة على المحورين Ox ، Oy .
2 ــ كيف ندعو أعلى ارتفاع تبلغه الكرة و ما هي المدة الزمنية اللازمة لبلوغها ؟
3 ــ كيف تتغير سرعة الكرة كيفيا عند صعودها و نزولها .
4 ــ سجل فواصل و تراتيب المواضع المتتالية في الجدول الآتي :

المواضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}
اللحظات t (s)	0	τ	2 τ	3 τ	4 τ	5 τ	6 τ	7 τ	8 τ	9 τ	10 τ
الفواصل X (m)											
التراتيب Y (m)											

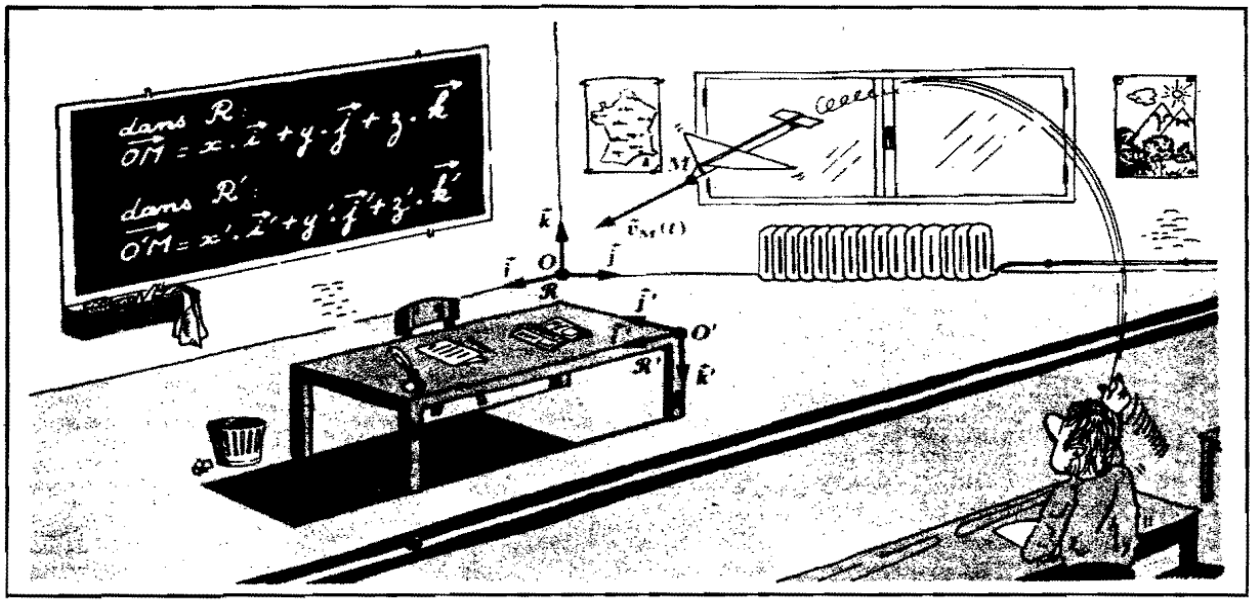
- ارسم المنحنين البيانين : $X = f(t)$, $Y = f(t)$.
- استنتج من البيانين طبيعة حركة القذيفة وفق المحورين .
- حدد و مثل قيم أشعة السرعة في المواضع : M_1 , M_3 , M_7 , M_9 .
- استنتج طبيعة الحركة في المرحلتين ، الصعود و النزول .
- حدد و مثل أشعة التغير في السرعة في المواضع : M_2 , M_8 . ماذا تلاحظ ؟
- ماذا يمكن القول عن القوة المطبقة على الكرة في مرحلتي الصعود و النزول ؟

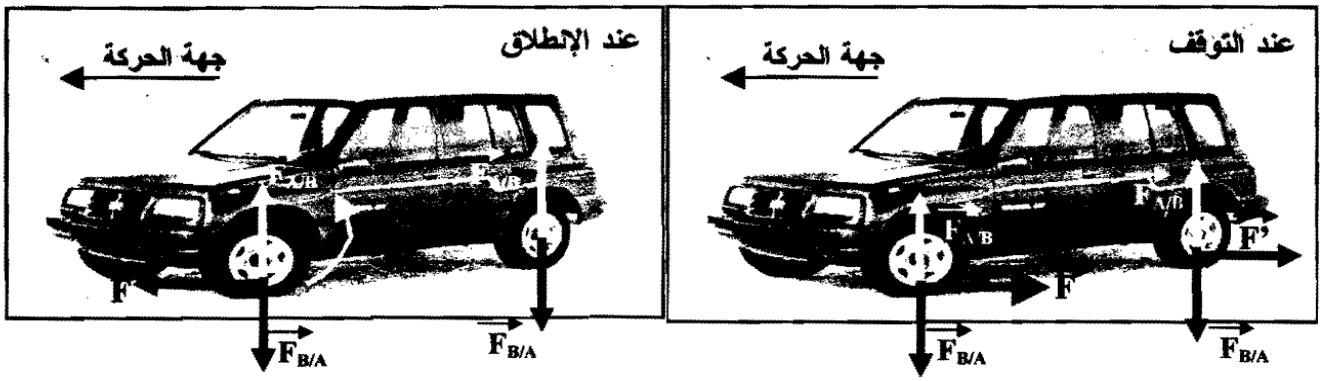


3 . القوة والمرجع ــ الفعلين المتبادلين

الكفاءات المستهدفة :

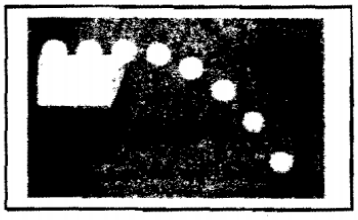
ــ يوظف مبدأ الفعلين المتبادلين للكشف عن القوى المطبقة على جملة ميكانيكية
ــ يمثل القوى المطبقة على الجمل الميكانيكية باعتماد ترميز ملائم
ــ يوظف مبدأ العطالة و مبدأ الفعلين المتبادلين لتفسير وضعيات اشكالية مختلفة كانطلاق و كبح سيارة
ــ ما هي المعالم المعتمدة في دراسة الحركة ؟
ــ كيف تتبادل الجمل الميكانيكية التأثير فيما بينها ؟
ــ ما هو أثر قوى الإحتكاك على الحالة الحركية للجمل الميكانيكية ؟
ــ كيف تنطلق السيارات ؟ كيف ينطلق عداء ؟





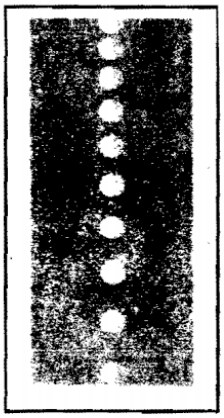
1) الحركة ، القوة و المرجع

1 ــ تمهيد



رسنا في النشاطات السابقة حركة كرية تترك بدون سرعة إبتدائية من ارتفاع h
ن عن سطح الأرض . كما درسنا حركة نفس الكرية عندما تقذف على طاولة أفقية ملساء
ادرها لتسقط على الأرض . وجدنا أن للكرية :

ــ في الحالة الأولى حركة مستقيمة متسارعة بانتظام نحو الأرض
ــ في الحالة الثانية حركة منحنية متسارعة . و في كلتا الحالتين الكرية خاضعة لنفس القوة وهي قوة جذب الأرض لها



يما أن الدراستين تمتا في نفس المعلم (سطح الأرض) استنتجنا أن الإختلاف بين
ركتين يكمن في اختلاف الشروط الإبتدائية يعني :

ــ في الحالة الأولى تركت الكرية بدون سرعة ابتدائية أي $V_0 = 0$
ــ في الحالة الثانية باشرت الكرية سقوطها بسرعة معينة V و هي السرعة التي
رت بها سطح الطاولة.
ــ كما أن حركة الكرية في الحالة الثانية قبل مغادرتها الطاولة كانت مستقيمة منتظمة،
ي أن خضوعها لقوة بعد مغادرتها الطاولة هي التي غيرت طبيعة هذه الحركة.

تيجة العامة :

ي معلم مرتبط بسطح الأرض طبيعة الحركة و شكل مسارها يتعلقان بالقوة المطبقة على المتحرك السرعة الإبتدائية .

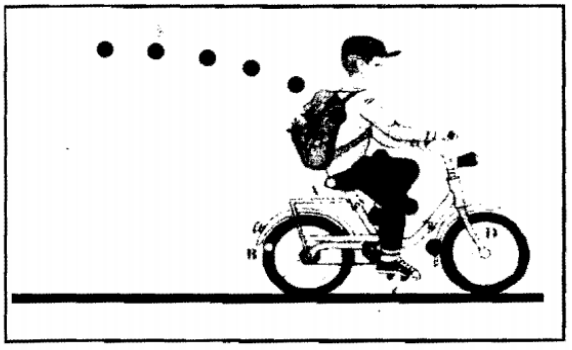
لاقة شكل المسار و طبيعة الحركة بالمرجع

شـاط ــ1 :

خيل أنك واقف على الرصيف تراقب نسيم راكبا دراجة و يسير بسرعة ثابتة
ق مسار مستقيم ماسكا في يده كرة ثم يتركها تسقط دون قذفها .
ــ صف مسار الكرة الذي تشاهده.
ــ اقترح رسما للمواضع المتتالية لمركز الكرة خلال سقوطها.

مناقشة :

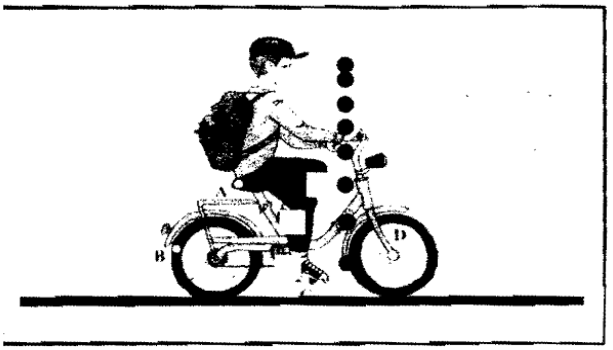
ــ مسار الكرة الذي نشاهده : يكون منحن و كأن نسيم قذف الكرة بسرعة
ية .
ــ اقتراح رسم للمواضع المتتالية لمركز الكرة خلال سقوطها :



نشاط ــ2 :

تخيل الآن أنك أنت الراكب على الدراجة وأنت الذي تركت الكرة تسقط دون قذفها .
ــ ما هو مسار الكرة الذي تشاهده وأنت فوق الدراجة في هذه الحالة ؟
ــ اقترح رسما للمواضع المتتالية لمركز الكرة خلال سقوطها .

المناقشة :
ـ مسار الكرة الذي نشاهده : يكون مستقيم شاقولي .
ـ اقتراح رسم للمواضع المتتالية لمركز الكرة خلال سقوطها :



• **تحليل النشاطين :**

1ـ ما هي طبيعة حركة الكرة في الوضعية الأولى (نشـــاط ـ1)
أي ما هي طبيعتها في مرجع ساكن (الرصيف مثلا) بالنسبة لسطح الأرض ؟
الحركة منحنية و متسارعة و هي نفس خصائص حركة جسم مقذوف بسرعة ابتدائية أفقية (درسناها سابقا).

2ـ ما هي طبيعة حركة الكرة في الوضعية الثانية (نشـــاط ـ2) أي ما هي طبيعتها في مرجع متحرك (الدراجة) بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لسطح الأرض ؟
الحركة مستقيمة و متسارعة و هي نفس خصائص حركة السقوط الحر بدون سرعة ابتدائية (درسناها سابقا).

3ـ قارن طبيعة الحركة و مسارها في النشاط ـ1 مع حالة حركة الكرية المقذوفة على طاولة أفقية ملساء المدروسة سابقا . ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟
الحركة منحنية و متسارعة و هي نفس خصائص حركة جسم مقذوف بسرعة ابتدائية أفقية (درسناها سابقا) و نفسر ذلك أن في مرجع ساكن (الرصيف مثلا) بالنسبة لسطح الأرض نرى الكرة مقذوفة . ففي حالة النشاط ـ1 سرعتها الإبتدائية هي سرعة الدراجة قبل مغادرة يدي نسيم و القوة المؤثرة هي قوة جذب الأرض.

4ـ قارن طبيعة الحركة و مسارها في نشاط ـ2 مع حالة السقوط الحر للكرية المدروسة سابقا. ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟
الكرة و الدراجة يشتركان في نفس الحركة الأفقية المنتظمة . فالقوة المسؤولة على حركة الكرة ليس لها فعل أفقي ، إذا هي شاقولية : إنها قوة جذب الأرض للكرة .
في المرجع المنسوب إلى الدراجة تسقط الكرة المتروكة بدون سرعة ابتدائية ، شاقوليا وفق حركة متسارعة . حركتها مماثلة لتلك التي يمكن مشاهدتها في مرجع أرضي لو تركت الكرة بدون سرعة ابتدائية . قوة جذب الأرض هي المسؤولة عن الحركة.

5ـ ما هي السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ1 أي في مرجع الرصيف ؟
السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ1 أي في مرجع الرصيف هي سرعة الدراجة.

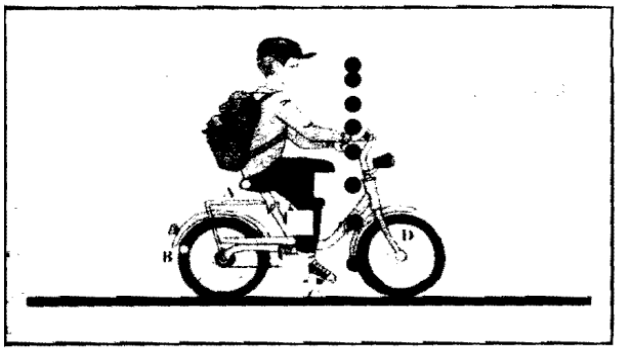
6ـ ما هي السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ2 أي في مرجع الدراجة ؟
السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ2 أي في مرجع الدراجة معدوم .

7ـ ماذا تستنتج عن علاقة الشروط الإبتدائية بمرجع الدراسة ؟
للشروط الإبتدائية الموضع و السرعة علاقة بمرجع الدراسة ففي المرجع الأرضي (الرصيف) كانت السرعة الإبتدائية هي سرعة الدراجة و في مرجع الدراجة كانت السرعة الإبتدائية للكرة معدومة .

8ـ ما هي القوة المطبقة على الكرة في كلا النشاطين ؟
القوة المطبقة على الكرة في كلا النشاطين هي القوة الوحيدة للجاذبية الأرضية .

9ـ ماذا تستنتج عن علاقة القوة بمرجع الدراسة إذا كان أحد المرجعين يتحرك بحركة بالنسبة للآخر؟
مرجع الدراجة في حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع الأرض (الرصيف) و نحن لاحظنا في كلا المرجعين أن قوة جذب الأرض هي الوحيدة المسؤولة عن الحركة . إذن إذا كان أحد المرجعين يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن القوة لا تتغير . القوة المؤثرة ليس لها علاقة بمرجع الدراسة .

نتيجة :
عندما نقوم بدراسة حركة جسم في معلمين مرتبطين بمرجعين أحدهما يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن مسار حركة هذا الجسم يختلف من معلم لآخر والشروط الإبتدائية ايضا تختلف من معلم لآخر ولكن القوة المطبقة على الجسم تبقى نفسها أي أن القوة لا تتغير إذا غيرنا مرجع الدراسة بمرجع يتحرك بالنسبة للأول بحركة مستقيمة منتظمة و بما أن القوة هي السبب الأساسي في تغير طبيعة الحركة (حسب مبدأ العطالة) . فتغير مرجع الدراسة بمرجع متحرك بحركة مستقيمة منتظمة



المناقشة :
ـ مسار الكرة الذي نشاهده : يكون مستقيم شاقولي .
ـ اقتراح رسم للمواضع المتتالية لمركز الكرة خلال سقوطها :

• **تحليل النشاطين :**

1ـ ما هي طبيعة حركة الكرة في الوضعية الأولى (نشـــاط ـ1)
أي ما هي طبيعتها في مرجع ساكن (الرصيف مثلا) بالنسبة لسطح الأرض ؟
الحركة منحنية و متسارعة و هي نفس خصائص حركة جسم مقذوف بسرعة ابتدائية أفقية (درسناها سابقا).

2ـ ما هي طبيعة حركة الكرة في الوضعية الثانية (نشـــاط ـ2) أي ما هي طبيعتها في مرجع متحرك (الدراجة) بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لسطح الأرض ؟
الحركة مستقيمة و متسارعة و هي نفس خصائص حركة السقوط الحر بدون سرعة ابتدائية (درسناها سابقا).

3ـ قارن طبيعة الحركة و مسارها في النشاط ـ1 مع حالة حركة الكرية المقذوفة على طاولة أفقية ملساء المدروسة سابقا . ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟
الحركة منحنية و متسارعة و هي نفس خصائص حركة جسم مقذوف بسرعة ابتدائية أفقية (درسناها سابقا) و نفسر ذلك أن في مرجع ساكن (الرصيف مثلا) بالنسبة لسطح الأرض نرى الكرة مقذوفة . ففي حالة النشاط ـ1 سرعتها الإبتدائية هي سرعة الدراجة قبل مغادرة يدي نسيم و القوة المؤثرة هي قوة جذب الأرض.

4ـ قارن طبيعة الحركة و مسارها في نشاط ـ2 مع حالة السقوط الحر للكرية المدروسة سابقا. ماذا تلاحظ ؟ كيف تفسر ذلك ؟
الكرة و الدراجة يشتركان في نفس الحركة الأفقية المنتظمة . فالقوة المسؤولة على حركة الكرة ليس لها فعل أفقي ، إذا هي شاقولية : إنها قوة جذب الأرض للكرة .
في المرجع المنسوب إلى الدراجة تسقط الكرة المتروكة بدون سرعة ابتدائية ، شاقوليا وفق حركة متسارعة . حركتها مماثلة لتلك التي يمكن مشاهدتها في مرجع أرضي لو تركت الكرة بدون سرعة ابتدائية . قوة جذب الأرض هي المسؤولة عن الحركة .

5ـ ما هي السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ1 أي في مرجع الرصيف ؟
السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ1 أي في مرجع الرصيف هي سرعة الدراجة.

6ـ ما هي السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ2 أي في مرجع الدراجة ؟
السرعة الإبتدائية للكرة في نشاط ـ2 أي في مرجع الدراجة معدوم .

7ـ ماذا تستنتج عن علاقة الشروط الإبتدائية بمرجع الدراسة ؟
للشروط الإبتدائية الموضع و السرعة علاقة بمرجع الدراسة ففي المرجع الأرضي (الرصيف) كانت السرعة الإبتدائية هي سرعة الدراجة و في مرجع الدراجة كانت السرعة الإبتدائية للكرة معدومة .

8ـ ما هي القوة المطبقة على الكرة في كلا النشاطين ؟
القوة المطبقة على الكرة في كلا النشاطين هي القوة الوحيدة للجاذبية الأرضية .

9ـ ماذا تستنتج عن علاقة القوة بمرجع الدراسة إذا كان أحد المرجعين يتحرك بحركة بالنسبة للآخر؟
مرجع الدراجة في حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع الأرض (الرصيف) و نحن لاحظنا في كلا المرجعين أن قوة جذب الأرض هي الوحيدة المسؤولة عن الحركة . إذن إذا كان أحد المرجعين يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن القوة لا تتغير . القوة المؤثرة ليس لها علاقة بمرجع الدراسة .

نتيجة :
عندما نقوم بدراسة حركة جسم في معلمين مرتبطين بمرجعين أحدهما يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للآخر فإن مسار حركة هذا الجسم يختلف من معلم لآخر والشروط الإبتدائية ايضا تختلف من معلم لآخر ولكن القوة المطبقة على الجسم تبقى نفسها أي أن القوة لا تتغير إذا غيرنا مرجع الدراسة بمرجع يتحرك بالنسبة للأول بحركة مستقيمة منتظمة و بما أن القوة هي السبب الأساسي في تغير طبيعة الحركة (حسب مبدأ العطالة) . فتغير مرجع الدراسة بمرجع متحرك بحركة مستقيمة منتظمة

يغير من طبيعة الحركة . نسمي هذا النوع من المراجع بالمراجع الغاليلية (العطالية) .

مفهوم المرجع

مرجع هو الجسم الصلب بالنسبة إليه نختار وصف حركة الأجسام .

مثال : المسافر داخل الطائرة يكون ساكنا في مرجع الطائرة و متحركا في مرجع مرتبط بالأرض.

ـ المراجع الغاليلية (العطالية)

ي مرجع غاليلي :

ـ لا تتعلق حركة الجسم إلا : ـ بالشرطين الإبتدائيين للموضع و السرعة .
ـ بالقوى المطبقة على هذا الجسم .

ـ يتحقق مبدأ العطالة "إذا كان الجسم ساكنا أو متحركا بحركة مستقيمة منتظمة فهو لا يخضع لأية قوة أو أن القوى المطبقة عليه تعادل و لا يكون لها أي تأثير" (القانون الأول لنيوتن).

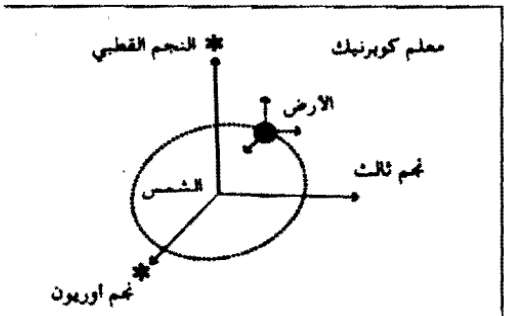
ـ كل مرجع يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي فهو أيضا مرجع غاليلي.

ـ إذن لتعريف المراجع الغاليلية نبحث عن مرجع ساكن أصلا لنتأكد من الحركة المستقيمة المنتظمة لهذه المراجع.

ـ إذا كانت مدة الحركة المدروسة قصيرة جدا بحيث يمكن اعتبار أن خلال هذه المدة حركة المرجع مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي فيمكن اعتباره أيضا مرجع غاليلي .

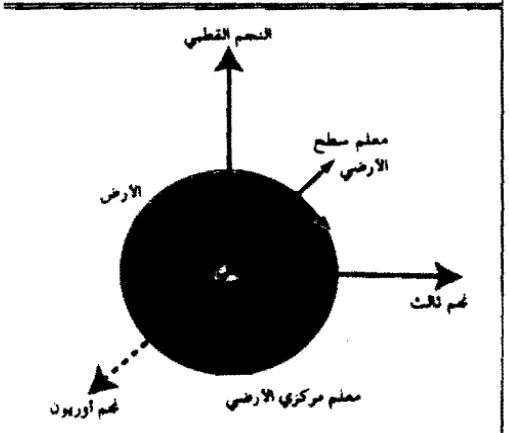
المعالم الغاليلية

لدراسة حركة الأجسام المختلفة عرف الفيزيائيون معالم مخصصة تعتبر غاليلية حسب ظروف و نوع الحركات المدروسة .



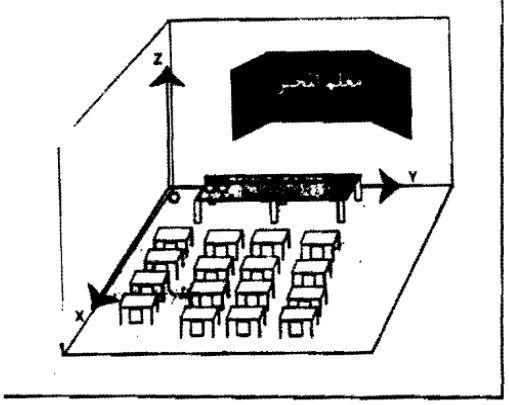
1ـ المعلم الهيليومركزي (Référentiel Héliocentrique)

اسمه مشتق من كلمة (Hélios) التي تعني الشمس باليونانية ، و يسمى أيضا مرجع كوبرنيك (Copernic) و هو معلم ذو ثلاثة محاور موجهة نحو ثلاثة نجوم نعتبرها تقريبا ساكنة بالنسبة للشمس خلال مدة طويلة (قرون) و مبداه مركز الشمس. يعتبر هذا المعلم معلما غاليليا إلى حد كبير و يعتمد في دراسة حركة الكواكب ، المذنبات و بعض المركبات الفضائية.



2ـ المعلم المركزي الأرضي (Référentiel géocentrique)

هو معلم مبدؤه في مركز الأرض و محاوره موازية لمحاور المعلم الشمسي أي موجهة لنفس نجومه . و اعتباره كمرجع غاليلي أقل دقة من حالة المعلم الشمسي إذ أن ليس لمركزه حركة مستقيمة (يدور حول الشمس) . يعتمد في دراسة حركة القمر ، الأقمار الصناعية و بعض الحركات الأرضية .



3ـ المعلم السطحي الأرضي (Référentiel terrestre)

و هو معلم مرتبط بسطح الأرض (ركن المخبر مثلا، شجرة، رصيف...) واعباره كمرجع عطالي أقل دقة من سابقيه ولكنه عطالي بكفاية لدراسة معظم الحركات التي ندرسها خلال مدة زمنية قصيرة جدا أمام مدة دوران الأرض حول نفسها .

2) مبدأ الفعلين المتبادلين

تمهيد

تطرقنا في الدروس و النشاطات السابقة إلى مفهوم القوة بناء على العطالة كمنطلق لتعريف أولي للقوة ، على أنها السبب في تغيير الحالة الحركية لجسم ما . ولكن لم نتطرق لسبب هذه القوة ولا لمصدرها .

اعتبرنا ، كمقاربة أولية ، أنه حسب مبدأ العطالة كل جسم يتحرك بالنسبة لمعلم ما بحركة مستقيمة منتظمة لايخضع لأي قوة .

لكن في الحقيقة هذه الحالة خيالية ونظرية ، إذا لا يوجد في الكون جسم لا يخضع لقوة . عندما نقول عن جسم أنه لا يخضع لأي قوة نعني بذلك في الحقيقة أن التأثير الإجمالي للقوى المطبقة عليه معدوم و هذا يعني أن هذا الجسم يخضع على الأقل لقوتين فأكثر و أن تأثيرها يعدم بعضها البعض .

1. الكشف عن هذه القوى

للكشف عن هذه القوى ، نلجأ لمبدأ اخر من مبادئ التحريك التي صاغها نيوتن ألا وهو المبدأ الثالث الذي يدعى أيضا **مبدأ الفعلين المتبادلين** . و لكن قبل ذلك نتعرف أولا على بعض المصطلحات نستخدمها خلال الدراسة .

1.1. مفهوم الجملة الميكانيكية

بدلا من التحدث عن جسم ، كثيرا ما نحتاج في الفيزياء إلى دراسة جزء من جسم أو مجموعة من الأجسام معا . لذا نعبر عنها بمفهوم يشملها كلها وهو : **الجملة الميكانيكية** .

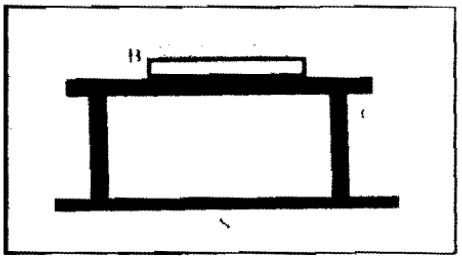
ـــ نسمي جملة ميكانيكية جسم محدد أو جزء منه أو أجسام محددة.

ـــ للجملة الميكانيكية حدود نختارها حسب هدف الدراسة ، بحيث نعتبر كل جسم أو جزء منه أو مجموعة الأجسام المحتواة داخل هذه الحدود عناصر داخلية و كل ما هو خارج عن هذه الحدود نعتبره ينتمي للوسط الخارجي للجملة .

تكون هذه الحدود اختيارية ، أي يمكن تغييرها عند الضرورة .

ـــ للتمييز بين الجمل ، يستحسن إرفاقها بأرقام أو حروف .

مثـــال :



لدينا كتابان A و B موضوعان على طاولة C .

ـــ إذا اخترنا الكتاب A كجملة ميكانيكية ، نقول أن الكتاب B و الطاولة C و سطح الأرض S تنتمي إلى الوسط الخارجي.

ـــ إذا اعتبرنا الكتابين A و B كجملة ميكانيكية ، نسمي هذه الجملة (A + B) ، و نقول أن الطاولة C و سطح الأرض S ينتميان للوسط الخارجي .

2.1. مبدأ الفعلين المتبادلين :

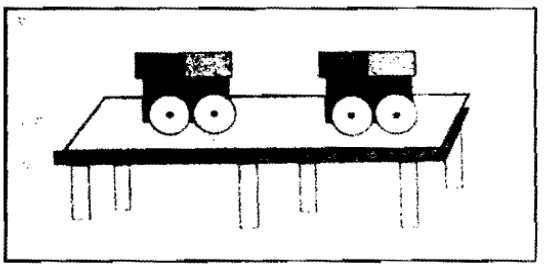
• مشاهدات أولية

نشاط ـــ1

حقق التجربة الموضحة بالشكل المرافق.

خذ عربتين صغيرتين ذات عجلات تدور بسهولة و ضع فوق كل واحدة منهما مغناطيسا.

قربهما عن بعض ، ثم اتركهما لحالهما.



ـــ ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ أنهما تقتربان من بعضعهما.

ـــ أقلب أحد المغناطيسين، ماذا تلاحظ ؟

ـــ نلاحظ أنهما تبتعدان عن بعضعهما.

ـــ ما هي الحالة الحركية لكل من العربتين لحظة تركهما ؟

ـــ كانتا ساكنتين .

ـــ كيف تصبح حالتهما الحركية بعد هذه اللحظة؟

ـــ متحركتين

ـــ ماذا تستنتج ؟

ستنتج أنه في الحالة الأولى حدث تجاذب بين العربتين أما في الحالة الثانية فحدث تنافر أي في كلا الحالتين هناك تغير في الحالة الحركية مما يدل على خضوع العربتين لقوى .

شاط ــ2

ــ اصنع نواسين كهربائيين و ضعهما بحيث يتلامسان ، كما في الشكل المرافق .

ــ خذ مصاصة مشروبات و لامس بها النواسين ، ماذا يحدث ؟

لا يحدث أي شيء

ــ ادلك المصاصة بمنديل ورقي أو بقماش المئزر ، ثم لامس بها النواسين في آن واحد ثم ابعدها عنهما ، ماذا يحدث ؟

تباعدان أي يحدث تنافر بينهما .

ــ كيف كانت الحالة الحركية لكل من النواسين قبل ملامستهما المصاصة المدلوكة ؟

ــ كانتا ساكنتين .

ــ ماذا حدث لهما بعد ملامستهما المصاصة ؟

ــ متحركتين

ــ ماذا تستنتج ؟

هناك تغير في الحالة الحركية مما يدل على خضوع النواسين لقوى .

نتيجة :

من التجارب السابقة ، نلاحظ ظهور قوة مطبقة على كل من الجملتين في كلتا الحالتين ، و الدليل على ذلك تغير الحالة الحركية لكل من الجملتين .

تفسير هذه المشاهدات و تحليلها ، نعتمد على المبدأ الثالث لنيوتن المعروف باسم " **مبدأ الفعلين المتبادلين** " والذي يعرف هاتين القوتين .

• نص مبدأ الفعلين المتبادلين (Principe des Actions Réciproques)

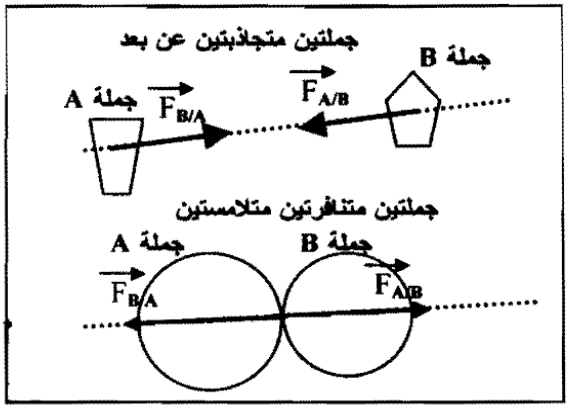
" إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\overrightarrow{F_{A/B}}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\overrightarrow{F_{B/A}}$ ، تساويها في الشدة ، لها نفس الحامل و تعاكسها في الجهة " .

3.1. ماذا يعني هذا المبدأ و كيف نطبقه و نستغله ؟

ــ هذا المبدأ ، مثل المبدأ الأول لنيوتن " مبدأ العطالة " ، يعتبر قانون أساسيا في علم الميكانيك ، لا يطلب البرهان عليه بل يشترط احترامه في كل دراسة .

ــ نعتمده ، كما فعلنا مع المبدأ الأول ، كوسيلة لكشف القوتين المتبادلتين بين جملتين مختلفتين .

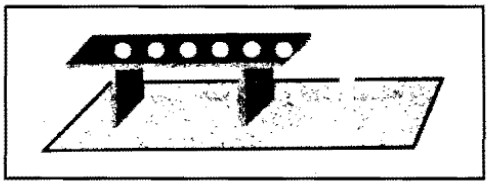
استعملنا المبدأ الأول للكشف عن وجود قوة مطبقة على جملة واحدة A إذا كانت حالتها الحركية متغيرة و حسب هذا المبدأ الثالث **إذا تأثرت الجملة A بقوة $\overrightarrow{F_{B/A}}$ فهنالك حتما جملة ثانية B سبب هذا التأثير وهي أيضا متأثرة بقوة $\overrightarrow{F_{A/B}}$ من طرف الجملة A**



$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}}$$: حيث

4.1ــ تمثيل الفعلين المتبادلين :

يستلزم تطبيق هذا المبدأ احترام هذه العلاقة ، أي عند تمثيل هاتين القوتين يجب أن يكون الشعاعين $\overrightarrow{F_{A/B}}$ و $\overrightarrow{F_{B/A}}$ ممثلين على نفس الحامل ، في جهتين متعاكستين و بنفس الطويلة و تكون نقطة تطبيق $\overrightarrow{F_{A/B}}$ على الجملة B بينما نقطة تطبيق $\overrightarrow{F_{B/A}}$ على الجملة A . كما هو موضع في الشكل المرافق .



5.1 ــ الكشف عن القوى بالإعتماد على مبدأ الفعلين المتبادلين :

نشاط ــ1 :

نعود إلى تجربة رأيناها في السابق و هي تجربة الكرية المقذوفة على سطح طاولة ملساء أين رأينا أن للكرية حركة مستقيمة منتظمة على الطاولة ثم تغادرها ساقطة نحو الأرض وفق مسار منحن .

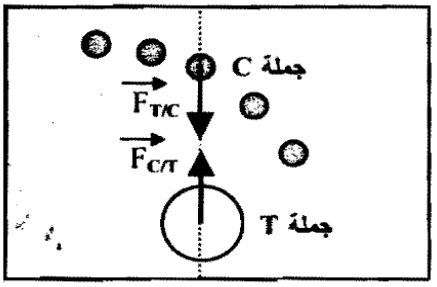
أ ــ في الطور الثاني من حركتها وجدنا أن الكرية خاضعة لقوة موجهة نحو الأرض وهي قوة جذب الأرض للكرية ورمزنا لها بالرمز $\overrightarrow{F_{T/C}}$

1ــ لماذا هذا الترميز و ماذا يعني ؟ ما هي الجملة المتأثرة بها و ما هي الجملة المؤثرة عليها ؟

هذا الترميز يعني وجود فعلين متبادلين بين حملتين هما الأرض T و هي الجملة المؤثرة و الجسم C و هي الجملة المتأثرة و $\overrightarrow{F_{T/C}}$ تعني فعل الأرض على الجسم.

2ــ اعتمادا على مبدأ الفعلين المتبادلين ، أوجد القوة الثانية التي ينص عليها المبدأ و حدد خصائصها مع ذكر الجملة المتأثرة بها والجملة المؤثرة عليها.

اعتمادا على مبدأ الفعلين المتبادلين ، هنالك حتما جملة T سبب هذا التأثير وهي أيضا متأثرة بقوة $\overrightarrow{F_{C/T}}$ من طرف الجملة C الجملة المؤثرة هي الجسم C إذ تولد قوة $\overrightarrow{F_{C/T}}$ حاملها شاقولي يمر من مركز الأرض و جهتها نحو الأعلى شدتها تساوي شدة قوة جذب الأرض $\overrightarrow{F_{T/C}}$.



3ــ مثل الفعلين المتبادلين بين الجملتين برسم توضيحي.

4ــ هل هذين الفعلين بعديين أم تلامسيين ؟

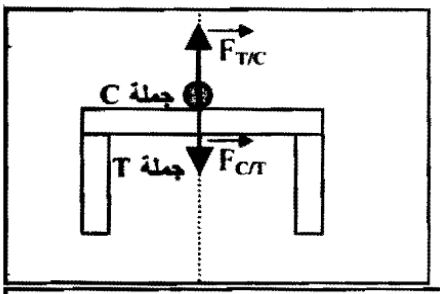
هذين الفعلين بعديين .

ب ــ في الطور الأول من حركتها وجدنا أن للكرية حركة مستقيمة منتظمة و حسب مبدأ العطالة ، قلنا أنها لا تخضع لأي قوة. و لكن نعلم أن هذه الحالة نظرية ، فإذا كانت الأرض تؤثر على الكرية في المرحلة الثانية فهي كانت تؤثر عليها حتما في المرحلة الأولى إذ أن الأرض موجودة دوما.

1ــ في رأيك ما هو سبب عدم ظهور تأثير هذه القوة على الحالة الحركية للكرية في هذه المرحلة ؟

سبب عدم ظهور تأثير هذه القوة على الحالة الحركية للكرية في هذه المرحلة وجود قوة أخرى مطبقة على الكرية ناتجة عن جملة أخرى و هي الطاولة كانت تؤثر عليها و نعني بذلك في الحقيقة أن التأثير الإجمالي للقوى المطبقة عليها معدوم و هذا يعني أن هذا الجسم يخضع على الأقل لقوتين تأثيرها يعدم بعضها البعض .

2ــإذا إفترضنا أن هذا السبب يعود إلى وجود قوة ثانية تعاكس بأثرها أثر فعل الأرض على الكرية فما مصدر هذه القوة (أي ما هي الجملة التي تطبقها على الكرية) ؟ و ما هي خصائصا ؟ مثلها برسم مع تسمية الجملتين و ترميز ملائم لهذه القوة.



وجود قوة أخرى مطبقة على الكرية ناتجة عن جملة أخرى و هي الطاولة كانت تؤثر عليها الكرة إذ تولد قوة حاملها شاقولي يمر من مركز الأرض و جهتها نحو الأعلى شدتها تساوي شدة فعل الكرية على الطاولة .
يعني وجود فعلين متبادلين بين جملتين هما الجسم C و الطاولة T .

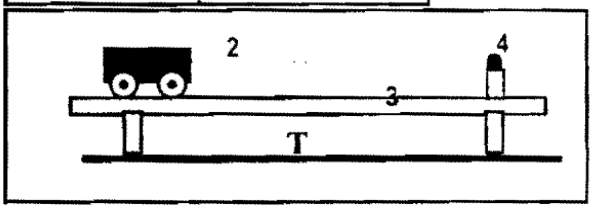
تطبيق ــ1 :

نعود لتجارب الوحدة الأولى لتحليلها :

1ــ حركة عربة مشدودة بمطاط تتحرك على سطح طاولة بحركة مستقيمة متسارعة.

2ــ نرقم الجمل كما يلي : العربة 1 ، المطاط 2 ، الطاولة 3 ، مسمار التثبت على الحاجز 4 و للكرة الأرضية بالحرف T .

اكمل الجدول بملئ الخانات الفارغة :



القوة	الجملة المتأثرة	الجملة المؤثرة	القوة	الجملة المتأثرة	الجملة المؤثرة
...	المطاط 2	العربة 1	$F_{2/1}$	؟	؟
$F_{2/4}$	...	...	؟	المطاط 2	المسمار 4
$F_{1/T}$	...	...	$F_{T/1}$	العربة 1	الأرض T
$F_{1/3}$	...	...	$F_{3/1}$	...	...

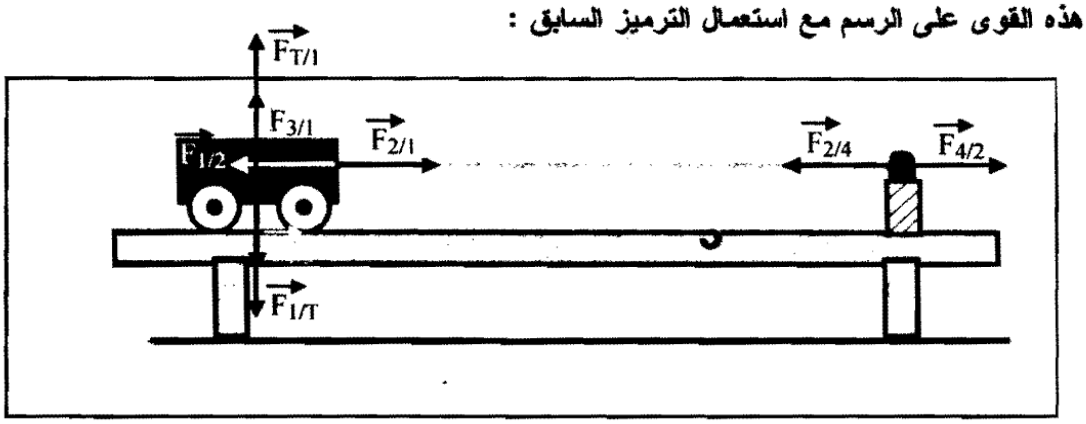
ـ مثل هذه القوى على الرسم مع استعمال الترميز السابق.
ـ ماذا يحدث لهذه القوى عندما يصبح المطاط مرتخيا ؟
ـ ما هي القوى التي تنعدم ؟ و ما هي المتبقية ؟ لماذا ؟ مثلها ثانية.

الإجابـة :

إكمال الجدول بملئ الخانات الفارغة :

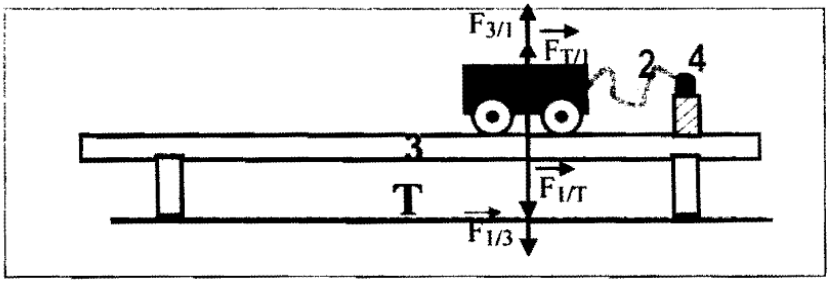
القوة	الجملة المتأثرة	الجملة المؤثرة	القوة	الجملة المتأثرة	الجملة المؤثرة
$F_{1/2}$	المطاط 2	العربة 1	$F_{2/1}$	العربة 1	المطاط 2
$F_{2/4}$	المسمار 4	المطاط 2	$F_{4/2}$	المطاط 2	المسمار 4
$F_{1/T}$	الأرض T	العربة 1	$F_{T/1}$	العربة 1	الأرض T
$F_{1/3}$	الطاولة 3	العربة 1	$F_{3/1}$	العربة 1	الطاولة 3

ـ تمثيل هذه القوى على الرسم مع استعمال الترميز السابق :



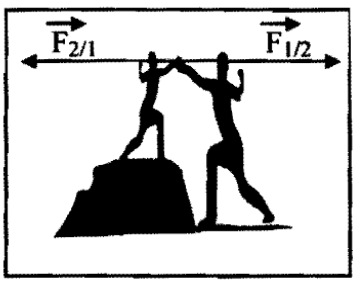
2ـ عندما يصبح المطاط مرتخيا :
يزول فعل المطاط فلا يتاثر و لا يؤثر على الجمل الأخرى .

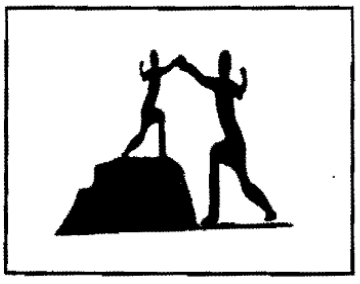
3ـ ما هي القوى التي تنعدم ؟ و ما هي المتبقية ؟ لماذا ؟ مثلها ثانية.
تنعدم القوى الناتجة عن الأفعال المتبادلة بين المطاط و الجمل الأخرى أي تنعدم القوى التالية : $F_{1/2}$ ، $F_{2/1}$ ، $F_{2/4}$ ، $F_{4/2}$.
القوى المتبقية هي : $F_{1/T}$ ، $F_{3/1}$ ، $F_{1/3}$ ، $F_{T/1}$. لأن مصدر كل من $F_{1/T}$ و $F_{1/3}$ هو الأرض أما $F_{T/1}$ و $F_{3/1}$ هي ردود الأفعال لقوة جذب الأرض إذن لا يمكن أن تنعدم هذه القوى الأربعة و ليس لها علاقة بوجود المطاط .



تطبيق ـ2 :
يتدافع الشخصان الممثلان في الشكل المقابل . أرسم كيفيا الفعلان المتبادلان بينهما و الناجم عن هذا التدافع .

الإجابـة :





3) قـــوى الإحتكـــاك

1ـ نشاطات أولية

بعض المشاهدات المعتادة في الحياة اليومية :

ـ تنتقل سيارة في طريق معبد و تدخل فجأة في منطقة رملية فتتوقف عن التقدم رغم دوران عجلاتها الأمامية .

ـ يصعب للسائق توقيف سيارته في طريق أو التحكم فيها في المنعرجات عندما تكون الأرضية مبللة أو تحتوي طبقة من الزيوت أو الجليد .

ـ يمنع القانون سير السيارات بعجلات مطاطية ملساء ؟

استنتاج :

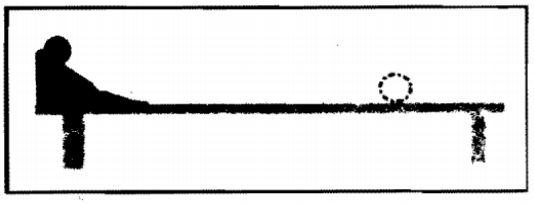
سطح التماس بين الجسم المتحرك و سطح الطريق له دور أساسي عند الإنطلاق وخلال الحركة وكذا عند التوقف.

مفهوم الإحتكـــاك

عندما تتحرك جملة ميكانيكية على سطح :

يطبق هذا السطح قوة تؤثر على طبيعة حركة هذه الجملة و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين فالجملة المتحركة هي أيضا تطبق قوة على ذلك السطح بنفس شدة ، على نفس الحامل و في جهة معاكسة. نسمي هذا النوع من القوى **قوى الإحتكاك**.

تجربة دور سطحي التلامس



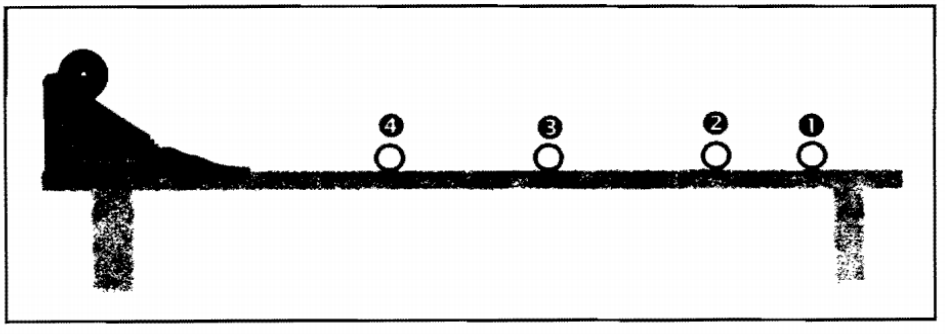
❶ـ اترك كرية حديدية دون قذفها ، تنزلق من ارتفاع معين h على زلقة من الشكل الموضح في الرسم ، لتواصل حركتها على سطح أفقي لطاولة ملساء . حدد وضع توقفها على الطاولة .

❷ـ أعد نفس التجربة ، بترك الكرية تنزلق من نفس الارتفاع ، بعد تغليق الكرية بقطعة قماش .

❸ نفس التجربة مرة أخرى ببذر قليل من الرمل على الطاولة . حدد في كل مرة المسافة التي تقطعها الكرية .

❹ـ أعد التجربة ببذر قليل من الرمل على الطاولة و تغليق الكرية بقطعة قماش أو قليل من شريط لاسق (Scotch).

نتائج التجارب السابقة حسب أرقامها :



التعليل

في التجربة رقم ❶ كان سطح الكرة و الطاولة أملسان .

في التجربة رقم ❷ كان سطح الكرة خشن و سطح الطاولة أملس.

في التجربة رقم ❸ كان سطح الكرة أملس و سطح الطاولة خشن .

في التجربة رقم ❹ كان سطح الكرة و سطح الطاولة خشنين .

لماذا لجأنا لترك الكرية تنزلق من نفس الارتفاع بدلا من قذفها أفقيا على الطاولة ؟ اشرح.

ذلك من أجل اعطائها سرعة ابتدائية واحدة للتجارب الأربعة .

جة :

وقف الكرية المتحركة على سطح أفقي بعد قطع مسافة معينة . و هذا يعني أنها، حسب مبدأ العطالة ، خاضعة لقوة تقلل من رعتها إلى أن توقفها. سبب هذه القوة هو السطح الذي تتحرك عليه الكرية و تكون جهة هذه القوة معاكسة لجهة الحركة لأن سرعة تتناقص . تتعلق شدة القوة المطبقة من طرف سطح الطاولة على الكرية بطبيعة هذا السطح.
كون شدة القوة كبيرة في السطح الخشن و هي أصغر في سطح أقل خشونة وأثرها على الحركة مهملا في حالة السطوح ملساء كما أنها تتعلق أيضا بطبيعة سطح الكرية المتحركة.

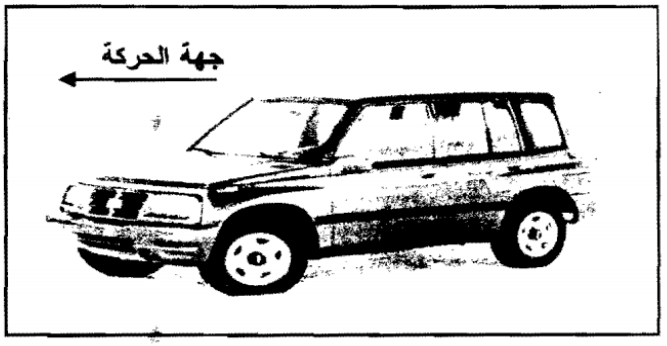
ـ هل الإحتكاكات معرقلة أم مسببة للحركة ؟

1 كيف يتم إنطلاق سيارة ؟

ينا في النشاطات السابقة أن حركة الأجسام تتأثر بطبيعة السطحين المتلامسين و في حالة السيارات يكون هذه التلامس بين طريق وعجلاتها المطاطية الأربعة.

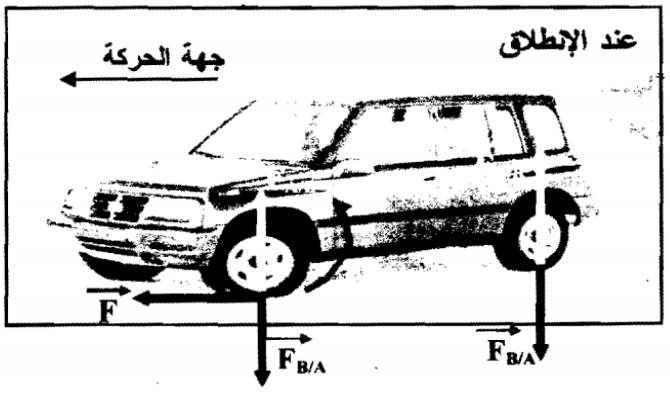
ـ يعتمد انطلاق السيارات عادة على عجلتين محركتين مرتبطتين بالمحرك و هي إما الأماميتين (في أغلبية السيارات) أو الخلفيتين في الشاحنات والحافلات و بعض السيارات) كما يوجد نوع ثالث ذات عجلات محركة (النوع 4×4).

ـ العجلات المحركة لا تلامس الأرضية أو السطح أملس أو العجلات ملساء :
ـ هل تنطلق السيارة ؟ السيارة لا تنطلق

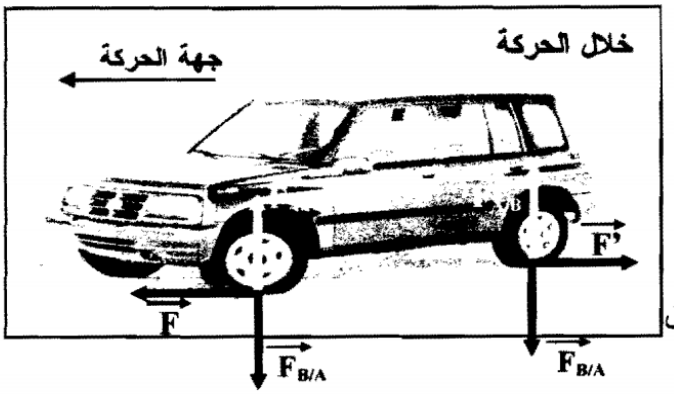


ب ـ العجلات المحركة تلامس أرضية خشنة :

ـ في حالة انطلاق السيارة ، ما هي القوة المسببة لهذا الإنطلاق ؟ لماذا ؟ علل .
ـ أين تطبق هذه القوة ؟ ما هو حاملها و ما هي جهتها ؟ علل . مثلها على رسم .
ـ هل هناك قوة مطبقة على العجلات الغير محركة؟ حدد خصائصها و مثلها على الرسم .
ـ ما هي خصائص القوة المطبقة على الأرضية من طرف كل عجلة ؟



عند الإنطلاق :
ـ العجلات الأمامية تحاول الدوران بواسطة المحرك فتؤثرعند سطح تماس العجلة مع السطح الخشن للطريق بقوة فتنشأ قوة رد فعل تدعى بقوة احتكاك جهتها هي نفس جهة الحركة و هي المسؤولة عن انطلاق السيارة فهي قوة احتكاك محركة .
ـ العجلات الخلفية تخضع فقط لفعل السيارة على الطريق التي تتمثل في قوة جذب الأرض للسيارة و كذلك قوة رد الفعل للطريق على السيارة لهما نفس الحامل ، متساويتين في الشدة و متعاكستين في الإتجاه تعدم بعضعهما البعض .

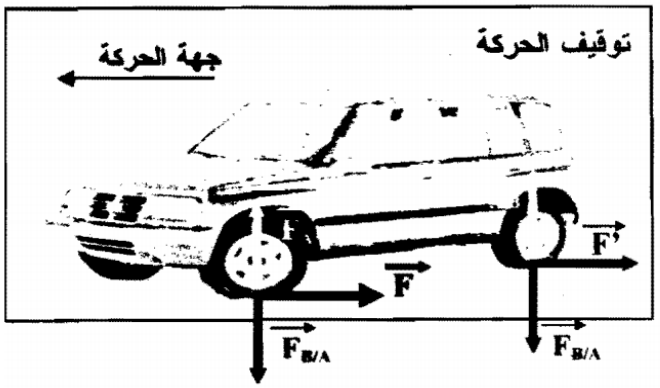


خلال الحركة :
ـ العجلات الأمامية تواصل الدوران بواسطة المحرك فتؤثرعند سطح تماس العجلة مع السطح الخشن للطريق بقوة فتنشأ عند سطح تماس العجلة مع السطح الخشن للطريق قوة رد فعل تدعى بقوة الإحتكاك جهتها هي نفس جهة الحركة تمثل القوة المحركة للسيارة .
ـ العجلات الخلفية تخضع بالإضافة للقوتين السابقتين إلى قوة ثالثة تنشأ فقط خلال الحركة و هي قوة احتكاك بين العجلة و سطح الطريق جهتها هي عكس جهة الحركة فهي قوة احتكاك معيقة للحركة .

نتيجة :
تكون جهة قوة الاحتكاك في جهة الحركة إذا كان دورها محركا (مسببة للحركة) و في الجهة المعاكسة إن كان دورها معيقا (معرقلة للحركة) .

2.2 كيف يتم كبح سيارة ؟

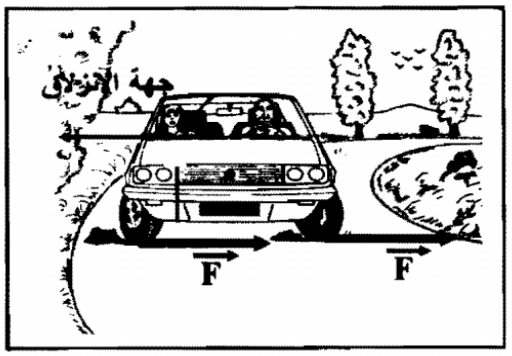
عند إشتعال الضوء الأحمر أمام سيارة ، يضغط هذا الأخير على الفرامل لتوقيف سيارته. ما هي القوى المطبقة على العجلات في هذه الحالة . مثلها على الرسم مع التعليل .



عند الضغط على الفرامل لتوقيف السيارة ننشأ قوة احتكاك بين العجلة و المكبح يعيق حركة العجلة سواءا الخلفية منها أو الأمامية أو كلاهما فتكون حينئذ جهتها هي عكس جهة الحركة فهي قوة احتكاك معيقة للحركة .

3.2. حالة سيارة في منعرج

تقطع سيارة منعرجا أفقيا دائري الشكل بسرعة ثابتة ،
ما هي خصائص قوة الإحتكاك المطبقة على العجلات ؟
مثلها في رسم مع الشرح .
ما هو المسار الذي تسلكه السيارة إذا كانت أرضية المنعرج زلجة ؟



ــ في حالة المنعرجات الدائرية و حتى لا تنزلق السيارات إلى خارج الطريق نجعل أرضيتها خشنة بحيث خلال الحركة عليها تنشأ قوة احتكاك تعاكس جهة محاولة الإنزلاق (أي إلى مركز الدائرة) .
ــ إذا كانت أرضية المنعرج زلجة تنزلق السيارات إلى خارج الطريق .

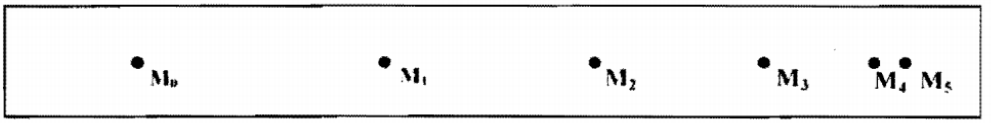
4.2. حالة راجل :

لقوى الإحتكاك أهمية كبيرة و تطبيقات عديدة في حياتنا اليومية تمعن في هذه الحالات و حاول ايجاد تفسيرا لها :

- **هل يمكنك المشي بسلامة فوق أرضية زلجة (ملساء) ؟**
- **لماذا أحذية الرياضيين تحمل نتوؤات في أسفلها؟**
- **أروقة السباقات في الملاعب مفروشة ببساط من نوع خاص . لماذا و ما هي ميزته ؟**

1ــ احتكاك صلب – صلب

ندفع عربة على مستوى أفقي خشن (غير أملس) و متجانس و نصور حركته.
يمثل الشكل الآتي تمثيلا للصور المتعاقبة للحركة أخذت خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0,02\ s$.



السلم : $1\ cm \rightarrow 0,2\ m$

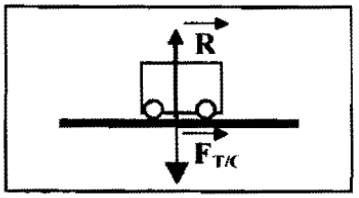
ــ قارن المسافات بين النقاط و صف حركة النقطة . ما طبيعة الحركة ؟ علل .
بواسطة المسطرة نقيس المسافات بين كل موضعين متتاليين فنجدها غير متساوية .
ــ بما أن الصور أخذت في مجالات زمنية متساوية ، واعتمادا على تعريف السرعة المتوسطة :

$$V_m = d/\Delta t$$

فإن ثبوت أو تغير هذه المسافات من مجال لآخر يكون دليلا على ثبوت أو تغير سرعة المتحرك خلال الحركة و بما أن المسافات متناقصة فنستنتج أن سرعة العربة متناقصة و بالتالي فالحركة مستقيمة متباطئة.

ـ تخضع العربة ، ككل جسم مادي لفعل جذب الأرض لها بقوة $\overrightarrow{F_{T/C}}$ ، هل لها رد فعل ؟ مثلها على الرسم.

تعم هناك قوتين تؤثران على العربة وهي قوة جذب الأرض للأجسام
و يرمز لها بـ $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و قوة رد فعل الطريق $\overrightarrow{R}$ و هي قوة تعاكس قوة
جذب الأرض و يكون لهاتين القوتين نفس الحامل و نفس الشدة و في اتجاهين
متعاكسين مباشرة و بالتالي يكون مفعولهما معدوم .

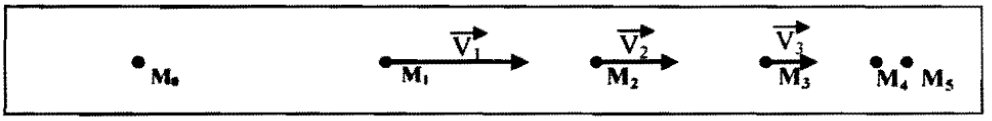


ـ هل توجد قوة إضافية مطبقة على العربة ؟ ما هي الجملة الميكانيكية التي تطبق هذه القوة ؟ مثلها على الرسم السابق . كيف تعين خصائصها ؟ اشرح.

المعرفة وجود قوة إضافية مطبقة على العربة و كذا لتحديد خصائصها لا بد من تحديد أشعة السرعة و أشعة تغير السرعة.

تمثيل أشعة السرعة اللحظية للنقطة M عند المواضع M_1 ، M_2 ، M_3 و M_4 .
بنفس الطريقة التي شرحناها بالتفصيل سابقا نحدد و نمثل شعاع السرعة اللحظية في مختلف المواضع.
تملأ الجدول : السلم : 1 cm → 0,2 m

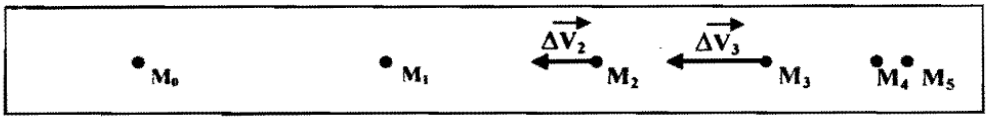
مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	
المسافة المقاسة(x (cm		5,7	4,8	3,5	1,8	
المسافة الحقيقية(d (m		1,14	0,96	0,70	0,36	
السرعة (V (m/s		28,5	24	17,5	9	



ملاحظة : مثلنا شعاع السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الإعتبار سلم السرعة.

5ـ تمثيل أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$.
بنفس الطريقة التي شرحناها سابقا نحدد و نمثل شعاع تغير السرعة في مختلف المواضع.
نملأ الجدول :

مواضع النقطة M	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة (V (m/s		28,5	24	17,5	9	
التغير في السرعة ΔV		ΔV_1	ΔV_2	ΔV_3	ΔV_4	
قيمته (ΔV (m/s			-11	-15		



ملاحظة : مثلنا شعاع تغير السرعة على الشكل دون الأخذ بعين الاعتبار سلم السرعة .
الملاحظات : نلاحظ في الجدول و من الشكل :

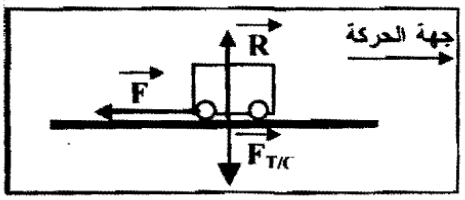
- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار .
- جهة أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ معاكسة لجهة الحركة .
- لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ قيم متزايدة .

من خصائص شعاع تغير السرعة نستنتج وجود قوة إضافية لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة .

مقارنة كيفية لخصائص الشعاع $\overrightarrow{\Delta V}$ مع خصائص القوة الإضافية $\overrightarrow{F}$ المطبقة على العربة .

خصائص شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$	خصائص شعاع القوة $\overrightarrow{F}$
لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ حاملا منطبق على المسار	لأشعة القوة $\overrightarrow{F}$ حاملا منطبق على المسار
جهة أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ معاكسة لجهة الحركة	جهة أشعة القوة $\overrightarrow{F}$ معاكسة لجهة الحركة
لأشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ قيم متزايدة	لأشعة القوة $\overrightarrow{F}$ قيم متزايدة

الجملة الميكانيكية التي تطبق هذه القوة هي سطح الأرض و تدعى قوة الإحتكاك .



الخلاصة

الجملة الميكانيكية :

ـــ الجملة الميكانيكية هي كل جسم ، أو طرف منه (جزء منه) أو مجموعة من الأجسام ، المحددة لغرض الدراسة .
كل ما هو داخل حدود هذه الجملة ينتمي لها و كل ما هو خارج عنها ينتمي للوسط الخارجي .

المعلم الغاليلي (العطالي) :

ـــ تطبق قوانين نيوتن في المعالم الغاليلية .
ـــ كل معلم يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمعلم آخر نعتبره ساكنا خلال مدة الدراسة يعتبر معلما عطاليا .
ـــ المعلم الذي يكون فيه مبدأ العطالة محققا.

ـــ مبدأ الفعلين المتبادلين :

استعملنا المبدأ الأول للكشف عن وجود قوة مطبقة على جملة واحدة A إذا كانت حالتها الحركية متغيرة و حسب هذا المبدأ الثالث إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\overrightarrow{F_{A/B}}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\overrightarrow{F_{A/B}}$ ، تساويها في الشدة ، لها نفس الحامل و تعاكسها في الجهة ونعبر عن ذلك بالعلاقة الشعاعية :

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}}$$

في الميكنيك النيوتونية يكون التأثير المتبادل بين الجمل آنيا. أي أن الفعلين المتبادلين يطبقان على الجملتين في آن واحد.

قوة الإحتكـــاك :

عندما يتحرك جسم على سطح أفقي خشن يطبق هذا الأخير قوة أفقية ناتجة عن تلامسه معه و تؤثر على حالته الحركية نسمي هذه القوة بقوة الإحتكاك .
تكون جهة قوة الإحتكاك في جهة الحركة إذا كان دورها محركا (مساهمة) (عند انطلاق عداء مثلا) وفي الجهة المعاكسة إن كان دورها معيقا.

تمـــاريـــن

تمرين ــ1

1ــ متى نقول عن مرجع أنه عطالي ؟
2ــ ما هو المعلم المركزي الأرضي ؟
3ــ ما هو المعلم السطحي أرضي ؟

الحـل ــ 1

1ــ نقول عن مرجع أنه غاليلي (عطالي) :
ـ تطبق قوانين نيوتن في المعالم الغاليلية .
ـ كل مرجع يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع آخر نعتبره ساكنا خلال مدة الدراسة يعتبر مرجعا عطاليا.
ـ المرجع الذي يكون فيه مبدأ العطالة محققا.
2 ــ المعلم المركزي الأرضي :
هو معلم مبدؤه في مركز الأرض و محاوره موازية لمحاور المعلم الشمسي أي موجهة لنفس نجومه . يعتمد في دراسة حركة القمر ، الأقمار الصناعية و بعض الحركات الأرضية.
3 ــ المعلم السطحي أرضي :
هو معلم مرتبط بسطح الأرض (ركن المخبر مثلا، شجرة، رصيف...) واعتباره كمرجع عطالي أقل دقة من سابقية ولكنه عطالي بكفاية لدراسة معظم الحركات التي ندرسها خلال مدة زمنية قصيرة جدا أمام مدة دوران الأرض حول نفسها.

التمرين ــ2

إذا أردت أن تدرس حركة قمر اصطناعي يدور حول الأرض أي مرجع تختار ؟
• سطحي أرضي ؟ • مركزي أرضي ؟ • هيليو مركزي ؟

الحـل ــ 2

المرجع الذي نختاره هو المرجع الذي يبدو ثابتا نسبيا بالنسبة للقمر الإصطناعي المراد دراسة حركته و هو إذن مركزي أرضي.

التمرين ــ3

هل يمكن اعتبار المخبر أو القسم الذي تدرس فيه مرجعا عطاليا رغم دورانه حول مركز الأرض ؟ علل.

الحـل ــ 3

يمكن اعتبار المخبر أو القسم الذي ندرس فيه مرجعا عطاليا رغم دورانه حول مركز الأرض : لأنه كل مرجع يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي فهو أيضا مرجع غاليلي حيث المخبر يدور حول مركز الأرض بسرعة دوران صغيرة نسبيا ، ففي مدة زمنية صغيرة نسبيا يمكن اعتبار المسافة الصغيرة المقطوعة حول مركز الأرض على شكل قوس أنها قطعة مستقيمة . علما أن سرعة الدوران ثابتة . إذن حركة المخبر حول الأرض يمكن اعتبارها حركة مستقيمة منتظمة و بما أن الأرض مرجع غاليلي فكذلك المخبر أيضا يمكن اعتباره مرجع غاليلي .
ــ إذا كانت مدة الحركة المدروسة قصيرة جدا بحيث يمكن اعتبار أن خلال هذه المدة حركة المرجع (المخبر) مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي (الأرض) فيمكن اعتباره أيضا مرجع غاليلي .

التمرين ــ4

هل العبارات التالية صحيحة أم خاطئة ؟ صححها إن كانت خاطئة .

العبـــارة	ص	خ	الصواب
مبدأ العطالة محقق في المرجع العطالي			
السيارة التي تسير بحركة مستقيمة منتظمة ليست مرجعا عطاليا			
المرجع الغير عطالي سرعته غير ثابتة.			
المعلم الشمسي مبداه في مركز المجوره متوجهة نحو ثلاثة نجوم تعتبر ساكنة بالنسبة للشمس.			

الحـل ــ 4

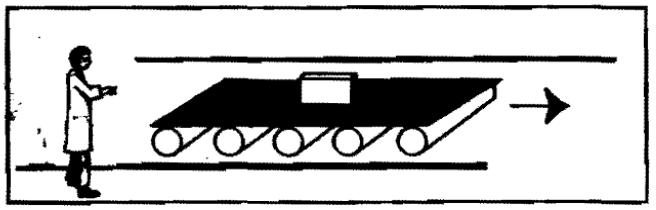
العبـــارة	ص	خ	الصواب
مبدأ العطالة محقق في المرجع العطالي	X		
السيارة التي تسير بحركة مستقيمة منتظمة ليست مرجعا عطاليا		X	**السيارة التي تسير بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للأرض هي أيضا مرجعا عطاليا**
المرجع الغير عطالي سرعته غير ثابتة.	X		
المعلم الشمسي مبدأه في مركز المجرة و محاوره متوجهة نحو ثلاثة نجوم تعتبر ساكنة بالنسبة للشمس.		X	**المعلم الشمسي مبدأه في مركز الشمس و محاوره متوجهة نحو ثلاثة نجوم تعتبر ساكنة بالنسبة للشمس.**

التمرين ــ5

وضع مسافر حقيبته على بساط متحرك بحركة مستقيمة منتظمة (الشكل المقابل).

ــ هل الحقيبة في حركة في مرجع البساط ؟ في مرجع الأرضية ؟

ــ صف حركة المسافر و حقيبته في كل مرجع ؟



الحـل ــ 5

ــ في مرجع البساط ، الحقيبة ساكنة .

ــ في مرجع الأرضية ، الحقيبة في حركة .

ــ في مرجع البساط ، المسافر في حركة و حقيبته ساكنة.

ــ في مرجع الأرضية ، المسافر ساكن و حقيبته في حركة.

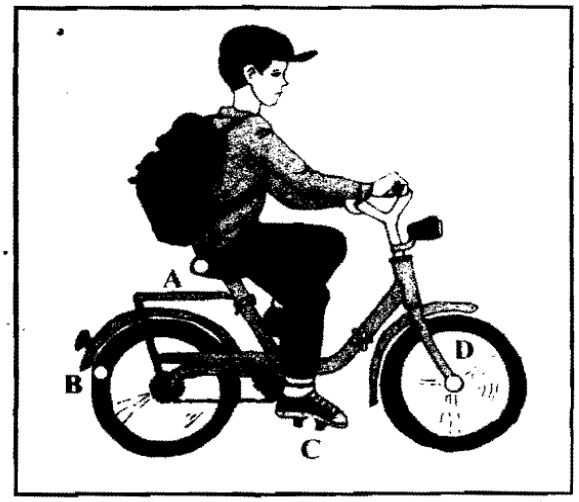
التمرين ــ6

يسير دراج وفق خط مستقيم بحركة منتظمة (الشكل المرافق) .

1ــ هل تصلح النقاط الموضحة على الشكل أن تكون مرجعا عطاليا.

2ــ ارسم مسار النقطة B كما يراه الدراج ، ثم كما يراه ملاحظ واقف على الرصيف.

3ــ نفس السؤال بالنسبة للنقطة D.



النقطة	الجسم	يصلح	لا يصلح	التعليل
A	مقعد الدراجة			
B	صمام العجلة			
C	حافة الدواسة			
D	محور العجلة			

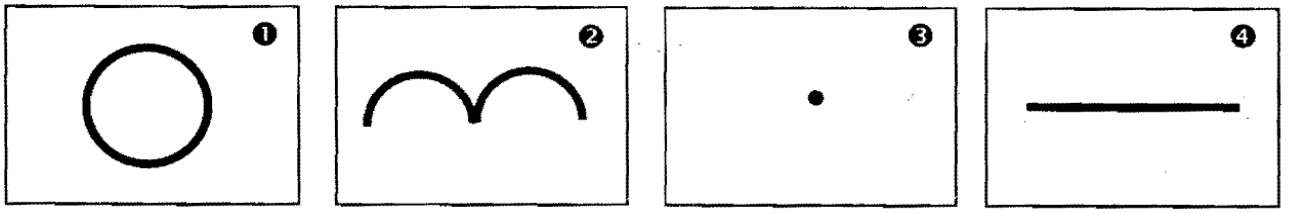
الحـل ــ 6

1ــ هل تصلح النقاط الموضحة على الشكل أن تكون مرجعا عطاليا .

النقطة	الجسم	يصلح	لا يصلح	التعليل
A	مقعد الدراجة	X		
B	صمام العجلة		X	ليست حركة مستقيمة منتظمة
C	حافة الدواسة		X	ليست حركة مستقيمة منتظمة
D	محور العجلة	X		

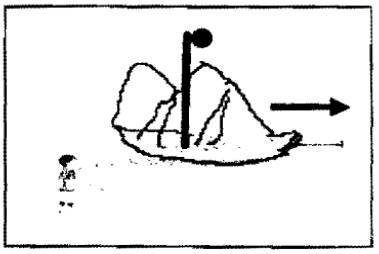
2ــ رسم مسار النقطة B كما يراه الدراج (الشكل ❶) ، ثم كما يراه ملاحظ واقف على الرصيف (الشكل ❷).

3ــ رسم مسار النقطة D كما يراه الدراج (الشكل ❸) ، ثم كما يراه ملاحظ واقف على الرصيف (الشكل ❹).



التمرين ــ7

تراقب ليزة ، من ضفة نهر ، باخرة صغيرة لها حركة مستقيمة منتظمة و بمتنها أخوها نسيم . عندما وصلت الباخرة أمامها سقطت كرة من أعلى العمود المثبت وسط الباخرة .



1ــ مثل المواضع المتتالية للكرة الساقطة كما تراها ليزة ثم كما يراها نسيم .

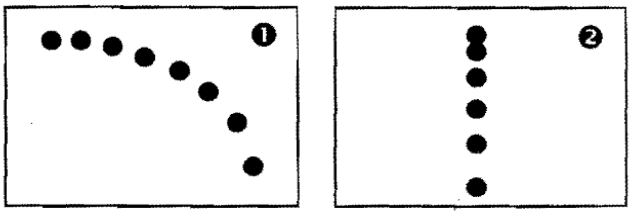
2ــ هل الكرية خاضعة لقوة ؟ علل.

3ــ ما هو التفسير الذي يعطيه كل واحد منهما ليشرح شكل المسار الذي تحصل عليه .

4ــ هل مبدأ العطالة محقق في مرجع الباخرة ؟ في مرجع الضفة ؟ اشرح .

الحـل ــ 7

1ــ تمثيل المواضع المتتالية للكرة الساقطة كما تراها ليزة (الشكل ❶) ثم كما يراها نسيم (الشكل ❷).



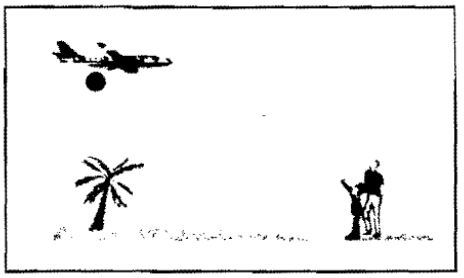
2ــ في الحالة ❶ عبارة عن سقوط كرة بسرعة ابتدائية أفقية :
نعم الكرية خاضعة لقوة لأن الكرية كما تراها ليزة كان مسارها قبل السقوط هو مسار الباخرة الذي هو مستقيم و لها سرعة الباخرة الثابتة و عند سقوطها فإنها تملك سرعة ابتدائية التي هي سرعة الباخرة فتصبح حركتها عبارة عن سقوط كرية بسرعة ابتدائية أفقية و منه يصبح مسارها منحن و منه نستنتج أن الكرية خاضعة لقوة لأنه حدث تغير في سرعة الكرية . كما يمكن أن نقول أن الكرية خاضعة حتما لقوة جذب الأرض التي لا مفر منها التي هي شاقولية و جهتها نحو الأسفل مما يجعل شعاع السرعة يغير جهته تدريجيا نحو الأسفل وهذا ما يفسر المسار المنحن و وجود هذه القوة يجعل الحركة متسارعة .

في الحالة ❷ عبارة عن سقوط حر للكرة بدون سرعة ابتدائية : نسيم يرى الكرية لا تملك سرعة ابتدائية ، تتحرك في نفس جهة تأثير القوة التي هي نحو الأسفل و لا تغير جهتها لعدم وجود قوة أخرى في جهة أخرى و منه يصبح مسارها خط مستقيم شاقولي.

4ــ نعم مبدأ العطالة محقق في مرجع الباخرة و في مرجع الضفة ، لأن حركة الباخرة مستقيمة منتظمة و الضفة ساكنة بالنسبة لسطح ارض أي أن المرجعين عطاليين .

التمرين ــ8

تمر طائرة إغاثة في الصحراء على أناس ضلوا الطريق و لها حركة مستقيمة منتظمة. تركت الطائرة طردا فيه مأونة يسقط دون قذفه .



1ــ ارسم موضع الطائرة عندما لمس الطرد الأرض.

2ــ ما هو مسار الطرد كما يراه الطيار ثم كما يراه الأشخاص من الأرض .

3ــ لو كان للطائرة حركة مستقيمة متسارعة ، ما هو موضع الطائرة عندما يلمس الطرد الأرض ؟

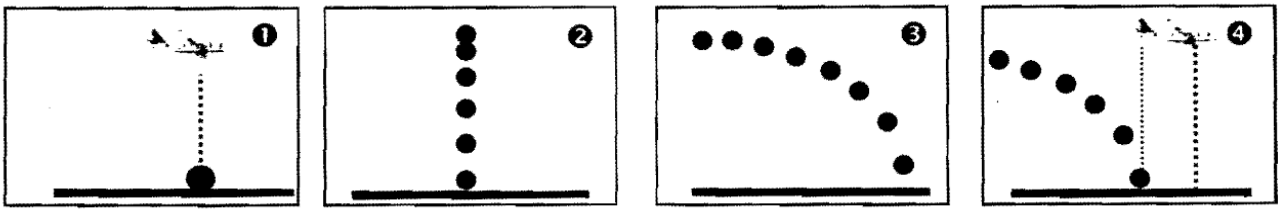
4ــ ما هي القوة المطبقة على الطرد خلال حركته .

الحـل ــ 8

1ــ رسم موضع الطائرة عندما لمس الطرد الأرض (الشكل ❶).

2ــ مسار الطرد كما يراه الطيار (الشكل ❷) . ثم كما يراه الأشخاص من الأرض (الشكل ❸) .

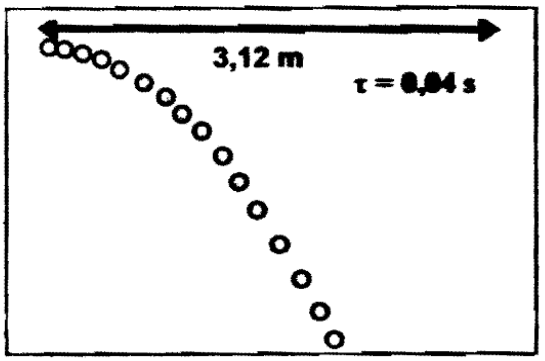
3ــ لو كان للطائرة حركة مستقيمة متسارعة ، موضع الطائرة عندما يلمس الطرد الأرض (**الشكل ❹**)



4ــ القوة المطبقة على الطرد خلال حركته : قوة جذب الأرض $\overrightarrow{F_{T/C}}$.

التمرين ــ9

ندرس حركة كرة يلقيها دراج دون قذفها وهو يسير بحركة مستقيمة منتظمة.
نعطي في الشكل الآتي الأوضاع المتتالية لمركز الكرة .



1) رقم مواضع الكرة ابتداءا من M_o.
2) ما هو مرجع الدراسة ؟
3) ما نوع حركة الكرة ؟
4) ما هي المدة الزمنية التي استغرقتها الكرة في سقوطها ؟
5) وضعنا على ورقة التسجيل خيطا ممدودا على طول المسار ابتداءا من M_o فوجدنا $L = 6,2\ cm$. ما هي المسافة الحقيقية المقطوعة من طرف الكرة خلال سقوطها ؟
6) استنتج السرعة المتوسطة للكرة .

الحـــل ــ 9

2) مرجع الدراسة : سطح الأرض (المرجع الأرضي)
3) نوع حركة الكرة : حركة منحنية متسارعة في مرجع سطحي أرضي.
4) المدة الزمنية التي استغرقتها الكرة في سقوطها : هناك 15 مجالا زمنيا ، إذن المدة الزمنية المستغرقة في السقوط هي : $t = 15 \times 0,04 = 0,6\ s$

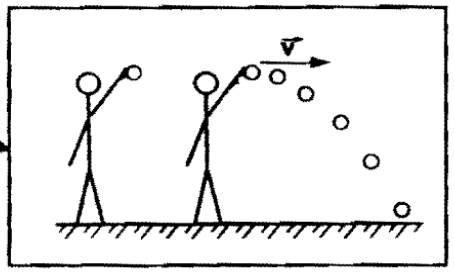
5ــ المسافة الحقيقية المقطوعة من طرف الكرة خلال سقوطها :

ــ نستخرج من الصورة سلم المسافات حيث : (في الحقيقة) $3.12\ m \rightarrow 5.8\ cm$ (على الوثيقة)
ــ نحسب المسافة الحقيقية : $d = (6.2 \times 3.12) / 5.8 = 3.33\ m$

6ــ السرعة المتوسطة : $V = d / \Delta t = 3,33 / 0,6 = 5,5\ m/s$

التمرين ــ10

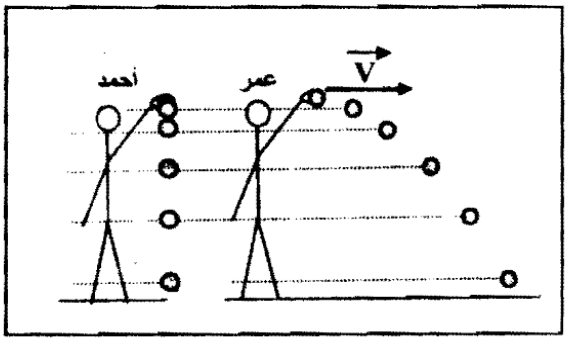
يقذف عمر كرة بيده بسرعة $\vec{V}$ افقية . في نفس اللحظة يترك نسيم كرة مماثلة تسقط دون قذفها . يمثل الشكل المقابل المواضع المتتالية لكرة عمر.



ــ مثل بدقة على ورق شفاف المواضع المتتالية لكرة نسيم.
ــ ما هي القوة المطبقة على كل كرة ؟
ــ هل تصل الكرتان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة ؟ علل.

الحـــل ــ 10

ــ تمثيل بدقة على ورق شفاف المواضع المتتالية لكرة نسيم .
ــ القوة المطبقة على كل كرة : الكرتان تخضعان لنفس القوة ألا و هي قوة جذب الأرض .
ــ نعم تصل الكرتان إلى سطح الأرض في نفس اللحظة : بما أن الكرتان تخضعان لنفس القوة ألا و هي قوة جذب الأرض و بما أن سرعتيهما الإبتدائية وفق السقوط الشاقولي لهما معدومتين ، إذن للكرتين نفس الحركة وفق الشاقول و منه نستنتج أن الكرتان تصلان إلى الأرض في نفس اللحظة.



التمرين ــ11

صحح العبارات التالية إن كانت خاطئة .
حسب مبدأ الفعلين المتبادلين بين جملتين فإن القوتين :

العبارة المقترحة	ص	خ	الصواب
مطبقتين على احدى الجملتين			
لهما نفس نقطة التأثير.			
متساويتان في الشدة			
لهما نفس الجهة			
لهما نفس الحامل			
تأثيريهما آن			

الحـل ــ 11

العبـارة المقترحـة	ص	خ	الصـواب
مطبقتين على إحدى الجملتين		X	القوتان مطبقتان على الجملتين
لهما نفس نقطة التأثير		X	لكل قوة نقطة تاثير
متساويتان في الشدة	X		
لهما نفس الجهة		X	للقوتين جهتين متعاكستين
لهما نفس الحامل	X		
تأثيريهما آن	X		

التمرين ــ12

ما هي القوى المسؤولة عن انطلاق أو كبح السيارات ؟ علل .

الحـل ــ 12

القوى المسؤولة عن انطلاق أو كبح السيارات هي قوى الإحتكاك :

ــ عند الإنطلاق ، العجلات الأمامية تحاول الدوران بواسطة المحرك فتؤثر على سطح تماسها مع السطح الخشن للطريق بقوة و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، تنشأ عند سطح تماس العجلة مع السطح الخشن للطريق قوة رد فعل تدعى بقوة احتكاك جهتها هي نفس جهة الحركة و هي المسؤولة عن انطلاق السيارة فهي قوة احتكاك محركة .

ــ كبح السيارات : عند الضغط على الفرامل لتوقيف السيارة ننشأ قوة احتكاك بين العجلة و المكبح يعيق حركة العجلة سواءا الخلفية منها أو الأمامية أو كلاهما فتكون حينئذ جهتها هي عكس جهة الحركة فهي قوة احتكاك معيقة للحركة .

التمرين ــ13

أجب بصحيح أم خطأ ؟

تكون القوة المسؤولة عن انطلاق سيارة : أ) في جهة الحركة ب) عكس جهة الحركة ،

جـ) مطبقة من طرف المحرك على العجلات ، د) مطبقة من طرف الأرضية على العجلات .

الحـل ــ 13

تكون القوة المسؤولة عن انطلاق سيارة :

أ) في جهة الحركة د) مطبقة من طرف الأرضية على العجلات .

ملاحظة : تكون القوة المسؤولة عن انطلاق السيارة مساوية للقوة المطبقة من طرف المحرك على العجلات .

التمرين ــ14

ــ في حالة عدم وجود الإحتكاك ، هل يمكن لسيارة أن تنطلق إذا كانت ساكنة ؟ علل.

ــ في حالة عدم وجود الإحتكاك ، هل يمكن لسيارة أن تتوقف إذا كانت متحركة ؟ علل.

الحـل ــ 14

في حالة عدم وجود الإحتكاك ، لا يمكن لسيارة أن تنطلق إذا كانت ساكنة :

ــ عند الإنطلاق ، العجلات الأمامية تحاول الدوران بواسطة المحرك فتؤثر على سطح تماسها مع السطح للطريق بقوة و نظرا لأن السطح أملس فلا تنشأ عند سطح تماس العجلة مع السطح الأملس للطريق قوة رد فعل (احتكاك) ومنه تدور العجلات بحرية و لكن السيارة لا تتقدم ، لغياب تشكل قوة في اتجاه حركة الإنطلاق .

ــ في حالة عدم وجود الإحتكاك لا يمكن لسيارة أن تتوقف إذا كانت متحركة : عند الضغط على الفرامل لتوقيف السيارة ننشأ قوة احتكاك بين العجلة و المكبح يعيق حركة دوران العجلة و نظرا لأن السطح أملس فلا تنشأ عند سطح تماس العجلة مع السطح الأملس للطريق قوة رد فعل (احتكاك) فتصبح الحركة انسحابية منتظمة لغياب تشكل قوة اتجاهها عكس جهة الحركة و هذا حسب مبدأ العطالة .

التمرين ــ15

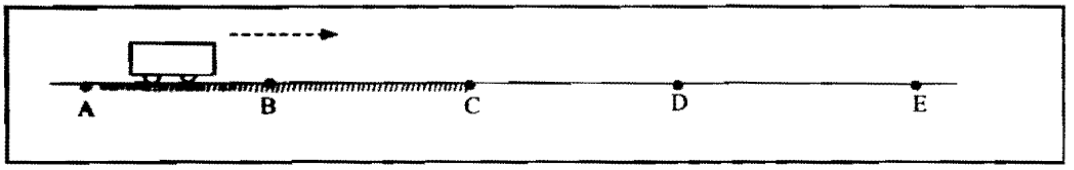
كيف تفسر انطلاق الطائرات و الصواريخ النفاثة ؟

الحـل ــ 15

انطلاق الطائرات والصواريخ النفاثة يكون حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، حيث عند **الإنطلاق تنطلق أو تنفث الصواريخ** غازات بقوة كبيرة على أرضية الإنطلاق فترد هذه الأخيرة عليها بقوة تساويها في الشدة و **تعاكسها في الإتجاه فتنطلق** .

التمرين ــ16

تسير سيارة فوق أرضية خشنة ABC بحركة مستقيمة متسارعة . كانت للسيارة في الموضع A ، B و C السرع التالية على الترتيب 20 m/s ، 15 m/s و 10 m/s ثم دخلت فجأة في الجزء CDE فين الأرضية بها جليد (قوى الاحتكاك معدومة)



1ــ ما هي سرعة السيارة في الموضع D ثم في الموضع E ؟ علل اجابتك.
2ــ ما هي طبيعة الحركة في الجزء DE ؟

الحـل ــ 16

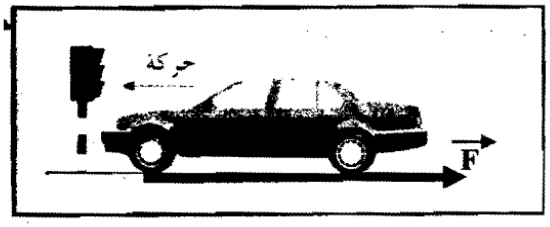
1ــ سرعة السيارة في الموضع D ثم في الموضع E هي 10 m/s لأن في الجزء CDE قوى الإحتكاك معدومة إذن السيارة لا تخضع لأية قوة و حسب مبدأ العطالة فإن السيارة تحافظ على السرعة التي كانت لها في النقطة C .
2ــ طبيعة الحركة في الجزء DE : حركة مستقيمة منتظمة.

التمرين ــ17

تسير سيارة بسرعة معينة ، فجأة فرمل السائق . قوة الإحتكاك F المسؤولة عن الكبح تساوي 6000 N .
مثل هذه القوة مع إبراز جهة حركة السيارة ، خذ السلم : 1 cm ← 1500 N.

الحـل ــ 17

قوة الإحتكاك **F** المسؤولة عن الكبح تساوي 6000 N . السلم : 1 cm ← 1500 N.



$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 1500\text{ N} \\ X\text{ cm} \rightarrow 6000\text{ N} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (6000 \times 1)/1500 = 4\text{ cm}.$$

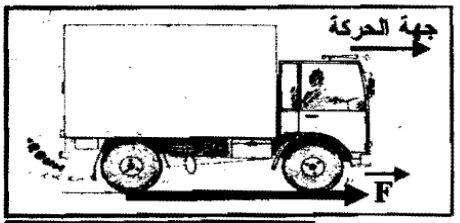
نمثل القوة بسهم طوله 4 cm جهته عكس جهة الحركة.

التمرين ــ18

قيمة قوة الإحتكاك F المسؤولة عن انطلاق شاحنة تساوي 3000 N .
ــ مثل هذه القوة مع تعيين جهة الحركة في الرسم باستعمال السلم : 1 cm ← 1000 N .

الحـل ــ 18

قيمة قوة الإحتكاك **F** المسؤولة عن انطلاق شاحنة تساوي 3000 N . السلم : 1 cm ← 1000 N .



$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 1000\text{ N} \\ X\text{ cm} \rightarrow 3000\text{ N} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (3000 \times 1)/1000 = 3\text{ cm}.$$

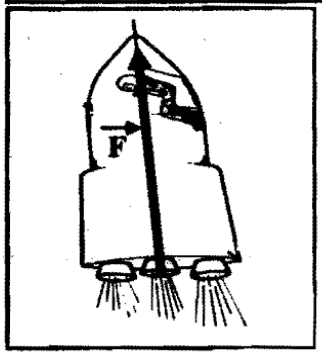
نمثل القوة بسهم طوله 3 cm جهته نفس جهة الحركة.

التمرين ــ19

عند انطلاق صاروخ تطبق عليه الغازات النافثة منه قوة قدرها $6{,}6 \cdot 10^6$ N .
ــ ارسم الصاروخ ، ثم مثل القوة F المطبقة عليه باستعمال السلم : 1 cm ← $2 \cdot 10^6$ N .

الحـل ــ 19

عند انطلاق صاروخ تطبق عليه الغازات النافثة منه قوة قدرها $6{,}6 \cdot 10^6$ N .



السلم : 1 cm ← $2 \cdot 10^6$ N .

$$\left.\begin{array}{l} 1\text{ cm} \rightarrow 2 \cdot 10^6\text{ N} \\ X\text{ cm} \rightarrow 6{,}6 \cdot 10^6\text{ N} \end{array}\right\} \Rightarrow X = (6{,}6 \cdot 10^6 \times 1)/2 \cdot 10^6 = 3{,}3\text{ cm}.$$

نمثل القوة بسهم طوله 3,3 cm جهته نفس جهة الحركة.

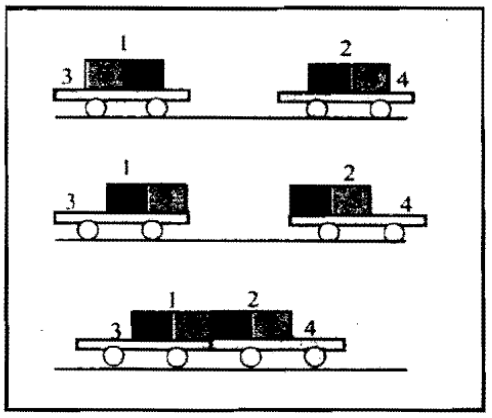
التمرين ــ20

انفخ بالون مطاطي ، ثم اتركه لحاله دون غلق فوهته . ماذا تلاحظ ؟
كيف تفسر حركة البالون ؟ ما هي الجملتين المتفاعلتين هنا ؟ علل.
مثل كيفيا القوة المطبقة على البالون .

الحـل ــ 20

نفخ بالون مطاطي معناها يمتلئ بالغاز ، عندما نتركه لحاله دون غلق فوهته : يحاول الغاز الموجود داخل البالون الخروج منه فيؤثر على الوسط الخارجي بقوة و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين فإن الوسط الخارجي يولد قوة رد فعل تكون جهتها عكس جهة خروج الغاز تجعل البالون يتحرك بحركة جهتها عكس جهة خروج الغاز (نفس حركة انطلاق الصاروخ السابق) .

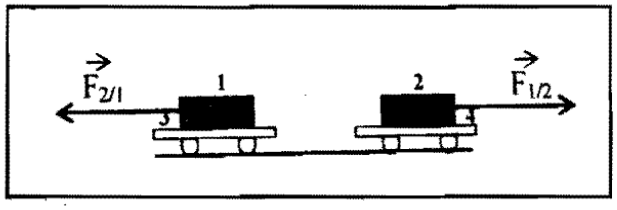
التمرين ــ21



تضع مغناطيسيين متماثلين 1 و 2 فوق عربتين صغيرتين متماثلتين 3 و 4 .
نعتبر الأفعال المغناطيسية فقط بين هذه الجمل.
1ــ باستعمال الترميز المناسب للقوتين ، مثل كيفيا الفعلين المتبادلين بين الجملتين (1) و (2) ثم حدد خصائص القوتين في كل رسم .
2ــ نفس السؤال إذا اخترنا الجملتين (1+3) و (2+4)
3ــ هل يمكن اختيار الجمل التالية : (1+4) و (2+3)

4ــ إذا أردنا دراسة الجملة الكلية (1+3+2+4) ماذا يحدث للفعلين المتبادلين بين المغناطسين في هذه الحالة ؟ كيف تصنف القوتين بالنسبة لهذه الجملة.

الحـل ــ 21

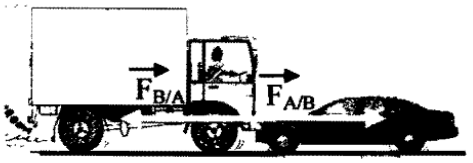


1ــ الجملتين هي 1 و 2 . $\vec{F}_{1/2}$ هي القوة التي تطبقها الجملة 1 على الجملة 2 ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة 2 . $\vec{F}_{2/1}$ هي القوة التي تطبقها الجملة 2 على الجملة 1 ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة 1 .
القوتين نفس الحامل ، نفس الشدة و جهتين متعاكستين .
2ــ الجملتين هي : (1+3) و (2+4) . بما أننا نهتم بالفعل المغناطيسي فقط ، للقوتين المتبادلتين نفس الخصائص السابقة و لكن رمزهما يتغير و يصبح : $\vec{F}_{(3+1)/(4+2)}$ و $\vec{F}_{(4+2)/(3+1)}$
3ــ لا يمكن اختيار الجمل التالية : (1+4) و (2+3) لأنه لا يوجد تأثير متبادل بينهما .
4ــ الجملة هي : (1+3+2+4) : في هذه الحالة لدينا جملة واحدة ، والفعلين المتبادلين هما بين جزئين (المغناطيسين) من نفس الجملة فهما قوتين داخليتين ولهما نفس الخصائص المحددة في الحالة الأولى .
اتباع نفس الخطوات بالنسبة للشكلين الآخرين .

التمرين ــ22

اصطدمت سيارة بشاحنة . مثل ، لحظة الإصطدام ، القوة $\vec{F}_{A/B}$ المطبقة من طرف الشاحنة على العربة و القوة $\vec{F}_{B/A}$ المطبقة من طرف العربة على الشاحنة.

الحـل ــ 22



ــ الجملتين هي A و B . $\vec{F}_{A/B}$ هي القوة التي تطبقها الجملة A على الجملة B ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة B . $\vec{F}_{B/A}$ هي القوة التي تطبقها الجملة B على الجملة A ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة A .
للقوتين نفس الحامل ، نفس الشدة ، جهتين متعاكستين و نقطتي تأثيرهما مختلفة.

التمرين ــ23

يدفع فيل بخرطومة شجرة . مثل القوة التي يطبقها الفيل على الشجرة.
ــ هل تطبق الشجرة قوة على الفيل ؟ إذا كان الجواب بنعم مثل هذه القوة.

الحـل ــ 23

ــ الجملتين هي A و B . $\vec{F}_{A/B}$ هي القوة التي تطبقها الجملة A على

الجملة B ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة B . $\overrightarrow{F_{B/A}}$ هي القوة التي تطبقها الجملة B على الجملة A ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة A .
للقوتين نفس الحامل ، نفس الشدة ، جهتين متعاكستين و نقطتي تأثيرهما مختلفة.

التمرين ــ24

خلال منازلة بين ملاكمين ، تلقى الملاكم A لكمة في الوجه من الملاكم B . تأثر هذ[illegible] عليه لكمة عنف
ــ ما رأيك في هذا المثال ؟ هل هو ملائم لتوضيح مبدأ الفعلين المتبادلين ؟ علل .

الحـل ــ 24

هذا المثال ليس ملائم لتوضيح مبدأ الفعلين المتبادلين لأن قوتي الملاكمين لم تحدثا في آن واحد و ليست متساويتين [illegible] القوتين الناتجتين عن الفعلين المتبادلين أنهما تكونان من نفس الطبيعة متساويتين في الشدة ، لهما نفس الحامل ، تحدثان في آن واحد ، لهما جهتين متعاكستين و نقطتي تأثيرهما مختلفة.

التمرين ــ25

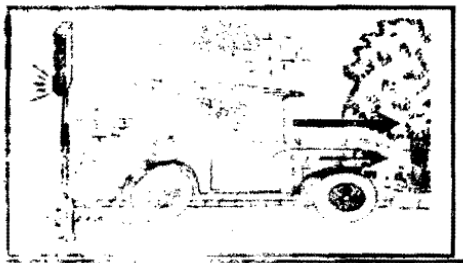
ينطلق سائق دراجة نارية من السكون .
1ــ ماذا تمثل القوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ في الشكل المقابل ؟
2ــ ما هي القوة المسببة في انطلاق [illegible]
3ــ ما هي القوة المعيقة لسير الدراجة ؟
4ــ ما هي الجملة المطبقة للقوتين السابقتين . بترقيم الجمل المناسبة استخرج [illegible] بين القوتين السابقتين
5ــ يوقف الدراج محرك الدراجة في لحظة ما ، فتبقى هذه في حركة مستقيمة لمدة معينة قبل أن تتوقف . في هذه المرحلة تطبق الأرضية على كل عجلة قوة ، اختر الجواب الصحيح من بين العبارات الآتية :
أ) القوتان في جهة الحركة ب) القوتان معاكستان لجهة الحركة جـ) إحداهما في جهة الحركة و الأخرى عكس جهة الحركة.

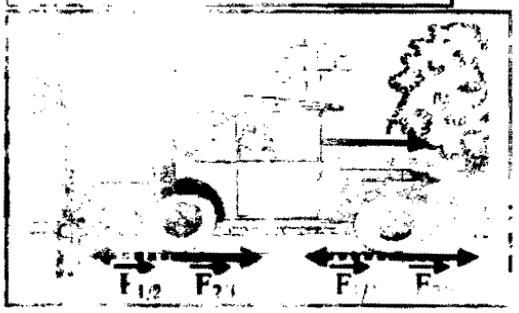
الحـل ــ 25

1ــ القوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ هي قوى احتكاك .
2ــ $\overrightarrow{F_1}$ هي المسببة في انطلاق الدراجة لأن العجلة الخلفية في الدراجة هي العجلة المحركة .
3ــ $\overrightarrow{F_2}$ هي المعيقة لسير الدراجة لأن العجلة الأمامية في الدراجة ليست محركة فتخضع للإحتكاكات فقط .
4ــ ــ إذا رمزنا للأرضية بـــ S فإن القوتين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$ مطبقتين من طرف الأرضية S على العجلتين .
فيصبح رمز القوتين كما يلي : $\overrightarrow{F_{S/1}}$ و $\overrightarrow{F_{S/2}}$ حيث 1 يرمز للعجلة الخلفية و 2 للعجلة الأمامية .
5ــ الجواب الصحيح هو : القوتان معاكستان لجهة الحركة .

التمرين ــ26

في سيارة من نوع 4×4 تعتبر العجلات الأربع محركة .
ــ مثل القوى المطبقة من طرف الأرضية على العجلات في هذا النوع من السيارات .
ــ مثل بلون مخالف القوى المطبقة من طرف العجلات على الأرضية.
اذكر خصائص هذه القوى .





الحـل ــ 26

ــ الجملتين هي السيارة 1 و [illegible] الأرضيه 2 . $\overrightarrow{F_{1/2}}$ هي القوة التي تطبقها الجملة 1 على الجملة 2 ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة 2 . $\overrightarrow{F_{2/1}}$ هي القوة التي تطبقها الجملة 2 على الجملة 1 ، نقطة تأثيرها موجودة على الجملة 1 للقوتين نفس الحامل ، نفس الشدة ، جهتين متعاكستين [illegible] تأثيرهما مختلفة.

التمرين ــ27

1ــ هل يمكن لسيارة أن تنطلق على أرضيه يكسوها الجليد ؟ اشرح .
2ــ عند سقوط الثلج و اكتساء الأرض بالجليد ، يلف السائقون العجلات المحركة [illegible]

الحـل ــ 27

1ــ لا يمكن لسيارة أن تنطلق على أرضية يكسوها الجليد (حالة عدم وجود الإحتكاك) :
ــ عند الإنطلاق ، العجلات الأمامية تحاول الدوران بواسطة المحرك فتؤثر على سطح تماسها مع السطح للطريق بقوة و نظرا لأن السطح أملس فلا تنشأ عند سطح تماس العجلة مع السطح الأملس للطريق قوة رد فعل (احتكاك) ومنه تدور العجلات بحرية و لكن السيارة لا تتقدم ، لغياب تشكل قوة في اتجاه حركة الإنطلاق .

2ــ عند سقوط الثلج واكتساء الأرض بالجليد ، يلف السائقون العجلات المحركة للسيارة بسلاسل حديدية :
ــ عند الإنطلاق ، العجلات المحركة المزودة بسلاسل حديدية تحاول الدوران بواسطة المحرك فتؤثر على سطح تماسها مع سطح الطريق بقوة و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، تنشأ عند سطح تماس العجلة مع سطح الطريق قوة رد فعل تدعى بقوة احتكاك جهتها هي نفس جهة الحركة و هي المسؤولة عن انطلاق السيارة . لنشوء الإحتكاك يجب أن يكون سطح التماس بين الجملة المؤثرة أو المتأثرة أو الإثنين معا خشن فوجود السلسلة المعدنية يجعل سطح العجلة خشن .

التمرين ــ28

في الظروف العادية و على طريق أفقي معبد ، عندما نفرمل سيارة معدل سرعتها 90km/h ، فإن هذه الأخيرة تتوقف كلية بعد قطعها مسافة تقارب 70 m.

1ــ ما هي المسافة اللآزمة لتوقيف هذه السيارة إذا كان الطريق مبللا : أ) أقل من 70 m ؟ ب) أكثر من 70 m ؟ تساوي 70 m ؟ علل.

2ــ عند سقوط المطر أو الثلج ، ينصح السائقون بتخفيف السرعة و ترك مسافة كافية بين سيارتين متتابعتين . اشرح لماذا في فقرة وجيزة .

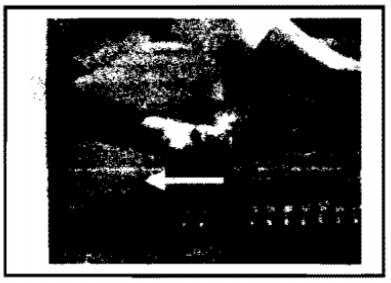
الحـل ــ 28

1ــ أكثر من 70 m . عندما يصبح الطريق مبللا تتغير طبيعة السطح فتصبح قوى الإحتكاك ضعيفة و منه تقطع السيارة مسافة أكبر قبل أن تتوقف .

2ــ عند سقوط المطر يصبح الطريق مبللا فتقل قوى الإحتكاك لذا ينصح السائقون بتخفيض السرعة وترك مسافات كافية بين سيارتين متتابعتين لأنه يصعب التحكم في السيارة و توقيفها في مسافة قصيرة عند رؤية الخطر .

التمرين ــ29

في سباقات السرعة لرياضة ألعاب القوى ، لماذا ينطلق العداؤون و أرجلهم مرتكزة على مساند مائلة ؟ ناقش .



الحـل ــ 29

في سباقات السرعة لرياضة ألعاب القوى ، ينطلق العداؤون و أرجلهم مرتكزة على مساند مائلة : عند الإنطلاق يضغط العداء على المسند بقوة رجله و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين يرد المسند بقوة مماثلة و لكن تكون في جهة الحركة فتساعد العداء على الإنطلاق بسرعة ابتدائية .

التمرين ــ30

تسير شاحنة بحركة مستقيمة منتظمة و هي محملة بقطعة جليد كبيرة غير مثبتة . أثناء الحركة تبقى القطعة الجليدية ساكنة فوق المحمل .

1ــ فرمل السائق فجأة ، صف مع التعليل حركة القطعة الجليدية .

2ــ لماذا يجبر راكبوا السيارات بربط أحزمة الأمن ؟ ناقش .

الحـل ــ 30

ــ عند الفرملة تتوقف الشاحنة بعد قطعها مسافة قصيرة . أما قطعة الجليد قبل توقيف الشاحنة كانت في حركة مستقيمة منتظمة إذن لا تخضع لأية قوة (لا توجد قوة احتكاك بينها و بين المحمل) .
عند الفرملة قوى الإحتكاك للمكابح مطبقة على عجلتي الشاحنة فقط و بما أن القطعة الجليدية ليست مثبتة على الشاحنة و لا توجد قوى احتكاك بينها و بين المحمل فإن قطعة الجليد تواصل حركتها المستقيمة المنتظمة حسب مبدأ العطالة فتنزلق نحو الأمام .
ــ يجبر راكبوا السيارات على ربط أحزمة الأمن حتى لا يعرضوا أنفسهم للخطر لأنه عند الفرملة يحدث للراكب تقريبا نفس ظاهرة القطعة الجليدية ، فيصدم رأسه الزجاج الأمامي للسيارة .

تمارين نماذج للفروض و الإختبارات

التمرين ــ1

مسافر يحمل حقيبة واقف على بساط يسير على طريق مستقيم بسرعة 10 Km/h .

1 ــ في أي مرجع تكون الحقيبة ساكنة و هل هو مرجع غاليلي ؟ أ) مرجع أرضي .علل ، ب) مرجع متصل بالبساط .علل .

2 ــ في أي مرجع تتحرك الحقيبة بحركة مستقيمة منتظمة ؟ أ) مرجع أرضي ب) مرجع متصل بالبساط .

3 ــ في أي مرجع تكون سرعة الحقيبة 80 Km/h .

4 ــ في أي مرجع يكون البساط متحرك و هل هو مرجع غاليلي ؟ علل .

التمرين ــ2

اختر الإجابة الصحيحة :

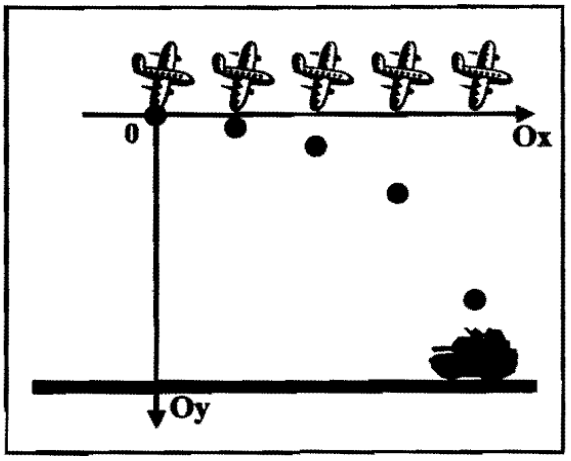
1 ــ دراج راكب على دراجته في حركة على طريق أفقية ، بسرعة 2 m/s . يقذف الدراج كرة للأعلى ، هل تسقط هذه الكرة :
أ) أمام الدراجة ب) على الدراجة جـ) وراء الدراجة .

2 ــ يضغط سائق الحافلة على المكابح فجأة ، في أي .. اتجاه يميل المسافر داخل الحافلة :
أ) نحو الأمام ب) لا يميل جـ) نحو الوراء .

3 ــ شخص يحمل حقيبة داخل المصعد ، أثناء إنطلاق المصعد نحو الأعلى ، كيف تبدو الحقيبة :
أ) أثقل ب) عادية جـ) أخف .

التمرين ــ3

قمنا بالتصوير المتعاقب لحركة قنبلة تسقط بدون سرعة إبتدائية من طائرة تنتقل وفق خط مستقيم و بسرعة ثابتة تعطى الصورة المواضع المتتالية للطائرة و القنبلة :



1 ــ ما طبيعة حركة الطائرة في مرجع أرضي .

2 ــ ما طبيعة مسار القنبلة و ما طبيعة حركتها في مرجع أرضي .

3 ــ ماذا تتوقع لمسار القنبلة بالنسبة لمرجع متصل بالطائرة .

4 ــ التأكد البياني : على ورق شفاف أرسم معلما Ox ، Oy ، مبدؤه O . ضع المبدأ O للمعلم عند مواضع مختلفة للطائرة محافظا دوما على توازي المحور Ox والإنتقال الأفقي للطائرة و سجل في كل مرة الأوضاع الموافقة للقنبلة (c_0 ، c_1 ، ....) .

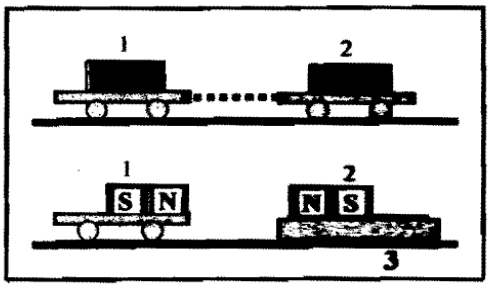
أ ــ ماذا تمثل مجموعة النقاط التي تحصلت عليها من الورق الشفاف .

ب ــ ما طبيعة حركة القنبلة بالنسبة لمراقب متصل بالطائرة .

جـ ــ هل مسار القنبلة يتعلق بالمرجع المختار .

د ــ في أي مرجع مسار القنبلة شاقولي .

التمرين ــ4



1 – نضع مغناطيسين متماثلين (1) و (2) فوق عربتين متماثلتين و نشد العربتين بخيط عديم الإمتطاط .

إذا أردنا تقريب قطبين شماليين من بعضهما فبماذا نحس ؟

ــ عند حرق الخيط ، ماذا نلاحظ ؟

ــ إن الفعلين المتبادلين بين المغناطيسين نرمز لها بـ $\overrightarrow{F_{1/2}}$ ، $\overrightarrow{F_{2/1}}$.

ماذا نعني بهذا الترميز ؟

ــ اذكر خصائص القوتين و مثلها على الرسم .

2 ــ نضع احد المغناطيسين على سطح خشن (3) و نشد بين المغناطيسين (1) (2) بخيط .

ــ عند حرق الخيط نلاحظ حركة العربة التي تحمل المغناطيس (1) فقط .

ـ هل مبدأ الفعليين المتبادلين محقق في هذه الحالة ؟
ـ اذكر التأثيرات المتبادلة بين المغناطيسين مثلها على الرسم .
– لماذا لا يتحرك المغنطيس (2) و ما هو الفعل الميكانيكي المطبق على هذا المغناطيس و ما هي الجملة التي تطبق هذا الفعل ، مثل هذا الفعل كيفيا على الرسم .

التمرين ـ5

لجعل قارب يتقدم يجب دفع الماء للوراء بواسطة مجذافين .
2 ـ مثل على الرسم اتجاه القوى التي تمكن القارب من التقدم .

التمرين ـ6

بتطبيق مبدأ الأفعال المتبادلة ، اشرح الحركات التالية :
1 – انتقال دراجة نارية على سطح الأرض حيث عجلتها الورائية محركة .
2 – اندفاع بالون للأمام في حين خروج الهواء للوراء .

المـــادة و تحولاتهـــا

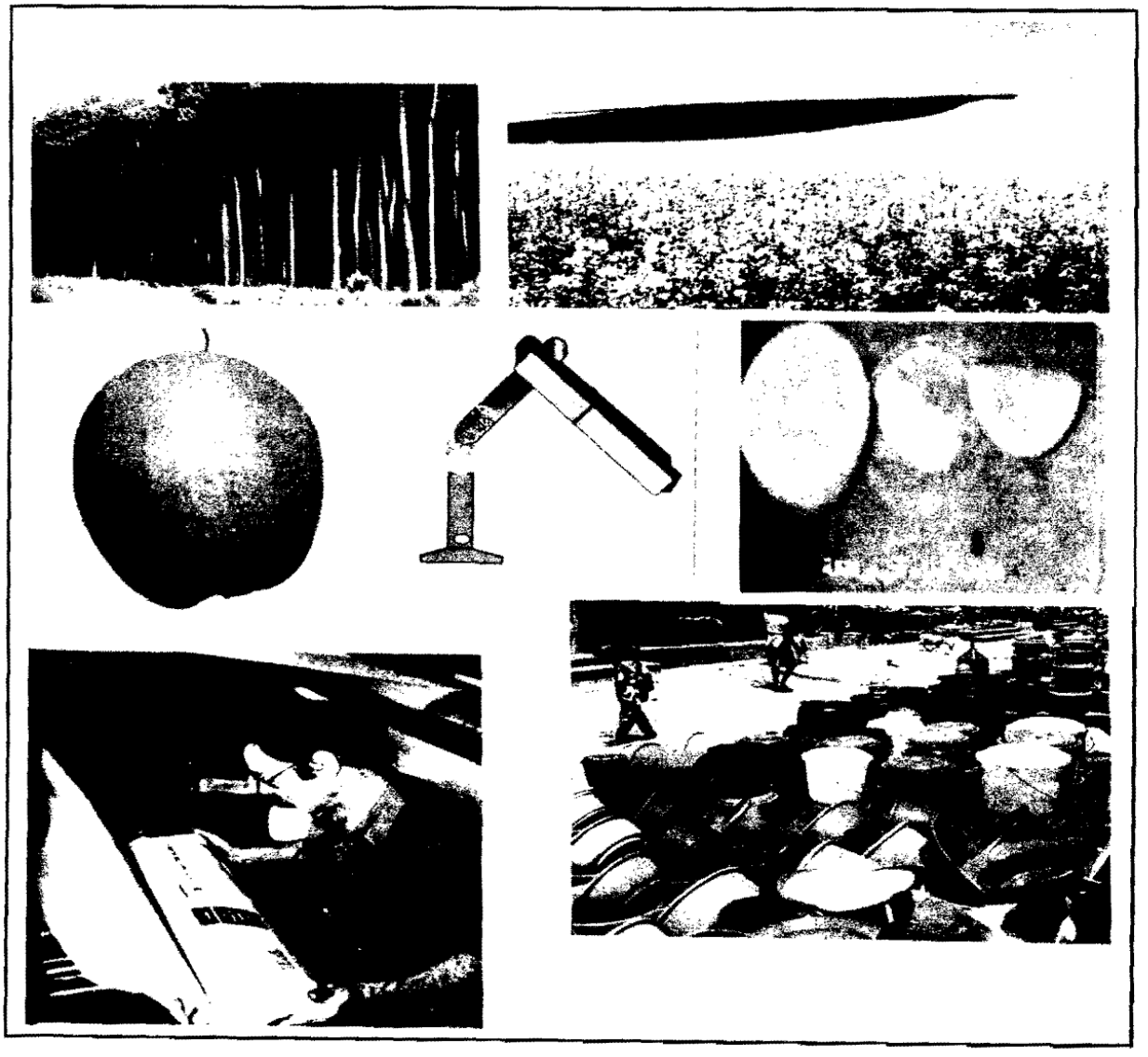
الكفاءات المستهدفة :

- ما هي المكونات العنصرية للمادة ؟
- على ماذا يعتمد ترتيب العناصر الكيميائية ؟
- كيف نعبر عن التحولات الكيميائية ؟
- ما هو التفاعل الكيميائي ؟

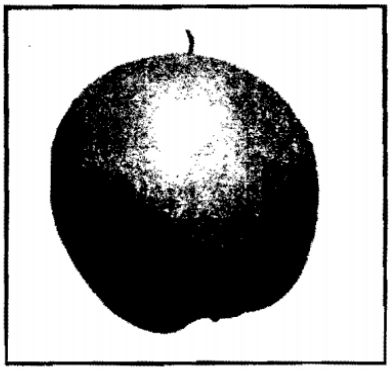
المـــادة و تحولاتهـــا

الكفاءات المستهدفة :

- التعرف على بعض الأنواع الكيميائية والتمييز بين النوع و الفرد و العنصر الكيميائية .
- التعرف على تقنيات الكشف عن بعض الأنواع الكيميائية .
- المقارنة بين الأنواع الكيميائية الطبيعية و التركيبية .
- قراءة و تحليل البطاقات التي تحملها بعض المحاليل المتداولة في الحياة اليومية .
- مقارنة ذرة بنواتها من حيث الحجم ، الكتلة ، الشحنة .
- تطبيق نموذج التوزيع الإلكتروني .
- ربط الخصائص الكيميائية لعنصر بعدد إلكترونات مداره الخارجي .



بنية أفراد بعض الأنواع الكيميائية



الأنواع الكيميائية الطبيعية و التركيبية :

ـ ما هي المكونات الأساسية للتفاحة ؟

التفاحة تحتوي على الأنواع الكيميائية التالية :

ـ الماء ، السكر ، النشا ، السيلولوز ، السيانيدين ، الأسترات والإثانال .

ـ السيانيدين : موجودة في قشرة التفاحة و هي الجزيئة المسؤولة عن لون التفاحة .

ـ الأسترات والإثانال : مركبات كيميائية لها روائح نصادفها في الفواكه و الورود ، وهي المسؤولة عن رائحة التفاح .

ما هي المكونات الأساسية للياوورت ؟

لدينا ياوورت في زجاجة :

1ـ الزجاج مصنوع انطلاقا من مادة طبيعية (الرمل) .

2ـ الياوورت يحتوي على : الحليب ، السكر ، و معطر (فانيلين)

ـ الحليب منتوج طبيعي حدث له تحول لصنع الياوورت و لكن مكوناته الأساسية لم تتغير .

ـ الرائحة ناتجة من مركب الفانيلين الذي مصدره تركيبي .

الأنواع الكيميائية الطبيعية و التركيبية

غالبا ندعو منتوج كيميائي على كل شيئ ليس طبيعي فالمنتوج الطبيعي يوافق المنتوجات الحيوانية أو النباتية التي نجدها في الطبيعة . لنأخذ مثال التفاحة :

عند الكشف عن مكوناتها نجدها مركبات كيميائية فهل التفاحة منتوج طبيعي أو كيميائي ؟

الأنواع الكيميائية الطبيعية :

الأنواع الكيميائية ذات المصدر الطبيعي متواجدة في حياتنا اليومية مثل السكر ، الورق ، الزجاج ، الصوف .

ـ السكر مركب عضوي مكون من النوع الكيميائي : السكاروز الذي صيغته $C_{12}H_{22}O_{11}$ يستخرج مباشرة من الفجل أو من القصب السكري و هذا طبعا بعد تنقيته من الشوائب .

ـ الورق منتوج طبيعي مصدره الخشب .

ـ الزجاج منتوج نحصل عليه إنطلاقا من مادة السيليس (رمل قاسي) و مادة الألومين (أوكسيد الألومنيوم) .

ـ الصوف : منتوج يأتي من صوف الكباش مكون من ألياف ، بعد المعالجة تصبح أنسجة .

الإستنتاج : الإنسان يتدخل لـ :

1ـ عزل المنتوج الكيميائي الناتج من النبات ، الشجرة أو الجذور .

2ـ تحويل المادة ذات مصدر طبيعي .

الأنواع الكيميائية التركيبية

ـ ندرة أو غلاء المركبات الموجودة في المواد الطبيعية جعلت الإنسان يفكر في تركيبها أو صنعها بحيث تكون طبقا الأصل مثل الفانيلين التي تستعمل لتعطير الياوورت .

ـ إلى غاية القرن العشرين ، الفانيلين الذي صيغته $C_8H_8O_3$ مستخرج من بصلة الفانيلا و لكن كلفة المنتوج غالية جدا .

ـ بتطوير الكيمياء التركيبية أستطاع الإنسان تركيب الفانيلين في المخبر انطلاقا من مركب طبيعي يدعى (الليجنين) بحيث تكون كلفة الإنتاج أقل مما لو استعملت بصلة الفانيلا .

ـ حاليا الفانيلين هو العطر الإصطناعي المستخدم في الياوورت و منتوجات عديدة .

إذن الياوورت منتوج مكون من أنواع كيميائية يمكن أن تكون إصطناعية ، تركيبية أو طبيعية .

الخلاصة :

ـ النوع الكيميائي يمكن أن يكون ذو مصدر طبيعي أو اصطناعي (تركيبي)

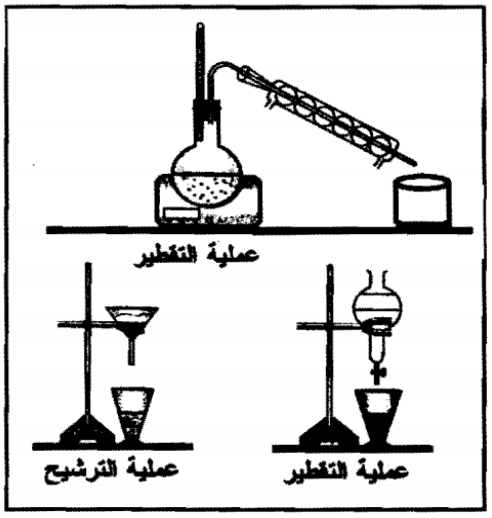
ـ في كل الحالات ما يؤخذ بعين الإعتبار في المركب هو الإستخدام الجيد و الحذر من التسمم و الأخطار التي تشكلها .

في الحياة اليومية للإنسان :
1ـ يستعمل مباشرة بعض المنتوجات الطبيعية مثل التفاح ، الحليب ، الذرة ...
2ـ يحول بعض المنتوجات الطبيعية الى اصطناعية مثل الورق ، الصوف ، المطاط...
3ـ يعزل بعض المنتوجات الطبيعية و يستعملها مثل الملح ، السكر....
4ـ يطور الكيمياء التركيبية التي تسمح له :
ـ لعب دور الطبيعة (تركيب الفانيلين ، المونتول)
ـ تركيب جزيئات جديدة ليست طبيعية مثل (الأسبيرين ، النيلون ...)

النتيجة
كل المكونات و الأجسام التي تحيط بنا تتشكل من أنواع كيميائية استخرجت من الطبيعة بالتحويل أو بصنعها أو تركيب طبق الأصل لها أو تركيب جزيئات جديدة.
ـ الأنواع الكيميائية التركيبية يزداد استعمالها و تعوض شيئا فشيئا الأنواع الكيميائية الطبيعية لندرتها أو غلائها .

تقنيات فصل الأنواع الكيميائية

يمكن للمادة أن تحتوي على أكثر من نوع كيميائي و من أجل الفصل بينها هناك تقنيات عديدة منها : الترشيح ، الإبانة ، التقطير ، الكروماتوغرافيا.



1ـ عملية الإبانة : تستعمل في فصل مادتين غير قابلتين للإمتزاج إحداهما سائلة و الأخرى صلبة و مثال على ذلك فصل الماء الصافي من ماء البحر أو المستنقعات .

2ـ عملية الترشيح : تأتي بعد الإبانة تستعمل في فصل مادتين غير قابلتين للإمتزاج إحداهما سائلة و الأخرى صلبة.

3ـ عملية التقطير (بالحرارة) : تستعمل في فصل مادتين أو أكثر سائلتين قابلتين للإمتزاج ، درجة حرارة غليانهما مختلفتين .
و مثال على ذلك فصل الماء المقطر عن أملاحه .

4ـ عملية التقطير (بالتجزئة) : تستعمل في فصل مادتين أو أكثر سائلتين غير قابلتين للإمتزاج ، مثل فصل الماء عن الزيت .

5ـ الكروماتوغرافيا : تستعمل في فصل و تحديد المكونات المختلفة للمزيج باستعمال الألوان .

الأفـــراد الكيميائية والأنواع الكيميائية

أ ـ الأفـــراد الكيميائيـــة
نطلق إسم الفرد الكيميائي على كل الدقائق المجهرية (الميكروسكوبية) المكونة للمادة سواء كانت جزيئا ، ذرة أو نظائرها ، شاردة ، جذرا ، إلكترونا ، بروتونا أو نيوترونا ... دون الأخذ بعين الإعتبار النوع العياني (الماكروسكوبي) للمادة .

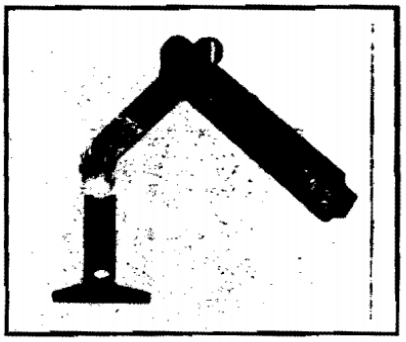
ب ـ الأنـــواع الكيميائية :
هي مجموعة من الأفراد الكيميائية (جزيئية أو شاردية أو ذرية ...) وهي مجموعة نتعامل معها من الناحية العيانية (الماكروسكوبية) حسب تواجدها في الطبيعة . يمكن فصل الأنواع الكيميائة عن بعضهما البعض بطرق فيزيائية مختلفة مثل التقطير ، الترشيح...

ـ مثـــال :
نأخذ حجما من الماء النقي فإنه يحتوي على عدد ضخم من الجزيئات . نسمي الجزيء الواحد فردا كيميائيا و مجموع هذه الجزيئات تمثل نوعا كيميائيا و هو الماء .

2ـ خصائص النوع الكيميائي :
لكل نوع كيميائي خصائص فيزيائية و كيميائية عيانية تميزه عن الآخرين مثل درجتي حرارة الغليان والتجمد ، الكتلة الحجمية $\rho = M / V$ ، قرينة انكساره للضوء ، اللون ، الرائحة ، ..

مثـــال ــ1 :
الماء نوع كيميائي يمتاز بخواص فيزيائية خاصة به و تميزه وهي في الظروف العادية :
درجة حرارة الغليان 100 °C و درجة حرارة التجمد 0 °C ، كتلته الحجمية : $\rho = 10^3 Kg / m^3$ ، قرينة انكساره $n = 4/3$

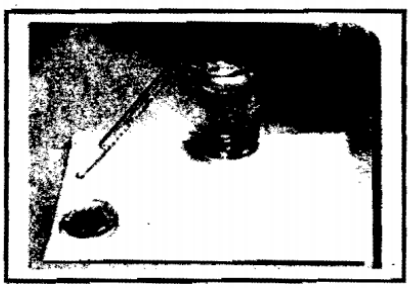
مثـــال ــ2 :
للماء قرينة إنكسار معلومة فإذا أضفنا له كمية قليلة من الملح و مزجنا المحلول ، **تتغير قرينة إنكسار الماء لأنه لم يصبح نقيا** بل أصبح محلولا مالحا (سندرس هذا في وحدة الضوء) .



1ــ الكشف عن الأنواع الكيميائية

ــ الكشف عن : الماء
أ) تحضير الكاشف : كبريتات النحاس اللامائية
ــ ضع كمية من ملح كبريتات النحاس في أنبوب إختبار. ما هو لونه ؟
لونه أزرق .

ــ سخن هذه الكمية على موقد بنزن مدة كافية من الزمن (حتى يتغير لونه)
ما هو اللون الجديد للملح ؟
اللون الجديد للملح أبيض



ــ خذ كمتين من هذا الملح ضع أحداهما في جفنة و اتركها معرضة للهواء لمدة طويلة .
يصبح لونها أزرق .

ــ اسقط على الكمة الثانية قطرة من الماء النقي . ماذا تلاحظ ؟
يصبح لونها أزرق .

ــ ماذا يمكنك استنتاجه من العمليات السابقة ؟
نستنتج من العمليات السابقة أن كبريتات النحاس ملح مميه أي به ماء و لذلك أخذ اللون الأزرق و عند تسخينه أي ننزع منه الماء يختفي اللون الأزرق و يصبح أبيض . و بإضافة الماء له يرجع اللون الأزرق . بتعرض كبريتات النحاس للهواء أخذ اللون الأزرق دليل على وجود الماء في الهواء (الرطوبة) . (اللون الأزرق لكبريتات النحاس يعود إلى وجود شوارد النحاس (Cu^{2+})).

ــ ما هي الخاصية التي يمتاز بها ملح كبريتات النحاس ؟
كبريتات النحاس ملح أبيض في غياب الماء و أزرق بوجود الماء .

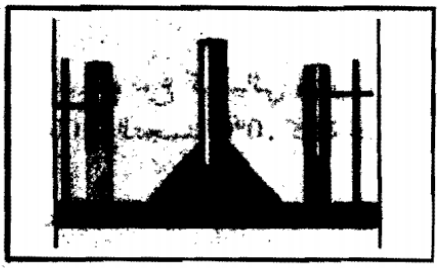
نتيجـــة :
يمتاز ملح كبريتات النحاس اللامائية (الجاف) بخاصية تغير اللون من الأبيض إلى الأزرق عند ملامستها النوع الكيميائي الماء . يمكن إذن الإعتماد عليه للكشف عن وجود الماء في المواد الاخرى .

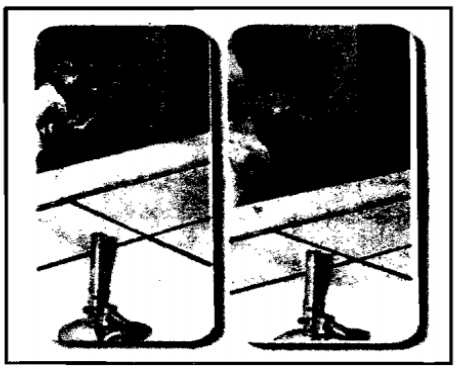
ب ــ الكشف عن وجود الماء في برتقالة
نأخذ برتقالة ونقسمها إلى قطعتين ، نذر قليلا من كبريتات النحاس الجافة على إحدى القطعتين .

الملاحظة :
يظهر اللون الأزرق على مكان التذرية .

نتيجـــة :
البرتقالة تحتوي على النوع الكيميائي : **الماء**

ــ الكشف عن : الغلوكوز
أ ــ تحضير الكاشف : محلول فهلنغ
يحضر الكاشف قبل الإستعمال بقليل بمزج كميتين لمحلولي فهلنغ A و B متقاربتين في الحجم في أنبوب إختبار ثم يرج المزيج قليلا و يترك .
ــ كيف يصبح لون المزيج بعد المزج ؟
يصبح لون المزيج بعد المزج أزرق





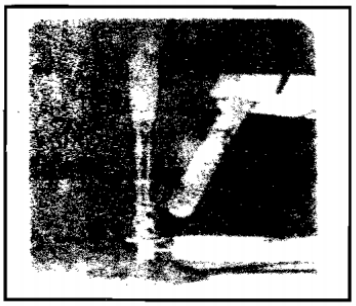
ب ــ الكشف عن الغلوكوز
ــ سخن كمية من محلول فهلنغ المحضر . ماذا يحدث ؟
يصبح لون محلول فهلنغ بعد الرج أزرق .

ــ ضف لها كمية من الماء المقطر و سخن المزيج . ماذا يحدث ؟
يصبح لون محلول فهلنغ بعد الرج أزرق .

ــ سخن محلول فهلنغ المحضر مع كمية من الغلوكوز .
ما هو لون المزيج بعد التسخين ؟
لون المزيج بعد التسخين أحمر قرميدي .

ــ ماذا تستنتج ؟
نستنتج أن محلول فهلنغ يتغير لونه من الأزرق إلى الأحمر بوجود الغلوكوز .

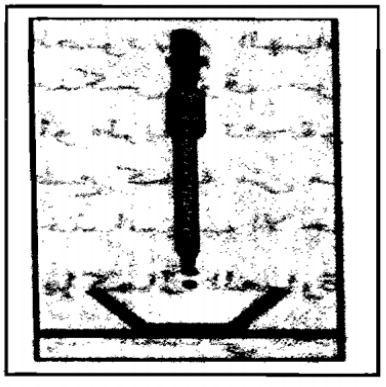
نتيجة :
يمتاز محلول ماء فهلنغ بخاصية تغير اللون من الأزرق إلى الأحمر القرميدي بعد تسخينه مع مادة تحتوي النوع الكيميائي الغلوكوز . يمكن إذن الإعتماد عليه للكشف عن وجود الغلوكوز في المواد الاخرى .



جـ ــ الكشف عن وجود الغلوكوز في برتقالة
نعصر برتقالة في كأس بيشر ثم نصب فوقها قليلا من كاشف فهلنغ ثم نسخن المزيج بلطف .

ــ الملاحظة :
ظهور راسب أحمر قرميدي .

نتيجـــة :
البرتقالة تحتوي على النوع الكيميائي : **الغلوكوز .**
3ــ الكشف عن : النشـــا
أ ــ تحضير الكاشف : محلول ماء اليود



ــ خذ كمية من حبيبات مادة اليود ، ضعها في أنبوب اختبار ثم حللها بإضافة كمية من الماء المقطر ثم رج الأنبوب قليلا لتجانس المزيج ..
ــ ما لونها ؟
لونها بنفسجي .

ــ خذ كمية من مسحوق النشـــا و ضعه في جفنة نقية و جافة .
ــ صب بضع قطرات ماء اليود المحضر على النشـــا الموجود في الجفنة .
ماذا يحدث ؟
تغير اللون من البنفسجي إلى الأزرق .

نتيجـــة :
يمتاز محلول ماء اليود بخاصية تغير اللون من البنفسجي إلى الأزرق عند تواجده مع مادة تحتوي النوع الكيميائي النشـــا .
يمكن إذن الإعتماد عليه للكشف عن وجود النشـــا في المواد الاخرى .

ب ــ الكشف عن وجود النشـــا في الذرة
نضع مسحوقا من دقيق الذرة في جفنة . ثم نقطر عليها بواسطة ماصة قطرات من ماء اليود .
الملاحظة :
تلون الخليط بلون أزرق .

نتيجـــة :
مادة الذرة تحتوي على النوع الكيميائي : **النشـــا .**

ـ الكشف عن ثنائي أكسيد الفحم

أ ـ تحضير الكاشف : رائق الكلس

ضع في دورق قطعا لأوكسيد الكالسيوم (جسم أبيض معروف تحت إسم الجير الحي صيغته CaO . ثم ذوبها في الماء حتى تصبح تشبه الحليب ، ثم رشح هذا المحلول بتمريره عبر مرشح (قمع + ورقة الترشيح) ، ثم استقبل السائل المرشح في قارورة . نسمي هذا السائل المرشح رائق الكلس .

ـ ما هو لون السائل المرشح ؟

لونـــه شفاف

ـ ضع كمية من رائق الكلس في كأس بيشر .

ـ استنشق كمية من الهواء (املأ صدرك) ثم انفخ بواسط قصبة مشروبات داخل ماء الكلس .

ـ ماذا يحدث للرائق ؟

يحدث للرائق تعكر .

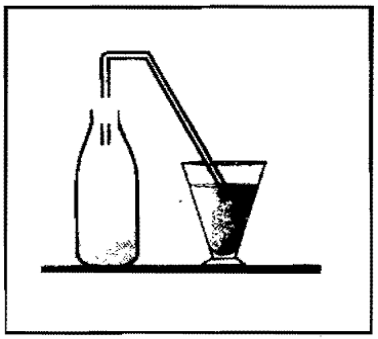
ـ ماذا تستنتج ؟ علل.

نستنتج أن رائق الكلس الشفاف يتعكر بوجود غاز الفحم CO_2 .

نتيجـــة :

يمتاز ماء رائق الكلس الصافي بخاصية التعكرعند اختلاطه بالنوع الكيميائي **غاز ثاني أوكسيد الفحم .**

يمكن إذن الإعتماد عليه للكشف عن وجود CO_2 في المواد أو محاليل الاخرى .



ـ الكشف عن ثنائي أكسيد الفحم في مشروب غازي :

ـ ضع كمية من رائق الكلس في كأس بيشر .

ـ ادخل قصبة مشروبات في قارورة لمشروب غازي أو ماء معدني غازي و سدها بإحكام ، رج القارورة و استقبل الغاز المنطلق في كأس به رائق الكلس .

ـ ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ تعكر رائق الكلس .

نتيجـــة :

المشروب الغازي يحتوي على : **ثنائي أكسيد الفحم CO_2 .**

ـ الكشف عن الحموضة :

ـ كثيرا ما نقول عن طعم (فاكهة ، لبن مثلا) أنها حامضية ولا نقول ذلك عن مواد أخرى . هل الذوق كاف للكشف عن درجة هذه الحموضة والتمييز بين حموضة فاكهتين مثلا ؟

ـ أليس للحموضة نظير مقابل ؟ مثل (مر – حلو) ، (ساخن – بارد) ...

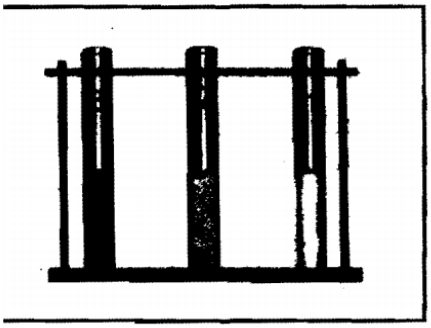
ـ إذا كان تذوق الأطعمة أمرا عاديا فتذوق مواد أخرى تشكل أحيانا خطرا كبيرا . لذا نحتاج **لكواشف** كيميائية تنوب عن حاسة الذوق و تكون أكثر دقة و أحسن فرز بكل أمان .

ـ حامضية المواد هي خاصية لا يمكن قياسها مباشرة إلا نسبة لمادة ما نأخذها كمرجع **في ظروف معينة** من درجة الحرارة .

ـ توجد مواد كيميائية تمتاز بتغير لونها وفق حامضية الوسط الذي توضع فيه ، لذا نعتمد **عليها ككواشف للحامضية.**

ـ توصل الكيميائيون إلى بناء سلم للحامضية يسمى سلم pH يحتوي على 15 تدريجة **(من 0 إلى 14)** و اعتمد الماء المقطر عند درجة حرارة 25°C كمرجع للحموضة و نسبت له في السلم التدريجة $pH = 7$.

ـ لذا يصنف الكيميائيون المواد إلى ثلاثة أصناف : الحوامض $(pH < 7)$ ، القواعد $(pH > 7)$ و المعتدلة $(pH = 7)$.
و بالتالي نقول عن الماء المقطر عند درجة حرارة 25°C أنه معتدل الحموضة (أي ليس بحمض و لا قاعدة).



ـ للكشف عن الحموضة و درجتها نعتمد على طرق و وسائل مختلفة :

أ ـ الكشف الكيفي للحامضية :

نستعمل هنا كاشف سائل يسمى أزرق البروموتيمول لونه الأصلي أخضر و يأخذ لونا أصفر بحضور مادة ذات $pH < 7$ (أي أن المادة حامضية) و لونا أزرق بحضور مادة ذات $pH > 7$ (أي أن المادة قاعدية) و يحافظ على لونه عند تحلله في الماء المقطر أو في أي محلول له $pH = 7$.

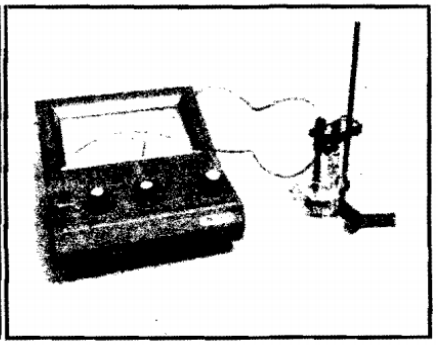
ـ خذ ثلاثة أنابيب إختبار وضع في الأنبوب (1) عصير الليمون ، في الأنبوب (2) ماء مقطر و في الأنبوب (3) ماء الكلس .
ـ ضع في كل أنبوب قطرات من كاشف الحموضة أزرق البروموتيمول .
ـ كيف كان لون كل محلول قبل إضافة الكاشف ؟
ـ كيف أصبح لون المحلول في كل أنبوب بعدها ؟

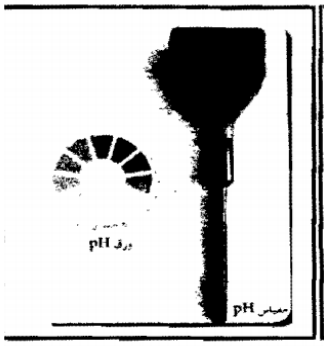
ـ لخص النتائج في جدول .

رقم الأنبوب	عصير الليمون (1)	ماء مقطر (2)	ماء الكلس (3)
قبل إضافة الكاشف	أصفر	شفاف	أبيض
بعد إضافة الكاشف أزرق البروموتيمول	أصفر	أخضر	أزرق

ب الكشف الكمي للحامضية :

لا يسمح أزرق البروموتمول بمعرفة قيمة pH المادة المدروسة بل يصنفها فقط إلى حمض أو قاعدة أو اعتدال .
لمعرفة قيمة الـpH لمادة نستعمل شريط ورقي يسمى ورق pH يأخذ لونا معينا عند كل قيمة pH محصورة تقريبا بين 1 و11 في السلم السابق الذكر أو مقياس إلكتروني يدعى pH- métre لتحديد قيمة pH بدقة أكبر .





مثـــال :

الكشف عن الأنواع الكيميائية في مواد مختلفة

ـ نستعمل حواسنا للكشف عن بعض الأنواع الكيميائية لدينا : مشروب غازي برتقالي ؛ عصير ليمون ؛ مشروب النعناع المركز (sirop menthe) ؛ قارورة صغيرة من الكحول الجراحي .

أ ـ ما هي الحواس الضرورية التي يمكن أن نستعملها للكشف الكيفي عن بعض الأنواع الكيميائية ؟ هل هي كافية ؟
ب ـ إنشيء جدولا تبين فيه مختلف ملاحظاتك .
جـ ـ ما هي أبسط الكشوفات الكيميائية التي يمكن استعمالها للتأكد من صدق حواسنا .
د ـ ما هو الجهاز الذي يمكن استعماله بدلا من ورق الـ pH ؟

الحـــل :

أ – الحواس التي نستعملها في هذا التمرين للكشف الأولي هي :
ـ البصر والشم والذوق .
ـ الحواس الخمس غير كافية لأن : اللون الأزرق التي تراه العين للكحول الجراحي لا يعني وجود شورد النحاس الثنائي (Cu^{2+}) والدليل على ذلك إذا قطرنا قطرات من محلول الصود في الكحول الجراحي لا يتكون راسب أزرق .

ب ــ جدول بعض الملاحظات :

	المظهر (حاسية البصر)	الرائحة (حاسية الشم)	الذوق (حاسية الذوق)
المشروب الغازي	اللون برتقالي ، فقاعات غاز	رائحة نكهة البرتقال	حامض و حلو
عصير الليمون	لون أصفر	رائحة الليمون	حامض (قليل الحلاوة)
مشروب النعناع	لون أخضر	رائحة النعناع	شديد الحلاوة
الكحول الجراحي	لون أزرق	رائحة كحول	خطر التذوق

جـــ ــ جدول الكشوفات الكيميائية

الأنواع الكيميائية	الكاشف
الماء	كبريتات النحاس اللامائية ($CuSO_4$)
الحموضة	pH- métre أو ورق pH
السكر	محلول فهلنغ
ثنائي أكسيد الفحم CO_2	رائق الكلس

د ــ يحدد ورق الـــ pH حموضة المحلول بالألوان أما مقياس pH فيعطي قيمة pH المحلول بدقة .

2 ــ الكشف عن بعض الأفراد الكيميائية

أ ــ الكشف عن الشوارد المعدنية

ــ الأدوات المستعملة :

أنابيب اختبار ؛ حامل أنابيب ؛ محلول كبريتات النحاس ؛ محلول كبريتات الزنك ؛ محلول كبريتات الحديد الثنائي ؛ صود .

ــ ضع في 3 أنابيب إختبار على التتالي الأنواع الكيميائية الآتية :

1 محلول كبريتات النحاس لونه .....؟ لونه : أزرق

2 محلول كبريتات الزنك لونه ..... ؟ لونه : شفاف

3 محلول كبريتات الحديد الثنائي لونه ...؟ لونه : أخضر

ــ قطر في كل أنبوب بضع قطرات من محلول الصود . ماذا يحدث ؟

المحلول	اللون قبل إضافة الصود	اللون بعد إضافة الصود
كبريتات النحاس	أزرق فاتح أو أخضر	تشكل راسب أزرق لهيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$)
كبريتات الزنك	شفاف	تشكل راسب أبيض ($Zn(OH)_2$)
كبريتات الحديد الثنائي	أخضر	تشكل راسب أخضر ($Fe(OH)_2$)

ــ لخص ملاحظاتك في فقرة قصيرة تبين فيها إلى ما يعود لون الراسب المتشكل في كل حالة .

ماذا تستنتج ؟ ما هو الغرض في هذه التجارب في رأيك ؟ هل يمكنك تلخيص في بضع أسطر المنهجية المتبعة ؟ علل .

من خلال التجارب السابقة نستنتج أن الصود يعتبر كاشف للشوارد المعدنية.

الكشف عن الأنواع الكيميائية . تجارب (TP)

الكشف عن بعض الأنواع و الأفراد الكيميائية و درجة الحموضة .

1 ــ الكشف عن بعض الأنواع الكيميائية

الأدوات المستعملة :

ــ جفنة ؛ سكين ؛ أنابيب اختبار ؛ ماسك خشبي ؛ ماصة ؛ كؤوس بيشر ؛ مهراس ؛ مدق

ــ كبريتات النحاس ؛ محلول فهلنغ ؛ رائق الكلس ، ماء اليود ؛ كاشف أزرق البروموتيمول ؛ حمض كلور الماء ؛ هيدروكسيد الصوديوم (الصود) ؛ كحول مطلق ؛ ماء جافيل ؛ سكر ؛ معجون أسنان ؛ ماء البحر ؛ زيت ؛ خل ؛ محلول النشادر ؛ عصير عنب ؛ تفاحة ؛ بطاطا ؛ قطعة خبز ؛ بصل ؛ برتقالة ... اعتمادا على النشاطات السابقة نريد استعمال الكواشف السابقة لتحليل بعض المواد والكشف عن بعض الأنواع الكيميائية التي تحتويها .

ــ اختر 9 مواد من المواد المقترحة أعلاه لدراستها .

ــ إملأ الجدول الآتي بوضع علامة X في الخانة الموافقة . استعن بمثال البرتقالة

ــ لخص في فقرة قصيرة لكل عملية طريقة العمل و النتائج المتحصل عليها مع رسم توضيحي واذكر الإحتياطات الأمنية الواجب اتخاذها .

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
النوع	المادة ← / الكاشف ↓	كحول	بطاطا	بصل	خبز	زيت	الخل	النشادر	ع . العنب	ماء جافيل	برتقالة
الماء	كبريتات النحاس		X	X	X		X	X	X	X	X
الغلوكوز	محلول فهلنغ		X	X	X				X		X
CO_2	رائق الكلس										-
النشا	ماء اليود		X		X						-
الحموضة	أزرق البروموتيمول					X	X		X		X

2 ــ الكشف عن بعض الأفراد الكيميائية

أ ــ الكشف عن الشوارد المعدنية

ــ الأدوات المستعملة :

أنابيب اختبار ؛ حامل أنابيب ؛ محلول كبريتات النحاس ؛ محلول كبريتات الزنك ؛ محلول كبريتات الحديد الثنائي ؛ محلول كلور النحاس الثنائي ؛ صود ؛ بوتاس ؛ هيدروكسيد الأمونيوم .

ــ ضع في 3 أنابيب إختبار على التتالي الأنواع الكيميائية الآتية :

1 محلول كبريتات النحاس لونه .....؟ لونه : أزرق

2 محلول كبريتات الزنك لونه ..... ؟ لونه : شفاف

3 محلول كبريتات الحديد الثنائي لونه ...؟ لونه : أخضر

ــ قطر في كل أنبوب بضع قطرات من محلول الصود . ماذا يحدث ؟

المحلول	اللون قبل إضافة الصود	اللون بعد إضافة الصود
كبريتات النحاس	أزرق فاتح أو أخضر	تشكل راسب أزرق لهيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$)
كبريتات الزنك	شفاف	تشكل راسب أبيض($Zn(OH)_2$)
كبريتات الحديد الثنائي	أخضر أو شفاف (مخفف)	تشكل راسب أخضر($Fe(OH)_2$)

ـ خذ أنبوبين آخرين و ضع في كل واحد منهما محلول كبريتات النحاس ثم قطر بضع قطرات من البوتاس في أحدهما و بضع قطرات من هيدروكسيد الأمونيوم في الآخر. ماذا يحدث ؟ ماذا تلاحظ ؟

المحلول	اللون قبل إضافة الصود	بعد إضافة البوتاس	بعد إضافة هيدروكسيد الأمونيوم
كبريتات النحاس	أزرق فاتح	تشكل راسب أزرق فاتح	تشكل راسب مخضر

ـ لخص ملاحظاتك في فقرة قصيرة تبين فيها إلى ما يعود لون الراسب المتشكل في كل حالة .
ماذا تستنتج ؟ ما هو الغرض في هذه التجارب في رأيك ؟ هل يمكنك تلخيص في بضع أسطر المنهجية المتبعة ؟ علل .
من خلال التجارب السابقة نستنتج أن القواعد الصود و البوتاس و هيدروكسيد الأمونيوم تعتبر **كواشف للشوارد المعدنية.**

أكمل الجدول التالي :

الشاردة المعدنية	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Co^{2+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Ag^{+}	Ni^{2+}
لون المحلول الشاردي	شفاف	أزرق	وردي	أخضر	شفاف	بني	شفاف	أخضر
لون الراسب الناتج بعد إضافة القاعدة	أبيض	أزرق	أزرق	أبيض	أبيض	بني	أسود	أخضر

أـ الكشف عن شوارد أخرى
ـ الكشف عن شوارد الكلور Cl^-
بإضافة محلول نترات الفضة ($Ag^+ + NO_3^-$) للمحاليل ($Na^+ + Cl^-$) أو ($K^+ + Cl^-$) ، تسبب شاردة Cl^- في تشكل راسب أبيض لكلور الفضة $AgCl$.
في حالة عدم توفر محلول نترات يمكن استخدام محلول نترات الرصاص ($Pb^{2+} + 2\ NO_3^-$) و نحصل على راسب أبيض لكلور الرصاص $PbCl_2$.

ـ الكشف عن شوارد الكبريتات SO_4^{2-}
بإضافة محلول نترات الباريوم ($Ba^{2+} + 2\ NO_3^-$) للمحاليل ($2\ Na^+ + SO_4^{2-}$) أو ($2\ K^+ + SO_4^{2-}$) ،
تسبب شاردة SO_4^{2-} في تشكل راسب أبيض لكلور الباريوم $BaCl_2$.

ـ الكشف عن شوارد الكاربونات CO_3^{2-}
بإضافة محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) لمحلول يحتوي على شوارد الكاربونات CO_3^{2-}
ينطلق غاز ثاني أوكسيد الفحم CO_2 الذي يعكر رائق الكلس .

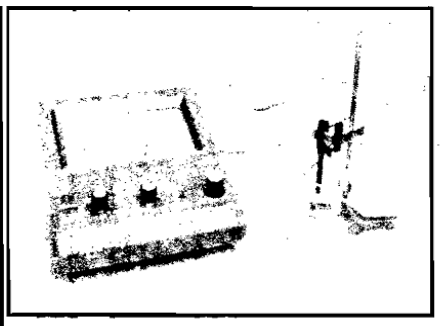
3ـ الكشف عن الحموضة و درجتها
ـ للكشف عن الحموضة و درجتها نعتمد على طرق و وسائل مختلفة :
أ ـ الكشف الكيفي للحامضية :
ـ خذ ثلاثة أنابيب إختبار وضع في الأنبوب (1) عصير الليمون ، في الأنبوب (2) ماء مقطر و في الأنبوب (3) ماء الكلس .
ـ ضع في كل أنبوب قطرات من كاشف الحموضة أزرق البروموتيمول .
ـ كيف كان لون كل محلول قبل إضافة الكاشف ؟
ـ كيف أصبح لون المحلول في كل أنبوب بعدها ؟
ـ أعد نفس التجربة باستخدام كواشف أخرى مثل الفينول فتالين ، الهلياتتين . لخص النتائج في جدول .

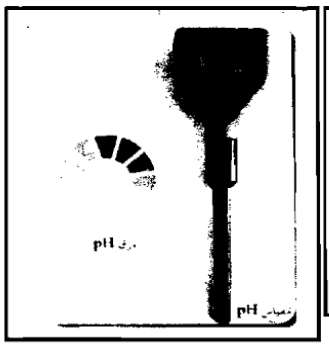
رقم الأنبوب	عصير الليمون (1)	ماء مقطر (2)	ماء الكلس (3)
قبل إضافة الكاشف	أصفر	شفاف	أبيض
بعد إضافة الكاشف أزرق البروموتيمول	أصفر	أخضر	أزرق
بعد إضافة الكاشف الفينول فتالين	أصفر	برتقالي	بنفسجي
بعد إضافة الكاشف الهلياتتين	أحمر	شفاف	أصفر

ب الكشف الكمي للحامضية :

لا يسمح أزرق البروموتمول بمعرفة قيمة pH المادة المدروسة بل يصنفها فقط إلى حمض أو قاعدة أو اعتدال .

لمعرفة قيمة الـpH لمادة نستعمل شريط ورقي يسمى ورق pH يأخذ لونا معينا عند كل قيمة pH محصورة تقريبا بين 1 و11 في السلم السابق الذكر أو مقياس إلكتروني يدعى pH- métre لتحديد قيمة pH بدقة أكبر .





قواعد الأمن في المخبر

قواعد الأمن في المخبر

لكي تسير التجارب في الكيمياء بصورة آمنة ، يتطلب احترام بعض القواعد وهي :

1 ــ استعمال المئزر الأبيض من القطن و نظارات الوقاية و قفازات .
2 ــ الإنتباه إلى الإشارة الممثلة على قارورة المادة الكيميائية و احترام النصائح المرفقة لها .
3 ــ طاولة العمليات المخبرية نظيفة و أدوات مرتبة و منظمة .
4 ــ عدم مص المواد الكيميائية عن طريق الفم بل يجب استعمال الماصة مزودة "بإجاصة " .
5 ــ عدم مسك المواد الصلبة باليد بل بملعقة مخصصة .
6 ــ غلق القارورة مباشرة بعد استعمالها و ترتيب القوارير حسب المكان المخصص لها .
7 ــ أثناء إضافة مادة كيميائية أو تسخينها في أنبوب اختبار ، لا توجه فوهته نحوك أو نحو زملائك .
8 ــ عند إضافة محلول مركز (حمض أو أساس) ، أو تسخينه داخل أنبوب لختبار ،
يجب مسكه بماسك مناسب (ماسك خشبي مثلا) و توجيه فوهة الأنبوب نحو جهة آمنة .
9 ــ التأكد من أن المادة المراد وضعها في قوارير بلاستيكية لا تؤثر عليها .
10 ــ عدم سكب الماء فوق حمض مركز بل العكس .
11 ــ تفادي تبريد بشدة إناء زجاجي ساخن و العكس .
12 ــ عدم محاولة التعرف على غاز ما بالإعتماد على رائحته أي باستعمال الأنف مباشرة .
13 – عدم محاولة النظر في أنبوب بوضع العين أمام فوهته لملاحظة محتوياته .
14 ــ قبل إشعال موقد بنزن ، التأكد من عدم وجود أي مادة قابلة للاشتعال قريبا منه .
15 ــ سد بإحكام القارورات التي تحتوي على مواد طيارة .
16 ــ عند حدوث حريق يتم الإطفاء باستعمال خرقة مبللة .
17 ــ عدم سكب المحاليل المستعملة في حوض التصريف أو تمديد المحلول المسكوب في حوض التصريف بالماء .
18 ــ اللجوء للاستشارة الطبية في حالة حدوث حادث خلال الأعمال التطبيقية أو التجارب في القسم .
19 ــ من أجل تفادي الإصابات في مستوى العين ، يجب حمل نظارات وقائية .
20 ــ أثناء نقل الأحماض أو الأسس القوية يجب الحيطة لتفادي انزلاقها من بين اليدين .
21 ــ نقل الزجاجيات ببطء و بحذر و تفادي أرضية مبللة في المخبر .
22 ــ تفادي أو تجنب التجارب التي تحدث فيها انفجار أو التقليل من خطورتها (إن كانت ضرورية) باستعمال أواني بلاستيكية كما يمكن تجنبها باللجوء إلى المحاكاة أو أشرطة فيديو (في الأنترنيت) .
23 ــ عدم ترك قارورات بها مواد قابلة للاشتعال بالقرب من لهب .
24 ــ الإمتناع عن التدخين في مخبر الأعمال التطبيقية للكيمياء .
25 ــ عند احتراق أنبوب الغاز يجب غلق قارورة الغاز مباشرة .
26 ــ التأكد من توفر قارورة الإطفاء (Extincteur) في المخبر والتدرب على استعمالها عند الحاجة .
27 ــ تخزين المواد الكيميائية في أماكن باردة و معزولة عن الرطوبة .

تنبيه : في حالة حدوث حادث لا نكتفي بالإسعافات الأولية بل يجب الإتصال بطبيب مختص .

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

ـــ اكمل الفراغات :

للإنسان .....حواس ، يمكن التأكد من صدق هذه الحواس باستعمال .... الكيميائية . بوجود ....فان كبريتان النحاس اللامائية .....نكشف عن وجود سكر الغلوكوز بـــ .....

الحـــل ـــ1

للإنسان **خمس** حواس ، يمكن التأكد من صدق هذه الحواس باستعمال **الكواشف** الكيميائية . بوجود **الماء** فإن كبريتات النحاس اللامائية **يتغير لونها من الأبيض إلى الأزرق** . نكشف عن وجود سكر الغلوكوز **بمحلول فهلنغ** .

التمرين ـــ2

أجب بصحيح أو خطأ :

أ ـــ لا تحتوي المواد الطبيعية على أي نوع من الأنواع الكيميائية ؟

ب ـــ نستعلم عن حموضة محلول بمقياس pH

جـــ ـــ يمكن قياس pH محلول مهما كانت طبيعته .

الحـــل ـــ2

أ ـــ لا تحتوي المواد الطبيعية على أي نوع من الأنواع الكيميائية ؟ خطأ

ب ـــ نستعلم عن حموضة محلول بمقياس pH . صحيح .

جـــ ـــ يمكن قياس pH محلول مهما كانت طبيعته . خطأ

التمرين ـــ3

اختر الصحيح :

أ ـــ نتحقق من وجود الماء باستعمال :

كبريتات النحاس اللامائية ؛ رائق الكلس ؛ التسخين و ملاحظة بخار الماء يتصاعد .

ب ـــ يفيد ورق الـــ pH في :

قياس حموضة محلول ؛ الكشف عن وجود ملون ؛ الكشف عن وجود الدهنيات .

جـــ ـــ يستعمل محلول فهلنغ لمعاينة :

كلور الصوديوم (ملح الطعام) ؛ السكر (الغلوكوز) ؛ بعض السكريات ؛ كل السكريات .

الحـــل ـــ3

أ ـــ نتحقق من وجود الماء باستعمال : كبريتات النحاس اللامائية .

ب ـــ يفيد ورق الـــ pH في : قياس حموضة محلول .

جـــ ـــ يستعمل محلول فهلنغ لمعاينة : السكر (الغلوكوز) .

التمرين ـــ4

اكتب جملة تميز فيها بين النوع الكيميائي و الفرد الكيميائي .

الحـــل ـــ4

ـــ نتعامل مع الأنواع الكيميائية على المستوى العياني(الماكروسكوبي) و مع الأفراد الكيميائية على المستوى المجهري(الميكروسكوبي) .

ـــ الماء النقي (المقطر) نوع كيميائي يحتوي على أفراد كيميائية على المستوى المجهري و تتمثل في جزيئات الماء .

ـــ الحديد نوع كيميائي يحتوي على أفراد كيميائية على المستوى المجهري و تتمثل في ذرات الحديد .

التمرين ـــ5

لدينا عينتين من البول أحدهما لمريض بداء السكري و الأخرى لإنسان سليم ، ما هو أول كشف تجربة للتفريق بينهما بناءا على الدرس السابق ؟ اذكر العمليات و التجارب التي تجريها . ما هو لون المزيج الناتج بعد الكشف في الحالتين .

الحـل ــ5

التمرين ــ6

ــ كيف يمكنك التحقق من وجود سكر الغلوكوز في مصل الدم .
ــ هل يوجد الغلوكوز في دم الإنسان السليم أم عند المريض بداء السكري فقط ؟ Glycémie
ــ ابحث عن معنى الكلمتين الآتيتين : Glucoserie ؛ Glycémie و سمهما باللغة العربية .

الحـل ــ6

نمزج مصل الدم مع محلول فهلنغ و نسخن المزيج فإن اختفى اللون الأزرق و **ظهر اللون الأحمر دل ذلك على وجود الغلوكوز .**
يوجد سكر الغلوكوز في دم الإنسان السليم و المريض بداء السكري و لكن بنسبة معينة حدية ، **إذا زادت أو نقصت عن حدها** أصيب الشخص بداء السكري . Glucoserie هي نسبة الغلوكوز في البول ، **Glycémie هي نسبة الغلوكوز في الدم .**

التمرين ــ7

تحمل قارورة في مخبر الكيمياء اللاصقة المقابلة :
ــ ما هو الخطر الذي تشير إليه هذه الإشارة . (pictogramme)
ــ ما معنى الرمزين : R-10 و R-35 ؟ ثم الرمزين : S23 و S26 ؟

الحـل ــ7

التمرين ــ8

خذ قليلا من عسل النحل و أذبه في كمية من الماء .
ــ كيف يمكنك الكشف عن وجود سكر الغلوكوز بالعسل ؟
ــ كيف تفرق بين العسل الطبيعي للنحل و العسل الصناعي ؟ (ابحث) .

الحـل ــ8

التمرين ــ9

تفحص بواسطة حواسك فقط تفاحة و لخص نتيجة تحاليلك في جدول مع ذكر الحاسية التي سمحت لك بالحصول على كل معلومة . اقترح جملة من الكشوفات لتحقق من صدق حواسك .

الحـل ــ9

التفاحة نراها و نتخيل أنه تحتوي على الأنواع الكيميائية التالية : الماء ، السكر ، النشا ، كما نتخيل أنها حامضة .
للكشف عن هذه التصورات نلخص التجارب في الجدول التالي :
ــ في الحقيقة التفاحة تحتوي على مكونات منها :
ــ السيانيدين : الجزيئة المسؤولة عن لون التفاحة .
ــ السكر ، السيلولوز ، النشا ،
ــ الأسترات والإثانال : مركبات كيميائية لها روائح نصادفها في الفواكه و الورود ، وهي المسؤولة عن رائحة التفاح .

النوع	الكاشف
الماء	كبريتات النحاس اللامائية
السكر	محلول فهلنغ
النشا	ماء اليود
الحموضة	ورق الـpH

التمرين ــ10

نأخذ قليلا من محلول ممدد من الإيثانال و نغمس فيه ورق ترشيح ثم نخرجه فتنتشر رائحة في الغرفة مثل رائحة التفاح .
ماذا يمكنك الإستنتاج حول أحد مكونات الكيميائية للتفاح .

الحـل ــ10

نستنتج أن أحد المكونات الكيميائية للتفاح هي الإيثانال من عائلة (الألدهيدات) .

التمرين ــ11

قارن بين الزبدة الطبيعية والمارغرين بالإعتماد على بطاقة المنتوجين .
ــ ماذا تستنتج ؟ ما هو الفرق بين مادة طبيعية و مادة تركيبية ؟

الحـل ــ11

بطاقة المنتوجين الزبدة و المارغارين :

المارغارين	الزبدة
مواد د سمة هيدروجينية	المادة الدهنية للحليب
زيوت غذائية	زيوت نباتية
ليسيثين + ملح + ماء	ماء
سكر	معطر طبيعي
مواد ضد التأكسد	
حمض الليمون ، مخثر ، ملون غذائي	

ـ كل مكونات الزبدة طبيعية أما المارغارين فهي مزيج من مكونات طبيعية و تركيبية.
ـ نعم يوجد فرق بين مادة طبيعية و مادة تركيبية و يكمن إضافة بعض المواد الملونة و كذا العطرية أو المضادة للأكسدة .

التمرين ـ12

تصنف المواد إلى صنفين الطبيعية والتركيبية . أكمل الجدول التالي :

الصنفين	المواد					
الطبيعية	الماء	.....	.....	الحليب	.....	.....
التركيبية	.....	النيلون	....	.....	البلاستيك	.....

الحـل ـ12

الصنفين	المواد						
الطبيعية	الماء	عسل	سكر	الحليب	صوف	حرير	فانيلين
التركيبية	مطاط	النيلون	مونتول	أسبيرين	البلاستيك	فانيلين	فانيلين

التمرين ـ13

1ـ كيف يمكنك أن تفرق بين الماء المالح و الماء النقي بالإعتماد على الخواص الفيزيائية والكيميائية لكل منهما دون استعمال الحواس ؟

2ـ كيف يمكنك الفصل بين الماء و الملح في المحلول الملحي ؟

الحـل ـ13

يمكننا أن تفرق بين الماء المالح و الماء النقي بالإعتماد على الخواص الفيزيائية التالية :
لكل نوع كيميائي خصائص فيزيائية و كيميائية تميزه عن الآخرين مثل درجتي حرارة الغليان والتجمد ،
الكتلة الحجمية $\rho = M / V$ ، قرينة انكساره للضوء ، اللون ، الرائحة ، ..
فالماء النقي نوع كيميائي يمتاز بخواص فيزيائية خاصة به و تميزه وهي في الظروف العادية :
درجة حرارة الغليان 100 °C و درجة حرارة التجمد 0 °C ، كتلته الحجمية : $\rho = 10^3 Kg / m^3$ ، قرينة انكساره $n = 4/3$
ـ للماء قرينة إنكسار معلومة فإذا أضفنا له كمية قليلة من الملح و مزجنا المحلول ، تتغير قرينة إنكسار الماء لأنه لم يصبح نقيا بل أصبح محلولا مالحا .
ـ الكتلته الحجمية : $\rho = 10^3 Kg / m^3$ ، فإذا أضفنا له كمية قليلة من الملح و مزجنا المحلول ، تتغير الكتلته الحجمية .
ـ درجة حرارة الغليان الماء النقي 100 °C و درجة حرارة التجمد له 0 °C ثابتين ، أما الماء المالح فهي غير ثابتة .
ـ pH الماء النقي يساوي تقريبا 7 أما الماء المالح فالـ pH له أكبر من 8 .

التمرين ـ14

يبين الجدول اللاحق قيم الـ pH لبعض المحاليل :

المادة	عصير برتقال	عصير طماطم	ماء البحر	ماء الحنفية	الحليب
pH	3.5	4.5	8.5	6	7

عين طبيعة كل مادة (حامضية ؛ معتدلة ؛ قاعدية) ؟ أي منها أكثر حموضة ؟ علل .

الحـل ــ14

طبيعة كل مادة (حامضية ؛ معتدلة ؛ قاعدية)

الحامضية تتناقص كلما اقتربت قيمة الـ pH من 7 أين يصبح المحلول معتدل ثم تتزايد **القاعدية قطلاقا من 7 إلى 14** .

المادة	عصير برتقال	عصير طماطم	ماء البحر	ماء الحنفية	**الحليب**
pH	3.5	4.5	8.5	6	7
الطبيعة	حامضي	حامضي	قاعدي	حامضي	**معتدل**

الأكثر حموضة هو عصير البرتقال .

تمارين نماذج للفروض و الإختبارات

التمرين ــ1

ــ إنتاج الورق بأنواعه مصدره نسبة كبيرة الخشب و الحلفاء حيث الخشب مكون من ألياف السيليلوز منسوجة بمادة الليجنين حيث كل من السيليلوز و اللجين مركبات طبيعية .

ــ عجينة الورق الناتجة من عزل ألياف السليلوز. تضغط ثم تجفف لتعطي الورق

1ــ هل الورق مادة عضوية أم لا عضوية

2ــ هل الورق طبيعي أو تركيبي

3ــ هل الورق اصطناعي ؟ علل

التمرين ــ2

أعط المكونات الأساسية لمشروب معدني غازي .

التمرين ــ3

أكمل النص بالكلمات التالية : كيميائي ، طبيعية ، سكر ، تركيب ، فاتيلين .

1ــ الــ ..... يتواجد في الفجل و في القصب السكري ، الفاتلين توجد في حبة الفاتيلا ، نقول في هذه الحالة أن كل من السكر و الفاتيلين مركبات كيميائية ..... . يمكن أيضا صنع بعض المركبات الكيميائية بــ ..... و مثال على ذلك الفاتيلين الذي يتم صنعه انطلاقا من نجارة الخشب . الــ.....الناتج في هذه الحالة هو مكون ....

التمرين ــ4

ما هي المكونات الأساسية للهواء الذي نستنشقه ؟

التمرين ــ5

اختر إحدى الحواس الخمس للتعرف على : الماء ، الشحم ، سكر(غلوكوز) ــ الخل (حمض الخل) .

لماذا في مخبر الكيمياء يمنع التعرف على المركبات الكيميائية بالحواس : الرائحة ، الذوق ، اللمس .

التمرين ــ6

ما هي المكونات االأساسية للمشروب الكحولي ؟

ــ ما هو المركب الكيميائي الذي يجعل الإكثار من الكحول خطير ؟

ــ ما هي العلامة على الزجاجة التي تشير إلى وجود هذا المركب في الكحول ؟

ــ انطلاقا من أي مادة موجودة في العنب يتشكل الإيثانول ؟

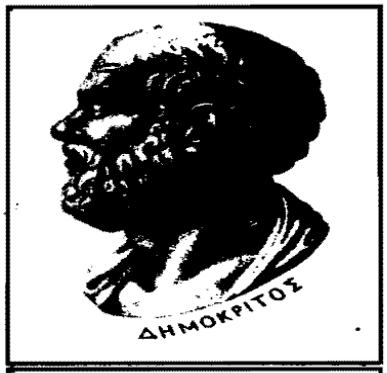
ــ ما هي الحاسة التي تمكن من ملاحظة الإيثانول في محلول مائي .

التمرين ــ7

عندما نعض تفاحة خضراء لتناولها نحس أنها حمضية .

اقترح بروتوكول تجريبي بسيط للتأكد من الصفة السابقة .

من النموذج الذري إلى العنصر الكيميائي



1.1. النظرية الذرية للمادة :

تعود فرضية البنية الذرية للمادة إلى الإغريق في القرن الخامس قبل ميلاد المسيح عليه السلام حيث فكر الفلاسفة الإغريق (LEUCIPPE) و (DEMOCRITE ، 460 - 370) ، أن المادة متكونة من عدد كبير من الدقائق المجهرية المختلفة غير قابلة للانقسام سميت الذرات ((atomes) من اليونانية (Atomos) التي تعني لا تنقسم)
و بقيت هذه الفرضيات سائدة مدة من الزمن ثم اندثرت و شاعت بدل منها نظرية المادة المتصلة التي عمرت طويلا إلى إلى غاية القرن التاسع عشر أين قدم الإنجليزي دالتون (1766 – 1844) Dalton فرضيته حول التركيب الذري للمادة عام 1808.

في القرن التاسع قدم العالم دالتون فرضيته الذرية ملخصة في النقاط التالية :
ـ كل مادة تتألف من ذرات .
ـ كل الذرات متماثلة بالنسبة لعنصر معين .
ـ ذرات العناصر المختلفة لها كتل مختلفة .
ـ المركب هو مجموعة خاصة من الذرات لعنصر أو أكثر .
و منذ ذلك التاريخ تكاثرت الاكتشافات والبحوث حول تركيب المادة و بنيتها المجهرية .

ملاحظة :
فرضية دالتون تسمح بتفسير بعض النتائج التجريبية ومنها على الخصوص أن في التفاعل الكيميائي الكتلة تكون محفوظة و أن المتفاعلات تتفاعل بنسب معينة و محددة .

1.2. تطور النماذج الذرية

1.2.1 النموذج الذري لطومسون (1856 – 1940) Thomson :

أكتشف العالم طومسون في سنة 1881 أول مكون للمادة و هو الإلكترون حيث استطاع بفضل تجاربه أن يقيس نسبة شحنة الإلكترون على كتلته حيث وجدها تساوي :
$e / m_e = 1{,}76 .10^{11}$ C/Kg . و في سنة 1904 اقترح نموذجا للذرة أعطى له اسم (بودينغ طومسون) وتصور أن الذرة عبارة عن كرة مملوءة بمادة كهربائية موجبة الشحنة محشوة بإلكترونات سالبة .
بعده نجح العالم الأمريكي (Robert Millikan) أن يقيس القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون e حيث وجدها تساوي : $e = 1{,}6 .10^{-19}$ C . و يبين أيضا أن كل شحنة كهربائية في الطبيعة هي مضاعف صحيح لهذه القيمة و لهذا السبب سميت بالشحنة العنصرية .

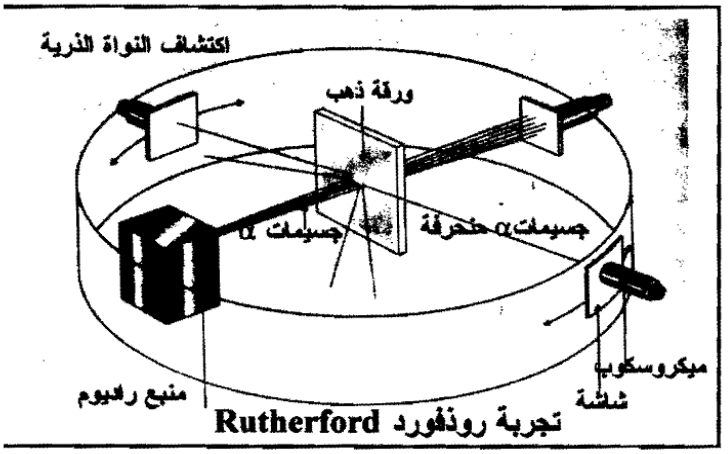
كتلة و شحنة الإلكترون :
من النسبة . $e / m_e = 1{,}76 .10^{11}$ C/Kg و القيمة المطلقة لشحنة الإلكترون e . $e = 1{,}6 .10^{-19}$ C
يمكن أن نستنتج كتلة الإلكترون m_e . $m_e = 9{,}1 .10^{-31}$ Kg .

نتيجة :
الإلكترون جسيم مادي يمتاز بكتلة : $m_e = 9{,}10953 . 10^{-31}$ Kg
و شحنة كهربائية عنصرية سالبة : $e = -1{,}60219 . 10^{-19}$ C

2.1.2 النموذج الذري لروذفورد Rutherford (1871 – 1937)

قام روذرفورد (تلميذ طومسون) في 1912 بتجربة شهيرة برهن فيها أن الذرة مكونة من نقطة مادية مركزية ، موجبة الشحنة ، تتمركز فيها معظم كتلة الذرة و تسمى النواة ، تليها سحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة ، تدور حولها بسرعة كبيرة جدا و يفصل بينها فراغ كبير أي أن للذرة بنية فراغية .

ـ تجربة روذرفورد تتمثل في قذف صفيحة رقيقة جدا من رتبة 0,1 µm من الذهب بحزمة من جسيمات α الموجبة الشحنة و لاحظ عدد صغير جدا من الجسيمات α (1 من 10000) ترتد و جزء آخر ينحرف والأغلبية لم يحدث لها لا انحراف ولا ارتداد .



تجربة روذفورد Rutherford

استنتج روذرفورد من تجربته الشهيرة ما يلي :

ـ الجسيمات الموجبة الشحنة انحرفت لأنها وجدت شحنات موجبة في الذرة .

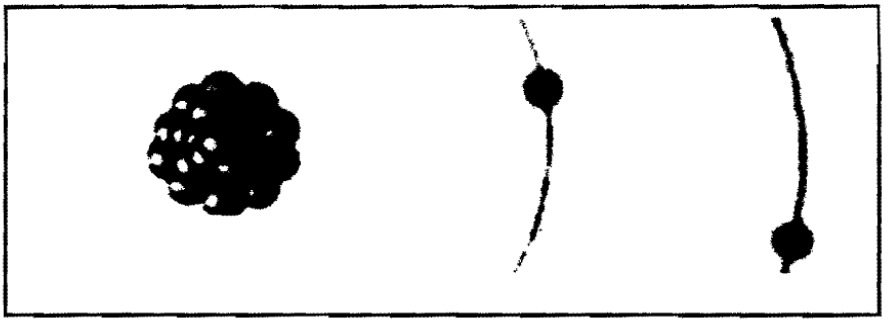
ـ هذه الشحنات الموجبة تشغل حيز صغير في الذرة سمي بالنواة (بالآتينية nucleus)

ـ كل كتلة الذرة متمركزة في نواتها .

كما أنه اعتبر أن النواة ذاتها مكونة من نوعين من الدقائق أصغر منها حجما وهي البروتونات ذات الشحنة الموجبة والنوترونات المتعادلة كهربائيا (التي تم اكتشافها الفعلي من طرف شادويك Chadwick 1932) تسمى النواة النوكلييوس من اللاتنية Nucleus التي تعني نواة . لذا تسمى مكوناتها النكليونات . لكن نموذج روذرفورد هذا لا يفسر استقرار الذرة إذا أن الذرات يمكنها اصدار ضوء (في المصابيح مثلا) أي فقدان كمية من الطاقة و امكانية سقوط الإكترونات على النواة و لكن لم يحدث ذلك .

3.1.2 نموذج الذرة لبوهر Bohr :

لتفسير هذا الاستقرار ، اقترح العالم النرويجي نيلز بوهر (1885– 1962) في 1913 النموذج الكوكبي للذرة أو ما يسمى **بنموذج بوهر للذرة** حيث شبه الذرة بالنظام الشمسي أين النواة تقوم مقام الشمس والإلكترونات تدور حولها في مدارات محددة مثل ما تدور الكواكب حول الشمس .



و لا يمكن لإلكترون مغادرة مداره إلا بامتصاص كمية من الطاقة أو اصدارها . و يعتبر هذا النموذج ، آخر نموذج للذرة المبني على قوانين الفيزياء الكلاسيكية والذي ما زال يعتمد عليه لإعطاء تصورا مبسطا لتركيب الذرة في التعليم .

4.1.2 نموذج الذرة الحديث :

لم يعمر نموذج بوهر طويلا رغم تفسيره لعدة ظواهر فيزيائية و كيميائية آنذاك إذ **أدخل عليه العالم** سومرفيلد (1871 – 1937) Summerfield تعديلا و تكميلات و أصبح يدعى **بنموذج بوهر – سومرفيلد** .

مكونات النواة

بين روذرفورد تجريبيا أن :

ـــ شحنة نواة أية ذرة هي مضاعف صحيح لشحنة نواة ذرة الهيدروجين .

ـــ القيمة المطلقة لشحنة نواة ذرة الهيدروجين تساوي نفس قيمة شحنة **الإلكترون** .

- في سنة 1920 نواة ذرة الهيدروجين سميت بالبروتون (Proton).
- **في سنة 1935 بين العالم Chadwick وجود جسيمة أخرى في النواة غير مشحونة سميت النوترون (Neutron).**

ـــ تتكون نواة ذرة من البروتونات p والنوترونات n .

ـــ البروتونات والنوترونات تدعى بالنوكليونات .

عدد النوترونات في النواة

ـــ تميز الذرة بعدد البروتونات في نواتها يرمز له بـــ **Z** و يدعى **العدد الذري** .

ـــ مجموع عدد البروتونات والنوترونات أي النوكليونات يرمز له بـــ **A** و يدعى **العدد الكتلي** .

ـــ عدد النوترونات في النواة يرمز له بـــ **N** و يساوي إلى **A - Z** أي : $N = A - Z$

رمز نواة ذرة

نرمز لأي نواة ذرة في حالتها الطبيعية (العادية) بالرمز $^{A}_{Z}X$ حيث :

- **X** رمز طبيعة الذرة (نوعها)
- **Z** هو العدد الذري و يوافق عدد البروتونات .
- **A** هو العدد الكتلي و يوافق عدد النوكليونات .

مثـــال ـــ 1 :

لديك نواة الذرة التالية : $^{12}_{6}C$ أي ذرة يرمزلها بهذا الرمز ؟ عين عددها الكتلي ، عدد البروتونات ثم استنتج عدد النوترونات .

الحـــل ـــ1 :

يمثل هذا الرمز ذرة الكربون وهو من الشكل $^{A}_{Z}X$ و بالمطابقة نجد أن : $A = 12$ و $Z = 6$

و بما أن عدد النوترونات $N = A - Z$ فيكون عددها إذن : $N = 12 - 6 = 6$.

مثـــال ـــ 2 :

لديك نواة الذرة التالية : $^{35}_{17}Cl$ أي ذرة يرمز لها بهذا الرمز ؟ عين عددها الكتلي ، عدد البروتونات ثم استنتج عدد النوترونات .

الحـــل ـــ2 :

يمثل هذا الرمز ذرة الكلور وهو من الشكل $^{A}_{Z}X$ و بالمطابقة نجد أن : $A = 35$ و $Z = 17$

و بما أن عدد النوترونات $N = A - Z$ فيكون عددها إذن : $N = 35 - 17 = 18$.

ملاحظة : عدد البروتونات لا يساوي دائما عدد النوترونات .

الجسيمة	الشحنة (C)	الكتلة (Kg)
البروتون	$e = + 1,60219. 10^{-19}$	$m_p = + 1,67265. 10^{-27}$
النوترون	0	$m_n = + 1,67495. 10^{-27}$
الإلكترون	$-e = - 1,60219. 10^{-19}$	$m_e = + 9,10953. 10^{-31}$

خلاصة :

تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تتمركز فيها كل كتلة الذرة و تدور حولها إلكترونات .

الخواص الفيزيائية للذرة

الجسيم	الرمز	الكتلة (Kg)	الشحنة (كولوم) (C)	نصف القطر(m)	نصف القطر (بيكومتر)
الإلكترون	$^{0}_{-1}e$	$9,10953.\ 10^{-31}$	$-\ 1,60219.\ 10^{-19}$	$2,8.\ 10^{-15}$	$2,8.\ 10^{-3}$
البروتون	$^{1}_{1}p$	$1,67265.\ 10^{-27}$	$+\ 1,60219.\ 10^{-19}$	$1,2.\ 10^{-15}$	$1,2.\ 10^{-3}$
النوترون	$^{1}_{0}n$	$1,67495.\ 10^{-27}$	0	$1,2.\ 10^{-15}$	$1,2.\ 10^{-3}$

أ) الشحنة الكهربائية

الذرة العادية متعادلة كهربائيا . شحنة البروتونات والإلكترونات متساوية و متعاكسة في الإشارة .

نستنتج أن : عدد البروتونات يساوي إلى عدد الإلكترونات في الذرة العادية .

ب) الكتلة

كتل البروتون و النوترون متساوية و تعادل 2000 مرة كتلة الإلكترون .

كما ذكر روذرفورد ، يمكن أن نعتبر أن كل كتلة الذرة متمركزة في نواتها .

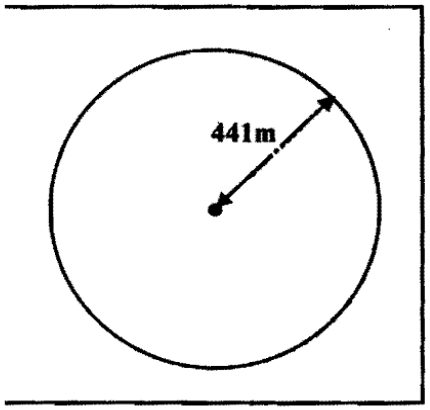
نستنتج أنه يمكن أن نعتبر : كتلة الذرة هي مجموع كتل البروتونات و النوترونات الموجودة في نواتها .

$$m_a = Z\, m_p + (A - Z)\, m_n$$

رتبة أبعاد الذرة

ذرة الهيدروجين هي ابسط الذرات . نواتها تتكون من دقيقة عنصرية واحدة ، نصف قطرها يقارب جزء المليون من المليار من المتر ($r_n = 1,2 . 10^{-15}$ m) .

إلكترونها الوحيد يوجد على بعد من النواة يقارب الجزء 53 من الألف من المليار من المتر ($r_a = 5,3 . 10^{-11}$ m).



ــ إذا أردنا تمثيل نواة ذرة الهيدروجين بكرية صغيرة نصف قطرها $r_b = 1$ cm ، أين تكون وضعية الإلكترون ؟

$r_a/r_n = 5,3 . 10^{-11} / 1,2 . 10^{-15} = 4,41 .10^4 \Rightarrow r_a = r_n . 4,41 . 10^4$ m

أي الإلكترون في هذه الحالة يبعد عن النواة بـــ :

$r_a/r_n = r'_b / r_b \Rightarrow r'_b = r_b . 4,41 .10^4$ m $= 441$ m ،

الإلكترون يوجد على بعد 441 m من مركز الكرة .

ــ أبعاد كل الذرات الأخرى من نفس رتبة أبعاد ذرة الهيدروجين ، و يمكن الإختلاف في عدد الدقائق العنصرية فقط .

ــ يوجد بين النواة والإلكترونات فراغ كبير . نقول أن للمادة "بنية فراغية".

بعض الأمثلة الحسابية لاكتشاف الفراغ في الذرة و كذلك رتبة الأبعاد فيها.

مثال ــ1

إذا علمت أن قطر نواة ذرة الهيدروجين يبلغ حوالي : $r_n = 1,2 . 10^{-3}$ pm (بيكومتر)
و نصف قطر ذرتها يبلغ $r_a = 53$ pm (بيكومتر) كم يصبح نصف قطر هذه الذرة r'_b إذا مثلنا نواتها بكرية قطرها $r_b = 3,8$ cm ؟ برر المقولة : الذرة علميا فارغة .

الحـل ــ1

$r_a/r_n = 5,3 . 10^{-11} / 1,2 . 10^{-15} = 4,41 .10^4 \Rightarrow r_a = r_n . 4,41 . 10^4$ m

أي الإلكترون في هذه الحالة يبعد عن النواة بـــ :

$r_a/r_n = r'_b / r_b \Rightarrow r'_b = r_b . 4,41 .10^4$ m $= 1676$ m ،

نصف قطر هذه الذرة $r'_b = 1676$ m من مركز الكرة .

مثـــال ــ2

احسب الكتلة الحجمية ρ_H لنواة ذرة الهيدروجين H ، بفرض أن نصف قطرها نق $\approx 10^{-3}$ بيكومتر ، و كتلة البروتون هي : $1,67 . 10^{-27}$ Kg . قارن هذه القيمة بقيمة الكتلة الحجمية لليورانيوم و التي تبلغ قيمتها $19 . 10^3$ Kg/m^3 .

الحـــل ــ2

الكتلة الحجمية لنواة ذرة الهيدروجين H : $\rho_H = m_n / v_n$

ــ حساب كتلة نواة ذرة الهيدروجين m_n : $m_n = m_p + m_N = 2\ m_p = 2 . 1,67 . 10^{-27} = 3,34 . 10^{-27}$ Kg .

ــ حساب حجم نواة ذرة الهيدروجين v_n : $v_n = 4/3 . \pi r^3 = 4/3 . 3,14 . (10^{-3} . 10^{-12})^3 = 4,18 . 10^{-45}$ m^3 .

إذن الكتلة الحجمية لنواة ذرة الهيدروجين : $\rho_H = m_n / v_n = (3,34 . 10^{-27}) / (4,18 . 10^{-45}) = 80 . 10^{16}$ Kg/m^3 .

ــ مقارنة هذه القيمة بقيمة الكتلة الحجمية لليورانيوم : $\rho_H / \rho_U = 80 . 10^{16} / 19 . 10^3 = 4,21 . 10^{13}$

النتيجة : الكتلة الحجمية لنواة ذرة الهيدروجين H أكبر بـــ $4,21 . 10^{13}$ مرة الكتلة الحجمية لليورانيوم .

هذا ما يفسر البنية الفراغية لمادة اليورانيوم .

مثال ــ3

احسب من أجل الذرات الثلاث التالية ، النسبة (m_e / m_a) حيث : m_e (كتلة الكترنات الذرة) ، m_a (كتلة الذرة)

1ــ ذرة الهيليوم : كتلتها $6,70 . 10^{-27}$ Kg ، و تحتوي على إلكترونين .

2ــ ذرة النيون : $33,5 . 10^{-27}$ Kg ، و تحتوي على 10 إلكترونات.

3ــ ذرة اليورانيوم (238) : $397,55 . 10^{-27}$ Kg ، و تحتوي على 92 إلكترونا.

ــ احسب الارتياب النسبي إذا اعتبرنا أن كتلة الذرة مساوية إلى كتلة نواتها .

الحـــل ــ2

إيجاد قيمة النسبة (m_e / m_a) لذرة الهيليوم : كتلتها $6,70 . 10^{-27}$ Kg ، و تحتوي على إلكترونين .

ــ نحسب أولا كتلة الإلكترونات m_e : $m_e = 2 . 9,10953 . 10^{-31} = 18,22 . 10^{-31}$ Kg .

حساب قيمة النسبة (m_e / m_a) لذرة الهيليوم : $m_e / m_a = (18,22 . 10^{-31}) / (6,70 . 10^{-27}) = 2,72 . 10^{-4}$

النتيجة : كتلة الإلكترونات لذرة الهيليوم أصغر بـــ $2,72 . 10^4$ مرة كتلة ذرة الهيليوم.

ــ بنفس الطريقة نحسب النسبة (m_e / m_a) للذرات الأخرى و نجد في كل حالة أن كتلة الإلكترونات للذرة أصغر بكثير من كتلة الذرة .

النتيجة : كتلة الإلكترونات لأي ذرة أصغر بكثير من كتلة الذرة ، لذلك يمكن اعتبار أن كتلة الذرة مساوية إلى كتلة نواتها.

ــ حساب الإرتياب النسبي إذا اعتبرنا أن كتلة الذرة مساوية إلى كتلة نواتها :

الإرتياب النسبي يساوي : (كتلة الذرة ناقص كتلة النواة) مقسومة على كتلة الذرة = كتلة الإلكترونات مقسوم على كتلة الذرة

الإرتياب النسبي يساوي : $m_e / m_a = 2,72 . 10^{-4}$

أبعاد الذرة

كلما زاد عدد البروتونات و منه عدد الإلكترونات يزداد حجم الفضاء الكروي للنواة ومنه حجم الفضاء الكروي للذرة .

الأطياف

الذرات التي من نفس الطبيعة لها نفس طيف الإصدار و نفس طيف الإمتصاص ، و منه فالذرات المختلفة لها طيف الإصدار و الإمتصاص مختلف ومنه فالطيف يعتبر ميزة أساسية لكل ذرة .

نموذج التوزيع الإلكتروني في الذرة

العالم روذرفورد يرى أن الذرة تشبه النظام الشمسي في تكوينها و لكن بشكل مصغر . بوجود قوى التجاذب بين الإلكترونات و النواة .

في النموذج الحالي تتوزع الإلكترونات حول النواة على طبقات كل طبقة لها رمز و رقم و تكون إلكترونات الطبقات القريبة من النواة أشد ارتباط بها و تتناقص شدة الإرتباط بين الإلكترونات و النواة في الطبقات البعيدة عنها .

ــ في النموذج المقترح ، الإلكترونات ذات الشحنة السالبة تنجذب نحو النواة ذات الشحنة الموجبة حسب وضعية الإلكترونات في الذرة و لهذا تنقسم الذرة إلى طبقات متمركزة حول النواة بحيث الإلكترونات في نفس الطبقة تنجذب بنفس الطريقة نحو النواة :

كل طبقة إلكترونية تتميز برقم n و يرمز لها بحرف :

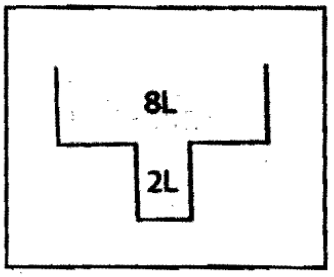
ـ الطبقة الأولى n = 1 الرمز K
ـ الطبقة الثانية n = 2 الرمز L
ـ الطبقة الثالثة n = 3 الرمز M
ـ الطبقة الرابعة n = 4 الرمز N

توزيع الإلكترونات على الطبقات (التوزيع الإلكتروني)

رأينا في الفقرة السابقة أن نموذج بوهر يصف بنية الذرة حيث أن الإلكترونات تدور حول النواة في طبقات محددة .
كيف تتوزع هذه الإلكترونات حول النواة ؟ كيف نعبر عن هذه الطبقات ؟ كم إلكترونا تشغل كل طبقة ؟

نشاط ـ1

نعتبر أن لدينا خزانا له الشكل الموضح في الرسم المقابل يمكن لطبقه السفلي أن يحتوي 2 L من الماء و طبقه العلوي 8 L من الماء . نضع الخزان على مستوي أفقي تماما . نريد ملؤه باستعمال إناء معياري سعته 1 L .



ـ في رأيك كيف وأين يتوضع الماء المفرغ في الخزان كلما نصب لترا بعد لتر ؟
يمتلئ أولا الطبق السفلي ثم يمتلئ شيئا فشيئا الطبق العلوي .

ـ هل يمكن وضع الماء في المستوى العلوي قبل أن يتشبع (يمتلأ) المستوى السفلي ؟
لا يمكن وضع الماء في المستوى العلوي قبل أن يتشبع (يمتلأ) المستوى السفلي .
ـ أكمل الجدول بوضع حجم الماء الذي يحتويه كل طبق بعد كل صب .

حجم الماء (ل)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
المستوى الأسفل	1	...	...	...	...	...	...	...	...	2
المستوى الأعلى	0	0	...	...	...	...	...	...	...	8

اكمال الجدول بوضع حجم الماء الذي يحتويه كل طبق بعد كل صب :

حجم الماء (ل)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
المستوى الأسفل	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
المستوى الأعلى	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8

مبدأ باولي (1900 – 1958) :

رأينا في الدرس السابق أن للذرة المستقرة عدد من الإلكترونات يساوي عدد بروتوناتها لأنها معتدلة كهربائيا .
ـ كيف تتوزع هذه الالكترونات حول النواة في كل ذرة ؟
– لا تتوزع الإلكترونات حول النواة بصفة كيفية بل تخضع لمبدأين يحددان عددها في كل طبقة و كيفية توزعها.
ـ يميز كل مدار بعدد صحيح .
ـ تتوزع الالكترونات في طبقات إلكترونية يرمز لها بالحروف K(n = 1) ، L(n = 2) و M(n =3)

المبدأ الأول للتوزيع الإلكتروني : مبدأ باولي

لا تتسع طبقة إلا لعدد محدد من الإلكترونات . تتسع طبقة رقمها n لعدد من الالكترونات أقصاه لا يتعدى $2n^2$.

المبدأ الثاني للتوزيع الإلكتروني : مبدأ التوزيع

في حالة الإستقرار التام للذرة ، تشغل الإلكترونات الطبقات وفق رقمها بداية من الرقم 1 أي أنها تتوزع في الطبقة K ثم L فالطبقة M بعد تشبع L . إلخ ...

رقم الطبقة n	1	2	3
رمز الطبقة	K	L	M
أقصى عدد الإلكترونات	2	8	18

ـــ تسمى آخر طبقة مشغولة الطبقة الخارجية و ما سواها تسمى الطبقات الداخلية .
ـــ نقول عن طبقة أنها مشبعة إذا احتوت على العدد الأقصى للإلكترونات المسموح به فيها $2n^2$. أي أن :
. الطبقة K لا يمكنها استقبال إلا إلكترونين على الأكثر والطبقة L لا تتسع إلا لثمانية (8) إلكترونات و هكذا ....

للتعبير عن ذلك نرمز لعدد الإلكترونات الشاغلة لطبقة برمز الطبقة وعدد إلكتروناتها في وضع الأس فمثلا :
- في حالة ذرة ذات الكترون واحد فقط (حالة الهيدروجين H) نرمز للتوزيع الإلكتروني فيها بـــ : K^1
- في حالة ذرة ذات إلكترونين نرمز للتوزيع الإلكتروني فيها بـــ : K^2
- في حالة ذرة ذات 3 إلكترونات نرمز للتوزيع الإلكتروني فيها بـــ : $K^2\ L^1$ وهكذا ـــ

ـــ التوزيع الإلكتروني يحدد التركيب الإلكتروني للذرة .

الذرة	Z	التركيب الإلكتروني	تعليق
H	1	K^1	الإلكترون الوحيد موضوع في الطبقة الأولى K
He	2	K^2	الإلكترون الثاني موضوع أيضا الطبقة الأولى K
Li	3	$K^2\ L^1$	الطبقة K مشبعة ، نبدأ بملأ الطبقة الثانية L^1
Be	4	$K^2\ L^2$	نواصل ملأ الطبقة الثانية L^2
Ne	10	$K^2\ L^8$	الطبقة L مشبعة ،
Na	11	$K^2\ L^8\ M^1$	الطبقة L مشبعة ، نبدأ بملأ الطبقة الثالثة M^1
Ar	18	$K^2\ L^8\ M^8$	كل الطبقات مملوءة Z = 18

ملاحظة : سنكتفي بالتركيب الإلكتروني بالنسبة للذرات التي عددها الذري $Z < 18$.

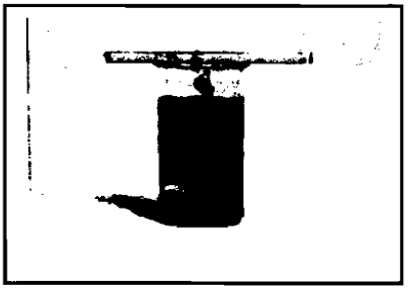
الطبقة الخارجية :
ـــ الطبقة الأخيرة المشغولة تدعى بالطبقة الخارجية : تحوي على الأكثر 8 إلكترونات و هذا مهما يكن العدد الذري Z .
ـــ الطبقة الخارجية تدعى أيضا طبقة التكافؤ ، تحوي الإلكترونات الأقل ارتباطا بالنواة .

العنصر الكيميائي

إنحفاظ العنصر الكيميائي .

تجارب أهدافها :

- **معرفة رمز بعض العناصر .**
- **تمييز العنصر الكيميائي بعدده الذري .**
- **التعرف على النظائر**
- **ابراز إنحفاظ العنصر الكيميائي .**



1ـ اغمس صفيحة من النحاس في بيشر يحتوي على محلول شفاف من نترات الفضة .

ـ **لاحظ بلورات الفضة المعدنية التي تظهر .**

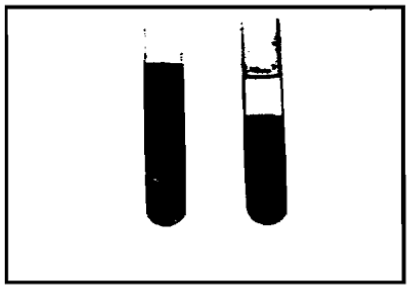
ـ بلورات براقة تظهر على صفيحة النحاس ،

ـ المحلول يأخذ اللون الأزرق

ـ البلورات البراقة التي تظهر على صفيحة النحاس هي للفضة المعدنية ،

ـ تلون المحلول باللون الأزرق دليل على وجود شوارد النحاس Cu^{2+}

شوارد النحاس (II) ⟶ نحاس معدني



2ـ قطر 1 mL من الصود في انبوب اختبار يحتوي على 4 mL من محلول كبريتات النحاس

ـ **قم بالتسخين الطفيف**

ـ دون **ملاحظاتك واستنتاجاتك**

ـ راسب أزرق لهيدروكسيد النحاس (II) نلاحظه يتشكل

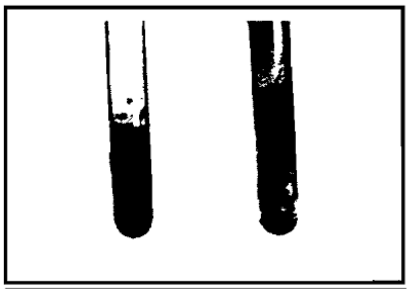
ـ اللون الأزرق للراسب مميزة لشوارد النحاس Cu^{2+} .

$Cu(OH)_2$ (هيدروكسيد النحاس (II)) ⟶ شوارد النحاس (II)

ـ بعد التسخين للراسب يظهر اللون الأسود .

ـ هيدروكسيد النحاس (II) يتبخر منه الماء و يتحول إلى أوكسيد النحاس (II) الأسود الغير مذاب .

$CuO + H_2O$ (أوكسيد النحاس(II)) ⟵ $(Cu(OH)_2$ (هيدروكسيد النحاس(II))



3ـ في انبوب اختبار ، امزج أوكسيد النحاس (II) مع برادة الكاربون ثم سخن

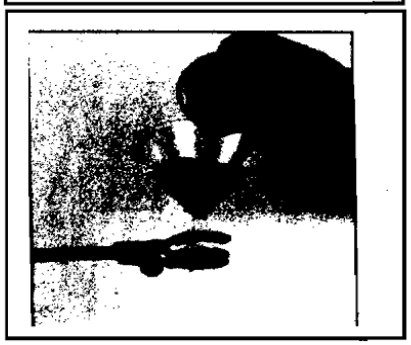
ـ دون **ملاحظاتك واستنتاجاتك**

ـ نلاحظ حدوث اشتعال مع انطلاق غاز .

ـ الغاز المنطلق هو ثاني أوكسيد الفحم

ـ الراسب المتبقي عبارة عن معدن النحاس Cu.

$Cu + CO_2$ (معدن النحاس) ⟵ $CuO + C$ (أوكسيد النحاس(II))



4ـ رشح محلول كبريتات النحاس في قمع يحتوي على برادة الحديد .

ـ دون **ملاحظاتك واستنتاجاتك**

ـ نلاحظ تغير اللون إلى (أصفر- أخضر) مع تلون الراسب باللون الأحمر .

ـ الراسب ذو اللون الأحمر هو معدن النحاس

ـ تغير اللون إلى (أصفر- أخضر) دليل ذوبان الحديد .

$Cu + Fe^{2+}$ (معدن النحاس) ⟵ (معدن الحديد) $Fe + Cu^{2+}$ (شوارد النحاس)

إنحفاظ العنصر الكيميائي (النحاس)

خلال التحولات السابقة حدث للنحاس تحولين ، إذ اختفى النوع الكيميائي **النحاس الذي يميز عيانيا بلونه (أحمر مصفر)** في التحول الكيميائي الأول ليظهر بدلا منه النوع الكيميائي **شاردة النحاس** الذي يميز **المحاليل التي تحتويه بلونه الأزرق** .

و يختفي اللون الأزرق **لشاردة النحاس** Cu^{2+} في التحول الكيميائي **الثاني** ليظهر بدلا منه **معدن النحاس Cu.**

أي أن خلال التحولات التي تطرأ للأنواع الكيميائية هناك شيء **عنصر** بين هذه **الأنواع يبقى محفوظا وهو العنصر الكيميائي** .

العنصر الكيميئي

ــ إن العنصر الكيميائي هو الجزء المشترك والموجود في مختلف الأنواع الكيميائية **التي تحتويه** .

ــ ما يحدد العنصر الكيميائي ، هو الشيئ الذي لا يتغير في الذرة خلال التحولات **الكيميائية** .

هذة الميزة لا تملكها إلا نواة الذرة .

نتيجة :

العنصر الكيميائي يحدده و يميزه العدد الذري أي عدد البروتونات التي يمتلكها في نواته .

ــ في كل التحولات الكيميائية للمادة تشارك الذرات بذاتها أو بشواردها أي أن **النواة لا تتغير أثناء هذه التحولات و بنفس المعنى** مكوناتها تبقى محفوظة و بالتالي عدد البروتونات يبقى نفسه مهما كان التحول **الكيميائي . وبما أن Z هو المميز الوحيد** للعنصر الكيميائي ، فإن العنصر الكيميائي **يبقى محفوظا خلال التحولات الكيمائية** .

مثـــال :

لديك العناصر الكيميائية الآتية : $^{58}_{26}X^{+3}$ $^{58}_{26}X$ ، $^{57}_{26}X^{+2}$

هل تنتمي إلى نفس العنصر الكيميائي ؟

ما هو المشترك بينها ؟

الحـــل :

تمتاز الأفراد الكيميائية الثلاثة بنفس الرقم الذري Z = 26 . إذن فهي تنتمي إلى نفس **العنصر الكيميائي و هو عنصر الحديد (Fe)** .

رموز العناصر الكيميائية :

عرف إلى وقتنا هذا 115 عنصرا كيميائيا منها 92 عنصرا **طبيعيا** أما الباقي **فقد حضر في مخابر الفيزياء النووية** إنها عناصر اصطناعية . و للتمييز بينها و تصنيفها أعطي لكل عنصر اسما خاصا به و رمزه **مشتقا** من إسمه اللاتيني . يرمز لكل عنصر اصطلاحيا بالحرف الأول من الإسم يكتب بالأحرف الكبيرة (Majuscule) و **في حالة تماثل** الحرف الأول هذا في عنصرين أو أكثر ، يضاف له حرف ثان من الإسم (عادة الثاني) يكتب بالأحرف الصغيرة (minusule).

أنظر الأمثلة في الجدول :

اسم العنصر	رمزه	اسم العنصر	رمزه	اسم العنصر	رمزه	اسم العنصر	رمزه
كربون Carbone	C	الكالسيوم Calcium	Ca	أرغون Argon	Ar	أزوت Nitrogene	N
الكلور Chlore	Cl	كوبالت Cobalt	Co	الفضة Argent	Ag	أكسجين Oxygène	O
النحاس Cuivre	Cu	كادميوم Cadmium	Cd	الومنيوم Aluminium	Al	هيدروجين Hydrogene	H

أصل أسماء و رموز العناصر الكيميائية

أغلبية الأسماء من أصل يوناني أو لاتيني وإن لم يكن ذلك فأعطيت لها صبغة لاتينية . كثير من الأسماء توحي لمعنى او لمكان اكتشافها أو لإسم عالم .

فمثلا الأسماء التي تنتهي باللاحقة gène تعني عموما أن العنصر المسمى : مولد أو مسبب لما تحمله مسبقة اسمه...

أمثلة :

ــ هيدروجين (مولد الماء) ــ أوكسيجين (مولد الحموضة) .

ــ نتروجين (مسبب العدم) و يطلق عليه إسم الآزوت من (لا) A و (حياة) zote .

ــ أما البوتاسيوم رمزه K من الكلمة Kalium .

نسب بعض العناصر في الأرض و في الكون

ـ إلى غاية القرن VIX عرف 75 عنصر كيميائي طبيعي و في الوقت الحالي عددها 92 مع إضافة 23 عنصر اصطناعي .

ـ حيث أضيف عنصرين (Z = 116) (Z = 118) في 1999 .

ـ العناصر الكيميائية الطبيعية متواجدة في الكون بنسب مئوية مختلفة لعدد الذرات . من (Z = 1) للهيدروجين إلى (Z = 92) لليورانيم أغلبية العناصر الكيميائية تتواجد في الأرض و في النجوم .

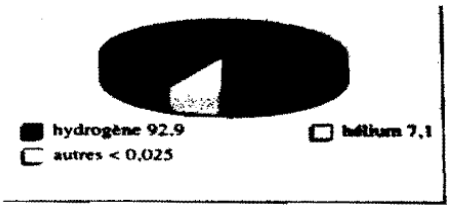
على مستوى الكون :

ـ الهيدروجين و الهيليوم هما العنصران المتواجدان بكثرة . انظر قيم نسبها في الشكل المقابل .

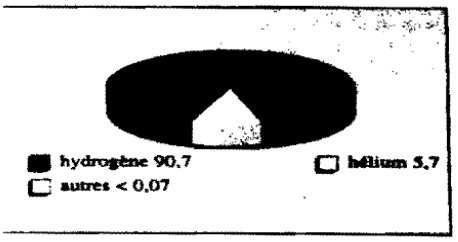
ـ الملاحظة باستخدام الأطياف للأضواء الآتية من النجوم و المجرات بينت أن تركيبها هو نفسه من مكان إلى آخر في الكون .

على مستوى الأرض :

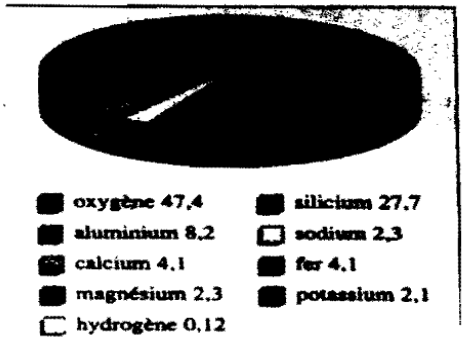
في طبقة الليطوسفار (Lithosphere) للغلاف الصخري الأرضي نجد أكثر أنواع العناصر .



نسب تواجد العناصر في الكون



نسب تواجد العناصر في الشمس



نسب تواجد العناصر في الأرض

جدول لبعض العناصر المتواجدة في طبقة الليطوسفار للغلاف الصخري الأرضي .

العنصر	O	Si	Al	H	Na	Ca	Fe	Mg	K
% الذرية	47,4	27,7	8,2	0,12	2,3	4,1	4,1	2,3	2,1

النظائر و العنصر الكيميائي .

لاحظ الجدول التالي و استنتج

رمز العنصر	العدد الذري	العدد الكتلي	رمز نواة	نسبة وجوده في الطبيعة
H	1 1 1	1 2 3	$^{1}_{1}H$ $^{2}_{1}H$ $^{3}_{1}H$	99,984 0,016 آثار قليلة منه
O	8 8 8	16 17 18	$^{16}_{8}O$ $^{17}_{8}O$ $^{18}_{8}O$	99,759 0,037 0,204
Cl	17 17 17	35 37	$^{35}_{17}Cl$ $^{37}_{17}Cl$	75,4 24,6

ـ بما أن كتلة البروتون تساوي بالتقريب الجيد كتلة النوترون وأن كتلة الإلكترون مهملة أمام كتلة البرتون فتكون كتلة كل ذرة تساوي تقريبا كتلة نواتها . و ذرة الهيدروجين تمتاز دون غيرها بخاصية احتواء نواتها على بروتون واحد فكتلتها إذن تساوي كتلة البروتون . و منه بناءا على تصور البنية النووية فإن **الكتلة الذرية لكل العناصر** تكون من مضاعفات **الكتلة الذرية لذرة الهيدروجين** .

الكتلة الذرية m

ــ الكتلة الذرية لعنصر تكون من مضاعفات الكتلة الذرية لذرة الهيدروجين وتتمثل **في العدد الكتلي في رمز النواة .**

ــ للتعبير البسيط على الكتل الذرية أعتمدت كتلة ذرة الهيدروجين (أي كتلة البروتون) **كوحدة لقياس الكتل في المستوى الذري و** سميت بوحدة الكتلة الذرية يرمزلها بالرمز u . حيث : $\mathbf{u = 1{,}67265 \cdot 10^{-27}\ Kg}$.

$$\mathbf{m = A \cdot u}$$

ــ لاحظ العالم الإنجليزي أستون Aston (1945 – 1877) أن ذرات من نفس **العنصر الكيميائي تختلف في كتلها الذرية** أي تختلف في عددها الكتلي A رغم تساوي رقمها الذري Z أي أنها تختلف في عدد **نتروناتها .**

نسمي هذا النوع من الذرات **نظائر** . نرمز للذرة و نظائرها بنفس الرمز والإختلاف **بينها يظهر في عددها الكتلي ،** فمثلا للذرات الثلاثة : ${}^{A1}_{Z}X$ ؛ ${}^{A2}_{Z}X$ و ${}^{A3}_{Z}X$ نفس الرقم الذري Z **فهي إذن تنتمي لنفس العنصر الكيميائي X** و لكنها تختلف في عددها الذري A فهي إذن نظائر .

ــ لأغلبية العناصر الكيميائية نظائر والقليل منها لم تعرف لها نظائر طبيعية مثل : Na ؛ Be ؛ Al و P

ــ لأغلبية العناصر الكيميئية عدد من النظائر . يختلف عدد النظائر من عنصر لآخر .

مثـــال :

لعنصر الهيدروجين H ثلاث نظائر و هي ${}^{1}_{1}H$ ؛ ${}^{2}_{1}H$ و ${}^{3}_{1}H$. **للذرات الثلاث نفس الرقم الذري Z = 1**

لكن $A_3 \neq A_2 \neq A_1$ ، **إذن :** $N_3 + Z \neq N_2 + Z \neq N_1 + Z$ **أي أن الإختلاف يمكن في عدد النوترونات**

$$N_1 \neq N_2 \neq N_3$$

نتيجة :

النظائر : أفراد كيميائية (ذرات) تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الذري Z (عدد الإلكترونات والبروتونات) و تختلف في عددها الكتلي A (أي تختلف نواها في عدد النوترونات) .

كلمة نظائر من Isotopes و هي تعني في نفس المكان أي أن النظائر تشغل نفس الخانة في الجدول الدوري للعناصر .

الكتلة الذرية لعنصر له نظائر

الكتلة الذرية لعنصر له نظائر تحسب وفق النسبة المئوية لكل نظير في عينة .

أي : $m_x = (A_1 \times x)/100 + (A_2 \times y)100$.+....

حيث A_1 و A_2 هي الأعداد الكتلية للنظائر ، x و y هي النسب المئوية لكل نظير .

مثـــال :

إذا أخذنا عينة من غاز الكلور فنجدها تحتوي على 25% من الكور 37 (${}^{37}_{17}Cl$) و 75% من الكور 35 (${}^{35}_{17}Cl$) .

لذلك تكون الكتلة الذرية للكلور تساوي : $m_{Cl} = (35 \times 75)/100 + (37 \times 25)100 = 35{,}5\ u$

تطبيق ــ1 :

لديك الذرتان ${}^{18}_{8}X$, ${}^{16}_{8}X$

احسب A و Z لكل ذرة و استنتج عدد النيوترونات . إلى أي عنصر تنتميان ؟

الحـــل ــ1 :

${}^{16}_{8}X$ و ${}^{18}_{8}X$ توافق ${}^{A1}_{Z}X$ و ${}^{A2}_{Z}X$ لهما نفس العدد الذري Z = 8 إذا هما نظيران .

ــ عدد النوترونات لكل نظير : $A_1 = 16 \Rightarrow N_1 = A_1 - Z = 16 - 8 = 8$ نوترون

$A_2 = 18 \Rightarrow N_2 = A_2 - Z = 18 - 8 = 10$ نوترون

ــ تنتمي الذرتان ${}^{18}_{8}X$, ${}^{16}_{8}X$ لنفس العنصر الكيميائي وهو عنصر الأوكسجين .

تطبيق ــ2 :

لديك الذرات : ${}^{3}_{1}T$ ؛ ${}^{2}_{1}D$ و ${}^{1}_{1}H$ **هل هي نظائر ؟ إلى أي عنصر تنتمي ؟ – أعط تمثيلها الرمزي .**

الحـــل ــ1 :

ــ إن الذرات الثلاث نظائر لأن لها نفس الرقم الذري Z = 1 .

ــ تنتمي لنفس العنصر الكيميائي وهو عنصر الهيدروجين H

ــ التمثيل الرمزي : ${}^{1}_{1}H$ ذرة الهيدروجين ، ${}^{2}_{1}D \Leftrightarrow {}^{2}_{1}H$ ذرة الدوتريوم ، ${}^{3}_{1}T \Leftrightarrow {}^{3}_{1}H$ ذرة التريتيوم .

إنحفاظ العنصر الكيميائي. تجارب (TP)

إنحفاظ العنصر الكيميائي . تجارب

أهداف التجارب :

- التعرف على عنصر كيميائي .
- معرفة رمز بعض العناصر .
- تمييز العنصر الكيميائي بعدده الذري .
- تمييز العنصر الكيميائي بخواصه الفيزيائية والكيميائية .
- ابراز ظاهرة إنحفاظ العنصر الكيميائي .
- التعرف على النظائر

الأدوات :

ــ خراطة النحاس ؛ ألومنيوم ؛ أنابيب إختبار ؛ صوف الحديد (Ajax) ؛ قطعة حديد ؛ قطعة زنك ؛ قطعة ألومنيوم
ــ محلول حمض الأزوت الممدد ؛ ماء مقطر .

مشاهدات أوليـــة :

لديك مجموعة من المعادن : حديد ، زنك ، نحاس ، ألومنيوم ...
ــ ما الذي يسمح لك بالتمييز بينها والتعرف عليها بالمشاهدة العينية ؟
الألومنيوم معدن أبيض مزرق ، عاكس للضوء ، خفيف نسبيا .
الحديد معدن أبيض رمادي ، ينجذب نحو المغناطيس ، ثقيل نسبيا .
النحاس معدن أحمر ، عاكس للضوء ، أثقل من الحديد و الألومنيوم .

ــ ما هي بعض الخواص الفيزيائية التي تميز المعادن فيما بينها ؟
صلبة في درجة الحرارة العادية ، ناقلة للكهرباء و الحرارة ، كلها مواد طبيعية .

1ــ التحول الكيميائي الأول :
أ ــ خذ قطعة من خراطة النحاس النقي و أدخلها في أنبوب إختبار .
ــ قطر بحذر حوالي 1 mL من حمض الأزوت الممدد .
ــ صف في فقرة قصيرة تطور التجربة .
ماذا يحدث للنحاس ؟ متى نعتبر أن التحول الكيميائي انتهى ؟

فعل حمض الآزوت على النحاس	
ما نلاحظه	**ما نستنتجه**
ــ اختفاء خراطة النحاس ــ سخونة الأنبوب ــ انطلاق غاز نارنجي خطير على الأنف و العين يمكن الكشف عليه على انه غاز آزوتي (NO_2). ــ تلون المحلول باللون الأزرق	ــ تحول معدن الناس Cu إلى شاردة نحاس Cu^{2+} التي تعطي اللون الأزرق للمحلول .

ب ــ خذ قطعة نقية من الحديد وضع عليها بضع قطرات من حمض الأزوت و بعد بعض ثوان قم بحك طفيف للقطعة ثم اغسلها بماء الحنفية .
ماذا تلاحظ ؟ ماذا حدث للحديد في تلك المنطقة ؟
عند حك سطح القطعة تنزع الطبقة السطحية أي يحدث الحديد في تلك المنطقة تأكل .

2ـ التحول الكيميائي الثاني :

بعد انتهاء التحول الكيميائي الأول ضف حوالي 2 mL من الماء في الأنبوب . رج الأنبوب قليلا من أجل تجانس المحلول ثم خذ بواسطة ماصة كمية من المحلول و ضعها على القطعة الحديدية في المنطقة المغمولة .

- **تفحص بعد ثوان القطعة الحديدية . ماذا تلاحظ ؟**
- **أفرك قطعة الحديد بماء الحنفية و امسحها بواسطة ورق ماص ماذا يحدث و ماذا تلاحظ ؟**
- **لخص ملاحظاتك في فقرة قصيرة مع رسم للقطعة الحديدية في كل مراحل التجربة . ماذا تستنتج ؟**

ما نلاحظه	ما نستنتجه
ـ اختفاء اللون الأزرق تدريجيا ـ يختفي معدن الحديد تدريجيا ـ تلون المحلول باللون الأخضر ـ تشكل راسب أحمر على قطعة الحديد.	ـ تحول شاردة النحاس Cu^{2+} إلى معدن الناس Cu .

كشف الأنواع الكيميائية :

ـ قسم محتوى الأنبوب السابق إلى قسمين . احتفظ بأحد الأنبوبين كما هو .

وادخل في محلول الأنبوب الثاني كمية من صوف الحديد . واتركه بعض الدقائق . ماذا يحدث للمحلول ؟

ما نلاحظه	ما نستنتجه
ـ اختفاء اللون الأزرق تدريجيا ـ يختفي معدن الحديد تدريجيا ـ تلون المحلول باللون الأخضر ـ تشكل راسب أحمر على قطعة الحديد.	ـ تحول شاردة النحاس Cu^{2+} إلى معدن الناس Cu .

ـ ضع هذا الأنبوب بجوار الأنبوب الذي تركناه بعد التقسيم .

ـ ضع بجوارهما أنبوبا لآخرا به كمية من محلول حمض الأزوت .

ـ ضف لكل أنبوب قطرات من الصود . ماذا يحدث في كل أنبوب .

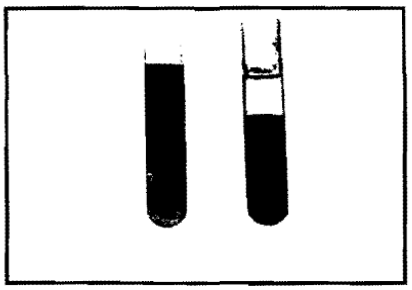
ـ لخص ملاحظاتك مع الاستعانة بالرسم . ما هو النوع الكيميائي المكتشف في كل أنبوب .

ـ ما دور أنبوب محلول حمض الأزوت هنا ؟ ماذا تستنتج ؟

1ـ الأنبوب : الصود + محلول لشوارد النحاس	
ما نلاحظه	**ما نستنتجه**
ـ تشكل راسب أزرق .	ـ نحصل على مركب هيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$) ذو اللون الأزرق .

2ـ الأنبوب : الصود + محلول لشوارد الحديد	
ما نلاحظه	**ما نستنتجه**
ـ تشكل راسب أخضر .	ـ نحصل على مركب هيدروكسيد الحديد ($Fe(OH)_2$) ذو اللون الأخضر .

3ـ الأنبوب : الصود + محلول لحمض الأزوت	
ما نلاحظه	**ما نستنتجه**
ـ تشكل راسب ملحي .	ـ نحصل على مركب نترات الصوديوم ($Na(NO_3)$)



3ـ قطر 1 mL من الصود في انبوب اختبار يحتوي على 4 mL من محلول كبريتات النحاس ثم قم بالتسخين الطفيف .

ـ دون ملاحظاتك واستنتاجاتك

ـ راسب أزرق لهيدروكسيد النحاس (II) نلاحظه يتشكل

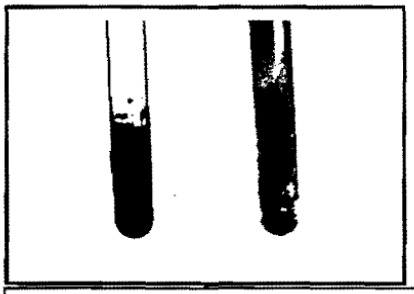
ـ اللون الأزرق للراسب مميزة لشوارد النحاس Cu^{2+} .

$Cu(OH)_2$ (هيدروكسيد النحاس (II)) ⟶ شوارد النحاس (II)

ـ بعد التسخين للراسب يظهر اللون الأسود .

ـ هيدروكسيد النحاس (II) يتبخر منه الماء و يتحول إلى أوكسيد النحاس (II) الأسود الغير مذاب .

$CuO + H_2O$ (أوكسيد النحاس(II)) ⟵ $Cu(OH)_2$ (هيدروكسيد النحاس(II))



ـ في انبوب اختبار ، امزج أوكسيد النحاس (II) مع برادة الكاربون ثم سخن

ـ دون ملاحظاتك واستنتاجاتك

ـ نلاحظ حدوث اشتعال مع انطلاق غاز .

ـ الغاز المنطلق هو ثاني أوكسيد الفحم

ـ الراسب المتبقي عبارة عن معدن النحاس Cu.

$Cu + CO_2$ (معدن النحاس) ⟵ $CuO + C$ (أوكسيد النحاس(II))

دور الحرارة و الفحم	
خلاصة ما نلاحظه	**خلاصة ما نستنتجه**
ـ تبخر الماء و و تشكيل راسب معدني أسود ـ انطلاق غاز هو ثاني أوكسيد الفحم(يعكر رائق الكلس) ـ تشكل راسب أحمر.	**ـ يتحول أوكسيد النحاس بفعل الحرارة إلى معدن النحاس** **ـ يتحول هيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$) إلى أوكسيد النحاس CuO ثم إلى معدن النحاس Cu**

4ـ عرض خراطة النحاس النقية إلى اللهب . ماذا يحدث للنحاس ؟ ما لون الطبقة المتشكلة عليه ؟

عند عرض خراطة النحاس النقية إلى اللهب فإنه يحترق بوجود الهواء و تتشكل طبقة رقيقة سوداء على سطحها .

ماهو لون اللهب أثناء الإحتراق ؟ ماذا يميز هذا اللون .

يتلون اللهب باللون الأزرق وهو الذي يميز عنصر النحاس بشكله الشاردي Cu^{2+} .

اكشط الطبقة السوداء و ضعها في أنبوب متحمل للحرارة مع الفحم ثم سخن تسخينا شديدا .

ماذا يحدث و ما هو الناتج بعد التحول الكيميائي ؟

ـ نلاحظ حدوث اشتعال مع انطلاق غاز .

ـ الغاز المنطلق هو ثاني أوكسيد الفحم (يعكر رائق الكلس)

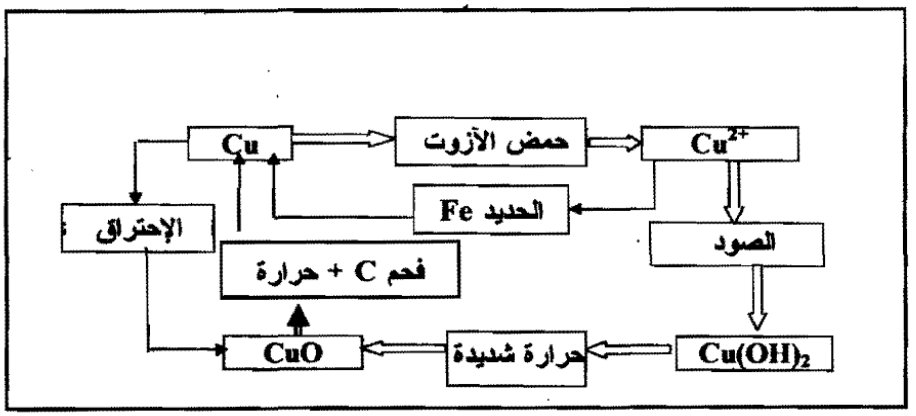
ـ الراسب المتبقي عبارة عن معدن النحاس Cu.

$Cu + CO_2$ (معدن النحاس) ⟵ $CuO + C$ (أوكسيد النحاس(II))

ملاحظة :

يمكن استعمال و تحقيق أية دورة من دورات إنخفاظ عنصر النحاس .

يمثل هذا الجدول تحولات عنصر النحاس من شكل لأخر. يمكن تحقيق الكثيرمنها في العمل المخبري .



الخلاصة و الإستنتاج

ـ خلال التحولات السابقة حدث للنحاس تحولين ، إذ اختفى النوع الكيميائي **النحاس الذي يميز عيانيا بلونه (أحمر مصفر)** في التحول الكيميائي الأول ليظهر بدلا منه النوع الكيميائي **شاردة النحاس** الذي يميز **المحاليل التي تحتويه بلونه الأزرق** .
و يختفي اللون الأزرق **لشاردة النحاس** Cu^{2+} في التحول الكيميائي **الثاني** ليظهر بدلا منه **معدن النحاس Cu**.
أي أن خلال التحولات التي تطرأ للأنواع الكيميائية هناك شيء **عنصر** بين هذه **الأنواع يبقى محفوظا وهو العنصر الكيميائي** .

ـ **في حالة النحاس نقول أن كلا من ذرة النحاس Cu و شاردته Cu^{2+} تنتمي إلى نفس العنصر الكيميائي نسميه عنصر النحاس .**

الخلاصـــة

بنية المادة :

تتكون المادة من جبيبات صغيرة تسمى الذرات . تتكون كل ذرة من :

- نواة صغيرة الأبعاد مقارنة مع أبعاد الذرة ، تتمركز فيها **الكتلة الذرية** .
- سحابة من الإلكترونات تدور حول النواة .

- **النواة**

تحتوي النواة نوعين من الجسيمات المادية و هي :

البروتونات : جسيمات مادية عنصرية كتلتها يساوي 1u تحمل شحنة **كهربائية موجبة** $+ 1,9 .10^{-19} C$. $e =$
نرمز للبروتونات بالحرف p و لعدد البروتونات في النواة **بالحرف Z** الذي يدعى الرقم الذري .

النوترونات : جسيمات مادية عنصرية كتلتها يساوي 1u معتدلة كهربائيا **(شحنتها معدومة)** .
نرمز للنوترونات بالحرف n و لعدد النوترونات في النواة **بالحرف N** .
نرمز للنواة بالرمز $_{Z}^{A}X$ حيث A هو عددها الكتلي و يساوي : $A = Z + N$
و Z رقمها الذري .

- **الإلكترونات :**

ـ جسيمات مادية عنصرية ذي كتلة أصغر من كتلة البروتون **2000 مرة تقريبا** .
و تحمل شحنة كهربائية سالبة $- e = + 1,6 .10^{-19} C$ **نرمز للإلكترون عادة بالرمز e−** .
ـ يرمز لعدد إلكترونات الذرة المستقرة بالرمز Z لأن الذرة **في هذه الحالة متعادلة كهربائيا**
أي أن عدد إلكتروناتها يساوي عدد بروتوناتها .

- **بنية الذرة :**

ـ بمقارنة أبعاد الذرة بأبعاد نواتها نجد أن لذرة بنية فراغية أي أن **المسافة التي تفصل النواة عن** الإلكترونات كبيرة جدا مقارنة مع أبعاد النواة .
ـ وحدة الكتل في المستوى الذري هو : $1u = 1,67 . 10^{-27} Kg$
ـ تكون الذرة في حالتها المستقرة متعادلة كهربائيا .

- **العنصر الكيميائي**

ـ كل الذرات و الشوارد والنظائر التي تمتاز بنفس الرقم الذري (عدد البروتونات) **تنتمي إلى نفس** العنصر الكيميائي .
ـ لا تتدخل النواة في النشاط الكيميائي للعنصر و تبقى على حالها . لذلك يكون **العنصر الكيميائي** محفوظا أثناء التحولات الكيميائية لأن رقمه الذري Z يبقي محفوظا .

- **النظائـــر** : هي الذرات التي لها نفس الرقم الذري Z و تختلف في عدد النوترونات N .

تمـــاريـــن

ملاحظة أولية : نعتبر في كل هذه التمارين أن :
كتلة البروتون تساوي كتلة النيوترون $m_p = m_n = 1,67 \times 10^{-27}$ Kg و كتلة الإلكترون : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ Kg
شحنة البروتون : $e^+ = 1,67 \times 10^{-19}$ C و شحنة الإلكترون : $e^- = -1,6 \times 10^{-19}$ C
إلا إذا نص السؤال على غير ذلك .

التمرين ــ1
اكمل الفراغات :
أ . كل الذرات تتكون من .....تحمل شحنة .....و من .....و شحنتها .....تدور في الفراغ حول النواة .
شحنة البروتونات والإلكترونات ..... و متعاكسة في ..... فالذرة .....كهربائيا .
ب . تتكون النواة من نيوكليونات منها البروتونات والتي تحمل .....بينما .....فشحنتها .....عدد .....
الذرة يساوي عدد .....المحتواة في نواتها .
كتلة النوكليونات أكبر بكثير من كتلة .....ومنه فان ..... الذرة هي عمليا تساوي .....
جـ . يوجد في ..... نظيرين نفس عدد ..... و عدد مختلف من .....

الحـل ــ1
أ . كل الذرات تتكون من بروتونات تحمل شحنة موجبة و من إلكترونات و شحنتها سالبة تدور في الفراغ حول النواة .
شحنة البروتونات والإلكترونات متساوية و متعاكسة في الإشارة فالذرة متعادلة كهربائيا .
ب . تتكون النواة من نيوكليونات منها البروتونات والتي تحمل شحنة موجبة بينما النوترونات فشحنتها معدومة ،
عدد إلكترونات الذرة يساوي عدد البروتونات المحتواة في نواتها .
كتلة النوكليونات أكبر بكثير من كتلة الإلكترونات و منه فان كتلة الذرة هي عمليا تساوي كتلة النواة .
جـ . يوجد في نواة نظيرين نفس عدد البروتونات و عدد مختلف من النوترونات .

التمرين ــ2
اختر الجواب أو الإجابات الصحيحة :
1 . يحمل الإلكترون شحنة كهربائية تساوي :
أ . $1,6 \times 10^{-19}$ C ب . $-1,6 \times 10^{-19}$ C جـ . $-1,6 \times 10^{19}$ C
2 . يحمل البروتون شحنة كهربائية تساوي :
أ . شحنة الإلكترون . ب. $1,6 \times 10^{-19}$ C جـ . شحنة النيوترون .
3. من بين مكونات الذرة دقيقتين لهما نفس الكتلة تقريبا هما :
أ . الإلكترون و البروتون . ب . الإلكترون و النوترون جـ. البروتون و النوترون .

الحـل ــ2
1 . يحمل الإلكترون شحنة كهربائية تساوي : ب . $-1,6 \times 10^{-19}$ C
2 . يحمل البروتون شحنة كهربائية تساوي : ب. $1,6 \times 10^{-19}$ C
3. من بين مكونات الذرة دقيقتين لهما نفس الكتلة تقريبا هما : جـ. البروتون و النوترون .

التمرين ــ3
كتلة البروتون هي :
أ . أكبر بكثير من كتلة الإلكترون ب . تقارب 10^{-19} Kg جـ . تقارب 10^{-27} Kg

الحـل ــ3
كتلة البروتون : أ . أكبر بكثير من كتلة الإلكترون ، جـ . تقارب 10^{-27} Kg

التمرين ــ4
اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة :

1. يتميز العنصر الكيميائي بـــ :
أ. رقم الشحنة ب . عدد نيوكليونات جـــ . رقمه الذري د . عدد النوترونات .
2. لكل ذرات العنصر الواحد نفس :
أ . عدد الإلكترونات ب. عدد النيوكليونات جـــ. عدد النوترونات د. عدد البروتونات .
3. تحمل نظائر العنصر الكيميائي الواحد نفس عدد :
أ. النيوكليونات . ب. النوترونات . جـــ . البروتونات . د. الذرات .
4. أ ــ هل يوجد فرق بين الرقم الذري والعدد الكتلي لعنصر كيميائي ؟ ما هو ؟
ب ــ هل يكون عدد البروتونات يساوي عدد النوترونات في ذرة أي عنصر ؟
جـــ يوجد توافق و اختلاف بين ذرات عنصر الفحم ^{12}C ، ^{13}C ، ^{14}C عين كلا منهما .
د ــ لديك ذرات العناصر التالية : He ، Ne ، Ar ، التي بها الأعداد الذرية التالية : 18 و 10 و 2 الترتيب . أعط أسماء و عدد البروتونات لكل واحدة منها .
هـــ ــ اعط أسماء العناصر الكيميائية التالية الممثلة بالرموز : C ، Na ، N ، S ، O ، F .
و ــ اعط رموز أسماء العناصر الكيميائية التالية : الألومنيوم ، الكبريت ، الكلور ، الليثيوم ، الهيليوم و الفوصفور .
هـــ ــ ذرة رقمها الذري Z و نصف عددها الكتلي A ، تحمل نواتها شحنة كهربائية كلية تساوي $q = +19,2 \cdot 10^{-19} C$. أحسب رقمها الذري ثم استنتج عددها الكتلي . إلى أي عنصر كيميائي تنتمي هذه الذرة ؟ أعط تمثيلها الرمزي .

الحـــل ــ4

1. يتميز العنصر الكيميائي بـــ : جـــ . رقمه الذري
2. لكل ذرات العنصر الواحد نفس : د. عدد البروتونات .
3. تحمل نظائر العنصر الكيميائي الواحد نفس عدد : جـــ . البروتونات .
4. أ ــ هل يوجد فرق بين الرقم الذري والعدد الكتلي لعنصر كيميائي ؟ ما هو ؟
نعم يوجد فرق بين الرقم الذري والعدد الكتلي : الرقم الذري يمثل عدد البروتونات والعدد الكتلي يمثل عدد النوكليونات .
ب ــ هل يكون عدد البروتونات يساوي عدد النوترونات في ذرة أي عنصر ؟
لا ، أحيانا فقط أي بالنسبة لبعض الذرات فقط .
جـــ يوجد توافق و اختلاف بين ذرات عنصر الفحم ^{12}C ، ^{13}C ، ^{14}C عين كلا منهما .
التوافق : الرقم الذري (عدد البروتونات) ، و الإختلاف : العدد الكتلي (عدد النوكليونات) .
د ــ لديك ذرات العناصر التالية : He ، Ne ، Ar ، التي بها الأعداد الذرية التالية : 18 و 10 و 2 الترتيب . أعط أسماء و عدد البروتونات لكل واحدة منها .
He : الهيليوم وعدد بروتوناته 2 ، Ne : النيون وعدد بروتوناته 10 ، Ar : الآرغون وعدد بروتوناته 18
هـــ ــ اعط أسماء العناصر الكيميائية التالية الممثلة بالرموز : C ، Na ، N ، S ، O ، F .
C : الكاربون , Na : الصوديوم , N : الأزوت , S : الكبريت , O : الأوكسجين , F : الفلور .
و ــ اعط رموز أسماء العناصر الكيميائية التالية : الألومنيوم ، الكبريت ، الكلور ، الليثيوم ، الهيليوم و الفوصفور .
الألومنيوم : Al ، الكبريت : S ، الكلور : Cl ، الليثيوم : Li ، الهيليوم : He و الفوصفور : P .
هـــ ــ ذرة رقمها الذري Z هو نصف عددها الكتلي A ، تحمل نواتها شحنة كهربائية كلية تساوي $q = +19,2 \cdot 10^{-19} C$. أحسب رقمها الذري ثم استنتج عددها الكتلي . إلى أي عنصر كيميائي تنتمي هذه الذرة ؟ أعط تمثيلها الرمزي .
نحسب أولا رقمها الذري Z : الشحنة الكلية للنواة تمثل مضاعف صحيح لشحنة البروتون أي :

$$Z = q / e = (+19,2 \cdot 10^{-19}) / (1,6 \cdot 10^{-19}) = 12$$ عدد البروتونات :

$$A = 2 \cdot Z = 24$$ إذن العدد الكتلي :

تنتمي هذه الذرة لعنصر المغنيزيوم . و تمثيلها الرمزي هو : $_{12}{}^{24}Mg$

التمرين ــ5

الرقم الذري للنحاس Z = 29 وعدد نوترونات نواته تتغير من 34 إلى 36 .
أ) أكتب على الشكل $_{z}{}^{A}X$ كل الإحتمالات . كيف تسمى عندئذ هذه الذرات ؟
ب) ما هو عدد إلكترونات كل ذرة من الذرات السابقة .

الحـــل ــ5

أ) كتابة كل الإحتمالات على الشكل $_{z}{}^{A}X$: $_{29}{}^{34}Cu$ ، $_{29}{}^{35}Cu$ ، $_{29}{}^{36}Cu$. و تدعى بنظائر عنصر النحاس .
ب) عدد إلكترونات كل ذرة من الذرات السابقة : عدد الكترونات = عدد البروتونات = العدد الذري Z و يساوي Z = 29 .

التمرين ــ6

نعطي فيما يلي رموز بعض الذرات . أكمل الجدول التالي :

النواة أو الذرة	الرمز	Z	A	N	عدد الالكترونات
الهيدروجين (بروتون)	${}_{1}^{1}H$	...	1	0	...
الهيليوم	${}_{2}^{4}He$	...	4	...	2
الأوكسجين	${}_{8}^{16}O$	8	...	8	...
الصوديوم	${}_{11}^{23}Na$	11	...	12	...
الألومنيوم	${}_{13}^{27}Al$	...	27	14	...
الأورانيوم	${}_{29}^{238}U$	...	238	...	92

الحـل ــ6

النواة أو الذرة	الرمز	Z	A	N	عدد الالكترونات
الهيدروجين (بروتون)	${}_{1}^{1}H$	1	1	0	1
الهيليوم	${}_{2}^{4}He$	2	4	2	2
الأوكسجين	${}_{8}^{16}O$	8	16	8	8
الصوديوم	${}_{11}^{23}Na$	11	23	12	11
الألومنيوم	${}_{13}^{27}Al$	13	27	14	13
الأورانيوم	${}_{29}^{238}U$	29	238	209	92

التمرين ــ7

أحسب الكتلة الذرية لعنصر الأوكسجين علما أن ${}_{8}^{16}O$ يوجد بنسبة 99,76%
و أن ${}_{8}^{18}O$ يوجد بنسبة 0,20% و الباقي من ${}^{17}O$

الحـل ــ7

الكتلة الذرية لعنصر له نظائر تحسب وفق النسبة المئوية لكل نظير في عينة .

أي : $m_o = (A_1 \times x)/100 + (A_2 \times y)100 + (A_3 \times z)/100$

حيث A_1 ، A_2 و A_3 هي الأعداد الكتلية للنظائر ، x ، y و z هي النسب المئوية لكل نظير .
إذن الكتلة الذرية لعنصر الأوكسجين هي :

$m_o = (16 \times 99,76)/100 + (18 \times 0,20)100 + (17 \times 0,04)/100 = 16,00\ u$.

التمرين ــ8

عنصر البور B يتكون من نظيرين الأول كتلته الذرية 10 u و الثاني كتلته الذرية 11 u
و الكتلة الذرية لعنصر البور هي 10,81 u . أحسب النسبة المئوية لكل من ${}^{10}B$ و ${}^{11}B$.

الحـل ــ8

الكتلة الذرية لعنصر البور هي 10,81 u .
إذا اعتبرنا x و y النسب المئوية لكل من ${}^{10}B$ و ${}^{11}B$. فإن عبارة الكتلة الذرية تكتب على الشكل :

$$m_o = (A_1 \times x)/100 + (A_2 \times y)/100$$

$$x + y = 100 \Rightarrow y = 100 - x \quad \ldots\ldots(1)$$

$$10,81 = (10 \times x)/100 + (11 \times y)100 \quad \ldots\ldots(2)$$

من المعادلتين (1) و (2) نستنتج : $10,81 = (10 \times x)/100 + [11 \times (100 - x)]/100$

بحل هذه المعادلة ذات المجهول الواحد x نجد قيم x و y و هي :

النسبة المؤوية للبور ^{10}B هي : $x = 19\%$ و النسبة المؤويه للبور ^{11}B هي : $y = 81\%$

التمرين ــ9

لديك الذرة $^{19}_{9}X$. عين هذه الذرة و أعط كل من عدد إلكتروناتها و بروتوناتها و نوترونتها .

الحـــل ــ9

عدد البروتونات : $Z = 9$ ، عدد الإلكترونات : 9 ، عدد النوترونات : $N = A - Z = 19 - 9 = 10$ ،

التمرين ــ10

لديك الأنواع الكيميائية التالية : كبريتات النحاس ، النحاس ، كلور النحاس II و أوكسيد النحاس الأسود .
ما هو العنصر المشترك بين هذه الأنواع الكيميائية السابقة . أذكر كيف نسميه ؟

الحـــل ــ10

العنصر المشترك بين هذه الأنواع الكيميائية السابقة هو النحاس Cu.

التمرين ــ11

ما الفرق بين : $6\,O$ ، $3\,O_2$ ، $2\,O_3$.

الحـــل ــ11

$6\,O$: يعني ستة ذرات من عنصر الأوكسجين .
$3\,O_2$: يعني ثلاث جزيئات من نوع كيميائي يدعى غاز الأوكسجين .
$2\,O_3$: يعني جزيئتان من نوع كيميائي يدعى غاز الأوزون .

التمرين ــ12

من بين العناصر الآتية عين الكتابة الرمزية الصحيحة من الخاطئة مع التعليل .
. he . Si . na . CO . HG . Co

الحـــل ــ12

الرمز	صحيح	خطأ	التصحيح
Co	X		
HG		X	Hg
CO		X	Co
na		X	Na
Si	X		
he		X	He

التمرين ــ13

كتلة نواة اليورانيوم $3{,}977 \times 10^{-25}$ Kg و أنه يمثل بـــ $^{238}_{29}U$. كتلة البروتون $m_p = 1{,}6726 \times 10^{-27}$ Kg
و كتلة النوترون $m_n = 1{,}6749 \times 10^{-27}$ Kg . قارن بين كتلة النواة و كتلة مجموع البروتونات + كتلة مجموع النوترونات . ماذا تلاحظ ؟ (ستعرف السبب في السنوات اللاحقة) .

الحـــل ــ13

التمرين ــ14

لديك كتلة ذرة الفحم $m = 2{,}0 \times 10^{-26}$ Kg . ما هو عدد ذرات الفحم الموجودة في كتلة فحم قلم الرصاص قدرها $M = 0{,}5$ g . ماذا تستنتج ؟

الحـل ــ14

عدد ذرات الفحم n الموجودة في كتلة فحم قلم الرصاص قدرها M = 0,5 g :

لإيجاد عدد ذرات الفحم نقسم كتلة فحم قلم الرصاص على كتلة ذرة واحدة للفحم :

$$n = M / m = 0,5 . 10^{-3} / 2,0 \times 10^{-26} = 0,25 . 10^{23} \text{ ذرة}$$

التمرين ــ15

قفل من النحاس كتلته M = 4,27 g يحتوي عدد $4,00 \times 10^{22}$ ذرة .

احسب كتلة ذرة واحدة من النحاس . ماذا تستنتج ؟

الحـل ــ15

حساب كتلة ذرة واحدة من النحاس m :

لحساب كتلة ذرة واحدة من النحاس نقسم كتلة القفل من النحاس على عدد الذرات :

$$m = M / n = 4,27 . 10^{-3} / 4,00 \times 10^{22} = 1,067 . 10^{-25} \text{ Kg} .$$

التمرين ــ16

مسمار من الحديد كتلته : 2,6 g . احسب عدد ذرات الحديد الذي يحتويها علما أن عنصر الحديد هو ^{56}Fe

الحـل ــ16

عدد ذرات الحديد n الموجودة في مسمار من الحديد كتلته : M = 2,6 g :

لإيجاد عدد ذرات الحديد نقسم كتلة المسمار على كتلة ذرة واحدة للحديد m :

و لكن لنحسب أولا كتلة ذرة واحدة من الحديد m أي الكتلة الذرية للحديد :

الكتلة الذرية لعنصر تكون من مضاعفات الكتلة الذرية لذرة الهيدروجين وتتمثل في العدد الكتلي في رمز النواة .

ــ للتعبير البسيط على الكتل الذرية أعتمدت كتلة ذرة الهيدروجين (أي كتلة البروتون) كوحدة لقياس الكتل في المستوى الذري و سميت بوحدة الكتلة الذرية يرمزلها بالرمز u .

$$m = 56 u = 56 \times 1,67 . 10^{-27} = 93,52 . 10^{-27} \text{ Kg} . \text{ أي}$$

$$n = M / m = 2,6 . 10^{-3} / 93,52 \times 10^{-27} = 0,02780 . 10^{24} \text{ ذرة} \quad \text{ومنه :}$$

التمرين ــ17

أ ــ احسب كتلة نواة ذرة الألومنيوم $^{27}_{13}Al$.

ب ــ احسب كتلة إلكتروناتها .

جـ ــ قارن بين كتلة النواة و كتلة الإلكترونات .

الحـل ــ17

أ ــ حساب كتلة نواة ذرة الألومنيوم $^{27}_{13}Al$.

$$m_a = Z m_p + (A - Z) m_n = 13 . 1,67 . 10^{-27} + (27 - 13) . 1,67 . 10^{-27}$$

$$m_a = 45,09 . 10^{-27} \text{ Kg} .$$

ب ــ حساب كتلة إلكتروناتها m_e :

$$m_e = 13 . 9,10953 . 10^{-31} = 118,42 . 10^{-31} \text{ Kg} .$$

جـ ــ للمقارنة بين كتلة النواة و كتلة الإلكترونات نحسب قيمة النسبة (m_e / m_a) :

$$m_e / m_a = (118,42 . 10^{-31}) / (45,09 . 10^{-27}) = 2,62 . 10^{-4}$$

النتيجة : كتلة الإلكترونات لذرة الألومنيوم أصغر بـ $2,62 . 10^{4}$ مرة كتلة ذرة الألومنيوم .

التمرين ــ18

أكمل الجدول التالي :

الذرة	C		N	S
A	12	16	14	
Z	6	8		16
N				16

الحـل ــ18

اكمال الجدول :

S	N	O	C	الذرة
32	14	16	12	A
16	7	8	6	Z
16	7	8	6	N

التمرين ــ19

تتميز النواة بشحنتها الموجبة و الإلكترونات بشحنتها السالبة ، لماذا لا تنجذب الإلكترونات و تسقط على النواة ؟

الحـل ــ19

نعم ، تنجذب الإلكترونات و تسقط على النواة لكن دون ملامستها ، الإلكترونات لولا سرعة دورانها الكبيرة حول النواة لسقطت عليها ، إذن السرعة هي التي تجعلها تدور حول مدار معين ، خاضعة لقوة جذب النواة لها ، و لولا القوة الجاذبة أيضا للنواة لابتعدت إلى الأبد .

التمرين ــ20

تسبق ذرة الكالسيوم ذرة الفحم في الترتيب الأبجدي اللاتيني لماذا أعطيت ذرة الفحم الرمز C و ذرة الكالسيوم الرمز Ca .

الحـل ــ20

ذرة الكالسيوم تسبق ذرة الفحم في الترتيب الأبجدي اللاتيني ولكن سبق و أن عرف الفحم قبل الكالسيوم .

إذن أعطيت ذرة الفحم الرمز C و ذرة الكالسيوم الرمز Ca لسبقيتها في التاريخ .

V^e congrès de physique Solvay (Bruxelles, 1927).
Sur ce cliché historique sont rassemblés les principaux fondateurs de la physique moderne. De gauche à droite :
— au premier rang : Langmuir, Planck, Curie, Lorentz, Einstein, Langevin, Gaye, Wilson, Richardson ;
— au deuxième rang : Debye, Knudsen, Bragg, Kramers, Dirac, Compton, de Broglie, Born, Bohr ;
— au troisième rang : Piccard, Henriot, Ehrenfest, Herzen, de Donder, Schrödinger, Verschaffelt, Pauli, Heisenberg, Fowler, Brillouin.

عنصر الكربون

الشاهد على الماضي ، (الكربون 14)

على 1000 مليار ذرة كربون في الطبيعة نجد كربون واحد ^{14}C . ندعوه بهذا الإسم لأن نواته تحتوي على 14 جسيمة .

ـ الكربون 14 هو عنصر مشع : غير مستقر ، يتحطم بسهولة مقذفا إلكترون واحد .

ـ الكربون 14 يختفي باستمرار و لكن يعود تشكيله طبيعيا .

ـ ذرات الكربون تولد في الطبقات العليا للجو .

ـ الكربون 14 مثل الكربون 12 يرتبط بأوكسجين الهواء لتشكيل جزيئة CO_2 و تتشكل حينئذ حلقة الكربون 14 ـ الكربون 14 يختفي بالتحطيم الإشعاعي و ينشا من جديد في الطبقات العليا للجو .

ـ الكربون 14 يحافظ على نفس التركيز في الجو .النباتات و الحيوانات التي تتبادل باستمرار الكربون مع الهواء أو الماء ما دامت حية و لكن عندما تموت يتوقف كل تبادل و منه فالكربون 14 يثبت في جسم الكائن الميت حيث يختفي تدريجيا أي شيئا فشيئا .

ـ حلقة الكربون إحدى الميكانيزمات الأساسية للحياة على الأرض .

ـ انطلاقا من غاز CO_2 الموجود في الجو ، النباتات الخضراء تركب الفحم العضوي ، المكون الأساسي لكل كائن حي .

ـ من عملية التركيب الضوئي ، النباتات ذات التركيب الكلوروفيلي (الخضراء) تحقق عملية تركيب هيدرات الكربون و الغلوسيدات .

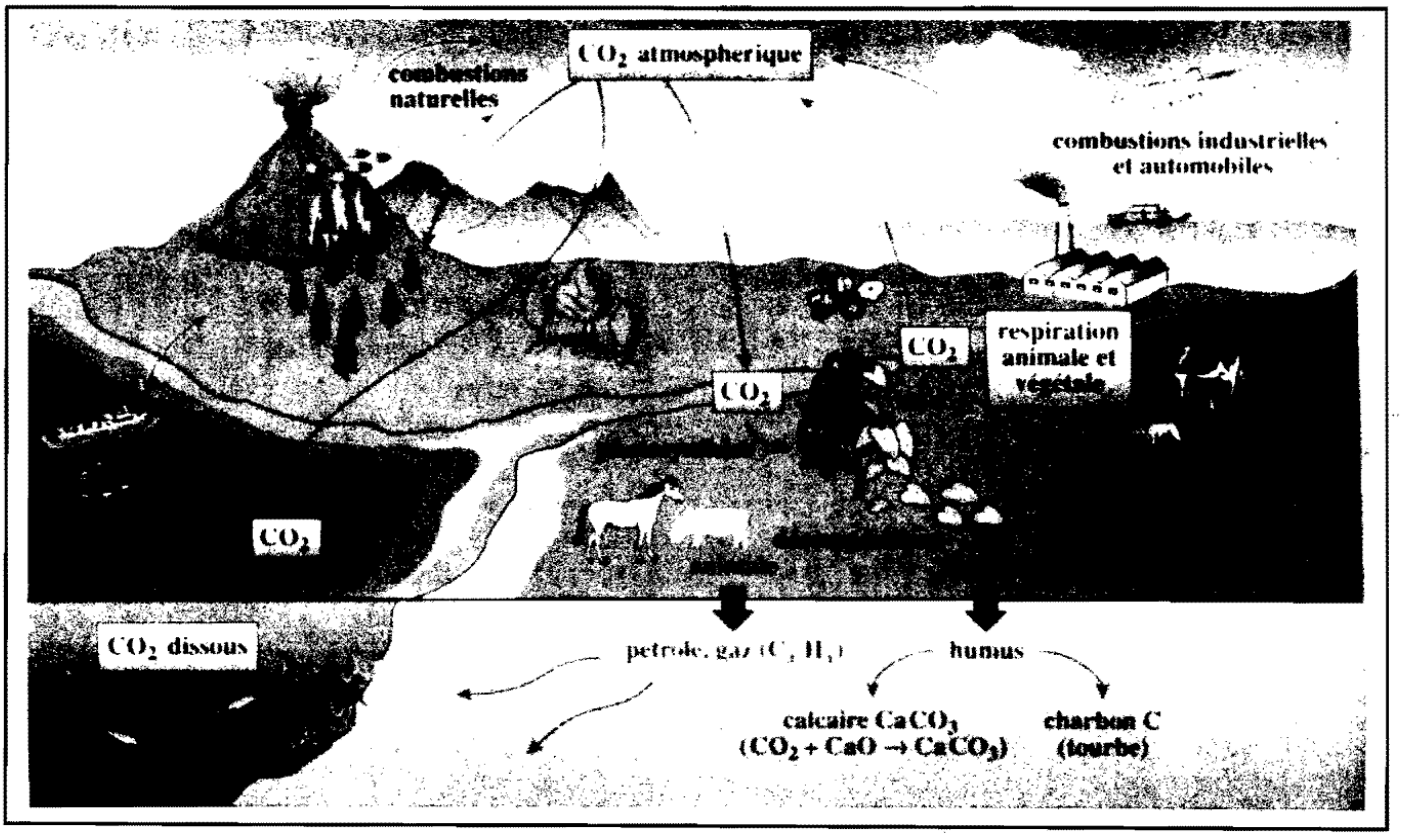
ـ من عملية التنفس ، النباتات تفكك المركبات العضوية و تحول الكربون إلى CO_2 .

ـ الكربون أيضا يخزن في الصخور الأرضية على شكل مركبات عضوية ، مستحثات (بترول ، غاز طبيعي ، houille)

ـ في البحار جزء من CO_2 المنحل يتكثف لتتشكل صخور كلسية ، sediment، coreau

ـ يتحرر CO_2 من انحلال الصخور بتأثير الأمطار كما ينتج من نشاط البراكين .

ـ الإحتراق المفرط للمركبات الكربونية تزيد من كمية CO_2 في الجو التي يمكن أن يؤدي إلى فقدان التوازن .



تمارين نماذج للفروض و الإختبارات

التمرين ـ1

1 ـ اكتب التركيب الإلكتروني لذرة الكبريت ($^{32}_{16}S$)

2 ـ عبر عن النتيجة بأربعة أعداد معنوية .

3 ـ احسب النسبة الكتلية للنواة بالنسبة لذرة الكبريت . ماذا تستنتج ؟

التمرين ـ2

اكمل الجدول بوضع علامة X في الخانة المناسبة :

العبارة	خطاء	صحيح
الإلكترون له شحنة كهربائية سالبة		
الإلكترون جسيمة مكونة للنواة		
نواة ذرة لها شحنة كهربائية موجبة		
في الذرة ، شحنة النواة مساوية لشحنة سحابتها الإلكترونية		
كل ذرات الهيدروجين متماثلة		

التمرين ـ3

أكمل النص التالي بأخذ الكلمات التالية :

رونفورد ، إلكترونات ، A ، العدد الذري ، 1 ، نوكليونات ، طبقات ، بروتونات ، **الطبقات الخارجية** ، موجبة ، **الحد الذري** ، الإرتباط ، لا تنقسم .

كلمة atome تعني .. ، رغم أن تجربة .... بينت أنها دقيقة مشكلة من نواة ... **الشحنة و يتمركز فيها كل كتلة الذرة** محاطة بمجموعة من ...

النواة مشكلة من Z ... و .... نوترون .

ـ Z هو ... و هو الذي يحدد طبيعة العنصر ، مثلا ، بالنسبة لنواة الهيدروجين .. **Z =** أما بالنسبة لـ A فإن ... يمثل عدد .. في النواة .

في الذرة ، مجموعة الإلكترونات موزعة على ... . الإلكترونات ... **سهلة الإنفصال عن نواة تقول عنها أنها قابلة** ... بالنواة

التمرين ـ4

نواة ذرة الأوكسجين تحتوي على 8 بروتونات و 8 نوترونات .

1ـ ما هو عدد إلكتروناتها ؟

2ـ مثل نواة الأكسجين بـ ${}^{A}_{z}X$

التمرين ـ5

نواة ذرة الفضة عددها الذري Z = 47 و عددها الكتلي A = 108 .

1ـ ما هو عدد البروتونات و النترونات في نواتها ؟

2ـ ما هو عدد الإلكترونات في سحابتها الإلكترونية ؟

التمرين ـ6

انطلاقا من معطيات في الدرس : أحسب كتلة نواة $^{235}_{92}U$.

التمرين ــ7

لديك نواة عنصر رمزها $^{235}_{92}U$

ــ ما هو هذا العنصر ؟

2ــ حدد مكونات هذه النواة .

التمرين ــ8

أكمل الجدول بارفاق اسم الذرة لرمزها

الإسم		نيون	أرغون	كربون		صوديوم
الرمز	N				Ca	

التمرين ــ9

اكمل الجدول التالي :

الرمز	$_2He$				
بروتونات		9			
نوترونات					11
إلكترونات					10
Z			16		
A		10	31		

التمرين ــ10

علما أن المعدن عبارة عن ذرات كروية متراصة و مضغوطة و مترابطة في [illegible] ذرات الألومنيوم في ورقة من الألومنيوم مربعة الشكل ضلعها $a = 6\ cm$ و سمكها $e = 3\ mm$.

ــ إذا مثلنا ذرة الألومنيوم بكرية نصف قطرها $r = 1,5\ cm$. ما هو [illegible] الألومنيوم المؤلفة .

تعطى : نصف قطر ذرة الألومنيوم $r_{Al} = 1,5 . 10^{-10}\ m$.

التمرين ــ11

1ــ هل من الضرورة معرفة A لتحديد التركيب الإلكتروني للذرة ؟

2ــ ما هي المعلومة الواجبة توفرها إذن ؟

3ــ اعط التوزيع الإلكتروني للذرات التالية : $_8O$ ، $_{10}Ne$ ، $_{12}Mg$ ، $_{14}Si$ ، $_{15}P$ ، $_{16}S$

التمرين ــ12

1ــ حدد عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرات التالية : ^4_2He ، $^{12}_6C$ ، $^{40}_{18}Ar$ ، $^{35}_{17}Cl$ ، $^{37}_{17}Cl$ ،

2ــ ما هي الخاصية الملاحظة للذرتين الأخيرتين ؟ لماذا توافقان نفس الرمز ؟ بماذا تتشابه ؟ و بماذا تختلف ؟

التمرين ــ13

اكمل الجدول التالي :

الرمز	Z	K	L	M
	6			
O		2		
			7	
				5
	17			

التمرين ــ14

1ــ إذا أعطينا للهيدروجين $_1H^1$ كتلة 1 .

ــ ما هي الكتلة النسبية لذرة الهيليوم $_2He^4$

ــ ما هي الكتلة النسبية لذرة الكلور $_{17}Cl^{35}$

2ــ احسب الكتلة الذرية الوسطية للهيدروجين الطبيعي .

3ــ الكلور الطبيعي مركب من مزيج من النظائر $_{17}Cl^{35}$ ، $_{15}Cl^{37}$ علما أن الكتلة الذرية الوسطية التجريبية هي 35,485 مرة كتلة $_1H^1$. أحسب النسبة المئوية لتواجد النظائر السابقة معبرا عنها (بعدد الذرات) .

تعطى : $^1H\ \% = 99,985$ ، $^2H\ \% = 0,015\ \%$

التمرين ــ15

نحرق قطعة تحتوي على كمية من الكحول .

تحليل الغازات الناتجة من الحرق يدل على تحرير غاز CO_2 و بخار الماء H_2O بالإضافة إلى نواتج أخرى

1ــ كيف نتأكد تجريبا على انطلاق CO_2 ؟

2ــ كيف نتأكد تجريبا على انطلاق H_2O ؟

3ــ هل يحترق الكحول وحده ؟ ما هو النوع الكيميائي الذي يسمح للكحول بالحرق و ما هو العنصر الموافق لهذا النوع ؟

4ــ اعط أسماء العناصر التالية : O ، H ، Cl ، C ، N

4ــ من بين العناصر السابقة ما هي التي تدخل في تركيب جزيئة الكحول ؟ اشرح

6ــ هل تسمح لنا التجربة السابقة (الحرق) أن تؤكد لنا وجود عنصر الأوكسجين O في جزيئة الكحول أم لا . اشرح

التمرين ــ16

أكمل النص بالكلمات التالية :

الكون ، عائلة النظائر ، كتلة ، البروتونات ، نوترونات .

العناصر الكيميائية تميز بـــ عدد .... في النواة . عدد العناصر الذي يشكل .... محدود . نسب تواجدها تعطى حسب المستوى المعتبر (الكون ، الشمس ، الأرض ... إلخ)

عندما يكون العنصر الكيميائي له عدة أعداد .... ، يعني أنه ينتمي إلى .... الذي لا تختلف فيما بينها إلا في عدد ... نواتها.

التمرين ــ17

بإهمال النسب المئوية لتواجد نظائر الأوكسجين ما عدا $_8O^{16}$

ــ قارن بين كتل الماء الثقيل D_2O و الماء H_2O . لماذا يسمى D_2O بالماء الثقيل ؟

2ــ علما أن الكتلة الحجمية للماء $\rho_{H2O} = 1\ g/ml$ ، أحسب الكتلة الحجمية لـــ D_2O .

3ــ احسب حجم 100 g من الماء الثقيل و قارنه بـــ 100 g من العادي . تعطى $_1D^2$ هو نظير $_1H^1$.

التمرين ــ18

1ــ أعط مكونات نواة ذرة الكربون 14

2ــ ماذا يمثل بالنسبة للكربون 12

3ــ ابحث هل يوجد كربون أخر مثلا كربون 13

4ــ استعن بالنص السابق (الكربون 14) اقترح طريقة تسمح باعطاء عمر كائن من أصل حيواني أو نباتي .

التمرين ــ19

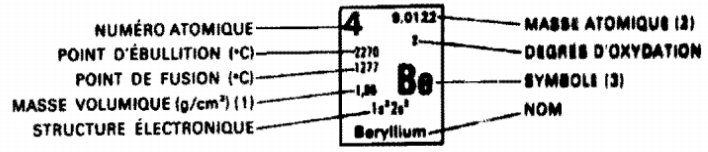
اذكر مبدأ Lavoisier لإنحفاظ العنصر الكيميائي ثم اشرح و أعط التجارب الكافية لتحقيق :

1ــ أوكسيد النحاس الأسود يمكن أن يرجع بواسطة برادة الكربون .

2ــ الميثان (CH_4) ، بواسطة بخار الماء ، يمكن أن يتحول إلى ثنائي هيدروجين المستخدم في عملية تركيب غاز النشادر NH_3 .

CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE ▼ — GROUPE



LÉGENDE

Notes : (1) Les valeurs données pour les éléments gazeux correspondent à la densité du liquide au point d'ébullition
(2) Basé sur le ^{12}C ; les parenthèses ( ) indiquent l'isotope le plus stable ou le plus répandu
(3) Noir = solide ; bleu = gaz ; grisé = liquide, éclairé = préparé par synthèse
(4) Proposé, mais non accepté officiellement

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	GAZ RARES
1	1 1,00797 1 −252,7 −259,2 0,071 H 1s¹ Hydrogène																	2 4,0026 0 −268,9 −268,7 0,126 He 1s² Hélium
2	3 6,939 1 1330 186,6 0,53 Li 1s²2s¹ Lithium	4 9,0122 2 2770 1277 1,86 Be 1s²2s² Beryllium											5 10,811 3 (2630) 2,34 B 1s²2s²2p¹ Bore	6 12,0111 ±4,2 4830 3727s 2,26 C 1s²2s²2p² Carbone	7 14,0067 3,5,4,2 −195,8 −210 0,81 N 1s²2s²2p³ Azote	8 15,9994 −2 −183 −218,8 1,14 O 1s²2s²2p⁴ Oxygène	9 18,9984 −1 −188,2 −218,9 1,11 F 1s²2s²2p⁵ Fluor	10 20,183 0 −246 −248,6 1,20 Ne 1s²2s²2p⁶ Néon
3	11 22,9898 1 892 97,8 0,97 Na (Ne)3s¹ Sodium	12 24,312 2 1107 650 1,74 Mg (Ne)3s² Magnésium											13 26,9815 3 2450 660 2,70 Al (Ne)3s²3p¹ Aluminium	14 28,086 4 2680 1410 2,33 Si (Ne)3s²3p² Silicium	15 30,9738 ±3,5,4 280b 44,2b 1,82b P (Ne)3s²3p³ Phosphore	16 32,064 6,4,−2 444,6 119,0 2,07 S (Ne)3s²3p⁴ Soufre	17 35,453 ±1,4,5,6,7 −34,7 −101,0 1,56 Cl (Ne)3s²3p⁵ Chlore	18 39,948 0 −185,8 −189,4 1,40 Ar (Ne)3s²3p⁶ Argon
4	19 39,102 1 760 63,7 0,86 K (Ar)4s¹ Potassium	20 40,08 2 1440 838 1,55 Ca (Ar)4s² Calcium	21 44,956 3 2730 1539 3,0 Sc (Ar)3d¹4s² Scandium	22 47,90 4,3 3260 1668 4,61 Ti (Ar)3d²4s² Titane	23 50,942 5,4,3,2 3450 1900 6,1 V (Ar)3d³4s² Vanadium	24 51,996 6,3,2 2665 1875 7,19 Cr (Ar)3d⁵4s¹ Chrome	25 54,938 7,6,4,2,3 2150 1246 7,43 Mn (Ar)3d⁵4s² Manganèse	26 55,847 3,2 3000 1530 7,86 Fe (Ar)3d⁶4s² Fer	27 58,933 3,1 2900 1495 8,9 Co (Ar)3d⁷4s² Cobalt	28 58,71 3,2 2730 1453 8,9 Ni (Ar)3d⁸4s² Nickel	29 63,54 2,1 2595 1083 8,96 Cu (Ar)3d¹⁰4s¹ Cuivre	30 65,37 2 906 419,5 7,14 Zn (Ar)3d¹⁰4s² Zinc	31 69,72 3 2237 29,8 5,91 Ga (Ar)3d¹⁰4s²4p¹ Gallium	32 72,59 4 2830 937,4 5,32 Ge (Ar)3d¹⁰4s²4p² Germanium	33 74,922 ±3,5 613* 817 5,72 As (Ar)3d¹⁰4s²4p³ Arsenic	34 78,96 6,4,−2 685 217 4,79 Se (Ar)3d¹⁰4s²4p⁴ Sélénium	35 79,909 ±1,4,5 58 −7,2 3,12 Br (Ar)3d¹⁰4s²4p⁵ Brome	36 83,80 0 −152 −157,3 2,8 Kr (Ar)3d¹⁰4s²4p⁶ Krypton
5	37 85,47 1 688 38,9 1,53 Rb (Kr)5s¹ Rubidium	38 87,62 2 1380 768 2,6 Sr (Kr)5s² Strontium	39 88,906 3 2927 1509 4,47 Y (Kr)4d¹5s² Yttrium	40 91,22 4 3580 1852 6,48 Zr (Kr)4d²5s² Zirconium	41 92,906 5,3 3300 2415 8,4 Nb (Kr)4d⁴5s¹ Niobium	42 95,94 6,5,4,3,2 5560 2610 10,2 Mo (Kr)4d⁵5s¹ Molybdène	43 (99) 7 2700 11,5 Tc (Kr)4d⁵5s² Technétium	44 101,07 2,3,4,6,8 4900 2500 12,2 Ru (Kr)4d⁷5s¹ Ruthénium	45 102,905 2,3,4 4500 1966 12,4 Rh (Kr)4d⁸5s¹ Rhodium	46 106,4 2,4 3980 1552 12,0 Pd (Kr)4d¹⁰5s⁰ Palladium	47 107,870 1 2210 960,8 10,5 Ag (Kr)4d¹⁰5s¹ Argent	48 112,40 2 765 320,9 8,65 Cd (Kr)4d¹⁰5s² Cadmium	49 114,82 3 2000 156,2 7,31 In (Kr)4d¹⁰5s²5p¹ Indium	50 118,69 4,2 2270 231,9 7,30 Sn (Kr)4d¹⁰5s²5p² Etain	51 121,75 ±3,5 1380 630,5 6,62 Sb (Kr)4d¹⁰5s²5p³ Antimoine	52 127,60 6,4,−2 988,8 449,5 6,24 Te (Kr)4d¹⁰5s²5p⁴ Tellure	53 126,904 ±1,4,5,7 183 113,7 4,94 I (Kr)4d¹⁰5s²5p⁵ Iode	54 131,30 0 −108,0 −111,9 3,88 Xe (Kr)4d¹⁰5s²5p⁶ Xénon
6	55 132,905 1 690 28,7 1,90 Cs (Xe)6s¹ Césium	56 137,34 2 1640 714 3,5 Ba (Xe)6s² Baryum	57 138,91 3 3470 920 6,17 La (Xe)5d¹6s² Lanthane	72 178,49 4 5400 2222 13,1 Hf (Xe)4f¹⁴5d²6s² Hafnium	73 180,948 5 5425 2996 16,6 Ta (Xe)4f¹⁴5d³6s² Tantale	74 183,85 6,5,4,3,2 5930 3410 19,3 W (Xe)4f¹⁴5d⁴6s² Tungstène	75 186,2 7,6,4,2,1 5900 3180 21,0 Re (Xe)4f¹⁴5d⁵6s² Rhénium	76 190,2 2,3,4,6,8 5000 2700 22,5 Os (Xe)4f¹⁴5d⁶6s² Osmium	77 192,2 2,3,4,6 5300 2454 22,5 Ir (Xe)4f¹⁴5d⁷6s² Iridium	78 195,09 2,4 4530 1769 21,4 Pt (Xe)4f¹⁴5d⁹6s¹ Platine	79 196,967 3,1 2970 1063 19,3 Au (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s¹ Or	80 200,59 2,1 357 38,4 13,6 Hg (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s² Mercure	81 204,37 3,1 1457 303 11,86 Tl (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p¹ Thallium	82 207,19 4,2 1725 3274 11,4 Pb (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p² Plomb	83 208,980 3,5 1560 271,3 8,8 Bi (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p³ Bismuth	84 (210) 4,2 254 (9,2) Po (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁴ Polonium	85 (210) — (302) — At (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁵ Astate	86 (222) 0 (−61,8) (−71) Rn (Xe)4f¹⁴5d¹⁰6s²6p⁶ Radon
7	87 (223) 1 (27) Fr (Rn)7s¹ Francium	88 (226) 2 700 5,0 Ra (Rn)7s² Radium	89 (227) 3 1050 Ac (Rn)6d¹7s² Actinium															

* 6	58 140,12 3,4 3468 795 6,67 Ce (Xe)4f¹5d¹6s² Cérium	59 140,907 3,4 3127 935 6,77 Pr (Xe)4f³5d⁰6s² Praséodyme	60 144,24 3 3027 1024 7,00 Nd (Xe)4f⁴5d⁰6s² Néodyme	61 (147) 3 (1027) Pm (Xe)4f⁵5d⁰6s² Prométhium	62 150,35 3,2 1900 1072 7,54 Sm (Xe)4f⁶5d⁰6s² Samarium	63 151,96 3,2 1439 826 5,26 Eu (Xe)4f⁷5d⁰6s² Europium	64 157,25 3 3000 1312 7,86 Gd (Xe)4f⁷5d¹6s² Gadolinium	65 158,924 3,4 2800 1356 8,27 Tb (Xe)4f⁹5d⁰6s² Terbium	66 162,50 3 2600 1407 8,54 Dy (Xe)4f¹⁰5d⁰6s² Dysprosium	67 164,930 3 2600 1461 8,80 Ho (Xe)4f¹¹5d⁰6s² Holmium	68 167,26 3 2900 1497 9,05 Er (Xe)4f¹²5d⁰6s² Erbium	69 168,934 3,2 1727 1545 9,33 Tm (Xe)4f¹³5d⁰6s² Thulium	70 173,04 3,2 1427 824 6,95 Yb (Xe)4f¹⁴5d⁰6s² Ytterbium	71 174,97 3 3327 1652 9,84 Lu (Xe)4f¹⁴5d¹6s² Lutétium
** 7	90 232,038 4 3850 1750 11,7 Th (Rn)6d²7s² Thorium	91 (231) 5,4 (1230) 15,4 Pa (Rn)5f²6d¹7s² Protactinium	92 238,04 6,5,4,3 3818 1132 18,97 U (Rn)5f³6d¹7s² Uranium	93 (237) 6,5,4,3 637 19,5 Np (Rn)5f⁴6d¹7s² Neptunium	94 (242) 6,5,4,3 3235 640 — Pu (Rn)5f⁶8d⁰7s² Plutonium	95 (243) 6,5,4,3 — 11,7 Am (Rn)5f⁷6d⁰7s² Américium	96 (247) 3 — Cm (Rn)5f⁷6d¹7s² Curium	97 (247) 4,3 — Bk (Rn)5f⁹8d⁰7s² Berkélium	98 (251) 3 — Cf (Rn)5f¹⁰8d⁰7s² Californium	99 (254) — Es (Rn)5f¹¹6d⁰7s² Einsteinium	100 (253) — Fm (Rn)5f¹²6d⁰7s² Fermium	101 (256) — Md (Rn)5f¹³6d⁰7s² Mendélévium	102 (254) — No (Rn)5f¹⁴6d⁰7s² Nobélium	103 (257) — (Lw) voir note 4 (Laurencium)

الفهـــرس

القوى و الحركات 4
مبادئ التحريك لنيوتن 5
القوى و الحركات المستقيمة 7
الخلاصة 30
تمارين 31
تمارين نموذجية للفروض و الإختبارات 46
القوى و الحركات المنحنية 52
الحركة الدائرية المنتظمة 62
الخلاصة 65
تمارين 66
تمارين نموذجية للفروض و الإختبارات 82
القوة ، المرجع و الفعلين المتبادلين 85
الحركة ، القوة و المرجع 86
مبدأ الفعلين المتبادلين 89
قوى الإحتكاك 93
الخلاصة 97
تمارين 98
تمارين نموذجية للفروض و الإختبارات 107
المادة و تحولاتها 110
بنية أفراد بعض الأنواع الكيميائية 111
الكشف عن الأنواع الكيميائية (عمل مخبري) 118
قواعد الأمن في المخبر 121
تمارين 122
تمارين نموذجية للفروض و الإختبارات 126
من النموذج الذري إلى العنصر الكيميائي 127
العنصر الكيميائي 134
انحفاظ العنصر الكيميائي (عمل مخبري) 138
الخلاصة 141
تمارين 142
عنصر الكربون 14 الشاهد على الماضي 148
تمارين نموذجية للفروض و الإختبارات 149

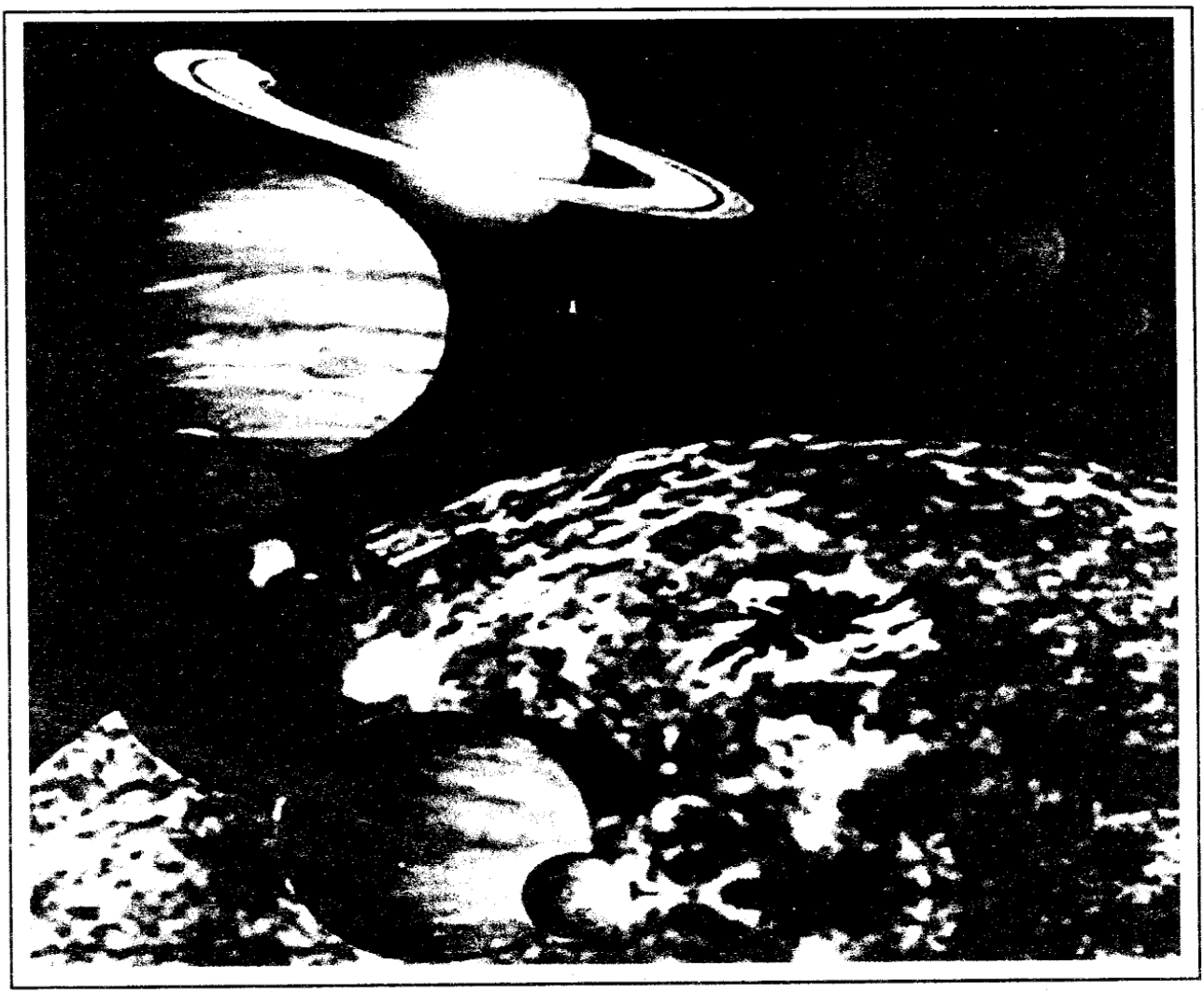
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

4 . التماسك في المادة و في الفضاء

الكفاءات المستهدفة :

- ◆ يفسر تماسك المادة بالأفعال المتبادلة الأساسية .
- ◆ يكشف في وضعية ما عن خصائص القوة الجاذبة : قانون الجذب العام و قانون كولون .

- ◆ ما هي مكونات الفضاء الفلكي ؟
- ◆ ما هي العلاقة بين البنية الفراغية للمادة و الفضاء ؟
- ◆ كم هو عدد القوى الأساسية في الطبيعة و ما دورها في التماسك في المادة و الفضاء ؟



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التماسك في المادة و في الفضاء

1. من الذرة إلى المجرة

الكون الذي نعيش فيه يحتوي كل الأشياء التي نعرفها و التي نجهلها لحد الآن . تختلف هذه الأشياء بأبعادها من اللامتناه في الصغر إلى اللامتناه في الكبر :

ذرة ← جرثوم ← خلية ← حبة رمل ← نملة ← شجرة ← جبل ← الأرض ← المجموعة الشمسية ← المجرة .

1ـ نحو اللامتناه في الصغر

- **الدقائق العنصرية**

ـ إن الأجسام الماكروسكوبية (العيانية) تتكون من تشابك تقريبا غير متناه من بنيات متزايدة في البساطة وتنوعها محدود و التي تكشف على نفسها مع ازدياد القدرة التمييزية لأجهزة القياس (أي مسرعات الدقائق والكاشفات).

ـ إن المستويات المختلفة للبنيات القابلة للملاحظة تتراوح من الفيروسات ، ببعد قدره $10^{-7}\,m$ ، ثم الجزيء ببعد $10^{-9}\,m$ ثم الذرة ببعد $10^{-10}\,m$.

ـ عند مواصلة النزول في بنية المادة ، نصل إلى نواة الذرة ، ذات بعد $10^{-14}\,m$ ، ثم النوية (البروتون أو النوترون) ذات بعد قدره $10^{-15}\,m$. تتكون الأنوية من البروتونات والنوترونات ، مرتبطة فيما بينها بصفة متراصة . في الذرة ، يتعادل عدد الإلكترونات (ذات الشحنة الفردية e-) بشحنتها ، الشحنة $Z\,e$ للنواة و التي توافق عدد البروتونات الموجودة بالنواة . تملأ الإلكترونات ، بحركتها الدائم ، الحجم الكبير نسبيا للذرة و الذي هو أكبر من النواة ألف مليار مرة . مع دقة القياس الحالية ، يمكن اعتبار الإلكترون دقيقة عنصرية . إن نصف قطره أقل من $10^{-19}\,m$ و تعرف كدقيقة عنصرية .

ـ عند النزول تحت $10^{-15}\,m$ ، نصل إلى مستوى **الكواركات** ، و هي مكونات البروتونات و النيترونات .

يوجد بالبروتون 3 كواركات **uud** (2 كوارك **u** شحنة كل واحد $+\frac{2}{3}e$) و كوارك واحد **d** (down و شحنته $\frac{-1}{3}e$) كما يوجد بالنوترون 3 كواركات **udd** (2 كوارك **d** و كوارك واحد **u**) .

ـ يمكن لنا دراسة المادة حتى المستوى $10^{-18}\,m$ ، فنميز بوضوح الكواركات . مع دقة القياس ، يمكن اعتبار الكوارك كدقيقة عنصرية ، نصف قطره أقل من $10^{-19}\,m$.

ـ يمكن اعتبار كل من الكوارك و الإلكترون دقائق عنصرية لأنه لا يمكن تكسيرها إلى أجزاء أي لا تتركب من دقائق أخرى ، و يمكن تعميم ذلك ، أي كل الدقائق التي أبعادها أقل من $10^{-19}\,m$ يمكن اعتبارها دقائق عنصرية .

تطبيق ـ 1

ذرة الهيدروجين هي ابسط الذرات . نواتها تتكون من دقيقة عنصرية واحدة ، نصف قطرها يقارب جزء المليون من المليار من المتر ($r_n = 1{,}2 \cdot 10^{-15}\,m$) .

إلكترونها الوحيد يوجد على بعد من النواة يقارب الجزء 53 من الألف من المليار من المتر ($r_a = 5{,}3 \cdot 10^{-11}\,m$).

ـ إذا أردنا تمثيل نواة ذرة الهيدروجين بكرية صغيرة نصف قطرها $r_b = 1\,cm$ ، أين تكون وضعية الإلكترون ؟

$r_a/r_n = r'_b/r_b \Rightarrow r'_b = 442\,m$ ، أي الإلكترون في هذه الحالة يبعد عن النواة بـ 442 m...

تطبيق ـ 2

أبعاد كل الذرات الأخرى من نفس رتبة أبعاد ذرة الهيدروجين ، و يمكن الإختلاف في عدد الدقائق العنصرية فقط أي قطر كل ذرة أكبر بـ 10^4 مرة قطر نواتها .

ـ قارن بين حجم أي ذرة بحجم نواتها . حجم أي ذرة أكبر بـ $(10^4)^3$ مرة حجم نواتها .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تطبيق ــ 3

إذا أردنا تمثيل نواة ذرة بكرية صغيرة نصف قطرها $d = 1\ cm$ ، أين تكون وضعية الإلكترون ؟

ــ قطر كل ذرة أكبر بـــ 10^4 مرة قطر نواتها إذن يتوضع الإلكترون على بعد : $D = 1,5 . 10^4\ cm = 150\ m$.

نتيجة

نستنتج من خلال التطبيقات السابقة أنه يوجد بين النواة والإلكترونات فراغ كبير . نقول أن للمادة " بنية فراغية ".

2ــ نحو اللامتناه في الكبر

• **المجموعة الشمسية**

تولدت المجموعة الشمسية منذ حوالي 4,6 مليار سنة وهي مكونة من نجم الشمس وكل الأجرام التي تدور من حوله و هي : الكواكب (planètes) ، المذنبات (comètes) و الصخور الفضائية (astéroides).

ــ بعض خصائص كواكب المجموعة

الكوكب	قطره (km)	كتلته بالنسبة لكتلة الأرض	الكثافة المتوسطة	بعده المتوسط عن الشمس (km)	دور حركته	
					حول الشمس	حول نفسه
عطارد Mercure	4880	0,055	5,4	$4,6$ a` $7 . 10^7$	88 يوم	58,6 يوم
الزهرة Vénus	12100	0,815	5,2	$1,08 . 10^8$	225 يوم	243 يوم
الأرض Terre	12760	1	5,5	$1,5 . 10^8$	365,25 يوم	24 ساعة
المريخ Mars	6790	0,107	3,9	$2,28 . 10^8$	687 يوم	24,6 ساعة
المشتري Jupiter	142980	318	1,3	$7,78 . 10^8$	11,86 سنة	9,9 ساعة
زحل Saturne	120600	95	0,7	$1,43 . 10^9$	29,45 سنة	10,66 ساعة
يورانوس Uranus	52000	14,5	1,2	$2,87 . 10^9$	84 سنة	17,24 ساعة
نبتون Neptune	49500	17,1	1,6	$4,5 . 10^9$	164,8 سنة	16 ساعة
بلوتون pluton	2300	0,002	1,8	$4,4$ a` $7,4 . 10^9$	248 سنة	6,4 يوم

• **الشمس** : تعتبر الشمس نجما متوسطا مقارنة بنجوم أخرى للمجرة و تبدو لنا أكبر وأشد حرارة منها بسبب قربها عن كوكب الأرض .

ــ بعض خصائص الشمس : نصف قطرها 55 مرة قطر الأرض تقريبا ، حجمها 3,1 مليون مرة حجم الأرض ، كتلتها 330000 مرة كتلة الأرض .

الأرض إذ تبعد عنه بمسافة قدرها $150 . 10^6\ km$.

ــ عبر عن هذه المقادير بالوحدات الدولية

نصف قطر الشمس : $7 . 10^8\ m$.

كتلة الشمس : $1,98 . 10^{30}\ kg$.

كتلة الأرض : $5,98 . 10^{24}\ kg$.

ــ ابحث عن خصائص أخرى للشمس مثل درجتي حرارتها الداخلية و السطحية ومكوناتها الأساسية .

الوحدة الفلكيـــة :

أعتمدت المسافة بين الأرض و الشمس كوحدة لقياس الأطوال داخل المجموعة الشمسية ، تدعى **الوحدة الفلكية** و يرمزلها بالرمز **U.A** .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

• **المجرة**

تنتمي شمسنا إلى مجموعة من النجوم (حوالي 100 مليار نجم) المكونة لمجرتنا " مجرة التبانة " (la voie lactée)..
قطرها : 950 مليون مليار كيلومتر ($9,5.10^{17}$ km) و سمكها في المركز 150 مليون مليار كيلومتر ($1,5.10^{17}$ km) . يقدر العدد الإجمالي للمجرات 521 مليار مجرة . تنتمي مجرة التبانة إلى " مجموعة العذراء " (amas de la vierge) ، التي يقدر قطرها بحوالي 66 مليار المليار كيلومتر ($6,6.10^{19}$ km) . أبعد المجارات المشاهدة توجد على بعد 90000 مليار كيلومتر (9.10^{22} km) من مجرتنا.

تطبيق ــ 1

ــ إذا أردنا تمثيل الشمس بكرية صغيرة نصف قطرها $r_b = 1$ cm ، أين تكون وضعية الأرض بالنسبة للشمس r'_b ؟
حيث بعد الشمس عن الأرض $r_s = 1,5 . 10^8$ Km و نصف قطر الشمس $r_n = 7 . 10^5$ km

نجد :

$r_s / r_n = 1,5 .10^8 / 7 .10^5 = r'_b / r_b \Rightarrow r'_b = 2,14$ m ،

أي الأرض في هذه الحالة تبعد عن الشمس بـــ 2,14 m ...

نتيجة :

ــ يوجد بين الشمس والكواكب فراغ كبير . نقول أن للكون " بنية فراغية ".
ــ رأينا في فقرات الكيمياء حول المكونات العنصرية للمادة ، أن للمادة بنية فراغية إذ أن الأبعاد التي تفصل النواة من إلكترونات ذرتها كبيرة جدا بالمقارنة مع أبعاد النواة . و في هذه الوحدة انطلقنا بإعطاء وصف وجيز للمجموعة الشمسية التي ننتمي إليها والأبعاد التي تفصل الكواكب عن الشمس و بعض المسافات الفلكية للمقارنة. هذا ما يسمح لنا باستنتاج أن للكون الفيزيائي بنية فراغية مثل ما للمادة بنية فراغية في المستوي المجهري أي أن هناك تشابه بين البنيتين الميكروسكوبية للمادة والماكروسكوبية للكون .

الكتابة العلمية للأعـــداد

رأينا فيما سبق أن وصف كل الأشياء التي يحتويها الكون تتطلب التعامل مع أعداد صغيرة جدا أو كبيرة جدا ، لذا يتوجب استعمال كتابة جديدة للأعداد لتبسيط قراءتها و كتابتها .

ــ يكتب علميا العدد بالشكل $a.10^n$ ، أين a عدد عشري يتراوح بين 1 و 9 و n عدد صحيح .
ــ تذكير : $10^m \times 10^n = 10^{m+n}$ ، $10^{-n} = 1/10^n$ ، $10^m / 10^n = 10^{m-n}$ ، $(10^m)^n = 10^{m.n}$.

مثـــال : عبر عن المقادير التالية بالكتابة العلمية للأعداد .

الجسم	القطر	الكتابة العلمية
Mercure عطارد	4880000 m	$4,9 . 10^6$ m
Vénus الزهرة	12100 km	$1,2 . 10^4$ km
Terre الأرض	$0,01276. 10^7$ km	$1,3 . 10^5$ Km
ذرة الهيدروجين	$0,0106 . 10^{-8}$ m	$1,06 . 10^{-10}$ m

1.2. المضاعفات والأجزاء

البادئة	فمتو (femto)	بيكو (pico)	ناتو (nano)	مكرو (micro)	ملي (mili)	الوحدة	كيلو (kilo)	ميقا (Méga)	جيقا (Giga)	تيرا (Tira)
الرمز	f	p	n	μ	m		K	M	G	T
المعامل	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	1	10^3	10^6	10^9	10^{12}

رتبـــة عـــدد

ــ رتبة العدد هي الأس العشري الأقرب إلى هذا العدد .
ــ عند مقارنة أبعاد الأجسام يجب أن نعبر عنهما بنفس الوحدة ثم نحسب النسبة بينهما .
ــ نقول عن أبعاد جسمين أنهما من نفس الرتبة إذا كانت النسبة بين البعد الأكبر على البعد الأصغر أقل من 10

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

مثـــال : نصف قطر نواة ذرة الهيدروجين من رتبة 10^{-15} m .

ــ اعط في الجدول التالي رتبة أبعاد الأشياء المقترحة باعتبار الرجل من رتبة 1 m

نواة	ذرة	جزيء	بيكتيريا	نملة	رجل
					1

ملعب كرة القدم	قطر الأرض	بعد الأرض عن الشمس	نجم (سيريوس)	الكون

ــ رتبة أبعاد الأشياء المقترحة باعتبار الرجل من رتبة 1 m :

نواة	ذرة	جزيء	بيكتيريا	نملة	رجل
10^{-14} m	10^{-10} m	10^{-9} m	10^{-6} m	10^{-3} m	10^{0} =1 m

ملعب كرة القدم	قطر الأرض	بعد الأرض عن الشمس	نجم (سيريوس)	الكون
10^{2} m	10^{7} m	10^{11} m	10^{17} m	10^{26} m

3ــ قانون الجذب العـــام

ــ لقد شغل رصد الفضاء و دراسة حركة الأجرام السماوية العديد من العلماء منذ القدم و ملاحظاتهم و قياساتهم كانت كثيرة و تمتاز بدقة مدهشة إذ لم يكن بحوزتهم الوسائل والمخابر التي يتمتع بها علماء الفلك المعاصرون . و من بينهم نذكر **تيكو براهي (Tycho brahé)** الذي قضى حياته يراقب النجوم والكواكب و يسجل قياساته في جداول . و خلفه **كيبلر** الذي استطاع باستغلال تلك القياسات أن يصيغ ثلاث قوانين تصف حركة الكواكب حول الشمس أنها ذات مسارات اهليليجية . إلى أن يليه **نيوتن** ليستغل هذه القوانين بفرضية غيرت كل موازين فيزياء **أرسطو** و يستخرج منها قانون يدعى **قانون الجذب العام** يعرف به .
كما أنه عمم هذا القانون لكل الأجسام المادية في الكون موجدا بذلك فيزياء الأجرام السماوية والأجسام المادية على الأرض .
و بإعطائه القوانين الثلاثة للحركة السالفة الذكر و قانون الجاذبية العام بشكلها العام ، أي أنها تطبق سواء على الأجسام الفلكية أو الأرضية ، تم توحيد الميكانيك الفلكية والميكانيك الكلاسيكية و بها أعطى الضربة القاضية لأفكار **أرسطو** حول الحركة ومسبباتها.

1.3. نص قانون الجذب العام :

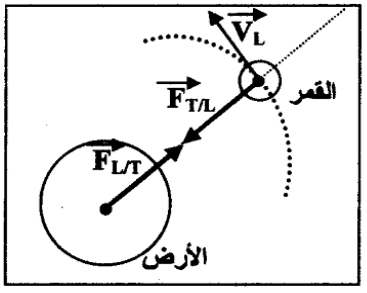
في عام 1687 ، أعطى اسحاق نيوتن قانون الجذب العام في كتابه الشهيرعلى الشكل التالي :

" جسمان كيفيان يتجاذبان بقوة تتناسب مباشرة مع جداء كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة التي تفصلها "

هذا القانون هو أول قانون عام يصف أولى القوى الطبيعية على الشكل الذي ينص عليه القانون الثالث لنيوتن أي أول صيغة للفعلين المتبادلين بين جسمين (جملتين ميكانيكيتين) من جراء كتلتهما.

ــ كيف نطبق هذا القانون و ما هو مجال صلاحيته ؟

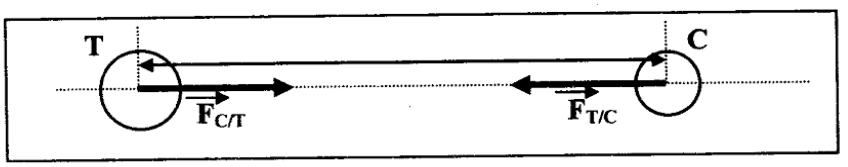
ــ نلاحظ أن النص الذي صاغه نيوتن يمتاز بعموميته أي أن في النص لا نجد أي تمييز ولا تشخيص للجسمين إذا يعتبرهما كيفيين و لا يحدد لحظة زمنية و لا مسافة ابتدائة و لا نهائية.



ــ رأينا في الفقرات السابقة نموذجين لقوة الجذب العام و هي قوة جذب الأرض للأجسام الساقطة (الكرية الساقطة و المقذوفة) $\vec{F}_{T/C}$ و جذبها للقمر و الأقمار الصناعية $\vec{F}_{T/L}$ و وجدنا أن هذه القوة تتجه دائما نحو الأرض و حاملها شاقوليا في حالة الكرية أي أنه يمر من مركز الأرض و في حالة القمر يكون عموديا على شعاع سرعته إذا اعتبرنا حركته دائرية منتظمة أي محمول على نصف قطر الدائرة الممركز في الأرض .
لذا نمثلها بشعاع مطبق في مركز الجسم (الكرية أو القمر) و موجه نحو مركز الأرض .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

و حسب مبدأ الفعلين المتبادلين فالجسم أيضا يطبق قوة على الأرض نرمز لها بالرمز $\overrightarrow{F_{C/T}}$ و تكون لها نفس الشدة ، مطبقة على الأرض في مركزها و موجهة نحو الجسم أي أن الجسم أيضا يجذب الأرض مثل ما ينص عليه قانون الجذب العام .



و يمكن أن نكتب : $\overrightarrow{F_{T/C}} = - \overrightarrow{F_{C/T}}$

و بما أن هذا القانون عام **فقوة جذب الأرض للأجسام** ما هي في الحقيقية إلا حالة خاصة من الظاهرة التي ينص عليها قانون الجذب العام الذي يمكن تطبيقه على جسمين A و B كيفيين ، كتلتهما على الترتيب M_A و M_B و تفصلهما المسافة d ، بعلاقة رياضية تسمح بتحديد شدة هذه القوة بدلالة الكتلتين و المسافة الفاصلة بين مركزي الجسمين (إذا كانت كتلتيهما موزعة بانتظام حول مركزيهما) :

$$F_{T/C} = F_{C/T} = G \cdot \frac{M_A \cdot M_B}{d^2}$$

حيث G ثابت التناسب : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N \cdot m^2 / kg^2$

يدعى G : ثابت الجاذبية العامة و يقدر في وحدات النظام الدولي (SI) بالنيوتن في المتر المربع على الكلوغرام المربع.

2.3. تجربة كافنديش 1798

قام العالم السكوتلندي كافنديش بتجربة إستعمل فيها ميزانا للفتل من أجل التحقق من قانون الجذب العام و قياس ثابت الجاذبية العامة و كان هو أول من قام بتحديد مباشر لهذا الثابت .

نشاط ــ1 :

من هو كافنديش ؟ و ما هي أعماله في الفيزياء ؟ ابحث في شبكة الانترنيت أو أقراص الموسوعات العلمية عن هذه التجربة و قدم في فقرة وجيزة وصفا لمبدأ عمل ميزان الفتل و كيف تم به التحديد التجريبي لهذا الثابت.

نشاط ــ2 :

ما دور الجاذبية في الكون ؟ قارن قوة التجاذب العام بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين و بين شخصين و التجاذب الحاصل بين الأرض و القمر و الأرض والشمس . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج عن دور قوى الجاذبية ؟ في أي مستو تلعب دورا أساسيا ؟ علل .

ــ حساب القوة F لقوى التجاذب الموجودة بين الأرض و القمر : تعطى : كتلة الأرض $M_T = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ Kg ، كتلة القمر $M_L = 7{,}35 \cdot 10^{22}$ Kg ، المسافة بين الأرض و القمر $d = 3{,}84 \cdot 10^{8}$ m

$$F_{T/L} = F_{L/T} = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$$

$$= 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{7{,}35 \cdot 10^{22} \times 5{,}97 \cdot 10^{24}}{(3{,}84 \cdot 10^{8})^2}$$

$$\mathbf{F = 1{,}98 \cdot 10^{20}\ N}$$

بالنسبة للبشر هذه القيمة كبيرة جدا و هذا بسبب كبر الكتل .

ــ حساب القوة F لقوى التجاذب الموجودة بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين :

تعطى : كتلة البروتون : $M_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ Kg ، كتلة الإلكترون : $M_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ Kg ، المسافة بين البروتون و الإلكترون (نصف قطر ذرة الهيدروجين) : $d = 0{,}53 \cdot 10^{-10}$ m

$$F_{P/e} = F_{e/P} = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{M_P \cdot M_e}{d^2}$$

$$= 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{1{,}67 \cdot 10^{-27} \times 9{,}11 \cdot 10^{-31}}{(0{,}53 \cdot 10^{-10})^2}$$

$$\mathbf{F = 3{,}6 \cdot 10^{-47}\ N}$$

بالنسبة للبشر هذه القيمة صغيرة جدا و هذا بسبب صغر الكتل .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ــ مقارنة قوة التجاذب العام بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين و بين التجاذب الحاصل بين الأرض والقمر :
للمقارنة بين قيمتي مقدارين نلجأ إلى حساب النسبة بينهما فنجد :

$$F_{T/L} / F_{P/e} = 1,98 . 10^{20} / 3,6 . 10^{-47} = 5,48 . 10^{28} .$$

ــ نلاحظ أن قوى التجاذب بين الأرض والقمر أكبر بـــ $5,48 . 10^{28}$ مرة قوة التجاذب بين البروتون و الإلكترون .
بنفس الطريقة سنلاحظ أن قوى التجاذب بين الأرض والقمر أكبر بـــ كثير جدا من قوة التجاذب بين شخصين و هذا حسب كتلتيهما و لكن بدرجة أقل مما هو عليه في حالة البروتون و الإلكترون .

ــ تكون قوى الجذب العام كبيرة و معتبرة بين الكتل الكبيرة جدا مثل الكواكب و الأجرام السماوية و هي ضعيفة في المستوى العياني أي بين الأشخاص و الأجسام على سطح الأرض و مهملة في المستوي المجهري أي بين الذرات ....إلخ .

نتيجـــة :
قوى الجذب العام دورها أساسي في الفضاء الكوني إذ هي التي تلعب دورا أساسيا في التماسك بين الأجرام السماوية .

3.3. علاقة قوة الجذب العام بثقل الجسم :

رأينا فيما سبق أن كل جسم مادي يخضع لقوة شاقولية متجهة نحو الأرض و تسمى ثقل الجسم و يرمز لها بالرمز $\overrightarrow{F_{T/C}}$
تقاس بالعلاقة : $p = mg$ حيث M كتلة الجسم و g سمي بجاذبية الأرض في المكان المعتبر و يتعلق بعلو المكان المعتبر عن سطح الأرض .

1ــ ما علاقة ثقل الجسم بقوة الجذب العام التي تؤثرعلى الجسم ؟ اشرح
2ــ قارن خصائص الثقل بخصائص قوة الجذب العام التي تؤثر على الجسم .
3ــ استنتج علاقة g بثابت التجاذب العام بدلالة كتلة الأرض و نصف قطرها و ارتفاع موضع الجسم المعتبر عن سطح الأرض .

حسب قانون نيوتن ، كل جسم كتلته m موجود على سطح الأرض يخضع لقوة تمر بمركز الأرض شدتها :

$$F = 6,67 . 10^{-11} . \frac{M_T . m}{R_T^2}$$

حيث M_T كتلة الأرض و R_T نصف قطرها . لنحسب القيمة :

$$G \frac{M_T}{R_T^2} = 9,81 \text{ N/Kg}$$

هذه القيمة تمثل الجاذبية الأرضية عل سطح الأرض :

$$\mathbf{g = G . \frac{M_T}{R_T^2}}$$

حيث M_T كتلة الأرض و R_T نصف قطرها .
فتصبح العلاقة السابقة : $F = mg = P$ حيث P تمثل ثقل الجسم الموجود على سطح الأرض .

يصبح ثقل الجسم هو قوة جذب الأرض له :

$$\mathbf{P = m\, g}$$

تغيرات الجاذبية على سطح الأرض
1ــ إذا كان الجسم على إرتفاع h من سطح الأرض تصبح قوة التجاذب العام :
حسب قانون نيوتن كل جسم كتلته m موجود على سطح الأرض يخضع لقوة تمر بمركز الأرض شدتها :

$$F = 6,67 . 10^{-11} . \frac{M_T . m}{(R_T + h)^2}$$

حيث M_T كتلة الأرض ، R_T نصف قطرها و h إرتفاع الجسم عن سطح الأرض .

فتصبح قيمة الجاذبية عند الإرتفاع h بالنسبة لسطح الأرض هي :

$$\mathbf{g = 6,67 . 10^{-11} . \frac{M_T}{(R_T + h)^2}}$$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

المكان	الإرتفاع h	الجاذبية (N/kg)
Lion ليون	169	9,806
قمة إفريست	8850	9,779

2ــ نحن نعلم أن الأرض ليست كروية و بالتالي يكون القطر أكبر عند خط الإستواء (الإكواتور) .

المكان	الجاذبية (N/kg)
الإكواتور	9,78
باريس Paris	9,81
القطب الشمالي أو الجنوبي	9,83

4.3. ثقل الجسم على القمر

ثقل الجسم على سطح الأرض : $P_T = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$

ثقل الجسم على سطح القمر : $P_L = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{M_L \cdot m}{R_L^2}$

بالقسمة نجد : $P_T / P_L = R_L^2/R_T^2 \cdot M_T/M_L \Rightarrow P_T = 6 \cdot P_L$

ثقل الجسم على سطح القمر أصغر بـــ 6 مرات من ثقل الجسم على سطح الأرض .

و منه نستنتج : $g_L = g_T / 6$

قيمة الجاذبية على سطح القمر أصغر بـــ 6 مرات من قيمة الجاذبية على سطح الأرض .

4ــ التأثير الكهرومغناطيسي :

1.4. قـــانون كولـــوم

ظاهرتي المغناطيسية والكهروبائية كانت معروفة عند الإنسانية منذ القدم إذ كانت البوصلة (مكتشفة من طرف الصينيين) مستعملة للتوجه على سطح الأرض خاصة في البحار ، كما اكتشف اليونانيون خاصية جذب الأجسام الخفيفة من طرف بعض الأجسام المدلوكة و لكن لم تفسر هاتين الظاهرتين بصفة مرضية إلى أن جاء العالم الفرنسي كولوم (Coulomb) و قدم فرضية على أن التجاذب أو التنافر الذي يتم بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين يكون بقوى صيغتها تشبه صيغة قوة الجذب العام و تحقق من ذلك تجريبيا خلال المدة ما بين 1785 و 1791 و صاغ ذلك في قانون يحمل اسمه وهو **قانون كولوم :**

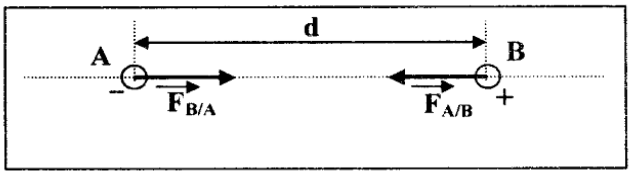
" شدة قوة التأثير المتبادل بين شحنتين q_A و q_B تفصلهما مسافة d تتناسب مباشرة مع جداء الشحنتين و عكسا مع مربع المسافة التي تفصلهما " أي :

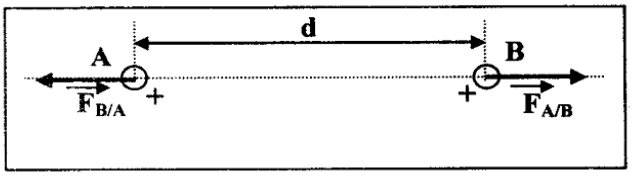
$$F_{B/A} = F_{A/B} = K \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{d^2}$$

حيث K : ثابت التناسب ، يدعى ثابت كولوم و يقدر في وحدات النظام الدولي (SI) بالنيوتن في المترالمربع على الكلولوم المربع : $K = 9 \cdot 10^9 \ N \cdot m^2 / C^2$

و هي علاقة جبرية لأن الشحنة الكهربائية مقدار جبري بسبب وجود نوعين من الشحنات الكهربائية الشحنات الموجبة والشحنات السالبة. و بالتالي يحدث التنافر بين شحنتين متماثلتين في الإشارة (+ و + أو − و −) والتجاذب بين شحنتين متعاكستين في الإشارة (+ و − أو − و +) .

ــ بالإعتماد على التمثيل السابق لقوتي الجذب العام ، اعطي تمثيلا لقوتي التجاذب ثم في رسم آخر التنافر بين شحنتين نقطيتين q_A و q_B تفصلهما المسافة d (مثل الشحنتين بنقطتين تحمل كل منهما إشارة الشحنة المنسوبة لها).





الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

2.4. القوى الكهرو مغناطيسية

زيادة على التأثير المتبادل بين الشحنات هناك تأثير يظهر من جراء حركة هذه الشحنات (التيار الكهربائي) وهو الأثر المغناطيسي للتيار واكتشف هذا الأثر من طرف العالم النرويجي أورستيد (Oersted) سمح بإيجاد الإرتباط بين الظاهرتين و بتوحيد الكهرباء والمغناطيسة في نظرية واحدة تسمى الكهرومغناطيسية .

3.4. دور التأثير الكهرومغناطيسي في الطبيعة :

ـ لماذا لا تتجاذب و لا تتنافر الأشياء المادية في الكون بما أنها كلها تحتوي شحنات كهربائية (بروتونات ، الكترونات و شوارد) ؟ كيف نفسر ذلك ؟
ـ ما هو تأثير القوى الكهربائية علينا ؟ هل لها دور في حياتنا اليومية ؟ ما تأثيرها في مجال بنية المادة و تركيباتها ؟ علل .
ـ أين و في أي مستوى يكون للتأثير الكهربائي (الكهرومغناطيسي) الدور الأساسي في الطبيعة ؟

ـ القوى الكهرومغناطيسية تلعب دورا أساسيا في المجال العياني و تركيب المادة من الذرة إلى الأجسام العيانية أي في مجالات الظواهر الكيميائية والبيولوجية مداها لا نهائي و لكن لاأثر يذكر لها في المجال الفلكي إذ أن الأجرام السماوية كلها متعادلة كهربائيا تقريبا.
ـ القوى الكهرومغناطيسية هي المسؤولة عن تماسك الذرات والجزيئات و شكلها أيضا.

5ـ التأثير النووي القوي :

كيف تفسر استقرار نواة الذرة رغم احتوائها بروتونات ذات الشحنات الموجبة والتي من المفروض أن تتنافر و بشدة كبيرة. لماذا لا يحدث ذلك ؟ علل.

القوى النووية القوية وهي السبب في تماسك النواة إذ أنها قوى تجاذبية قوية جدا أقوى بكثير من القوى الكهرمغناطيسية و لكن مدى تأثيرها قصير جدا إذ لا يتعدى بكثير قطر النوترون والبروتون و بالتالي كل نكليون يستعملها للتماسك مع جيرانه المباشرين له و تأثيرها الإجمالي لا يتعدى حدود النواة أي أن الإلكترونات ليست معنية بها.
ـ تفسير تماسك النواة مع وجود هذا التنافر بين بروتوناتها : ناتج عن الفعل المتبادل القوي و هو أكبر الأفعال المتبادلة شدة ، و هو محصور داخل النواة ، فالإلكترونات غير متأثرة به ، إلا أنه يسمح بإبطال فعل التنافر الكهربائي بين البروتونات داخل النواة. و هذا الفعل المتبادل القوي ناتج عن وجود جسيمات أصغر من البروتون تدعى **الغلييونات** . حيث يعتبر الفيزيائيون أن البروتونات و النترونات و العديد من الجسيمات المكتشفة ما هي إلا أجسام معقدة مكونة من جسيمات صغيرة تدعى **الكوارك** .

6. التماسك في المادة و في الفضاء :

اعتدنا في الحياة اليومية التعبير عن القوى وأصنافها بتسميات عديدة و مختلفة باختلاف حاجياتنا وو ظائفنا و حتى تسمية بعض الظواهر والتيارات بكلمة القوى إذ نتحدث عن قوى الدفع والنفر و قوة العضلات والقوى السياسية إلخ.....و لكن في المدرسة و في الفيزياء خاصة لهذا اللفظ معنا خاصا له بالحالة الحركية للأجسام والبنية الهندسية للمادة والفضاء لذلك اهتم الفيزيائيون بتحديد أنواع القوى و تصنيفها تصنيفا وظيفيا يخدم أهداف الفيزياء و يسمح تفسيرا عقلانيا و مضوعيا للظواهر والحوادث الفيزيائية .

1.6. تصنيف القوى في الفيزياء

صنفت القوى وفق طبيعة تأثيرها إلى أربعة أنواع أساسية تسمى القوى الأساسية الأربعة في الطبيعة وهي :

1ـ قوة الجذب العام التي هي الأضعف شدة و يكون دورها أساسيا في الفضاء الكوني إذ هي التي تلعب دورا أساسيا في التماسك بين الأجرام السماوية .

2ـ القوى الكهرومغناطيسي وهي التي تلعب دورا أساسيا في المجال العياني و تركيب المادة من الذرة إلى الأجسام العيانية أي في مجالات الظواهر الكيميائية و البيولوجية .

3ـ القوى النووية القوية وهي السبب في تماسك النواة إذ أنها قوى تجاذبية قوية جدا أقوى بكثير من القوى الكهرمغناطيسية و لكن مدى تأثيرها قصير جدا إذ لايتعدى بكثير قطر النوترون والبروتون و بالتالي كل نكليون يستعملها للتماسك مع جيرانه المباشرين له و تأثيرها الإجمالي لا يتعدى حدود النواة أي أن الإلكترونات ليست معنية بها .

4ـ القوى النووية الضعيفة دورها يمكن أساسا في ظواهر النشاط الإشعاعي وفي أواخر الستينات (1967) تم توحيدها بالقوى الكهرومغناطيسية من طرف ثلاثة علماء أمريكيين ونبرغ (wenberg) وقلاشو (glashow) وعالم مسلم (باكستاني) عبد السلام (Abdou Salam) حازوا من أجل هذا العمل على جائزة نوبل .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تمـــاريـــن

التمرين ــ1

اختر الجواب الصحيح

1ــ البعد بين الجزائر العاصمة و تمنراست هو: أ) 2000 Km ، ب) 20000 Km جـ) 200 Km

2ــ المسافة التي تفصل ذرتي الكلور في جزئ ثنائي الكلور هي من رتبة :

أ) 200×10^{-3} m ب) 200×10^{-12} m جـ) 200×10^{-6} m

الحـــل ــ 1

1ــ البعد بين الجزائر العاصمة و تمنراست هو : أ) 2000 Km .

2ــ المسافة التي تفصل ذرتي الكلور في جزئ ثنائي الكلور هي من رتبة : ب) 200×10^{-12} m

التمرين ــ2

قطرا الأرض والقمر هما على الترتيب : 12750 Km و 6790 Km هل هما من نفس الرتبة ؟

الحـــل ــ 2

نعتمد الكتابة العلمية للعددين : $12750\ Km = 1,27 \times 10^{4}\ Km$ ، $6790\ Km = 6,79 \times 10^{3}\ Km$

قطر الأرض هو من رتبة 10^{4} Km و قطر القمر من رتبة 10^{3} Km إذن قطرا الأرض والقمر ليسا من نفس الرتبة.

التمرين ــ3

رتب من الأصغر إلى الأكبر أبعاد الجزيئات التالية : 28×10^{-7}cm ، 34×10^{-8} m ، 20×10^{-4} µm ، 127 nm

هل القيمتين الكبرى و الصغرى هي من نفس الرتبة ؟

الحـــل ــ 3

الترتيب من الأصغر إلى الأكبر :

القيمة بالمتر (m)	القيمة الأصلية
$0,2 \times 10^{-8}$ m	20×10^{-4} µm
$2,8 \times 10^{-8}$ m	28×10^{-7}cm
$12,7 \times 10^{-8}$ m	127 nm
34×10^{-8} m	34×10^{-8} m

نعتمد الكتابة العلمية للعددين : $0,2 \times 10^{-8}\ m = 2 \times 10^{-9}\ m$ ، $34 \times 0^{-8}\ m = 3,4 \times 10^{-7}\ m$

القيمة الصغيرة من رتبة 10^{-9} m و القيمة الكبيرة من رتبة 10^{-7} m إذن القيمتين الكبرى و الصغرى ليسا من نفس الرتبة .

التمرين ــ4

يعطي الجدول التالي أقطار بعض الكواكب .

الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	زحل	نبتون
القطر	4900 km	12000000 m	$1,3 \times 10^{4}$ km	$1,2 \times 10^{8}$ m	50000 km

1ــ رتب قيم هذه القطر ترتيبا تصاعديا

2ــ ما هي الكواكب التي لها قطر من نفس رتبة قطر الأرض ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـــل ــ 4

1ــ ترتيب قيم هذه الأقطار تصاعديا :

الكوكب	عطارد	الزهرة	الأرض	نبتون	زحل
القطر	4900 km	12000000 m	$1,3 \times 10^4$ km	50000 km	$1,2 \times 10^8$ m
الكتابة العلمية	$4,9 \times 10^3$ km	$1,2 \times 10^4$ km	$1,3 \times 10^4$ km	$5,0 \times 10^4$ km	$1,2 \times 10^5$ km

2ــ الكواكب التي لها قطر من نفس رتبة قطر الأرض : هي الزهرة و نبتون .

التمرين ــ5

عندما نريد معرفة كتلة الأجسام نلجأ عادة إلى استعمال الميزان . كيف يمكنك معرفة كتلة كوكب الأرض ؟ اقترح طريقة لذلك.

الحـــل ــ 5

يمكننا معرفة كتلة كوكب الأرض انطلاقا من مبدأ الأفعال المتبادلة حيث :

نتبع الخطوات التالية :

1ــ نختار مكان أين تكون الجاذبية الأرضية على سطح الأرض g .

2ــ نقيس قيمة كتلة الجسم m بالميزان (نجد مثلا 20 Kg) .

3ــ نقيس قيمة ثقل الجسم P بواسطة الدينامومتر فنجده : 196,2 N.

4ــ نحسب قيمة الجاذبية الأرضية على سطح الأرض g : $P = mg \Rightarrow g = P / m = 196,2 / 20 = 9,81$ N/Kg

5ــ حسب قانون نيوتن كل جسم كتلته m موجود على سطح الأرض يخضع لقوة تمر بمركز الأرض شدتها :

$$P = mg = F = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{M_T \cdot m}{R_T^2}$$

حيث M_T كتلة الأرض و R_T نصف قطرها . لنحسب القيمة :

$$G \frac{M_T}{R_T^2} = 9,81 \text{ N/Kg}$$

هذه القيمة تمثل الجاذبية الأرضية عل سطح الأرض :

$$g = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

فتصبح العلاقة السابقة :

$$M_T = R_T^2 \frac{g}{G} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

حيث M_T تمثل كتلة الأرض .

التمرين ــ6

أحسب شدة قوة التجاذب بين الأرض والقمر .

علما أن : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg² ، كتلة الأرض : $M_T = 5,97 \times 10^{24}$ kg ، كتلة القمر : $M_L = 7,35 \times 10^{22}$ kg

و المسافة المتوسطة بين الأرض والقمر هي : $d = 3,84 \times 10^8$ m باستعمال سلم مناسب مثل في رسم الفعلين المتبادلين.

الحـــل ــ 6

ــ حساب القوة F لقوى التجاذب الموجودة بين الأرض و القمر :

$$F = F_{T/L} = F_{L/T} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$$

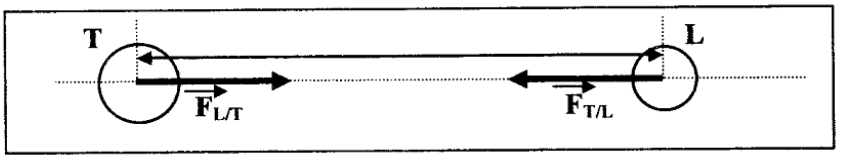
$$= 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{7,35 \cdot 10^{22} \times 5,97 \cdot 10^{24}}{(3,84 \cdot 10^8)^2}$$

$$F = 1,98 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ـ باستعمال سلم مناسب نمثل في رسم الفعلين المتبادلين :



باستعمال السلم : $2,05\ cm \rightarrow 1,98 . 10^{20}\ N$

التمرين ـ7

قارن شدة قوة الجذب العام و شدة القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين علما أن :
كتلة البروتون : $m_p = 1,67 \times 10^{-27}\ Kg$ ، كتلة الإلكترون : $m_e = 9,11 \times 10^{-31}\ kg$ و نصف قطر ذرة الهيدروجين : $d = 0,53 \times 10^{-10}\ m$.
تعطى : شحنة البروتون : $q_p = 1,60 . 10^{-19}\ C$ ، شحنة الإلكترون : $q_e = -1,60 . 10^{-19}\ C$ ، ماذا تستنتج ؟

الحـل ـ 7

ـ حساب شدة قوة الجذب العام الموجودة بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين :
المسافة بين البروتون و الإلكترون (نصف قطر ذرة الهيدروجين) : $d = 0,53 . 10^{-10}\ m$

$$F_m = 6,67 . 10^{-11} . \frac{M_P . M_e}{d^2}$$

$$= 6,67 . 10^{-11} \frac{1,67 . 10^{-27} \times 9,11 . 10^{-31}}{(0,53 . 10^{-10})^2}$$

$$F_m = 3,6 . 10^{-47}\ N$$

ـ حساب شدة القوة الكهربائية الموجودة بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين :

$$F_e = 9 . 10^9 . \frac{q_P . q_e}{d^2}$$

$$= 9 . 10^9 \frac{1,60 . 10^{-19} \times 1,60 . 10^{-19}}{(0,53 . 10^{-10})^2}$$

$$F_e = 8,2 . 10^{-8}\ N$$

ـ مقارنة شدة قوة الجذب العام و شدة القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين :
للمقارنة بين قيمتي مقدارين نلجأ إلى حساب النسبة بينهما فنجد :

$$F_m / F_e = 3,6 . 10^{-47} / 8,2 . 10^{-8} = 4,39 . 10^{-40} .$$

ـ نستنتج أن شدة القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون أكبر بـ $4,39 . 10^{40}$ مرة شدة قوة الجذب العام بين البروتون والإلكترون أي قوة الجذب العام يمكن إهمالها أمام القوة الكهربائية .

التمرين ـ8

ـ ما هي شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في النواة إذا كانت المسافة الفاصلة بينهما $d = 4 \times 10^{-15}\ m$ ؟
ـ كيف تفسر تماسك النواة مع وجود هذا التنافربين بروتوناتها ؟ ناقش.
ـ قارن شدة هذه القوة مع قوة التجاذب الكهربائي المتبادل بين البروتون والإكترون في ذرة الهيدروجين . ماذا تستنتج ؟

الحـل ـ 8

ـ حساب شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في النواة :

$$F_p = 9 . 10^9 . \frac{q_P . q_P}{d^2}$$

$$= 9 . 10^9 \frac{1,60 . 10^{-19} \times 1,60 . 10^{-19}}{(4 . 10^{-15})^2}$$

$$F_p = 14,4\ N$$

ـ تفسير تماسك النواة مع وجود هذا التنافر بين بروتوناتها : ناتج عن الفعل المتبادل القوي و هو أكبر الأفعال المتبادلة شدة ، و هو محصور داخل النواة ، فالإلكترونات غير متأثرة به ، إلا أنه يسمح بإبطال فعل التنافر الكهربائي بين البروتونات داخل النواة.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

و هذا الفعل المتبادل القوي ناتج عن وجود جسيمات أصغر من البروتون تدعى الغلييونات. حيث يعتبر الفيزيائيون أن البروتونات و النترونات و العديد من الجسيمات المكتشفة ما هي إلا أجسام معقدة مكونة من جسيمات صغيرة تدعى **الكوارك** .

ـ حساب شدة القوة الكهربائية الموجودة بين البروتون و الإلكترون في ذرة الهيدروجين :

$$F_e = 9.10^{9} . \frac{q_P \cdot q_e}{d^2}$$

$$= 9 . 10^{9} \ \frac{1,60 . 10^{-19} \times 1,60 . 10^{-19}}{(0,53 . 10^{-10})^2}$$

$$F_e = 8,2 . 10^{-8} \ N$$

ـ مقارنة شدة القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين مع شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في النواة :

للمقارنة بين قيمتي مقدارين نلجأ إلى حساب النسبة بينهما فنجد :

$$F_p / F_e = 14,4 / 8,2 . 10^{-8} = 1,76 . 10^{8} .$$

ـ نستنتج أن شدة القوة الكهربائية بين البروتون والإلكترون أصغر بـ $1,76 . 10^{8}$ مرة شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادل بين بروتونين في النواة .

التمرين ـ9

حسب قانون الجذب العام فإن كل الأجسام المادية تتجاذب .

ـ هل هناك فعل تجاذبي متبادل بين محفظتك و محفظة زميلك إذا كانت كتلة كل واحدة $M_C = 3\ kg$ و تفصلهما مسافة $d = 1\ m$. ـ قارنها مع قوة جذب الأرض لإحدى المحفظتين ؟ ماذا تستنتج ؟

الحـل ـ 9

ـ حساب شدة قوة الجذب العام الموجودة بين المحفظتين :

المسافة بين المحفظتين : $d = 1\ m$ ، كتلة كل محفظة $M_C = 3\ kg$

$$F = 6,67 . 10^{-11} . \frac{M_C \cdot M_C}{d^2}$$

$$= 6,67 . 10^{-11} \ \frac{3 \times 3}{(1)^2}$$

$$F = 60 . 10^{-11} \ N$$

ـ حساب شدة قوة جذب الأرض لإحدى المحفظتين :

$$P = mg = 3 \times 9,81 = 29,43 \ N$$

ـ مقارنة شدة قوة الجذب العام الموجودة بين المحفظتين و شدة قوة جذب الأرض لإحدى المحفظتين :

للمقارنة بين قيمتي مقدارين نلجأ إلى حساب النسبة بينهما فنجد :

$$P / F = 29,43 / 60 . 10^{-11} = 0,49 . 10^{11} .$$

ـ نستنتج أن شدة قوة جذب الأرض لإحدى المحفظتين أكبر بـ $0,49 . 10^{11}$ مرة شدة قوة الجذب العام الموجودة بين المحفظتين أي قوة الجذب العام بين الأجسام على سطح الأرض يمكن إهمالها أمام قوة جذب الأرض لها.

التمرين ـ10

قارن البنية الفراغية للمادة في المستوى الفلكي و في المستوى المجهري . ناقش

الحـل ـ 10

ـ إذا أردنا تمثيل نواة ذرة الهيدروجين بكرية صغيرة نصف قطرها $r_b = 1\ cm$ ، أين تكون وضعية الإلكترون ؟

$r_a / r_n = r'_b / r_b \Rightarrow r'_b = 442\ m$ ... ـ أي الإلكترون في هذه الحالة يبعد عن النواة بـ 442 m

ـ أبعاد كل الذرات الأخرى من نفس رتبة أبعاد ذرة الهيدروجين ، و يمكن الإختلاف في عدد الدقائق العنصرية فقط .

ـ يوجد بين النواة والإلكترونات فراغ كبير . نقول أن للمادة " بنية فراغية ".

ـ إذا أردنا تمثيل الشمس بكرية صغيرة نصف قطرها $r_b = 1\ cm$ ، أين تكون وضعية الأرض بالنسبة للشمس r'_b ؟

حيث بعد الشمس عن الأرض $r_s = 1,5 . 10^{8}\ km$ و نصف قطر الشمس $r_n = 7 . 10^{5}\ km$ نجد :

$$r_s / r_n = 1,5 . 10^{8} / 7 . 10^{5} = r'_b / r_b \Rightarrow r'_b = 2,14\ m ,$$

أي الأرض في هذه الحالة تبعد عن الشمس بـ 2,14 m ...

ـ البنية الفراغية للمادة في المستوى الفلكي أقل فراغا أو أكبر كثافة مما هو عليه في المستوى المجهري .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ11

كيف تفسر تماسك المادة في المستوى الفلكي و في المستوى المجهري . ناقش

الحـــل ــ 11

1ــ تماسك المادة في المستوى الفلكي : قوة الجذب العام التي هي الأضعف شدة و يكون دورها أساسيا في الفضاء الكوني إذ هي التي تلعب دورا أساسيا في التماسك بين الأجرام السماوية .

2ــ تماسك المادة في المستوى المجهري : القوى الكهرومغناطيسية وهي التي تلعب دورا أساسيا في المجال العياني أو في و تركيب المادة من الذرة إلى الأجسام العيانية أي في مجالات الظواهر الكيميائية والبيولوجية.

التمرين ــ12

نعلم أن كتلة 1 L من الهواء هي 1,3 g و هو متكون أساسا من جزيئات ثنائي الآزوت و ثنائي الأكسجين .
كتل كلا منها من رتبة 5×10^{-26} kg .
1ــ ما هو عدد الجزيئات في 1 L من الهواء ؟
2ــ باعتبار الجزيئات ككريات صغيرة بقطر يقارب $2,4 \times 10^{-10}$ m و حجم يساوي تقريبا 7×10^{-30} m³ ،
ما هو الحجم V_1 لهذه الجزيئات الموجودة في 1 L من الهواء ؟
3ــ احسب النسبة V_1 / V_2 حيث V_2 هو 1 L من الهواء . عبر عنها بالنسبة المئوية.
4ــ ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟

الحـــل ــ 12

1ــ عدد الجزيئات n في 1 L من الهواء : $n = 1,3 \times 10^{-3} / 5 \times 10^{-26} = 26 \times 10^{21}$ جزيئة

2ــ الحجم V_1 لهذه الجزيئات الموجودة في 1 L من الهواء : $V_1 = 7 \times 10^{-30} \times 26 \times 10^{21} = 182 \times 10^{-9}$ m³

3ــ حساب النسبة V_1 / V_2 حيث V_2 هو 1 L من الهواء : $V_1 / V_2 = 182 \times 10^{-9}$ m³ $/ 1 \times 10^{-3}$ m³ $= 182 \times 10^{-6}$

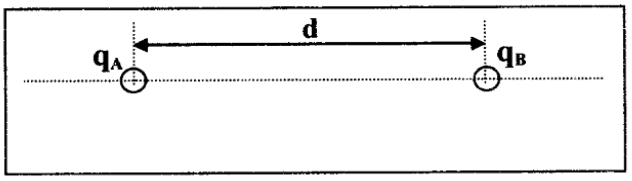
ــ التعبير عن هذه القيمة بالنسبة المئوية : 182×10^{-4} %

4ــ نلاحظ أن حجم 1 L من الهواء أكبر بـــ 182×10^{6} مرة حجم مجموع الجزيئات الموجودة في 1 L من الهواء .

ــ نستنتج أن للمادة على المستوى العياني بنية فراغية مثل بنيتها على المستوى الفلكي أو المجهري .

التمرين ــ13

نثبت شحنتين q_A و q_B في نقطتين A و B تفصلهما مسافة d = 20 cm .
إذا كانت $q_A = 10$ µC و $q_B = -5$ µC و $k = 9 \times 10^9$ U (SI)
1ــ احسب شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B مثلها باستعمال سلم مناسب .
2ــ استنتج القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_A .
3ــ نقرب من q_B شحنة ثالثة $q_C = +20$ µC بحيث تكون :
q_A ، q_B و q_C على استقامة واحدة و بهذا الترتيب .
تبعد q_B عن q_C مسافة d' = 40 cm
3ــ ما هي القوة الإجمالية التي تخضع لها الشحنة q_B ؟
4ــ هل تتأثر q_C بقوة ؟ إذا كان الجواب بنعم أحسبها ثم مثلها على الرسم .
5ــ أين يجب وضع الشحنة q_C كي يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوما ؟



الحـــل ــ 13

1ــ حساب شدة القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_B :

$$F_{A/B} = 9.10^9 . \frac{q_B \cdot q_A}{d^2}$$

$$= 9 . 10^9 \frac{5 . 10^{-6} \times 10 . 10^{-6}}{(20 . 10^{-2})^2}$$

$$F_{A/B} = 11,25 \text{ N}$$

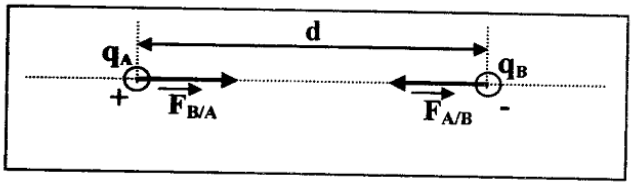
2ــ استنتاج القوة الكهربائية التي تتأثر بها الشحنة q_A :

حسب مبدأ الفعلين المتبادلين ، الشحنة q_A تخضع لنفس القوة التي تخضع لها q_B تساويها في القيمة و تعاكسها في الإتجاه .

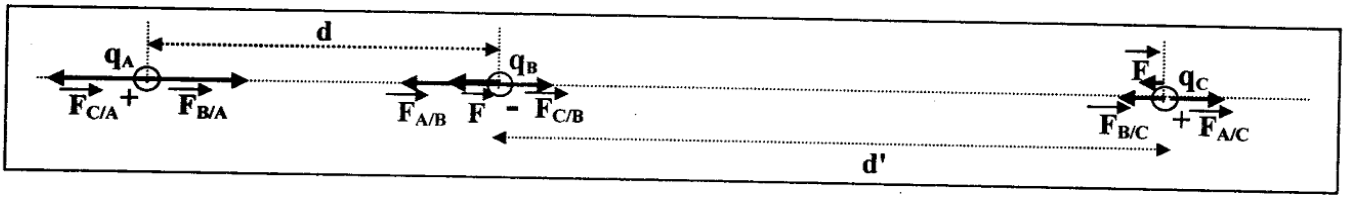
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ـ تمثيلهما باستعمال سلم مناسب مثل :
1,32 cm → 11,25 N



3ـ القوة الإجمالية التي تخضع لها الشحنة q_B :



عندما نضع شحنة q_C بالقرب من q_B و هي موجبة فإن q_B تخضع لقوة تجاذب بينها و بين q_A و قوة تجاذب بينها و بين q_C
ـ حسا ب شدة قوة التجاذب بين q_C و q_B :

$$F_{B/C} = 9.10^{9}.\frac{q_B \cdot q_C}{d'^2}$$

$$= 9.10^{9}\frac{5.10^{-6} \times 20.10^{-6}}{(40.10^{-2})^2}$$

$$F_{B/C} = 5{,}62 \text{ N}$$

القوة الإجمالية F التي تخضع لها الشحنة q_B هي قيمة الفرق بين شدتي القوتين $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{C/B}$

- $F = F_{A/B} - F_{C/B} = 11{,}25 - 5{,}62 = 5{,}63$ N

4ـ عندما نضع شحنة q_C بالقرب من q_B و هي موجبة فإن q_C تخضع لقوة تنافر بينها و بين q_A و قوة تجاذب بينها و بين q_B
ـ شدة قوة التجاذب بين q_C و q_B هي : $F_{B/C} = 5{,}62$ N
ـ حسا ب شدة قوة التجاذب بين q_C و q_A :

$$F_{A/C} = 9.10^{9}.\frac{q_A \cdot q_C}{d'^2}$$

$$= 9.10^{9}\frac{10.10^{-6} \times 20.10^{-6}}{(60.10^{-2})^2}$$

$$F_{A/C} = 5 \text{ N}$$

القوة الإجمالية $\vec{F}$ التي تخضع لها الشحنة q_C هي قيمة الفرق بين شدتي القوتين $\vec{F}_{B/C}$ و $\vec{F}_{A/C}$.

$$F = F_{B/C} - F_{A/C} = 5{,}62 - 5 = 0{,}62 \text{ N}$$

5ـ موضع الشحنة q_C كي يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوم : حتى يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوم يجب أن تكون محصلة القوى المؤثرة عليها معدوم أي : $F_{A/B} = F_{C/B}$ و منه :
بفرض البعد بين q_C و q_B هو x نجد :
ـ نعوض بعلاقتي $F_{A/B}$ و $F_{C/B}$ في المساوات التالية : $F_{A/B} = F_{C/B}$

$$9.10^{9}.\frac{q_B \cdot q_A}{d^2} = 9.10^{9}\frac{q_B \cdot q_C}{x^2}$$

$$\frac{q_B \cdot q_A}{(20 \times 10^{-2})^2} = \frac{q_B \cdot q_C}{x^2}$$

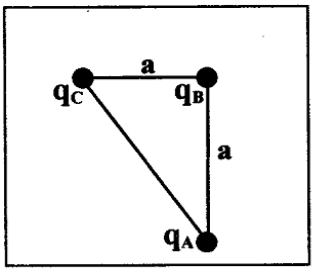
$$\frac{50}{(20 \times 10^{-2})^2} = \frac{100}{x^2}$$

$$50x^2 = 100(20.10^{-2})^2 \Rightarrow 50x^2 = 4 \Rightarrow x^2 = 0{,}08 \Rightarrow x = 0{,}282 \text{ m} = 28{,}2 \text{ cm}.$$

يجب وضع الشحنة q_C على بعد $x = 28{,}2$ cm من الشحنة q_B كي يصبح التأثير الإجمالي على q_B معدوما .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie



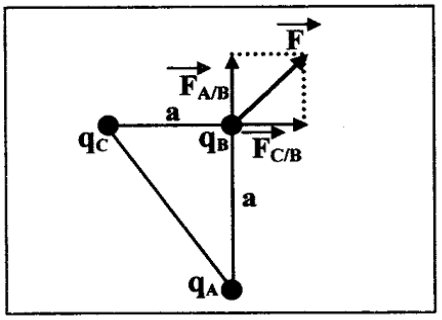
التمرين ــ14

نثبت 3 شحن على رؤوس مثلث قائم متساوي الساقين .

ــ احسب و مثل القوة الكهربائية التي تتأثر بها q_B علما أن :

$a = 10\ cm$ و $q_A = q_B = q_C = 6\ \mu C$

الحـل ــ 14



$\overrightarrow{F_{A/B}}$ هي القوة التي تؤثر بها الشحنة q_A على q_B (تنافر) لأنهما من نفس الإشارة .

$\overrightarrow{F_{C/B}}$ هي القوة التي تؤثر بها الشحنة q_C على q_B (تنافر) لأنهما من نفس الإشارة .

إذن الشحنة q_B تحت تأثير قوتين : $\overrightarrow{F_{A/B}}$, $\overrightarrow{F_{C/B}}$ ، نسمي F محصلتهما :

$$F_{A/B} = K\, q_A . q_B / a^2$$
$$= 9 \times 10^{9} . (6 \times 10^{-6})^2 / (10 \times 10^{-2})^2 = 32{,}4\ N$$
$$F_{C/B} = K\, q_C . q_B / a^2$$
$$= 9 \times 10^{9} . (6 \times 10^{-6})^2 / (10 \times 10^{-2})^2 = 32{,}4\ N$$

$F = \sqrt{F^2_{A/B} + F^2_{C/B}}$ (حسب نظرية فيثاغور)

بما أن $q_B = q_C = q_A$ و البعد a نفسه إذن $F_{C/B} = F_{A/B}$ و منه :

التطبيق العددي يعطي : $F = 45{,}8\ N$

الشحنة q_B تتأثر بقوة $\overrightarrow{F}$ شدتها 45,8 N و حاملها يصنع زاوية 45° مع حامل $\overrightarrow{F_{C/B}}$.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الظــواهر الضوئيــة

ـ ماذا يحدث للضوء عندما يمر من وسط شفاف إلى آخر ؟
ـ يستعمل الإنسان أجهزة بصرية متنوعة في مجالات الطب ، الإتصال ، الصناعة ،.... ما هو مبدأ اشتغال البعض منها ؟
ـ ما هي ألوان الضوء الأبيض ؟ كيف نفسر تشكل قوس قزح ؟
ـ كيف نستفيد من رسائل الضوء لاستكشاف المادة و الفضاء ؟

النافورة الضوئية

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

1) إنكســار الضــوء

الكفاءات المستهدفة :

- يميز بين ظاهرتي الإنعكاس والإنكسار
- يفسر انحراف الضوء في وسط شفاف بقانوني الإنكسار
- يتعرف على بعضَ تطبيقات ظاهرة الإنكسار

- لماذا تبدو الأجسام المغمورة في الماء مشوهة ؟
- كيف نفسر ظاهرة السراب ؟
- ما هي الألياف البصرية ؟

فحص طبي بمنظار الألياف البصرية

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

إنكســـار الضـــوء

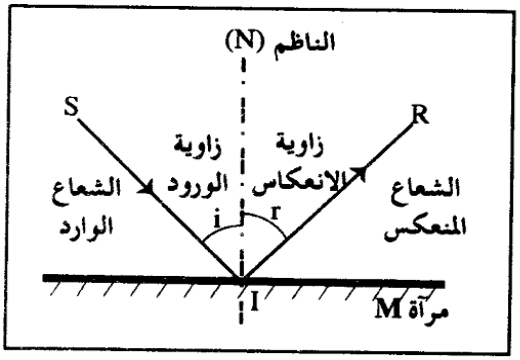
1. ظاهرة الإنكسار

تذكير حول ظاهرة انعكاس الضوء

ظاهرة ارتداد الضوء من سطح عاكس وفق جهة معينة تدعى **الإنعكاس** ،
حيث أن الشعاع **الوارد** والشعاع المنعكس و الناظم للسطح في نقطة الورود تقع في نفس المستوي .

ــ إذا كانت زاوية الورود معدومة فإن زاوية الإنعكلس كذلك معدومة .

ــ **الإنعكاس :** هو ظاهرة ارتداد الضوء في نفس الوسط على سطح عاكس.



قوانين الإنعكاس

ــ **القانون الأول :** الشعاع الوارد والشعاع المنعكس والناظم للسطح العاكس تقع في نفس المستوي .

ــ **القانون الثاني :** زاوية الورود تساوي زاوية الإنعكاس ، و يكتب :

$$i = r$$

ظاهرة الإنكسار

إنحراف الضوء

رأينا في سابقا أن الضوء ينعكس عندما يرد إلى سطح عاكس . ماذا يحدث له عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين ؟

2.1 مشاهدات أولية

نشاط ــ 1

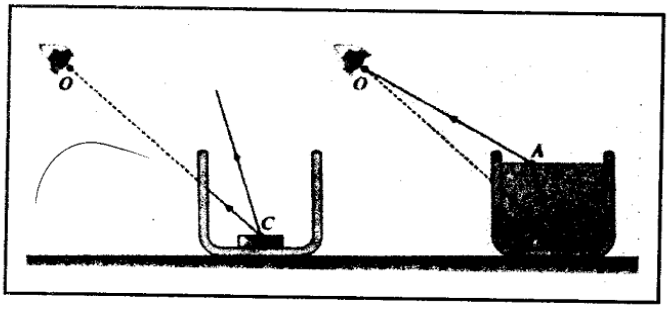
نضع قطعة نقدية في قعر فنجان موضوع فوق طاولة ، ابتعد عن الطاولة و توضع في المكان الذي تنتهي رؤية القطعة النقدية و لا تتحرك .

ــ اطلب من زميل لك أن يملأ الفنجان بالماء . ماذا تلاحظ ؟
لماذا لا ترى القطعة النقدية عندما يكون الفنجان فارغا ؟
لماذا تصبح القطعة النقدية مرئية عند ملأ الفنجان بالماء ؟
حسب رأيك ما هو المسار الذي اتبعه الشعاع الضوئي الحامل لصورة القطعة النقدية في كل حالة ؟

المنقشة :

ــ إذا كانت العين (ممثلة بـــ O) لا يمكن أن ترى المركز C للقطعة النقدية عندما يكون الفنجان فارغا فهذا راجع أن الشعاع الضوئي الممثل بالمستقيم CO لا يصل إلى العين بسبب جدار الفنجان . و هذا دليل على الإنتشار المستقيم للضوء .

ــ بعض الأشعة الضوئية الآتية من المركز C للقطعة النقدية تصل إلى العين O عندما يكون الفنجان مملوءا ، فهذا حتما تكون المستقيمات الممثلة لها قد غيرت مسارها بوجود الماء والهواء أي انكسرت عند السطح الفاصل بين الوسطين الماء و الهواء .



نتيجة :

يحدث انكسار للأشعة الضوئية و تغير من جهتها عند السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

نشاط ــ 2

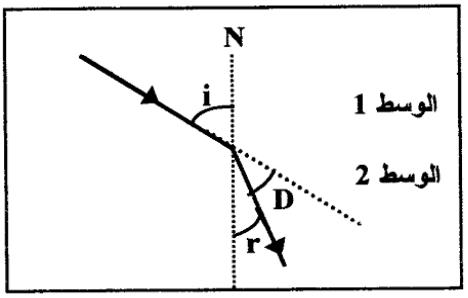
ضع كمية من الماء في حوض شفاف ، ثم أسقط حزمة ضوئية رفيعة على السطح الحر للماء .
لتجسيد مسار الضوء في الهواء استخدم غبار الطبشور مثلا ، و لتجسيد و مشاهدة مساره داخل الماء استعمل مادة ملونة مثل الفليورسين أو الإيوزين ، أو إضافة قطرات من الحليب للماء .

ــ صف ما تشاهده .

ــ نلاحظ أن الحزمة الضوئية تنحرف (تنكسر) عن مسارها عند السطح الحر للماء كما نلاحظ انعكاس لبعض الأشعة.
ــ نلاحظ أن الحزمة الواردة تقع في نفس المستوي للحزمة المنكسرة .

نتيجة :

ــ عندما تسقط حزمة ضوئية على سطح الماء ، يحدث لها انعكاس والجزء الآخر ينفذ في الماء مع حدوث انكسار في مساره .
ــ الحزمة الواردة والحزمة المنكسرة تقعان في نفس المستوي .
ــ تسمى هذه الظاهرة الأخيرة « ظاهرة انكسار الضوء » .



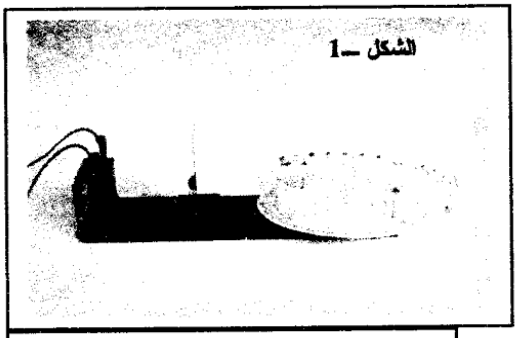
تعاريـــف

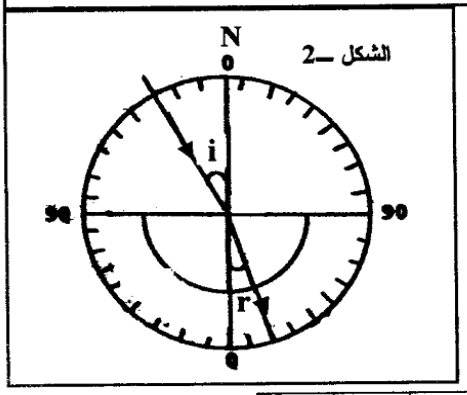
ــ نسمي الشعاع المنتشر في الوسط الأول : **الشعاع الوارد**
ــ نسمي الشعاع المنتشر في الوسط الثاني : **الشعاع المنكسر**
ــ نسمي السطح الذي يفصل بين الوسطين الشفافين الأول و الثاني : **السطح الكاسر.**
ــ نسمي المستقيم العمودي على السطح الكاسر : **الناظم .**
ــ نسمي الزاوية المحصورة بين الشعاع الوارد و الناظم : **زاوية الورود**

ــ نسمي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر و الناظم : **زاوية الإنكسار .**
ــ نسمي الزاوية المحصورة بين امتداد الشعاع الوارد و الناظم : **زاوية الإنحراف .**

الدراسة الكمية لظاهرة الإنكسار

نريد من خلال هذه الدراسة التجريبية الوصول إلى علاقة بين زاوية الورود و زاوية الإنكسار.





• الوسائل المستعملة :

ــ منبع ضوئي مغطى بحاجز عاتم و به شق ؛
ــ قرص بصري ؛
ــ قطعة من الزجاج أو من " البليكسيغلاس " ذات شكل نصف أسطواني ؛
ــ حوض من البلاستيك شكله نصف أسطواني و شفاف ؛
ــ ماء و سائل آخر (كحول مثلا) .

تجربة ــ1 : العلاقة بين i و r .

ــ شغل الجهاز واضبط التركيب (الشكل ــ1) بحيث يظهر أثر الحزمة الضوئية الواردة من المنبع على سطح القرص و تلاقي مركز الجسم نصف الأسطواني من الوجه المسطح .
ــ بتدوير القرص المدرج اضبط زاوية الورود i عند القيم المقترحة في الجدول الآتي ، واقرأ في كل مرة قيمة زاوية الإنكسار r الموافقة (الشكل ــ2).

1ــ سجل النتائج المتحصل عليها في الجدول ثم أكمله :

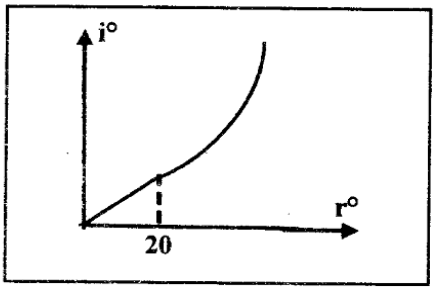
زاوية الورود i(°)	0	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
زاوية الإنكسار r(°)											
i / r											
sin i											
sin r											
sin i / sin r											

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

1ــ تسجيل النتائج المتحصل عليها في الجدول ثم اكماله :

زاوية الورود i(°)	0	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
زاوية الإنكسار r(°)	0	6,5	9,9	12,9	19	25	31	35	39	41	42
i / r		1,5	1,5	1,5	1,57	1,6	1,61	1,7	1,8	1,95	2,1
sin i	0	0,17	0,25	0,34	0,5	0,64	0,76	0,86	0,93	0,98	1
sin r	0	0,11	0,17	0,22	0,32	0,42	0,51	0,57	0,62	0,65	0,67
sin i / sin r		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5



1ــ ماذا تلاحظ ؟

ــ نلاحظ أن : $i / r = 1,5$ قيمة ثابتة في حالة الزوايا الصغيرة فقط .

ــ نلاحظ أن : $\sin i / \sin r = 1,5$ قيمة ثابتة في كل الحالات .

2ــ ارسم بيان تغيرات i بدلالة r . ماذا تستنتج ؟

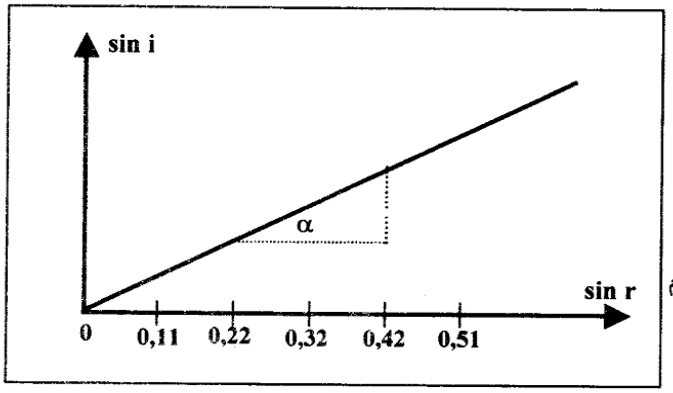
ــ بيان تغيرات i بدلالة r عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ (0 ، 0) و من أجل الزوايا الصغيرة الأقل من 20° بعدها المنحنى كيفي .

ــ نستنتج أنه من أجل الزوايا الصغيرة :

$$i / r = Cte = 1,5 = n \quad \text{أو} \quad r = n \cdot i$$

ــ ارسم بيان تغيرات sin i بدلالة sin r . ماذا تستنتج ؟ احسب معامل توجيه المنحنى .

ــ اقترح صيغة رياضية بين i و r .



ــ رسم منحنى sin i بدلالة sin r : انظر الشكل :

2ــ استنتاج من البيان العلاقة الرياضية التي تربط sin i بدلالة sin r : نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ، فمنحنى sin i بدلالة sin r عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ (0 ، 0) أي أن عبارة تغيرات sin i بدلالة sin r هي دالة خطية من الشكل : $\sin i = n \cdot \sin r$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :

$$n = \tan \alpha = (0,64 - 0,34)/(0,42 - 0,22) = 1,5.$$

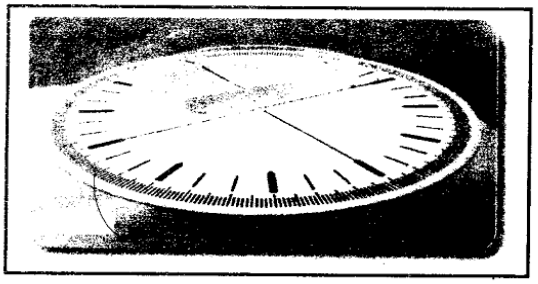
و منه نستنتج العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة sin i بدلالة sin r : $\sin i = 1,5 \sin r$

$\sin i / \sin r = n$.

مفهوم قرينة الإنكسار

تجربة ــ2 :

أعد التجربة السابقة باستعمال الحوض نصف الأسطواني في التجهيز السابق.



ــ املأ الحوض بالماء و أعد نفس العمليات السابقة : حدد i ، قس r ، ثم احسب sin i و sin r ، و النسبة sin i / sin r ، و لخص ذلك في جدول .

نكمل نفس الجدول السابق و نلاحظ تغير في قيم زوايا الإنكسار و لكن نحصل على نسب ثابتة مثل التجربة الأولى و لكن بقيمة مختلفة .

$$i / r = Cte = n'$$

$$\sin i / \sin r = n'$$

ــ ماذا تستنتج من التجربتين 1 و 2 ؟

نتيجة : تكون النسبة : $\sin i / \sin r = n$ دائما ثابتة بالنسبة لوسطين شفافين و نرمز لها بـــ n .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

ـــ تطور قانوني الإنكسار عبر التاريخ

ـــ بطليميوس (ptolémée) : 110 – 160 : اهتم العالم اليوناني "بطليميوس" بظاهرة الإكسار كيفيا و صرح أن الشعاع الوارد والشعاع المنكسر يقعان في مستو عمودي على سطح وسط الإنكسار والأشعة التي ترد عمودية على هذا السطح لا تنكسر.

ـــ روبيرغرستات (R.Grossetete) : 1178 – 1253 : يعتبر هذا العالم من الأوائل اللذين اعتمدوا الطريقة التجريبية الحديثة لدراسة قوانين الإنكسار ، و اقترح أن زاوية الإنكسار تساوي ضعف زاوية الورود .

ـــ جوهانيس كيبلر (J.Kepler) : 1571 – 1630 : اقترح علاقة طردية بين زوايا الإنكسار والورود من أجل قيم صغيرة لزوايا الورود .

ـــ روني ديكارت (R.Descartes) : 1596 – 1650 : اعتمادا على نتائج نظرية و تجريبية صاغ « ديكارت » قانون الإنكسار بالعلاقة الآتية : $n_1 . \sin i = n_2 . \sin r$

حيث n_1 القرينة المطلقة للوسط الأول و n_2 القرينة المطلقة للوسط الثاني و تدعى النسبة n_2 / n_1 بقرينة انكسار الوسط الثاني بالنسبة للموسط الأول .

1ـــ من الإقتراحات المذكورة أعلاه ، ما هي التي تحقق تجريبيا ؟
2ـــ علما أن قرينة انكسار الهواء هي $n = 1$ ، ما هي قرينة انكسار كل من الزجاج والماء ؟
3ـــ ما هما القانونان اللذان يمكن إعطائهما لظاهرة الإنكسار ؟

ـــ للإجابة على هذه الأسئلة نقوم بتحليل النتائج التجريبية السابقة :
نستنتج من جدول القياسات ان النسبة $i / r = Cte = n'$ ثابتة فقط بالنسبة للزوايا الصغيرة .
هذه التجربة تحقق إقتراح **جوهانيس كيبلر (J.Kepler)** المذكور أعلاه .

ـــ النسبة $\sin i / \sin r$ تكون ثابتة دائما . نرمز للنسبة الثابتة $\sin i / \sin r$ بالرمز **n** و نسميها القرينة النسبية لإنكسار الوسط 2 بالنسبة للوسط 1 . فمثلا في التجربة السابقة يكون : $n = 1,50$ و هي القرينة النسبية لإنكسار الزجاج بالنسبة للهواء . هذه التجربة تحقق إقتراح **روني ديكارت (R.Descartes)** المذكور أعلاه .

ـــ نلاحظ أن الحزمة الواردة والحزمة المنكسرة تقعان في نفس المستوي . و منـــه نستنتج :

القانون الأول للإنكسار :

الشعاع الضوئي الوارد و الشعاع الضوئي المنكسر الموافق له يقعان في نفس المستوي الذي هو مستوى الورود .

القانون الثاني للإنكسار :

ـــ تكون النسبة $i / r = Cte = n$ ثابتة في حالة زوايا ورود صغيرة أي أقل من $10°$.
ـــ من أجل وسطين شفافين ، متجانسين ، تكون النسبة بين sin زاوية الورود و sin زاوية الإنكسار ثابتة و هذا مهما كانت زاوية الورود .

$$\sin i / \sin r = Cte = n$$

ـــ الثابت n يرمز للقرينة النسبية لإنكسار الوسط 2 بالنسبة للوسط 1 لذا يرمز للثابت n بـــ $n_{2/1}$.

بينت التجارب بأن $n_{2/1} = V_2 / V_1$ حيث V_1 سرعة الضوء في الوسط 1 ، V_2 سرعة الضوء في الوسط 2 .
نسمي القرينة النسبية لإنكسار وسط شفاف بالنسبة للفراغ بالقرينة المطلقة لإنكسار هذا الوسط ، و يرمز لها بالرمز **n**

$$n = C / V$$

حيث **C** سرعة الضوء في الفراغ ، **V** سرعة الضوء في هذا الوسط .

من العلاقة : $n_{2/1} = V_1 / V_2$ لدينا : $n_{2/1} = V_1 / V_2 . C/C = V_1 / C . C/V_2$.

$$n_{2/1} = n_2 / n_1 \quad \text{إذن :}$$

نعوض في العلاقة السابقة نجد : $\sin i / \sin r = n_{2/1} = n_2 / n_1$

و منه نستنتج العلاقة العامة للقانون الثاني للإكسار و هي : $n_1 . \sin i = n_2 . \sin r$

و في حالة الزوايا الصغيرة : $n_1 . i = n_2 . r$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ملاحظات :

1ــ سرعة الضوء في الفراغ تساوي تقريبا سرعته في الهواء فإن القرينة المطلقة لإنكسار الهواء تساوي 1 .
القرينة المطلقة لإنكسار وسط تساوي قرينة إنكساره النسبية بالنسبة للهواء والتي نسميها اختصارا قرينة إنكسار الوسط .

2ــ عندما تكون قرينة إنكسار وسط 1 أكبر من القرينة إنكسار وسط 2 يقال أن الوسط 1 أشد كسرا من الوسط 2 .

ــ قيم قرائن الإنكسار n لبعض المواد :

المادة	الهواء	الجليد	الماء	الكحول الآيثيلي	الزجاج العادي	زجاج الفلينت الخفيف	الماس
n	1	1,31	1,33	1,36	1,38	1,58	2,42

2ــ الإنكسار الحدي و الإنعكاس الكلي

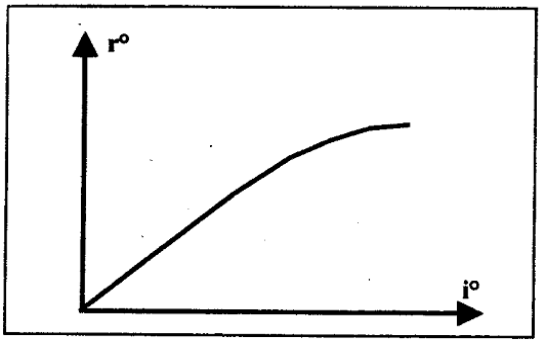
بنفس التجهيز السابق نستمر في الدراسة التجريبية لظاهرة الإنكسار .

أــ الإنكسار الحدي

من جدول نتائج التجربة ــ1 السابقة ،

زاوية الورود i(°)	0	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
زاوية الإنكسار r(°)	0	6,5	9,9	12,9	19	25	31	35	39	41	42

1ــ ارسم بيان تغيرات r بدلالة i .
2ــ من المنحنى ، هل يمكنك أن تعبر عن علاقة تربط بين r و i في مجال القيم الصغيرة لــ i ؟
3ــ ماذا يحدث للزاوية r ابتداء من قيمة معينة لــ i ؟



1ــ رسم بيان تغيرات r بدلالة i :

2ــ علاقة بين r و i في مجال القيم الصغيرة لــ i ؟

ــ رسم منحنى r بدلالة i : انظر الشكل :

ــ استنتاج من البيان العلاقة الرياضية التي تربط r بدلالة i :
نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط
الممثلة **في مجال القيم الصغيرة لــ i** موجودة تقريبا على نفس الإستقامة ،
فمنحنى r بدلالة i عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ (0 ، 0)
أي أن عبارة تغيرات r بدلالة i هي دالة خطية من الشكل :

$r = a \cdot i$ ، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن إيجاد قيمته :

$$a = \tan\alpha = (13 - 6,5)/(20 - 10) = 0,64.$$

ــ نعم يمكن إيجاد علاقة تربط بين r و i في مجال القيم الصغيرة لــ i و هي :
نعوض بقيمة a في علاقة r فنحصل : $r = 0,64 \cdot i$ ..... (1) ،
نقارن هذه العلاقة بالعلاقة التي حصلنا عليها سابقا : $i / r = 1,5 = n$ ..... (2)

فنستنتج أن :

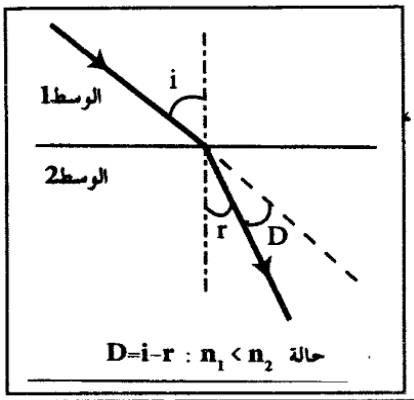
$$i = n \cdot r \quad \text{أو} \quad r = 1/n \cdot i$$

3ــ ابتداء من قيمة معينة لــ i و هي 90° يحدث للزاوية r ثبوت أي تصل إلى حد معين و يساوي 42° و تثبت عندها.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

التحليـــل :

ــ الحالة التي ينتقل فيها الضوء من وسط أقل كسرا إلى وسط أشد كسرا (من الهواء إلى الزجاج) :

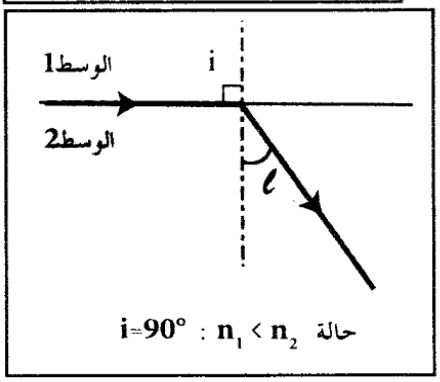


لدينا : $n_1 . \sin i = n_2 . \sin r$ $\Rightarrow$ $n_2 > n_1$ $\Rightarrow$ $\sin r < \sin i$ $\Rightarrow$ $r < i$

فالشعاع المنكسر ، إذن ، يقترب أكثر من الناظم (الشكل) :

نتيجة : عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أقل كسرا إلى وسط أكثركسرا ، فإنه ينحرف مقتربا أكثر من الناظم و من السهل ملاحظة زاوية الإنحراف ، ف ، على الشكل و تعطى قيمتها بالعلاقة : $D = i - r$

ــ عندما تتغير قيمة زاوية الورود **i** من 0° إلى 90° ، تتغير ، تبعا لذلك ، قيمة زاوية الإنكسار من 0° إلى قيمة حدية **L** . و تسمى زاوية الإنكسار الحدية ، من أجل هذه القيمة الحدية ، **زاوية الإنكسار الحدي** (الشكل)



بتطبيق العلاقة : $n_1 . \sin i = n_2 . \sin r$ على هذه الحالة :

(حيث $i = 90°$ ، $r = L$)

يكون : $\sin L = n_1 / n_2$

مما سبق يمكن أن نستنتج بأن كل شعاع ضوئي ينتقل من وسط أقل كسرا إلى وسط أشد كسرا عبر نقطة ورود ثابتة يؤدي إلى شعاع منكسر يكون محصورا داخل مخروط نصف زاوية رأسه L ، و هذا مهما كانت زاوية ورود هذا الشعاع الضوئي .

ب ــ الإنعكاس الكلي

بنفس التجهيز السابق نستمر في الدراسة التجريبية لظاهرة الإنكسار ، لكن هذه المرة ندرس مرور الضوء من الزجاج (أو البليكسيغلاس) إلى الهواء .

1ــ أكمل الجدول الأتي :

زاوية الورود i(°)	0	10	20	30	40	42	44	46	48	50	60	70	80
زاوية الإنكسار r(°)													

1ــ صف بجملة أو جملتين ملاحظاتك .

عندما تتغير قيمة الورود i من 0° إلى القيمة 42° تتغير ، تبعا لذلك ، قيمة زاوية الإنكسار r من 0° إلى 90° و من أجل القيمة 42° لزاوية الورود يكون الشعاع الضوئي المنكسر منطبقا على السطح الفاصل بين الوسطين.

2ــ حدد قيمة الزاوية i التي يحدث عندها انعكاس كلي للشعاع الوارد .

الزاوية i التي يحدث عندها انعكاس كلي للشعاع الوارد هي 42°

3ــ قارن هذه القيمة مع الحدية للانكسار المحددة سابقا (في التجربة أــ).

هذه القيمة 42° هي نفس القيمة التي وجدناها سابقا (في التجربة أــ) والتي تمثل زاوية الإنكسار الحدي L .

4ــ استبدل في التجهيز السابق الجسم الزجاجي بالحوض المائي و حدد مباشرة قيمة الزاوية الحدية في هذه الحالة.

عندما نستبدل في التجهيز السابق الجسم الزجاجي بالحوض المائي و نحدد مباشرة قيمة الزاوية الحدية فنجدها 48°

5ــ استبدل في التجهيز السابق الجسم الزجاجي بالحوض به كحول و حدد مباشرة قيمة الزاوية الحدية في هذه الحالة.

عندما نستبدل في التجهيز السابق الجسم الزجاجي بالحوض به كحول و نحدد مباشرة قيمة الزاوية الحدية فنجدها 47°

5ــ في رأيك بماذا تتعلق هذه الزاوية التي نسميها بزاوية " الإنكسار الحدي " ، و التي نرمزلها بالرمز L

تتعلق هذه الزاوية التي نسميها بزاوية " الإنكسار الحدي " بطبيعة الوسطين أي بقرينة انكسار الوسط الأول و الثاني.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

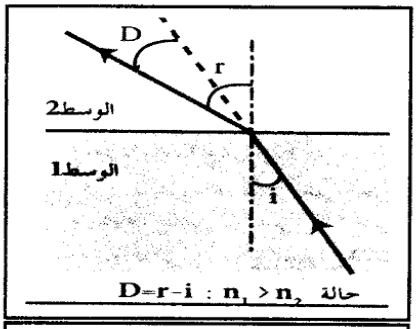
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التحليـــل :

ـ الحالة التي ينتقل فيها الضوء من وسط أشد كسرا إلى وسط أقل كسرا (من الزجاج إلى الهواء)

عندما ينتقل الضوء من الزجاج إلى الهواء : $n_2 < n_1$

لدينا : $n_1 . \sin i = n_2 . \sin r \Rightarrow \sin r > \sin i \Rightarrow r > i$



فالشعاع المنكسر ، إذن ، يبتعد أكثر من الناظم (الشكل) :

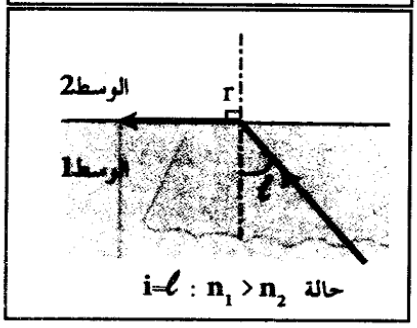
نتيجة : عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط أشد كسرا إلى وسط أقل كسرا ، فإنه ينحرف مبتعدا عن الناظم و تكون زاوية الإنحراف ، ف ، على الشكل و تعطى قيمتها بالعلاقة : $D = r - L$

عندما تتغير قيمة الورود i من 0° إلى القيمة الحدية L تتغير ، تبعا لذلك ، قيمة زاوية الإنكسار r من 0° على 90° .

و من أجل القيمة الحدية L لزاوية الورود يكون الشعاع الضوئي المنكسر منطبقا على السطح الفاصل بين الوسطين . أما عندما يرد الشعاع الضوئي بزاوية ورود $i > L$ ، فإن هذا الشعاع لا ينفذ إلى الوسط 2 (لا ينكسر) و لكنه يرجع في الوسط 1 ، و تحدث له ظاهرة الإنعكاس فقط . و تسمى هذه الظاهرة :

ظاهرة الإنعكاس الكلي .

يلعب الكاسر المستوي في هذه الحالة دور مرآة مستوية .



ملاحظة : يمكن استخلاص من كل هذه النتائج بتطبيق مبدأ الرجوع العكسي للضوء على النتائج المتحصل عليها في الفقرة السابقة.

عندما تقترب i من L ، مع بقاء $i < L$ دائما ، نلاحظ أن جزءا من الضوء ينكسر و جزءا منه ينعكس (انعكاس جزئي).

ملاحظة : في الحالة العامة تحسب الزاوية الحدية للإنكسار بالعلاقة $\sin L = n_1 / n_2$. $(n_1 / n_2 \leq 1)$

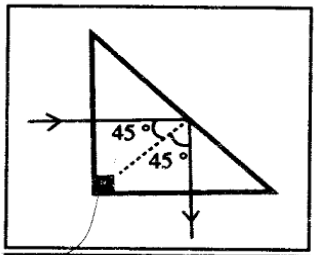
حيث : n_1 هي قرينة الإنكسار المطلقة للوسط الأول (وسط الورود) و n_2 قرينة الإنكسار المطلقة للوسط الثاني .

بعض تطبيقات الإنكسار الحدي و الإنعكاس الكلي

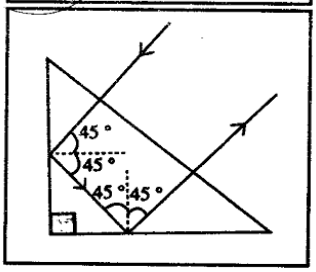
أ) ـ الموشور ذو الإنعكاس الكلي

هو موشور مصنوع من الزجاج يتميز بمقطع رئيسي على شكل مثلث قائم الزاوية ومتساوي الضلعين . يستخدم في كثير من الأجهزة البصرية .

يمكن استعماله بطريقتين مختلفتين :



1ـ يرسل الشعاع الضوئي عمودي على أحد وجهيه من جهة الزاوية القائمة فيدخل إلى الموشور دون انحراف ثم يحدث له انعكاسا كليا عندما يصل إلى الوجه المقابل للزاوية القائمة (لأن زاوية الورود في هذه الحالة تساوي 42°) ، فيبرز من الوجه الثالث دون انحراف ، صانعا زاوية قائمة مع منحى الورود .



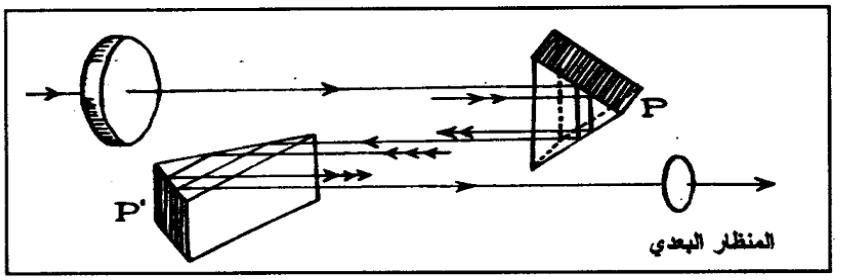
2ـ يرسل الضوء على الوجه المقابل للزاوية القائمة (وتر المثلث) فيسقط على أحد الوجهين للزاوية القائمة بزاوية قدرها 45° ، فيحدث له انعكاسين متتاليين لينفذ من الموشور موازيا لمنحى الورود . فهو إذن يسلك ، في هذه الحالة ، سلوك مرآتين مستويتين متعامدتين .

يدخل هذا النوع من الموشور في كثير من الأجهزة البصرية المختلفة . بإستعمال موشورين أو أكثر من هذه النوع ، بتركيبة معينة نحصل على جملة بصرية لها وظيفة قيادة الشعاع الضوئي دون ضياع .

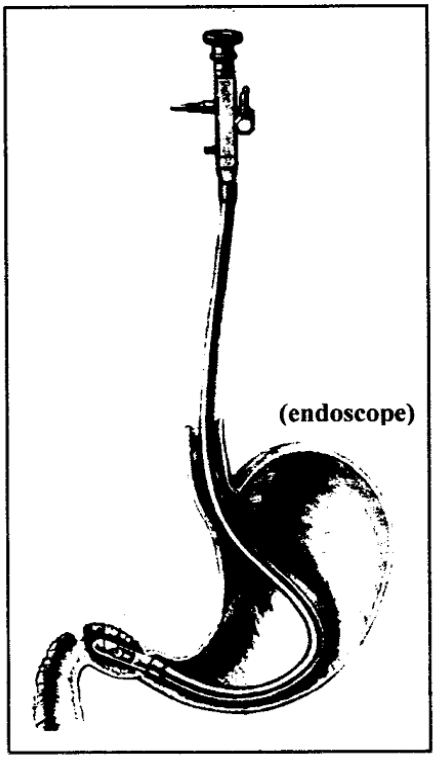
مثل " منظار الأفق " (périscope) الذي يستعمل في الأماكن التي تصعب فيها الرؤية المباشرة ؛ مثلا داخل الغواصات أو للنظر عن بعد بواسطة " المنظار البعدي " **(jumelles à prismes)**

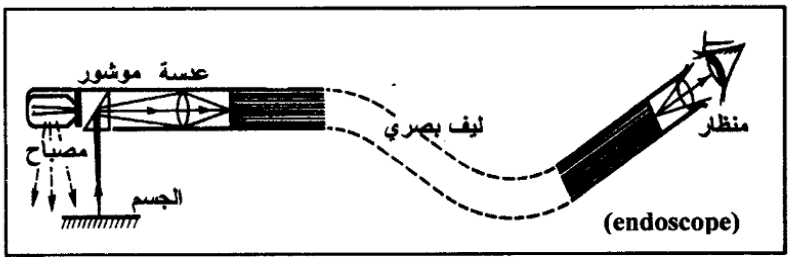
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie



و جهاز المجواف (**endoscope**) الذي يحتوي كذلك عدسات وألياف بصرية و يستخدم في الطب خاصة لفحص الأعضاء الداخلية الإنسان .





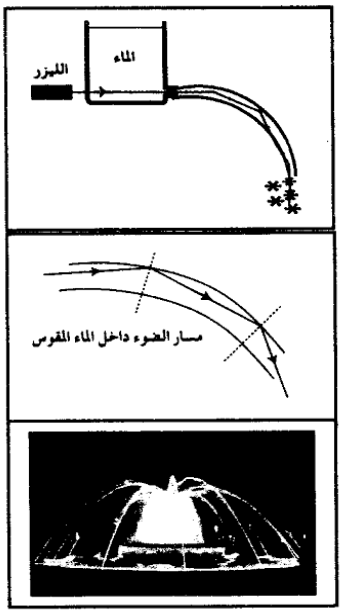
ب) النافورة الضوئية

ـ لدينا حوض مائي به فتحة في الأسفل يتدفق منها الماء . يرسل عبر الحوض حزمة أفقية من ضوء الليزر . نلاحظ أن الحزمة لا تبقى أفقية ، بل تتبع خيط الماء المقوس الخارج من فتحته السفلية حتى يتجزء إلى قطرات صغيرة ، فينبعث منها الضوء .

كيف نفسر هذه الظاهرة ؟

ـ يمكن أن نفسرها بظاهرة انكسار الضوء (حالة الإنعكاس الكلي) ، حيث أن قرينة انكسار الماء أكبر من قرينة انكسار الهواء .

في هذه الحالة يلاقي الشعاع الضوئي السطح الفاصل بين الماء والهواء بزاوية ورود أكبر من الزاوية الحدية للماء (49°) فيحدث انعكاس كلي ثم ينعكس من جديد عند نقاط أخرى بالتتالي بنفس الكيفية ، متبعا المنحى المقوس للماء حتى يخرج منه على شكل قطرات مضيئة .

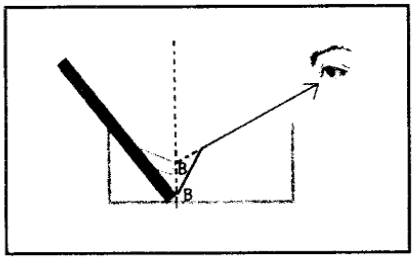


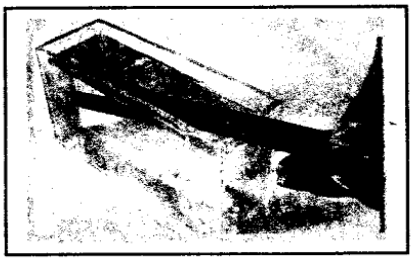
ـ يستخدم نفس المبدأ في النافورة المائية ، حيث يدفع الماء شاقوليا للأعلى و تنفتح الخيوط المائية المضيئة على شكل باقة مضاءة الأطراف بسبب ظاهرة الإنتشار .

ـ تحدث نفس الظاهرة داخل أنبوب من الزجاج أو من البلاستيك إذا كان منحنيا بشكل كاف ، فنستعملها لقيادة الضوء و توصيله إلى أماكن يصعب إرسال الضوء بشكل مستقيم أو مباشر .

و تستخدم هذه الخاصية في كثير من الأجهزة البصرية في الطب (المنظار الداخلي أو المجواف) و في مجال الإتصالات الحديثة (الهاتف ، البث التلفزيوني ، ...) باستخدام ما يسمى بـ« **الألياف البصرية** » .

جـ) لماذا يبدو الجسم المغمور في الماء مشوها ؟





لماذا يبدو القضيب و كأنه انكسر في الماء ؟

إن الشعاع الضوئي المنبعث من النقطة B (نهاية الجزء المغمور من القضيب) يمر من الماء إلى الهواء ، فيحدث له انكسار عند السطح الفاصل ، فيبتعد عن الناظم .

تستقبل العين هذا الشعاع و كأنه آت من النقطة B' (تقاطع امتداد الشعاع المنكسر مع الناظم لسطح الماء بالنقطة B) .

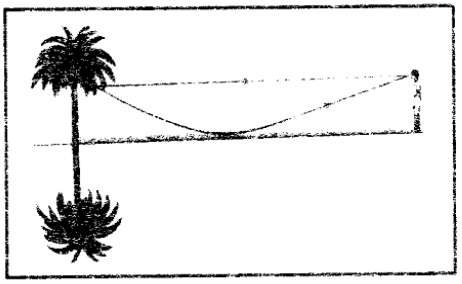
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

د) كيف نفسر ظاهرة السراب ؟

السراب ظاهرة فيزيائية تحدث أحيانا عند توفر بعض الشروط المناخية و هو خداع بصري يفسر بظاهرة انكسار الضوء . يحدث في المناطق التي يكون فيها تفاوت في درجة حرارة طبقات الهواء المتجاورة مغيرة قرينة انكسار الهواء من طبقة إلى أخرى .

مثـــال :



صورة النخلة المقلوبة التي تظهر في الصحراء و كأنه هناك طبقة من الماء تعكسها .

ـ التفسير الفيزيائي :

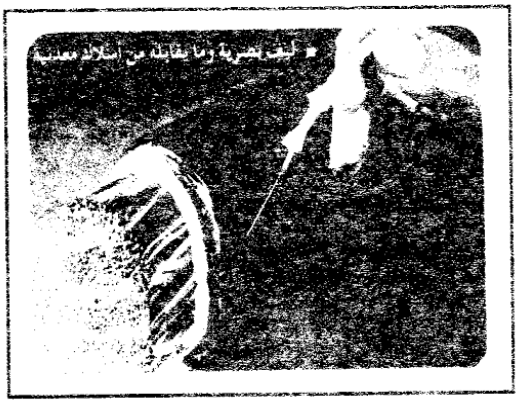
من الأشعة الضوئية الصادرة من نقطة A للنخلة التي تستقبلها عين المشاهد ، نميز إثنين منها :

- الشعاع الأول (1) المار من فوق طبقة الهواء الساخن ، لا يحدث له أي انحراف و يساهم في إعطاء الصورة الحقيقية للنخلة ..
- الشعاع الثاني (2) ينحرف عن مساره بالقرب من التربة بسبب طبقة الهواء الساخن بسبب انكسارات متتالية ويساهم في إعطاء صورة وهمية للنخلة مقلوبة بالنسبة للأولى .

هـ) ـ أضواء اللؤلؤ (Les Feux du diamant)

بالنسبة للؤلؤ ، تكون قرينة انكسار مادته كبيرة ($n = 2,4$) فتكون زاويته الحدية صغيرة ($L = 25°$) بالإضافة لأبعاده المناسبة عندما يستقبل الضوء المنتشر فإنه يحدث له انعكاس أو عدة انعكاسات كلية قبل خروجه من اللؤلؤ و بذلك نفسر الأضواء الوهاجة للؤلؤة .

ن) ـ الألياف البصرية



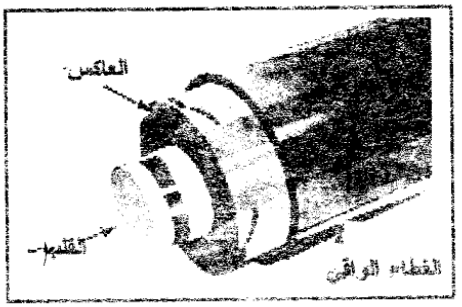
وسيلة الإتصال في العصر الحديث ، تقنية الألياف البصرية !...
جعلت الألياف البصرية الملايين من المشتركين يحصلون على خدمات رائدة في الإتصالات خلال دقائق، ونقلت الإنترنت إلى القارات عبر البحار.

ما هي الألياف البصرية؟

الألياف البصرية هي مجموعة من ألياف مصنوعة من الزجاج النقي طويلة و رفيعة لا يتعدى سمكها سمك الشعرة يجمع العديد من هذه الألياف في حزم أي مئات أو ربما الآلاف من هذه الألياف الضوئية ، تصطف معا في حزمة لتكوّن الحبل الضوئي الذي يُحمى بغطاء خارجي و تستخدم في نقل الإشارات الضوئية لمسافات بعيدة جدا ، مئات أو الآلاف الكيلومترات . تستعمل بالخصوص في شبكات الاتصال .الألياف البصرية هي إحدى التطبيقات العملية لظاهرة الإنعكاس الكلي .

ـ ما هي مكونات الليف البصري ؟

يتكون الليف البصري من :



القلب : زجاج رفيع ينتقل فيه الضوء ، قرينة انكساره أكبر من قرينة انكسار الغلاف الخارجي ($n_c > n_g$) .

العاكس : مادة تحيط بالقلب الزجاجي وتعمل على عكس الضوء مرة أخرى إلى داخل الليف البصري .

الغطاء الواقي : غلاف بلاستيكي يحمي الليف البصري من الرطوبة كما يحميه من الضرر و الكسر.

مئات أو ربما الآلاف من هذه الألياف البصرية تصطف معا في حزمة لتكون الحبل الضوئي الذي يُحمى بغطاء خارجي.

تنقسم الألياف الضوئية بصفة عامة إلى نوعين أساسيين :

1ـ الألياف البصرية أحادي الإشارة الضوئية : تنتقل من خلالها إشارة ضوئية واحدة فقط في كل ليفة ضوئية من ألياف الحزمة و هي تستخدم في شبكات التلفون وأسلاك النقل في التلفزيون . هذا النوع من **الألياف** يتميز بصغر نصف قطر القلب الزجاجي حيث يصل إلى حوالي 9 micron و تمر من خلاله أشعة الليزر تحت **الحمراء .**

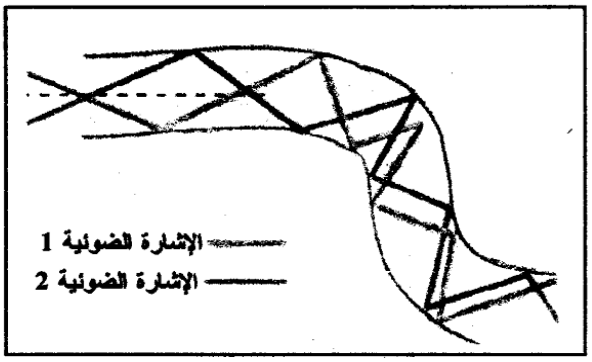
2ـ الألياف البصرية متعددة الإشارة الضوئية : و بها يتم نقل العديد من الإشارات الضوئية خلال الليفة الضوئية الواحدة مما يجعل استخدامها أفضل لشبكات الحاسوب. هذا النوع من الألياف يكون نصف قطره أكبر حيث يصل إلى 62.5 micron وتنتقل من خلاله الأشعة تحت الحمراء .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

كيف تعمل الألياف البصرية ؟ و كيف تُوصل الضوء ؟

إن الضوء ينتقل وفق خطوط مستقيمة، فإنه عند توجيه ومضة ضوئية خلال مسار طويل مستقيم ، فإنها ستصل للطرف الثاني من دون مشكل . ولكن ماذا لو كان بالمسار انحناء ؟



بسهولة يمكن أن تتغلب على ذلك بوضع مرآة عند الإنحناء لتعكس الضوء إلى داخل المسار مرة أخرى . و بنفس الطريقة تحل المشكلة لو كان المسار كثير الإنحناءات حيث تصطف مرايا على طول المسار لتعكس الضوء باستمرار من جانب للآخر ليبقى في مساره . هذه بالضبط هي فكرة عمل الألياف الضوئية . حيث ينتقل الضوء بواسطة الإنعكاس المستمر عن الجدار المحاذي للقلب الزجاجي انعكاسا داخليا كليا . و لأن هذا الجدار لا يمتص أي من الضوء الساقط عليه فإن الإشارة الضوئية يمكن أن تسافر مسافات طويلة دون تغير في شدتها.

يتكون نظام الألياف البصرية من ثلاث أجزاء أساسية :

1ــ الباعث (المرسل) : و هو الذي ينتج و يشفر الإشارة الضوئية حيث يكون الجزء الأساسي به هو المصدر الضوئي الذي قد يكون منبعا ضوئيا من الليزر أو صمام ثنائي ضوئي ، فإذا أردنا مثلا نقل إشارة تلفزيونية أو أي معلومة فإنه من الضروري تحرير الإشارة الضوئية طبقا للمعلومة المراد نقلها ، بتغيير شدتها ارتفاعا و انخفاضا أو إشعالها و إطفائها في تتابع .

2ــ الليف البصري : يقوم بتوصيل الإشارة الضوئية بتكرار انعكاسها وهو الجزء الذي تمّ شرحه بالتفصيل .

3ــ المستقبل : صمام ثنائي ضوئي ، يستقبل الإشارة الضوئية ليحولها إلى إشارة كهربائية ترسل إلى المستخدم الذي قد يكون التلفزيون أو التليفون .

مميزات الألياف البصرية :

تتميّز الألياف البصرية عن أسلاك التوصيل الكهربائية العادية بأنها :

1ــ أكثر قدرة على حمل المعلومات ، لأن الألياف البصرية ارفع من الأسلاك العادية فإنه يمكن وضع عدد كبير منها داخل الحزمة الواحدة مما يزيد عدد خطوط الهاتف أو عدد قنوات البث التليفزيوني في حبل واحد . يكفي أن تعرف إن عرض النطاق للألياف الضوئية يصل إلى 50 Mhz في حين أن أكبر عرض نطاق يحتاجه البث التليفزيوني لا يتجاوز 6 Mhz.

2ــ أقل حجما حيث أن نصف قطرها أقل من نصف قطر الأسلاك النحاسية التقليدية فمثلا يمكن استبدال سلك نحاسي قطره 7,62 cm بآخر من الألياف الضوئية قطره لا يتجاوز 0,635 cm و هذا يمثل أهمية خاصة عند مد الأسلاك تحت الأرض.

3ــ أخف وزنا ، فيمكن استبدال أسلاك نحاسية وزنها 94,5 kg بأخرى من الألياف الضوئية تزن فقط 3,6 kg .

4ــ أقل ضياع للإشارات الضوئية المرسلة.

5ــ عدم إمكانية تداخل الإشارات المرسلة من خلال الألياف المتجاورة في الحبل الواحد مما يضمن وضوح الإشارة المرسلة سواء أكانت محادثة تلفونية أو بث تلفزيوني . كما أنها لا تتعرض للتداخلات مما يجعل الإشارة تنتقل بسرية تامة مما له أهمية خاصة في الأغراض العسكرية .

6ــ غير قابلة للإشتعال مما يقلل من خطر الحرائق .

7ــ تحتاج إلى طاقة أقل في المولدات لأن الفقد خلال عملية التوصيل قليل .

بسبب هذه المميزات فإن الألياف البصرية دخلت في الكثير من الصناعات و خصوصا الإتصالات و شبكات الكمبيوتر. كما تستخدم في التصوير الطبي بأنواعه و في المجسات عالية الجودة للتغير في درجة الحرارة والضغط بما له من تطبيقات في التنقيب في باطن الأرض .

8ــ تحدي اقتصادي حيث الألياف البصرية أقل تكلفة من نظام أسلاك التوصيل الكهربائي .

كيف تصنع الألياف البصرية ؟

يُمرر الأكسوجين على محلول كلوريد السيليكون و كلوريد الجرمانيوم ثم تمرر الأبخرة الناتجة داخل أنبوب من الكوارتز و بدرجة الحرارة المرتفعة يترسب أوكسيد السيليكون و أوكسيد الجرمانيوم على الجدران الداخلية للأنبوب و يندمجان معا لتكوين الزجاج الخام المطلوب في صناعة الألياف البصرية ، و يمكن التحكم في درجة نقاء و صفات الزجاج المتكون من خلال التحكم في مكونات الخليط و تفاعلات أبخرته ، ثم يتم سحب الزجاج على شكل ألياف في فرن كربوني درجة حرارته 2200°–1900° بسرعة 10 – 20 m/s ، مع الحرص على ثبات نصف القطر.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ما هي أسس اختبار الألياف البصرية ؟

يتم اختبار الألياف البصرية من حيث :

قرينة الانكسار ، الشكل الهندسي ، نصف القطر، تشتت الإشارة الضوئية ، سعة حمل المعلومات ، تحملها لدرجات الحرارة ، إمكانية توصيل الإشارات الضوئية تحت الماء .

ما مكان الألياف البصرية في سلم التكنولوجيات الحديثة ؟

استحوذ استخدام الألياف البصرية على نقل المعلومات عبر المسافات الطويلة ، إلا أنها تستخدم أيضا لنقل المعلومات لمسافات قصيرة ، مثل : تبادل المعلومات بين الكمبيوتر الرئيسي والكمبيوترات الجانبية أو الطابعة في شبكات الإتصال .

و نتيجة لمرونة الألياف البصرية ودقتها أدخلت في صناعة الكاميرات الرقمية المتعددة المستخدمة في التصوير الطبي كالمنظار و كذلك في التصوير الميكانيكي لفحص اللحام والوصلات داخل أنابيب المجاري الطويلة . كما استخدمت الألياف البصرية كمجسات لتحديد درجات الحرارة والضغط نظرا لحساسيتها الصغيرة و دقة أدائها ، مثال : مجسات على جدران وأجنحة بعض الطائرات لتنبيه الطيار عن الضغط المسلط على جسم أو أجنحة الطائرة .

الخلاصـــة

1ــ الإنعكاس : هو ظاهرة ارتداد الضوء في نفس الوسط على سطح عاكس .

- القانون الأول : الشعاع الوارد والشعاع المنعكس والناظم للسطح العاكس تقع في نفس المستوي .
- القانون الثاني : زاوية الورود تساوي زاوية الإنعكاس ، و يكتب $i = r$

2ــ الإنكسار: هو التحول المفاجئ لمسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل لوسطين شفافين .

ــ **القانون الأول :** الشعاع المنكسر يقع في مستوي الورود . يشمل مستوي الورود الشعاع الوارد والناظم للسطح الكاسر عند نقطة الورود .

ــ **القانون الثاني :** من أجل وسطين شفافين ، نسبة sin زاوية الورود إلى sin زاوية الإنكسار ثابتة ، و تكتب : $\sin i / \sin r = n$.

الثابت n يدعى قرينة الإنكسار النسبية للوسط الثاني بالنسبة للوسد الأول ، و تساوي نسبة قرينة انكسار الوسط الثاني إلى قرينة انكسار الوسط الأول ، و تكتب : $n = n_2 / n_1$

و يصاغ القانون الثاني على الشكل : $n_1 \sin i = n_2 \sin r$.

إذا كان الوسط الأول هو الهواء تدعى هذه النسبة قرينة الإنكسار المطلقة للوسط الثاني ،

و يكتب القانون الثاني على الشكل : $\sin i = n \sin r$

ــ عندما ينتقل الضوء من وسط أقل كسر إلى وسط أكثر كسر : يقترب الشعاع المنكسر من الناظم ، و ينحرف عن مساره بزاوية تدعى زاوية الإنحراف يرمزلها D .

ــ عندما ينتقل الضوء من وسط أكثر كسر إلى وسط أقل كسر : يبتعد الشعاع المنكسر عن الناظم.

3ــ الإنكسار الحدي و الإنعكاس الكلي

ــ في الحالة التي ينتقل فيها الضوء من وسط أقل كسر إلى وسط أكثر كسر ، فإن زاوية الإنكسار تأخذ قيمة حدية L عندما تؤول زاوية الورود إلى القيمة 90° .

ــ في الحالة التي ينتقل فيها الضوء من الهواء إلى وسط شفاف n تحسب الزاوية الحدية بالعلاقة : $\sin L = 1/n$

ــ في الحالة التي يرد فيها الضوء من وسط أكثر كسر إلى وسط أقل كسر ، فإنه :

ــ ينفذ إلى الوسط الثاني مبتعدا عن الناظم إذا كانت : $i \leq L$.

ــ ينعكس كلية عندما تكون : $i > L$.

بعض تطبيقات الإنكسار الحدي و الإنعكاس الكلي

أ) ــ الموشور ذو الإنعكاس الكلي

يدخل هذا النوع من الموشور في كثير من الأجهزة البصرية المختلفة . بإستعمال موشورين أو أكثر من هذه النوع بتركيبة معينة نحصل على جملة بصرية لها وظيفة قيادة الشعاع الضوئي دون ضياع .

ب) النافورة الضوئية

جـــ) يبدو الجسم المغمور في الماء مشوها

د) ظاهرة السراب

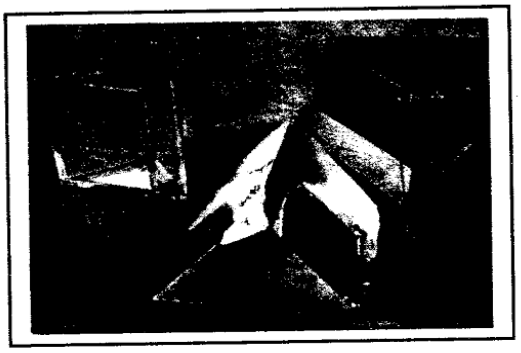
هـــ)ــ الألياف البصرية

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

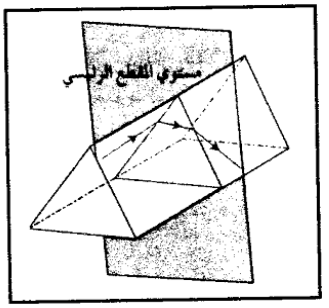
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

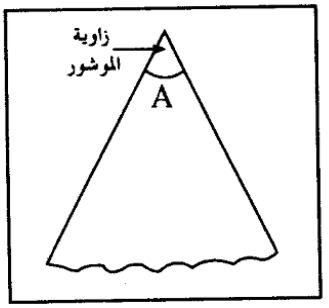
2) انحراف الضوء بالموشور

1ـ تعاريـف



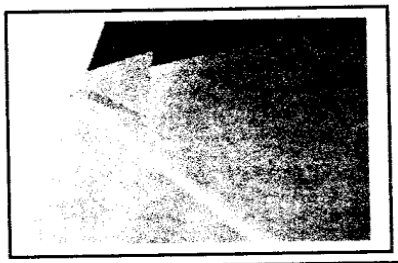
ـ الموشور وسط شفاف و متجانس محدد بسطحين مستويين غير متوازيين ،
ـ نسمي السطحين وجهي الموشور و خط تقاطعهما يدعى حرف الموشور .
ـ الزاوية المحصورة بين السطحين تسمى زاوية الموشور ، رمزها A ،
ـ كل مستوي عمودي على حرف الموشور ، يدعى مستوي المقطع الرئيسي ، فإنه يواصل مساره حسب القانون الأول للإنكسار على نفس المستوي ، وهذا ما نعتبره لاحقا لتمثيل الموشور على شكل مثلث .





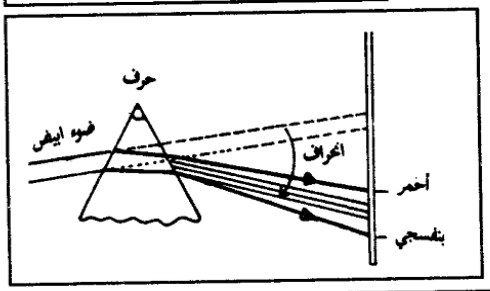
2ـ ماذا يحدث للضوء عندما يجتاز موشورا ؟

نشـــاط



في يوم مشمس و في مكان يوجد به ضوء الشمس و ظل ، اختر موقعا في الخط الفاصل بين الضوء والظل . خذ موشورا وضع رأسه في نقطة من هذا الخط بحيث تسقط أشعة الشمس على أحد وجهيه ، أنظر الصورة ، ماذا تلاحظ ؟

الشعاع الضوئي الذي يجتاز الموشور يحدث له انحراف وأن حزمة الضوء تبرز منحرفة و مقزحة (مع ظهور ألوان) .



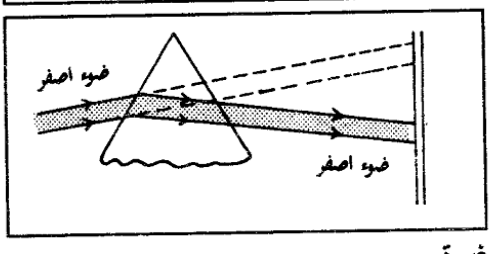
ـ ارسم مخططا مبسطا للتجربة تجسد فيه أشعة الشمس الواردة على رأس الموشور والأشعة التي تبرز من الموشور.
ـ في رأيك ماذا حدث لضوء الشمس إثر اجتيازه الموشور ؟

الضوء الأبيض ضوء أيض مركب يتحلل إلى عدة ألوان ، ، إثر اجتيازه للموشور .

• خذ مرشحا ملون مزودا بحاجز عاتم به شق ، وعرضه لأشعة الشمس واستقبل الضوء النافذ من الشق على ورقة بيضاء . ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ أن الأشعة تبرز من المرشح بنفس لون المرشح .

ـ عرض رأس الموشور السابق للضوء المتحصل عليه.



الشعاع الضوئي الذي يجتاز الموشور يحدث له انحراف وأن حزمة الضوء تبرز منحرفة و تكون وحيدة اللون بنفس لون المرشح.

ـ ارسم مخططا تجسد فيه الشعاع الوارد والشعاع البارز من الموشور .
ـ ماذا تستنتج ؟

• أعد نفس التجربة باستعمال مرشحات ملونة مختلفة . لخص ملاحظاتك بفقرة صغيرة .

عندما نعيد نفس التجربة باستعمال مرشحات ملونة مختلفة نحصل في كل حالة حزمة الضوء البارزة منحرفة و تكون وحيدة اللون بنفس لون المرشح .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

نتيجة : الموشور يبدد ضوء الشمس(الضوء الأبيض) و يحلله إلى عدة ألوان (ألوان قوس قزح) أما الضوء الوحيد اللون فلا يمكن أن يتحلل فينحرف عن مساره دون أن يحدث تغير في لونه .

3ـ الدراسة الكمية لإنحراف الضوء في الموشور

تجربـة :

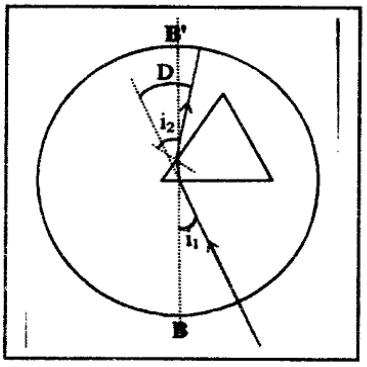
الهدف من هذه التجربة هو دراسة مسير الشعاع الضوئي عبر الموشور . من أجل ذلك نستعمل :

ـ منبعا ضوئيا وحيد اللون ،

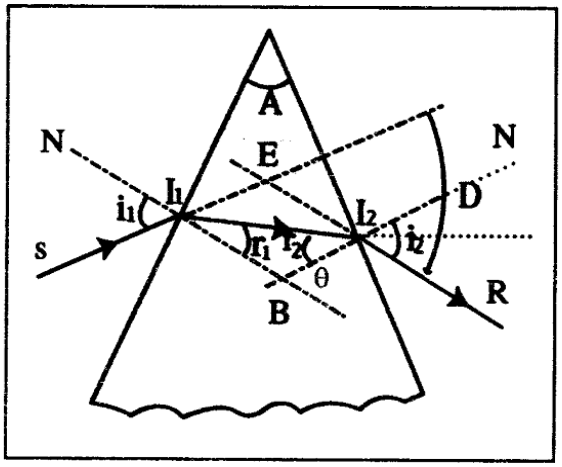
ـ موشور قرينته n معروفة .

ـ ضع الموشور فوق ورقة بيضاء و اضبط وضعه بحيث تحصل على شعاع بارز من الوجه الآخر .

ـ اقترح كيفية عملية لقياس زاويتي البروز و الورود .



ـ نرسم على الورقة دائرة مركزها o قبل وضع الموشور فوقها.
ـ نسلط على الورقة أفقيا حزمة ضوئية وحيدة اللون (ضوء الليزر) أو ضوء (أبيض + مرشح ملون) ، بحيث يترك أثرا على سطح الورقة ، ثم نجسده برسم خط مستقيم (القطر BB') يمر من مركز الدائرة .
ـ نضع بعد ذلك الموشور فوق الورقة بحيث يكون رأسه بجوار مركز الدائرة رأسه يغطي المركز وأحد الوجهين عمودي على BB' (الذي يمثل الناظم لهذا الوجه).
بتدوير الورقة حول مركز الدائرة و ترك المصدر الضوئي ثابتا نحدد زاوية الورود i_1 و نقيسها (انظر الشكل المقابل).
ـ عند الحصول على الشعاع البارز من الوجه الآخر للموشور ، نرسم أثره على الورقة و كذا شكل الموشور ثم ننزعه.
ـ عند نقطة بروز الشعاع نرسم الناظم لوجه الموشور.
ـ بالمنقلة نقيس i_2 و برسم امتداد الشعاع الوارد يمكن قياس زاوية الانحراف D.



ـ قس زاوية الورود i_1 و زاوية البروز i_2 و زاوية الإنحراف D .
ـ هل هذه القيم تتعلق بوضع نقطة الورود على الوجه الأول للموشور ؟
لا ، هذه القيم لا تتعلق بوضع نقطة الورود على الوجه الأول للموشور.
ـ مستعينا بالرسم الموضح بالشكل المقابل و القانون الثاني للانكسار ، احسب قيمتي كل من r_1 و r_2.
قيمة قرينة انكسار الموشور المستعمل تساوي : 1,5

ـ استنتج هندسيا أن : $A = r_1 + r_2$ ؛ $D = i_1 + i_2 - A$
ـ الزاوية θ خارجية للمثلث I_1I_2B ، فهي تساوي مجموع الزاويتين الداخليتين لهذا المثلث ما عدا المجاورة لها أي : $\theta = r_1 + r_2$
و لدينا الزاويتين A و θ أضلاعهما متعامدة فهما متساويتين $A = \theta$.
و منه نستنتج أن : $A = r_1 + r_2$
ـ الشعاع الوارد يحدث له انحرافين ، الأول عند الوجه الأول للموشور : $D_1 = i_1 - r_1$
و الإنحراف الثاني يحدث له عند الوجه الثاني للموشور : $D_2 = i_2 - r_2$
يصبح الإنحراف الكلي : $D = D_1 + D_2 = i_1 - r_1 + i_2 - r_2 = i_1 + i_2 - (r_1 + r_2)$.
و منه نستنتج أن : $D = i_1 + i_2 - A$

ـ تأكد بالحساب من قيمة D .
ـ تأكد بالقياس المباشر من قيمة الزاوية A .
ـ هل هناك تطابق بين قيم D و A المقاسة و المحسوبة ؟

4ـ شروط بروز الشعاع الضوئي من الموشور

1) الشرط الأول :
عند النقطة I_2 ، إذا كانت الزاوية r_2 أكبر من L (الزاوية الحدية للموشور) فإن الشعاع ينعكس كلية عند الوجه الثاني للموشور.
و لذا يجب أن تكون : $r_2 < L$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

و من جهة أخرى لدينا : $r_1 < L$ و منه $r_1 + r_2 < L$
أي : $A < 2\,L$ و هو الشرط الأول للبروز .

الشرط الثاني للبروز :
نتأكد من أن الشرط الأول للبروز محقق ، ثم نبحث بالتركيب التجريبي السابق عن زاوية الورود i_0 التي من أجلها يكون الشعاع البارز من الموشور مماسيا للوجه الثاني له .
ــ نلاحظ أنه من أجل زاوية ورود i أقل من i_0 لا يبرز الشعاع من الموشور ، بل ينعكس كلية عند وصوله للوجه الثاني له.
و بما أن $A < 2\,L$ أي $r_2 < L$ فإن : $A - r_1 < L$ أو $r_1 > A - L$
و منه : $\sin r_1 > \sin (A - L)$
و بضرب الطرفين بـــ n نجد : $n \sin r_1 > n \sin (A - L)$ أو $\sin i_1 > n \sin (A - L)$
ــ من أجل $i_1 = i_0$ يكون الشعاع البارز مماسيا للوجه الثاني للموشور و منه نكتب :
$\sin i_0 = n \sin(A - L)$ و نستنتج أن **الشرط الثاني للبروز** و هو أن يكون : $i_1 > i_0$
حيث i_0 هي أدنى قيمة لزاوية الورود على الوجه الأول للموشور.

جـــ ــ زاوية الإنحراف الأدنى (D_m)

الدراسة التجريبية للإنحراف
نلاحظ من العلاقات : $D = i_1 + i_2 - A$ ، $\sin i = n \sin r$ ، $n \sin r' = \sin i'$ ، أن الإنحراف D يتوقف على قيمة كل من زاوية الموشور A و زاوية الورود i و قرينة انكسار الموشور n .

- **تأثير زاوية الموشور على زاوية الإنحراف :**
يزداد الإنحراف بزيادة زاوية الموشور .

- **تأثير قرينة انكسار الموشور على زاوية الإنحراف :**
الإنحراف يزداد بزيادة قرينة انكسار الموشور .

- **تأثير زاوية الورود على الإنحراف :**

إليك جدول يحتوي على نتائج دراسة تجريبية لتغيرات زاوية الإنحراف D بدلالة زاوية الورود i على الوجه الأول لموشور زاويته $A = 50°$ و قرينة انكساره $n = 1,52$.

90°	**75°**	**66°**	**51°**	**40°**	**30°**	**20°**	**16°**	**13,5°**	**i**
13,5°	**16°**	**20°**	**30°**	**40**	**51°**	**66°**	**75°**	**90°**	**i'**
									D

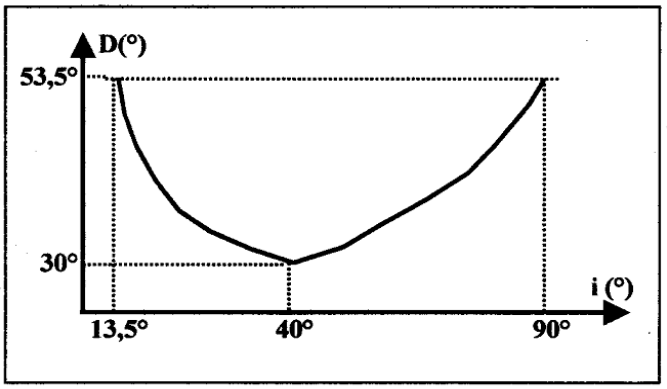
أ ــ اكمل الجدول ثم ارسم بيان تغيرات D بدلالة i أي : $D = f(i)$. ماذا تلاحظ ؟
ب ــ هل الشرط الأول للبروز محقق ؟
جـــ ــ لماذا بدأت قيم i من القيمة 13,5° ؟
د ــ اوجد أصغر قيمة لزاوية الإنحراف بطريقتين مختلفتين .

المناقشة :
أ ــ اكمال الجدول ثم رسم بيان تغيرات D بدلالة i أي : $D = f(i)$.

90°	75°	66°	51°	40°	30°	20°	16°	13,5°	**i**
13,5°	16°	20°	30°	40	51°	66°	75°	90°	**i'**
53,5°	41°	36°	31°	30°	31°	36°	41°	53,5°	**D**

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie



ــ نلاحظ أنه كلما زادت زاوية الورود ابتداءا من القيمة $i_0 = 13,5°$ ، فإن زاوية الإنحراف تتناقص إلى أن تصل إلى قيمة معينة تكون صغرى $D_m = 30°$ ، يحدث بعدها تناسب آخر أي يصبح كلما زادت زاوية الورود ، زاوية الإنحراف تزداد.

ب ــ الشرط الأول للبروز هو : $A < 2L$ حيث : $A = 50°$
لنحسب قيمة الزاوية الحدية :

$$\sin L = 1 / n = 1 / 1,52 = 0,657 \Rightarrow L = 41,14°$$
$$2\,L = 82,28° \Rightarrow A < 2L$$

ــ نعم الشرط الأول للبروز محقق .

جـ ــ بدأت قيم i من القيمة 13,5° : لكي يتحقق الشرط الثاني للبروز .

ــ من أجل i_0 ـ i_1 يكون الشعاع البارز مماسيا للوجه الثاني للموشور و منه نكتب : $\sin i_0 = n \sin(A - L)$

$$\sin i_0 = n \sin(A - L) = 1,52 \sin (50° - 41,14°) \Rightarrow i_0 = 13,5°$$

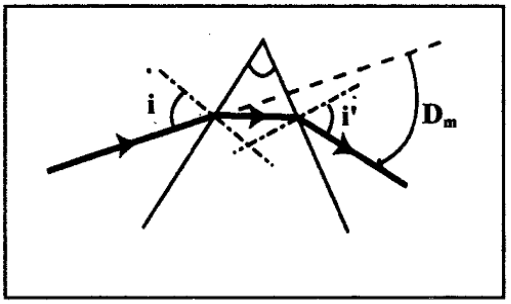
ــ من أجل $i_1 = i_0 = 13,5°$ ، حيث i_0 هي أدنى قيمة لزاوية الورود على الوجه الأول للموشور.
نستنتج أن الشرط الثاني للبروز أن يكون : $i_1 > 13,5°$

د ــ إيجاد أصغر قيمة لزاوية الإنحراف بطريقتين مختلفتين .

ــ الطريقة الأولى : من المنحنى البياني على الشكل وهي أصغر قيمة لـــ D و هي : $D_m = 30°$.

ــ الطريقة الثانية : حسابيا من العلاقة : $\sin (D_m + A) /2 = n \sin A/2$

$$\Rightarrow \sin (D_m + A) / 2 = 1,52 \sin 25° = 0,64$$
$$\Rightarrow (D_m + A) / 2 = 40° \Rightarrow D_m = 29,9°$$



نلاحظ من ذلك ، و من المنحنى البياني ، أن : $D = D_m$ من أجل $i = i'$.
من أجل $D = D_m$ يكون $i = i'$ و منه فإن : $r = r'$ أي أن :
عندما يكون الإنحراف أصغريا ، تكون زاوية الورود تساوي زاوية البروز .

تطبيق : قياس قرينة انكسار الموشور .

لدينا : $D = i + i' - A$ إذن : $D_m = 2\,i - A$
و منه : $i = (D_m + A) / 2$

لدينا : $\sin i = n \sin r$ و $n \sin r' = \sin i'$ و نعلم أن : $A = r + r'$
من قانون الإنكسار الثاني ، لدينا : $n \sin r' = \sin i'$; $\sin i = n \sin r$
ــ عند الإنحراف الأصغري يتحقق لدينا :

$$r = r' = A/2 \; ; \; i = i' \; ; \; D_m = 2\,i - A \Rightarrow i = (D_m + A) / 2$$

2ــ لدينا : $\sin [(D_m + A) /2] = n \cdot \sin (A/2)$

$$\Rightarrow n = \sin [(D_m + A) /2] / \sin (A/2)$$

نتيجة :
نحصل على أدنى انحراف D_m للشعاع البارز ، عندما تكون الزاويتان i_1 و i_2 لزاويتي الورود و البروز متساويتين .
حيث أن : $\sin (D_m + A) / 2 = n \cdot \sin (A/2)$
حيث : $i_2 = i_1 = (D_m + A) /2$

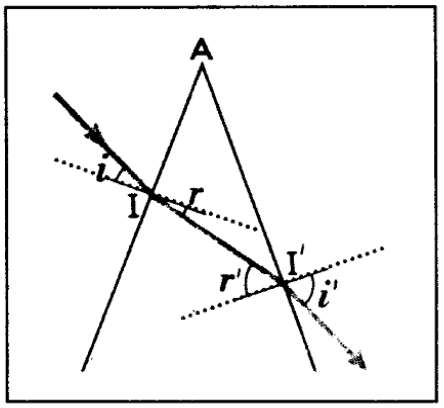
ملاحظة : هذه العلاقة لها أهمية كبيرة ، لأنها تسمح بحساب قرينة انكسار الموشور بدقة انطلاقا من قياس A و D_m .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ملاحظة هامة :

العلاقات السابقة للموشور تطبق باستخدام قيم عددية للزوايا انطلاقا من الحالة الخاصة الممثلة في الشكل المستخرج منها فقط .



و هذه العلاقات هي : $D = i_1 + i_2 - A$ ، $A = r_1 + r_2$

تكون هذه العلاقات عامة و يكون من الممكن تطبيقها على جميع الحالات بشرط أن يعطى لقياس الزوايا i , i' , r , r' ، قيم جبرية موجبة و تحدد إشارة كل من هذه الزوايا حسب الإصطلاحات التالية :

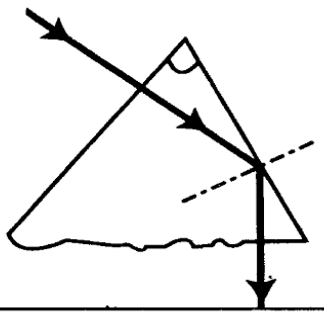
ـــ A دائما موجبة ،

ـــ i و i' موجبتان إذا كانتا موجودتين في جهة قاعدة الموشور بالنسبة لنصف العمود الخارجي في نقطتي الورود و البروز .

ـــ r و r' لهما نفس إشارة i التي لها نفس إشارة i'

نجد في الشكل المرفق حالة خاصة يكون فيها : i و r سالبات .

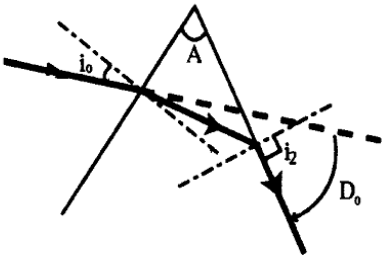
الخلاصـــة



$i < i_0$

هنا $i = 0$

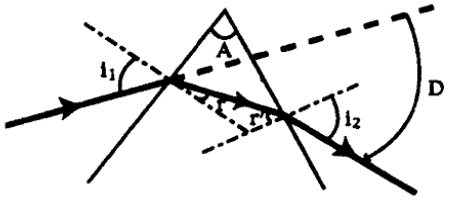
يحدث انعكاس كلي عند الوجه الثاني للموشور



$r' = L$, $i = i_0$

هنا الشعاع البارز مماسي للوجه الثاني

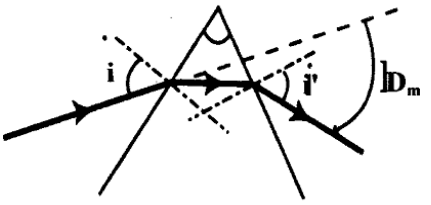
يحدث انحراف أعظمي $D = D_0$



$i_m > i > i_0$

هنا $i_2 > i_1$

يحدث انحراف $D_1 < D_0$



$i = i'$

هنا $i_2 = i_1$

يحدث انحراف أصغري $D = D_m$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

تأكد من معارفك و أجب بصحيح أو خطأ :

أ – انعكاس الضوء هو ارتداده في الهواء في جميع الإتجاهات .

ب ـــ عندما يرتدي شعاع ضوئي من سطح عاكس ، الشعاع الضوئي المنعكس و الشعاع الضوئي الوارد يقعان في نفس المستوي ، و زاوية الإنعكاس تساوي ضعف زاوية الورود .

جـــ – الإنكسار هو انحراف الضوء عن مساره عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين .

د ـــ الموشور جملة ضوئية شفافة محدودة بوجهين متوازيين .

الحـــل ـــ1

أ – انعكاس الضوء هو ارتداده في الهواء في جميع الإتجاهات . **خطأ**

ب ـــ عندما يرتدي شعاع ضوئي من سطح عاكس ، الشعاع الضوئي المنعكس و الشعاع الضوئي الوارد يقعان في نفس المستوي ، و زاوية الإنعكاس تساوي ضعف زاوية الورود . **خطأ**

جـــ – الإنكسار هو انحراف الضوء عن مساره عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين . **صحيح**

د ـــ الموشور جملة ضوئية شفافة محدودة بوجهين متوازيين . **خطأ**

التمرين ـــ2

قيم معلوماتك باختيار الجواب الصحيح من ضمن الإقتراحات الآتية :

أ ـــ يتعلق مسير الأشعة الضوئية بـــ :

• شدة الضوء • وسط الانتشار • جهة الانتشار

ب – تتعلق سرعة انتشار الضوء بـــ :

• شدة الضوء • وسط الإنتشار • جهة الانتشار

جـــ ـــ سرعة انتشار الضوء تكون :

• في الماء أكبر من سرعة انتشاره في الهواء • في الزجاج أقل من سرعة انتشاره في الهواء

• في الهواء تساوي سرعة انتشاره في الخلاء

د ـــ القانون الثاني للإنكسار الضوء هو :

• $i = r$ • $\sin i = \sin r$ • النسبة $\sin i / \sin r$ ثابتة

هـــ ـــ يحدث الإنعكاس الكلي للضوء على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين عندما كون :

• زاوية الورود أقل من الزاوية الحدية • زاوية الورود أكبر من الزاوية الحدية • زاوية الورود تساوي الزاوية الحدية

الحـــل ـــ2

أ ـــ يتعلق مسير الأشعة الضوئية بـــ : • وسط الانتشار

ب – تتعلق سرعة انتشار الضوء بـــ : • وسط الإنتشار

جـــ ـــ سرعة انتشار الضوء تكون : • في الزجاج أقل من سرعة انتشاره في الهواء

د ـــ القانون الثاني للإنكسار الضوء هو : • النسبة $\sin i / \sin r$ ثابتة

هـــ ـــ يحدث الإنعكاس الكلي للضوء على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين عندما كون :

• زاوية الورود تساوي الزاوية الحدية .

التمرين ـــ3

أكمل فراغات النص باستخدام الكلمات الآتية :

السطح – الهواء – القرينة – الوسط – تنكسر – متجانس – الشفافة.

ينتشر الضوء في وسط شفاف و....بسرعة ثابتة ، وتتعلق هذه السرعة بخصائص.... و عندما يجتاز الضوء وسطا آخرا ..... الأشعة الضوئية عند.....الفاصل بين الوسطين . نسبة سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تدعى ....النسبية للانكسار الوسط الثاني بالنسبة للأول . نميز قرينة انكسار الأوساط .... بالنسبة للهواء إذا كان الوسط الأول هو.... ، و تدعى القرينة المطلقة للإنكسار .

الحـل ــ3

ينتشر الضوء في وسط شفاف و **متجانس** بسرعة ثابتة و تتعلق هذه السرعة بخصائص **الوسط** و عندما يجتاز الضوء وسطا آخرا **تنكسر** الأشعة الضوئية عند **السطح** الفاصل بين الوسطين . نسبة سرعة الضوء في الوسط الأول إلى سرعته في الوسط الثاني تدعى **القرينة** النسبية للإنكسار الوسط الثاني بالنسبة للأول . نميز قرينة انكسار الأوساط **الشفافة** بالنسبة للهواء إذا كان الوسط الأول هو **الهواء** و تدعى القرينة المطلقة للإنكسار .

التمرين ــ4

يجتاز شعاع ضوئي السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بزاوية ورود i . الوسط الأول أقل كسرا من الثاني.
نعتبر r' زاوية الإنعكاس و r زاوية الانكسار . بتطبيق قوانين الإنعكاس و الإنكسار ، أكمل الجدول الآتي :

زاوية الورود i	20°			90°	
زاوية الإنعكاس r'			40°		
زاوية الانكسار r	12,5°	0°		30°	

ما هي الزاوية الحدية للانكسار في هذه الحالة ؟

الحـل ــ4

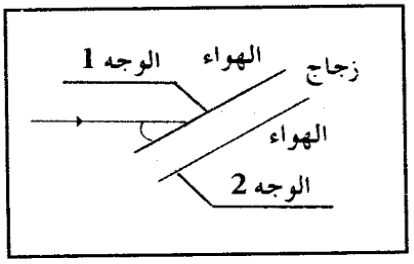
اعتبرنا أن كل القيم أتت من نفس التجهيز و بتجارب مختلفة يتم فيها تغيير زاوية الورود فقط .

زاوية الورود i	0°	20°	40°	52°	90°
زاوية الإنعكاس r'			40°		0°
زاوية الانكسار r	0°	12,5°		30°	39°

من العمود الثاني نستنتج القرينة النسبية للوسطين : $n = n_2 / n_1 = \sin i / \sin r = 1,58$

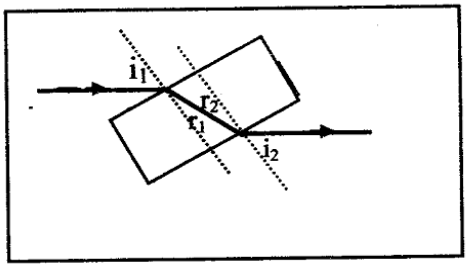
و منها نستنتج الزاوية الحدية : $\sin L = n_1 / n_2 \Rightarrow L = 39°$.

التمرين ــ5



هل الضوء ينحرف عندما يمر عبر قطعة زجاجية متوازية الوجهين ؟
ــ للجواب عن هذا السؤال ، طبق قوانين الانكسار في الوضعية الآتية :
نوجه الضوء الأحمر الليزر من الهواء نحو شريحة من الزجاج ذات وجهين متوازيين ، كما هو موضح في الشكل المقابل .
علما أن قرينة انكسار الزجاج المستعمل هي 1,5 (لأجل هذا الإشعاع الأحمر) و قرينة انكسار الهواء هي 1 :
أ ــ احسب الزاوية التي يرد بها الشعاع الضوئي على الوجه الأول .
ب ــ استنتج زاوية انكسار الشعاع على هذا الوجه .
جـ ــ مثل مسار الضوء داخل الشريحة الزجاجية .
د ــ احسب زاوية البروز على الوجه الثاني . استنتج زاوية الإنكسار الموافقة .
هـ ــ قارن بين استقامة الشعاع الوارد في الهواء و الشعاع البارز من الشريحة . ماذا تستنتج ؟

الحـل ــ5



أ ــ بالمنقلة نقيس i_1 زاوية الورود عل الوجه الأول فنجدها 70° .
ب ــ بالحساب نجد زاوية انكسار الشعاع على هذا الوجه :
$\sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow \sin r_1 = \sin i_1 / n = \sin 70 / 1,5 \Rightarrow r_1 = 39°$
جـ ــ تمثيل مسار الضوء داخل الشريحة الزجاجية : هندسيا ، نجد زاوية الورود r_2 على الوجه الثاني : $r_1 = r_2 = 39°$ (تبادل داخلي) .
د ــ حساب زاوية البروز على الوجه الثاني :
$n \sin r_2 = \sin i_2 \Rightarrow i_2 = 70°$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

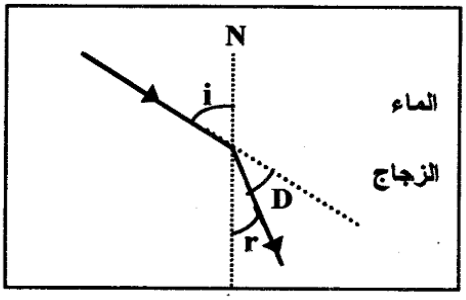
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

هـــ ــ المقارنة بين استقامة الشعاع الوارد في الهواء و الشعاع البارز من الشريحة : امتداد الشعاع الوارد و الشعاع البارز متوازيان . نستنتج أن الصفيحة المتوازية الوجهين لا تحرف منحى الأشعة الضوئية و منه لا يمكن أن تحلل الضوء الأبيض .

التمرين ــ6

نغمر قطعة من زجاج قرينة انكسارها 1,59 في الماء .
ينتشر شعاع ضوئي في الماء و يسقط على الزجاج بزاوية ورود مقدارها 70° :
1ــ احسب زاوية انكسار هذه الشعاع في الزجاج .
2ــ احسب الزاوية الحدية للانكسار . تعطى قرينة انكسار الماء n = 1,33.

الحـــل ــ6



1ــ حساب زاوية انكسار الشعاع في الزجاج : باستعمال القانون الثاني للإنكسار :

$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sin r = n_1 \sin i / n_2 = (1{,}33 \sin 70°) / 1{,}59$

$\Rightarrow r = 52°$

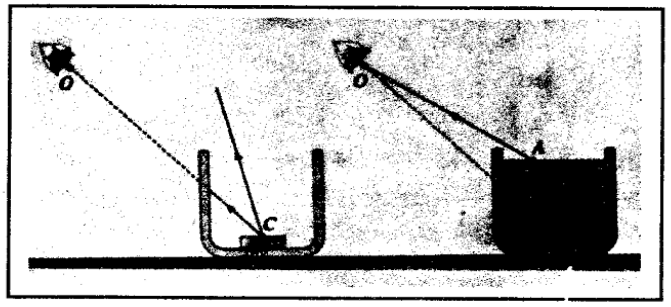
2ــ حساب الزاوية الحدية للإنكسار : $\sin L = n_1 / n_2 = 1{,}33 / 1{,}59$

$\Rightarrow L = 57°$

التمرين ــ7

نضع قطعة نقدية في قعر إناء عاتم على طاولة أمام مشاهد جالس. نبعد تدريجيا الإناء إلى أن تصبح رؤية القطعة من طرف المشاهد غير ممكنة . نصب كمية من الما في الإناء ، فتصبح رؤية القطعة النقدية ممكنة دون أن تتغير وضعية عين المشاهد .
ــ اشرح هذه الظاهرة برسم مسير الشعاع الضوئي في هذه الحالة .

الحـــل ــ7



ــ إذا كانت العين (ممثلة بـــ O) لا يمكن أن ترى المركز C للقطعة النقدية عندما يكون الفنجان فارغا فهذا راجع أن الشعاع الضوئي الممثل بالمستقيم CO لا يصل إلى العين بسبب جدار الفنجان .
ــ بعض الأشعة الضوئية الآتية من المركز C للقطعة النقدية تصل إلى العين O عندما يكون الفنجان مملوءا ، فهذا حتما تكون المستقيمات الممثلة لها قد غيرت مسارها بوجود الماء والهواء أي انكسرت عند السطح الفاصل بين الوسطين الماء و الهواء .

التمرين ــ8

يمر شعاع ضوئي من الهواء إلى الزجاج .
1ــ احسب زوايا الإنكسار r في الزجاج من أجل زوايا الورود :
$i_1 = 5°$ ، $i_2 = 10°$ ، $i_3 = 15°$ ، $i_4 = 20°$ ، $i_5 = 25°$ ، $i_6 = 30°$ ، علما أن قرينة انكسار الزجاج هي $n = 1{,}5$.
2ــ مثل هذه النتائج بجدول .
3ــ نقبل أن الخطأ في تقدير قيم الزوايا r لا يتجاوز 10' ، إلى أي قيمة من الزوايا i نكتفي فيها بالعلاقة $i = n.r$ ؟

الحـــل ــ8

1ــ حساب زاوايا الإنكسار r في الزجاج من أجل زوايا الورود التالية :

زاوية الورود i(°)	0	5	10	15	20	25	30
زاوية الإنكسار r(°)	0	3,3	6,6	9,9	13,1	16,3	19,5

3ــ قيمة الزوايا i التي نكتفي فيها بالعلاقة $i = n.r$ هي : $i_1 = 5°$ ، $i_2 = 10°$ ، $i_3 = 15°$.
علما أن : $1' = 3/10000$ radian $= 3/1000 \cdot 57° = 0{,}0171° \Rightarrow 10' = 0{,}17°$

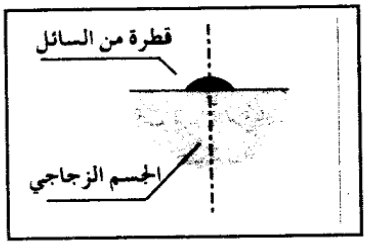
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ـ لنحسب r في حالة $i_4 = 20°$ بالعلاقة $i = n.r$ فنجد : $r = i/n = 20°/1,5 = 13,3°$
و نحن وجدنا أن $r = 13,1°$ إذن ارتكب خطأ قدره : $13,3° - 13,1° = 0,2°$ و هذا الخطأ غير مقبول لأن الخطأ في تقدير قيم الزوايا r يجب أن لا يتجاوز 10' أي : 0,17° .
ـ لنحسب r في حالة $i_3 = 15°$ بالعلاقة $i = n.r$ فنجد $r = i/n = 15°/1,5 = 10°$
و نحن وجدنا أن $r = 9,9°$ ، إذن ارتكب خطأ قدره : $10° - 9,9° = 0,1°$ و هذا الخطأ مقبول لأن الخطأ في تقدير قيم الزوايا r يجب أن لا يتجاوز 10' أي : 0,17° . الخطأ المرتكب 0,1° أقل من الخطأ الذي نقبله 0,17°

التمرين ـ9

لقياس قرينة انكسار سائل ، نضع قطرة منه فوق الوجه المسطح لجسم زجاجي نصف أسطواني ، قرينة انكساره 1,5 و يوجد في مستو شاقولي (أنظر الشكل) .
نسقط حزمة ضوئية رفيعة على الوجه المقوس للجسم الزجاجي و ناظميا له ، فنلاحظ أن أصغر زاوية ورود التي توافق الإنعكاس الكلي هي 63,5° .
ـ احسب قرينة انكسار هذا السائل .



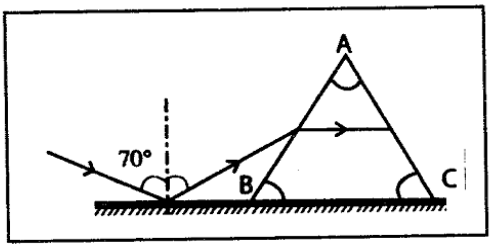
الحـل ـ9

ـ حساب قرينة انكسار السائل n_2 : زاوية الورود هي 63,5° التي توافق الإنعكاس الكلي أي $r = 90°$ ، باستعمال القانون الثاني للإنكسار :

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow n_2 = n_1 \sin i / \sin r = (1,5 \sin 63,5°) / \sin 90° = 1,342$$

التمرين ـ10

نسقط حزمة ضوئية رفيعة على سطح مرآة مستوية بزاوية مقدارها 70° ، يوضع موشور متساوي الأضلاع فوق سطح هذه المرآة ، بحيث يلاقي وجهه AB الحزمة المنعكسة من المرآة و تسقط هذه الأخيرة على الوجه الثاني للمشور موازية لسطح المرآة (أنظر الشكل المقابل) .
ـ احسب قرينة انكسار هذا الموشور.



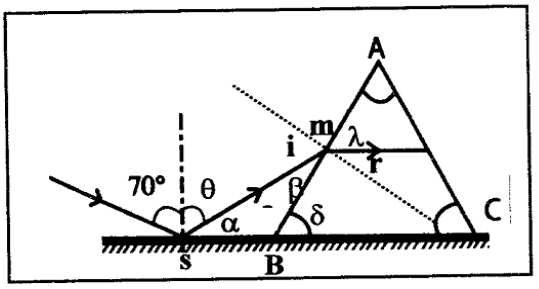
الحـل ـ10

ـ حساب قرينة انكسار هذا الموشور n_2 :
عند الموضع S على المرآة يحدث انعكاس و باستعمال القانون الثاني للإنعكاس
$\theta = 70°$ و منه $\alpha = 20°$
الموشور متساوي الأضلاع أي كل زواياه متساوية : $\delta = 60°$ وهي زاوية خارجية للمثلث s m B و منه : $\delta = \alpha + \beta$

$$\delta = 20° + \beta \Rightarrow \beta = 40° \Rightarrow i = 90° - \beta = 50°$$
أي : **i = 50°**

و لدينا كذلك : $\lambda = 60°$ بالتبادل مع δ و منه :

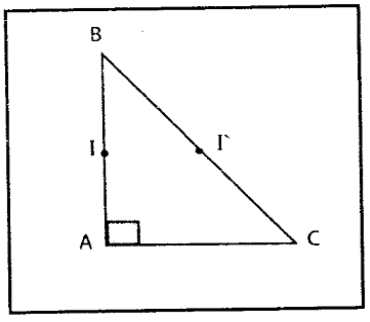
$$r = 90° - 60° = 30° \Rightarrow \mathbf{r = 30°}$$



باستعمال القانون الثاني للإنكسار : $\sin i = n_2 \sin r \Rightarrow n_2 = \sin i / \sin r = (\sin 50°) / \sin 30° = 1,532$
و منه قرينة انكسار الموشور n_2 هي : $\mathbf{n_2 = 1,53}$

التمرين ـ11

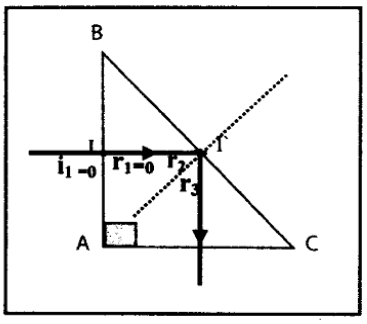
لدينا موشورا من الزجاج قرينة انكساره n = 1,5 و مقطعه الرئيسي عبارة عن مثلث قائم الزاوية في A و متساوي الساقين (أنظر الشكل المقابل) .
أ ـ احسب الزاوية الحدية للإنكسار عند مرور الضوء من الهواء إلى الزجاج .
ب ـ ارسم مسير شعاع ضوئي وحيد اللون يسقط عموديا على الضلع AB في منتصفه I و يصل الوتر BC في منتصفه I' .
جـ ـ ارسم مسير شعاع ضوئي آخر وحيد اللون يسقط عموديا على الوتر BC .
د ـ ماذا يحدث لكل شعاع ؟



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـــل ــ11



أ ــ حساب الزاوية الحدية للإنكسار عند مرور الضوء من الهواء إلى الزجاج :

$\sin L = 1 / n = 1 / 1,5 = 0,666 \Rightarrow \mathbf{L = 41,81°}$

ب ــ رسم مسير شعاع ضوئي وحيد اللون يسقط عموديا على الضلع AB :

ــ بما أن الشعاع عمودي على AB فإن زاوية الورود $\mathbf{i_1 = 0°}$ و منه :

زاوية الإنكسار $\mathbf{r_1 = 0°}$

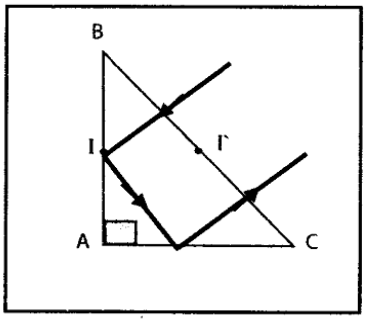
إذن الشعاع الوارد يصل إلى الوجه BC دون انحراف .

ــ عند النقطة I' نرسم ناظم فنحصل على زاوية الورود على الوجه BC :

$r_2 = 45°$ و هي أكبر من الزاوية الحدية و بالتالي يحدث للشعاع انعكاس

و منه زاوية الإنعكاس تساوي زاوية الورود : $r_3 = 45°$

ــ عندما ينعكس الشعاع من الوجه BC يصل إلى الوجه AC بزاوية ورود معدومة و منه يواصل الشعاع مسيره دون انحراف على الوجه AC .



جـ ــ رسم مسير شعاع ضوئي يسقط عموديا على الوتر BC في النقطة I' :

ــ بما أن الشعاع عمودي على BC فإن زاوية الورود $\mathbf{i_1 = 0°}$ و منه :

زاوية الإنكسار $\mathbf{r_1 = 0°}$

إذن الشعاع الوارد يصل إلى الوجه AB دون انحراف بزاوية ورود $r_2 = 45°$ و هي أكبر من الزاوية الحدية و بالتالي يحدث للشعاع انعكاس بنفس زاوية الورود : $r_3 = 45°$

ــ عندما ينعكس الشعاع من الوجه AB يصل إلى الوجه AC بزاوية ورود $r_4 = 45°$ وهي أكبر من الزاوية الحدية و بالتالي يحدث للشعاع انعكاس بنفس زاوية الورود : $r_5 = 45°$.

ــ عندما ينعكس الشعاع من الوجه AC يصل إلى الوجه BC بزاوية ورود معدومة و منه يواصل الشعاع مسيره دون انحراف على الوجه BC .

التمرين ــ12

يسقط شعاع ضوئي من الهواء عموديا على الوجه الأول لموشور من الزجاج .
كم يجب أن تكون زاوية هذا الموشور ليبرز الشعاع مماسيا للوجه الثاني له ؟
تعطى قرينة الزجاج n = 1,5

الحـــل ــ12

ــ حتى يبرز الشعاع الضوئي من الموشور مماسيا للوجه الثاني يجب أن تكون الزاوية r_2 التي يصنعها الشعاع الوارد على الوجه الثاني للموشور حدية أي : $r_2 = L$. الزاوية الحدية $\sin L = 1 / n = 1 / 1,5 = 0,666 \Rightarrow L = 41,81°$

ــ عندما يسقط شعاع ضوئي من الهواء عموديا على الوجه الأول لموشور تكون زاوية الورود $i_0 = 0°$

ــ باستعمال العلاقة : $\sin i_0 = n \sin(A - L) \Rightarrow \sin (A - L) = \sin i_0 / n$

$\Rightarrow \sin (A - L) = 0 \Rightarrow A = L = 41,81°$

التمرين ــ13

ــ ما هي زاوية الورود i_0 التي تمكن الأشعة الضوئية من البروز من موشور زاويته $A = 50°$
و قرينة انكساره $n = 1,65$ ؟ ما هي قيمة زاوية الإنحراف في هذه الحالة ؟

الحـــل ــ13

ــ زاوية الورود i_0 التي تمكن الأشعة الضوئية من البروز من موشور زاويته $A = 50°$ و قرينة انكساره $n = 1,65$:

ــ من أجل $i = i_0$ يكون الشعاع البارز مماسيا للوجه الثاني للموشور و منه نكتب : $\sin i_0 = n \sin(A - L)$

حساب الزاوية الحدية للإنكسار L : $\sin L = 1 / n = 1 / 1,65 = 0,606 \Rightarrow L = 37,3°$

$\sin i_0 = n \sin(A - L) = 1,65 \sin (50° - 37,3°) \Rightarrow i_0 = 21,26°$

ــ قيمة زاوية الإنحراف في هذه الحالة : $D = i_0 + 90° - A = 61,26°$

التمرين ــ14

إليك جدول يحتوي على نتائج دراسة تجريبية لتغيرات زاوية الإنحراف D بدلالة زاوية الورود i على الوجه الأول لموشور زاويته $A = 50°$ و قرينة انكساره $n = 1,52$.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

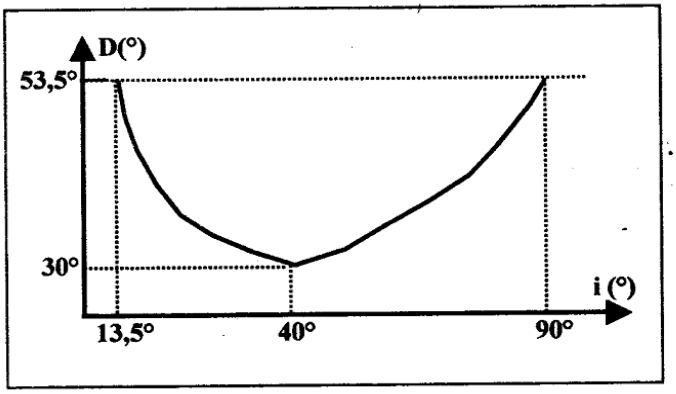
90°	75°	66°	51°	40°	30°	20°	16°	13,5°	i
13,5°	16°	20°	30°	40	51°	66°	75°	90°	i'
									D

أ ــ اكمل الجدول ثم ارسم بيان تغيرات D بدلالة i أي : D = f(i) . ماذا تلاحظ ؟
ب ــ هل الشرط الأول للبروز محقق ؟
جـ ــ لماذا بدأت قيم i من القيمة 13,5° ؟
د ــ اوجد أصغر قيمة لزاوية الإنحراف بطريقتين مختلفتين .

الحـل ــ14

أ ــ اكمال الجدول ثم رسم بيان تغيرات D بدلالة i أي : D = f(i) .

90°	75°	66°	51°	40°	30°	20°	16°	13,5°	i
13,5°	16°	20°	30°	40	51°	66°	75°	90°	i'
53,5°	41°	36°	31°	30°	31°	36°	41°	53,5°	D



ــ نلاحظ أنه كلما زادت زاوية الورود ابتداءا من القيمة $i_0 = 13,5°$ ، فإن زاوية الإنحراف تتناقص إلى أن تصل إلى قيمة معينة تكون صغرى $D_m = 30°$ ، يحدث بعدها تناسب آخر أي يصبح كلما زادت زاوية الورود ، زاوية الإنحراف تزداد.

ب ــ الشرط الأول للبروز هو : $A < 2L$ حيث : $A = 50°$
لنحسب قيمة الزاوية الحدية :

$$\sin L = 1 / n = 1 / 1,52 = 0,657 \Rightarrow L = 41,14°$$
$$2L = 82,28° \Rightarrow A < 2L$$

نعم الشرط الأول للبروز محقق .

جـ ــ بدأت قيم i من القيمة 13,5° : لكي يتحقق الشرط الثاني للبروز .

ــ من أجل $i_1 - i_0$ يكون الشعاع البارز مماسيا للوجه الثاني للموشور و منه نكتب : $\sin i_0 = n \sin(A - L)$

$$\sin i_0 = n \sin(A - L) = 1,52 \sin(50° - 41,14°) \Rightarrow i_0 = 13,5°$$

ــ من أجل $i_1 = i_0 = 13,5°$ ، حيث i_0 هي أدنى قيمة لزاوية الورود على الوجه الأول للموشور.
نستنتج أن الشرط الثاني للبروز أن يكون : $i_1 > 13,5°$

د ــ إيجاد أصغر قيمة لزاوية الإنحراف بطريقتين مختلفتين .
ــ الطريقة الأولى : من المنحنى البياني على الشكل : أصغر قيمة لـ لزاوية الإنحراف D هي : $D_m = 30°$.
ــ الطريقة الثانية : حسابيا من العلاقة : $\sin(D_m + A)/2 = n \sin A/2$

$$\sin(D_m + A)/2 = n \sin A/2 \Rightarrow \sin(D_m + A)/2 = 1,52 \sin 25° = 0,64$$
$$\Rightarrow (D_m + A)/2 = 40° \Rightarrow D_m = 29,9°$$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

3) الضوء الأبيض و الضوء الوحيد اللون

الكفاءات المستهدفة :

- يوظف قوانين الإنكسار لتفسير ظاهرة تبدد الضوء المركب .
- يميز بين الضوء المركب و الضوء البسيط .
- يميز الإشعاع الوحيد اللون في وسط محدد بطول موجته .

الواجب معرفته :

- ماذا يخفي الضوء الأبيض ؟
- كيف نحصل على الألوان من الضوء الأبيض ؟
- كيف نعرف درجة حرارة النجم البعيد ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الضوء الأبيض و الضوء الوحيد اللون

تبـــدد الضوء

1ـــ مشاهدات أوليـــة

أـــ ظاهرة قوس قزح

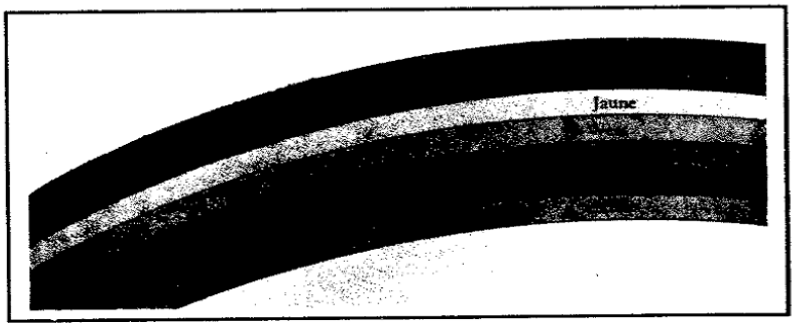
سبق لك أن شاهدت ظاهرة " قوس قزح " في الطبيعة .

ـــ ما هي ظاهرة قوس قزح ؟

ـــ متى و في أي ظروف يتشكل قوس قزح ؟

ـــ من أين تاتي ألوان قوس قزح ؟ أذكر هذه الألوان ،

كيف تفسر ظهورها ؟



قوس قزح يتشكل عند انكسار الضوء الأبيض الآتي من الشمس عند اجتيازه لقطرات من المطر بعد سقوطها. إذن ، خلال ظاهرة قوس قزح يتحلل الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان أساسية من الأحمر إلى البنفسجي مرورا البرتقالي ثم الأصفر ثم الأخضر ثم الأزرق ثم النيلي . نفسر ظهور هذه الألوان على أساس الإختلاف في قرينة الإنكسار و بالتالي كل لون تكون له زاوية انحراف مختلفة عن الآخر .

ب ـــ الألوان على سطح القرص المضغوط

عند النظر إلى وجه قرص مرن CD (الوجه المحفور للكتابة) المعرض للضوء (الشمس أو مصباح) .

ـــ ماذا تلاحظ ؟

ـــ أذكر أسماء الألوان التي تراها .

ـــ ما وجه الشبه بينها و بين ظاهرة قوس قزح ؟

نلاحظ نفس الظاهرة أي تحلل الضوء إلى سبعة ألوان و لكن الأشعة لا تخترق القرص المرن .

جـــ ـــ تقزح فقاعات الصابون

بنفخ الهواء في محلول صابوني يمكن الحصول على فقاعات .

انظر إلى هذه الفقاعات المعرضة لضوء الشمس .

ـــ ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ نفس الظاهرة أي تحلل الضوء إلى سبعة ألوان .

ـــ من هذه المشاهدات الأولى ، ماذا تستنتج ؟

يتكون الضوء الأبيض من سبعة ألوان أساسية وهي : الأحمر ، البرتقالي ، الأصفر ، الأخضر ، الأزرق ، النيلي ، البنفسجي .

2ـــ تبدد الضوء الأبيض بالموشور

رأينا تصرف الشعاع الضوئي الذي يجتاز الموشور عندما تكون شروط البروز محققة ،

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

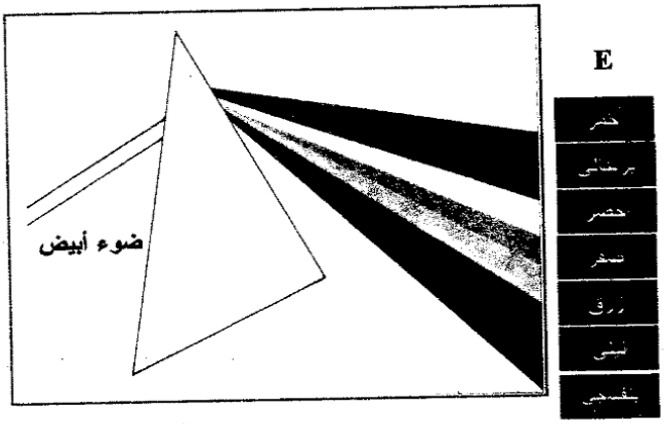
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

إن كل شعاع ضوئي يحدث له انحراف و أن حزمة الضوء الأبيض تبرز منحرفة و مقزحة (مع ظهور ألوان).

تجربـــة

أ ــ نسقط حزمة ضوئية متوازية من مصدر للضوء البيض على أحد وجهي موشور ، و نضبطه بحيث تخرج الحزمة من وجهه الآخر ثم نعترضها بشاشة E . ــ ماذا تلاحظ ؟

حزمة الضوء الأبيض تبرز منحرفة و مقزحة مع ظهور ألوان.



طيف الضوء الأبيض

ــ ما هي الألوان المتحصل عليها على الشاشة ؟ كم عددها ؟ أذكر أسماءها بالترتيب .

هي ألوان قوس قزح و عددها سبعة ألوان أساسية من الأحمر إلى البنفسجي مرورا بالبرتقالي ثم الأصفر ثم الأخضر ثم الأزرق ثم النيلي .

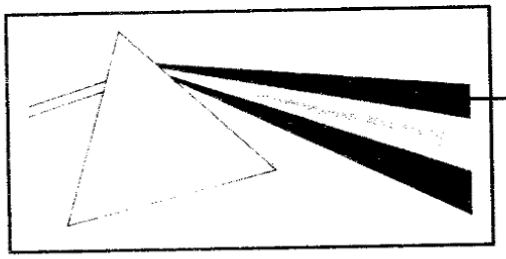
ــ ارسم الشكل الملون الذي تشاهدها على الشاشة و الذي يدعى : " طيف الضوء الأبيض " .

ب ــ علم بحرف أوضاع بعض الألوان من الطيف على الشاشة (مثلا R للأحمر ، V للأخضر و B للأزرق ، ...) ، دون تغيير وضع أي عنصر من التركيب .

ــ ضع أمام الحزمة الواردة مرشحا لونيا أحمرا .

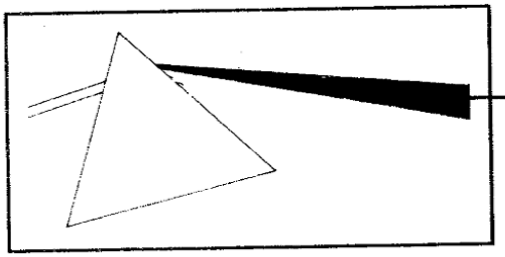
ــ ماذا تشاهد على الشاشة ؟

عند وضع أمام الحزمة الواردة مرشحا لونيا أحمرا يلاحظ على الشاشة بقاء اللون الأحمر و اختفاء بقية الألوان (يمتصها المرشح).



ــ أين تسقط الحزمة الضوئية على الشاشة ؟

يكون موضع الحزمة الحمراء تماما عند موضعها في التجربة السابقة (دون مرشح) .



جـــ ــ أعد نفس العملية السابقة (الحالة ب) ، بمرشح لوني أخضر ، ثم أزرق ثم ..... . ــ ماذا تلاحظ؟

بتغيير لون المرشح يتغير لون الحزمة الضوئية على الشاشة و لكن تتوضع في موضعها الأصلي الذي علمناه بالحرف الخاص به .

نتيجـــة :

من التجارب السابقة نستنتج :

ــ عندما يعترض الموشور الضوء الأبيض ، فإنه يعطي ألوان تكون « طيف الضوء الأبيض ».

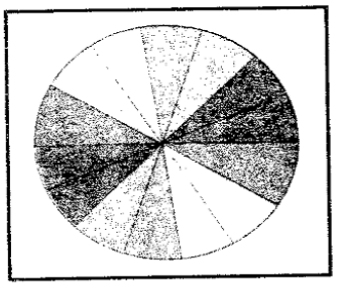
تسمى هذه الظاهرة « تبدد الضوء ».

ــ مصدر ألوان الطيف هو الضوء الأبيض نقول أنه ضوء مركب .

ــ تبرز هذه الألوان من الموشور وفق ترتيب معين حيث الضوء الأحمر هو اللون الذي يحدث له أصغر انحراف و الضوء البنفسجي هو اللون الذي يحدث له أكبر انحراف .

3ــ تركيب الضوء الأبيض

هل يمكن إعادة تركيب الضوء الأبيض ؟



ــ الطريقة الأولى : استخدم قرصا من الورق المقوى مجزئا إلى قطاعات ملونة بألوان طيف الضوء الأبيض . زود القرص بمحور دوران يمر من مركزه .

ــ قم بتدويره بسرعات متفاوتة . ماذا تلاحظ ؟

نلاحظ اختفاء بعض الألوان .

ــ ماذا يحدث عندما تكون سرعة الدوران كبيرة ؟

كل الألوان تختفي و تظهر الورقة تقريبا بيضاء حيث تمتزج الألوان فيما بينها .

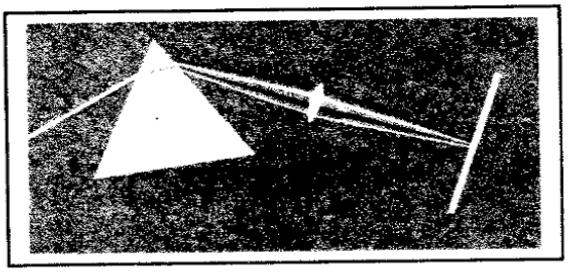
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ماذا تستنتج ؟

نستنتج أنه يمكن إعادة تركيب الضوء الأبيض انطلاقا من ألوانه السبعة المشكلة له .

ـ الطريقة الثانية : استخدام موشور وعدسة أعد تحقيق التجربة السابقة .



1ـ أبعد الشاشة تدريجيا عن الموشور.

2ـ ضع عدسة مقربة بين الموشور والشاشة بحيث تقطع الحزمة الملونة.

3ـ قم بتغيير المسافة الشاشة – العدسة تدريجيا .

ـ عند مسافة معينة (عدسة– شاشة) ماذا يحدث لألوان الطيف ؟

كل الألوان تختفي و يظهر اللون الأبيض .

ـ ما دور هذه العدسة هنا ؟

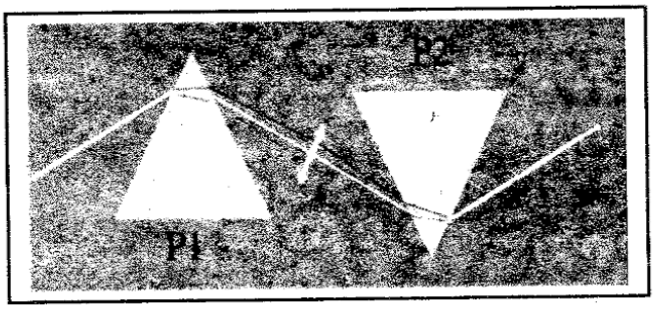
دور هذه العدسة هنا تجميع الألوان أو تركيب اللون الأبيض .

ـ ماذا تستنتج ؟

نستنتج أنه يمكن إعادة تركيب الضوء الأبيض بواسطة العدسة انطلاقا من ألوانه السبعة المشكلة له .

الطريقة الثالثة : استخدام موشورين و عدسة .

ـ باستعمال موشورين وعدسة حاول أن تحقق عمليا التجربة الموضحة بالشكل المقابل .



ـ صف في فقرة وجيزة ماذا يحدث للضوء الأبيض في هذه التجربة ؟

نلاحظ تقريب الحزمة الضوئية البارزة من الموشور الأول بواسطة العدسة التي يتم تركيبها من جديد بواسطة الموشور الثاني .

المخطط التجريبي مبني على تناظر التركيب و على مبدأ الرجوع العكسي للضوء .

ـ في رأيك ما هي جهة انتشار الضوء في هذه التجربة ؟

يمكن توجيه الحزمة الضوئية بأي اتجاه نريده .

ماذا تستنتج ؟

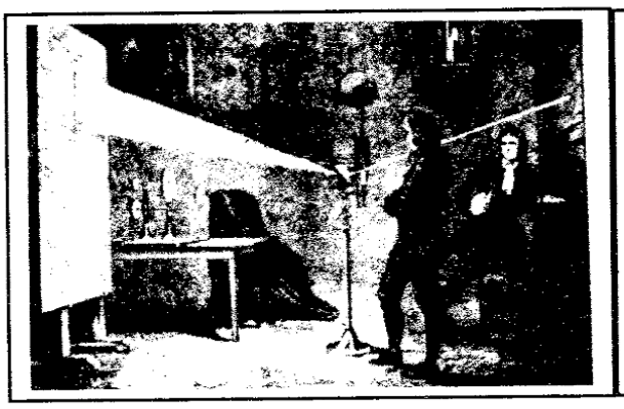
في هذه التجربة يحدث تبدد أو تحليل الضوء الأبيض بواسطة الموشور الأول ثم الحصول على حزمة متقاربة بواسطة العدسة ثم تركيب الضوء بالموشور الثاني من جديد إذ نشاهد عمليتي التحليل و التركيب .

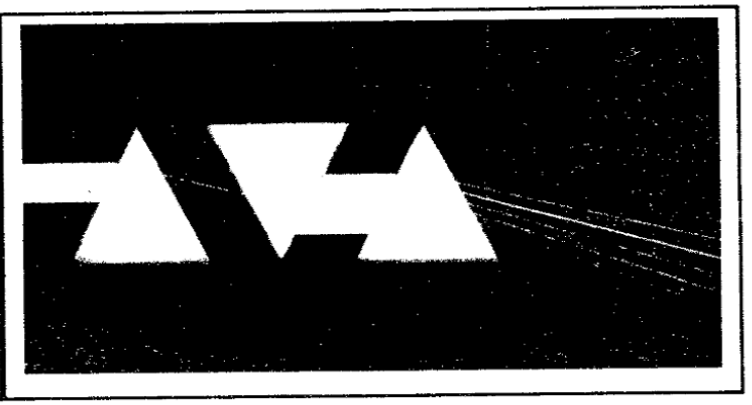
نتيجة عامة :

من التجارب السابقة نستنتج أنه يمكن تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان ، و العكس أيضا إذ يمكن تركيب الألوان للحصول على الضوء الأبيض .

تجربتي تحليل و تركيب الضوء الأبيض للعالم نيوتن :

اسحاق نيوتن (1727 - 1642) عالم في : الرياضيات ، الفيزياء ، الفلك و الفلسفة . عالم اجليزي و هو الذي وضع فرضية تحليل الضوء الأبيض إلى أضواء وحيدة اللون .



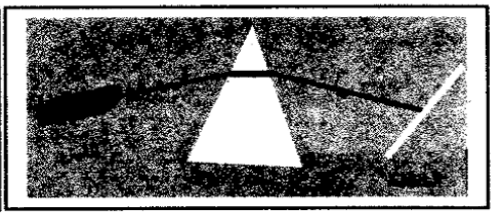


الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

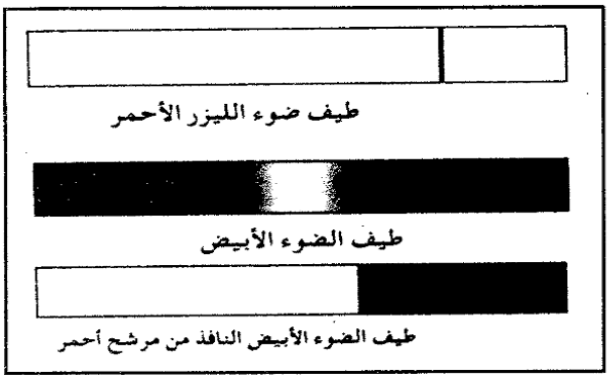
2 ــ الإشعاع وحيد اللون و طول الموجة

1ــ تحليل ضوء الليزر



تجربـــة

نسقط حزمة ضوئية من ضوء الليزر (الأحمر مثلا) على أحد وجهي موشور ، كما هو موضح في الشكل المقابل ، فنحصل على طيف الضوء الليزر الأحمر و الممثل في الشكل المرافق .



ــ قارنه بطيف الضوء الأبيض .

طيف ضوء الليزر الأحمر يحتوي على لون واحد بارز و واضح ، أما طيف الضوء الأبيض فيحتوي على مجموعة من الألوان .

ــ قارنه بطيف الضوء الأحمر النافذ من مرشح أحمر بالضوء الأبيض

طيف ضوء الليزر الأحمر يحتوي على لون واحد بارز و واضح ، أما طيف الضوء الأحمر النافذ من مرشح أحمر بالضوء الأبيض فيحتوي على مجموعة من الألوان و لكنها كلها قريبة من الأحمر و من الصعب التمييز بينها .

ــ نسمي ضوء الليزر " ضوء وحيد اللون " ، علل هذه التسمية .

ضوء الليزر الأحمر يشغل وضعية مميزة في المجال الأحمر لطيف الضوء الأبيض ، فنقول عن هذا الضوء أنه لون بسيط أو « **ضوء وحيد اللون** » .

2ــ الضوء المركب و الضوء وحيد اللون

من الدراسة السابقة ، رأينا أن الضوء الأبيض يعطي طيفا متصلا من الألوان وأن طيف ضوء الليزر الأحمر يشغل وضعية مميزة في المجال الأحمر لطيف الضوء الأبيض ، فنقول عن هذا الضوء أنه لون بسيط أو « **ضوء وحيد اللون** » و الضوء الأبيض ضوء مركب و طيفه عبارة عن مجموعة من الأضواء وحيدة اللون . نقول أن الطيف يتألف من عدة **إشعاعات وحيدة اللون** .
ترى العين السليمة عند تبدد الضوء الأبيض عدد من الألوان (الأحمر ، البرتقالي ، الأخضر ، الأصفر ، الأزرق ، النيلي ، البنفسجي) . إن الضوء الأبيض ، في الحقيقة ، يتألف من عدد لا متناه من الإشعاعات وحيدة اللون المتجاورة و إذا أمعنا النظر في طيف الضوء الأبيض نلاحظ أن كل لون عبارة عن شريط يشمل عدة إشعاعات متقاربة في اللون و لا تميزها العين بسهولة .

مفهوم طول الموجـــة :

ينسب لكل إشعاع وحيدة اللون مقدار فيزيائي يدعى « **طول الموجة**» ، يرمز له بالحرف λ (يقرأ « **لمبدا** ») و يقدر في الوحدات الدولية بالمتر **(m)** .

التواتر (ν) :

في الحقيقة للتمييز بين الإشعاعات وحيدة اللون ، في وسط انتشار معين ، ينسب لكل إشعاع مقدار فيزيائي يدعى « **التواتر**» ، يرمز له بالحرف ν و يقدر في الوحدات الدولية بالهرتز **(Hertz)** **(Hertz)** .

ــ المجال المرئي :

ــ إن طيف الضوء البيض ما هو إلا مجال ضيق من طيف أوسع يدعى طيف « **الإشعاعات الكهرومغناطيسية** » . و يسمى هذا المجال « المجال المرئي » ، لأنه يشمل الإشعاعات المرئية ، أي التي تتحسسها عين الإنسان السليمة .

ــ المجال المرئي يشمل كل الإشعاعات التي أطوال موجاتها تكون محصورة بين قيمتين حديتين وهما الإشعاع البنفسجي (**طول موجته** $\lambda_V = 0,4\ \mu m$) والإشعاع الأحمر (**طول موجته** $\lambda_R = 0,8\ \mu m$) .

المجال المرئي : $0,4\ \mu m < \lambda < 0,8\ \mu m$

مثـــال :

ــ من الشكل الآتي ، حدد لون الإشعاع الذي طول موجته يساوي $\lambda = 0,6\ \mu m$ ؟

ــ اللون الأخضر محصور تقريبا بين حدين ، ما طول موجتهما ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـــل :

ــ من الشكل السابق يمكن تحديد حدي طول الموجة لكل لون من الأحمر إلى البنفسجي و هي :

اللون	بنفسجي	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالي	أحمر
طول الموجة λ (μ m)	0,40–0,42	0,42–0,49	0,49–0,57	0,57–0,58	0,58–0,64	0,64–0,80

ــ لون الإشعاع الذي طول موجته يساوي $\lambda = 0,6\ \mu m$ برتقالي .

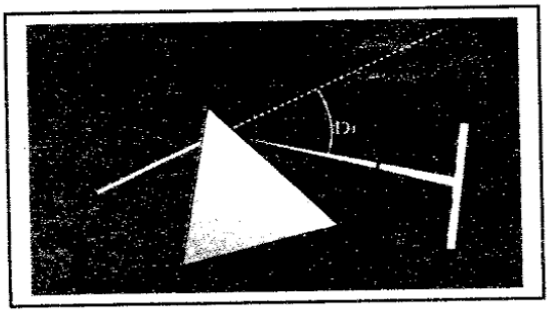
ــ اللون الأخضر محصور تقريبا بين حدين طول موجتهما : $0,49\ \mu m < \lambda < 0,57\ \mu m$

ــ المجال غير المرئي :

من الإشعاعات الكهرومغناطيسية غير المرئية نجد الإشعاعات تحت الحمراء (IR) و الإشعاعات فوق البنفسجية (UV) و الأشعة السينية (X) .

علاقة قرينة الإنكسار بلون الإشعاع

نعود إلى تجربة تبدد الضوء الأبيض و نمثل المسير الضوئي لثلاثة أشعة : الأحمر و الأصفر و الأزرق البارزة من الموشور .



ــ اكمل الرسم بتمثيل مسير كل إشعاع داخل الموشور . برر رسمك بجملة .

الثلاثة أشعة الوحيدة اللون تتميز عن بعضها البعض بانحراف مختلف عندما يمر من وسط شفاف إلى آخرو هذا راجع للإختلاف في أطوال موجاتها .

ــ في رأيك ، كيف هي سرعة كل إشعاع داخل الموشور ؟ علل .

سرعة انتشار الإشعاعات داخل الموشور مختلفة لأنها تتعلق بطول الموجة كل إشعاع .

ــ هل قرينة إنكسار الموشور هي نفسها أو مختلفة بالنسبة لكل إشعاع ؟

قرينة إنكسار الموشور مختلفة بالنسبة لكل إشعاع لأن قرينة الإنكسار للوسط الشفاف n تتعلق بطول موجة الإشعاع .

ــ اكتب علاقة قرينة الإنكسار لكل إشعاع .

سرعة انتشار الضوء في وسط متجانس ما ثابتة و تتعلق بخصائص الوسط فقط . من وسط إلى آخر تتغير سرعة انتشار الضوء و نعرف قرينة الإنكسار المطلقة n على أنها نسبة سرعة انتشار الضوء C في الخلاء إلى سرعة إنتشاره V في الوسط الشفاف المعتبر و تكتب :

$$n = C / V$$

نتيجة :

ــ إن مختلف الإشعاعات الوحيدة اللون التي تؤلف الضوء الأبيض تتميز عن بعضها البعض بخاصيتين :

1ــ فسيولوجيا : بلون مختلف حسب طول موجة كل إشعاع في وسط معين .

2ــ فيزيائيا : بانحراف مختلف عندما يمر من وسط شفاف إلى آخر .

و هذا راجع إلى أن قرينة الإنكسار للوسط الشفاف n تتعلق بطول موجة الإشعاع ، لأن سرعة انتشار الإشعاعات في وسط معين تتعلق بطول الموجة .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الخلاصـــة

ـ تبدد الضوء :
عندما يجتاز الضوء الأبيض موشورا فإنه يتحلل إلى جملة من الإشعاعات وحيدة اللون تشكل طيف الضوء الأبيض ، يمكن استقبالها على شاشة . نسمي هذه الظاهرة " ظاهرة تبدد الضوء بالموشور ".

ـ يتشكل طيف الضوء الأبيض من سلسلة متصلة من الألوان التي تشكل ألوان قوس قزح وهي على الترتيب :
الأحمر ، البرتقالي ، الأخضر ، الأصفر ، الأزرق ، النيلي ، البنفسجي .

ـ كل لون من الطيف الأبيض يحتل مجالا جزئيا يتكون من مجموعة من الإشعاعات المتقاربة في اللون يصعب على العين التمييز بينها ، فيبدوا لنا شريطا من نفس اللون .

ـ يتكون طيف الضوء الأبيض من عدد لا متناه من الإشعاعات الضوئية وحيدة اللون .
كل إشعاع وحيد اللون يتميز بطول موجة λ.

ـ ينحصر المجال المرئي بين الإشعاعين الحديين البنفسجي (Vi) والأحمر (R) أي :
(طول موجته $\lambda_V = 0,4\ \mu m$) والإشعاع الأحمر (طول موجته $\lambda_R = 0,8\ \mu m$) .

المجال المرئي : $0,4\ \mu m < \lambda < 0,8\ \mu m$
حيث λ تمثل طول موجة أي إشعاع وحيد اللون من المجال المرئي .

ـ إن مختلف الإشعاعات الوحيدة اللون التي تؤلف الضوء الأبيض تتميز عن بعضها البعض بخاصيتن :
1ـ فسيولوجيا : بلون مختلف حسب طول موجة كل إشعاع في وسط معين .
2ـ فيزيائيا : بانحراف مختلف عندما يمر من وسط شفاف إلى آخر .
و هذا راجع إلى أن قرينة الإنكسار للوسط الشفاف n تتعلق بطول موجة الإشعاع ، لأن سرعة انتشار الإشعاعات في وسط معين تتعلق بطول الموجة .

ـ في الحالة التي تكون فيها زاوية الورود توافق وضع الإنحراف الأصغر D_m ، يكون في الضوء الأبيض إنحراف الأحمر (D_R) أقل من إنحراف البرتقالي (D_o)..... أقل من إنحراف البنفسجي (D_{vi}).

أو : $D_R < D_o < D_J < D_v < D_B < Di < D_{vi}$

أي : $n_R < n_o < n_J < n_v < n_B < n_I < n_{vi}$

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

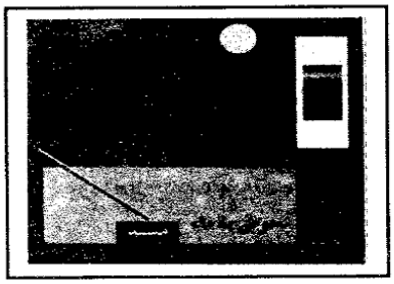
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

قوس قزح . TP

الأهـــداف :

– مشاهدة قوس قزح في المنزل ، في المخبر و في الطبيعة .

- اكتشاف حدوث تبدد الضوء بواسطة الماء بشروط مشابهة لما يحدث في الطبيعة .
- تطبيق قوانين الإنعكاس والأنكسار و شروطها الحدية لتفسير ظاهرة قوس قزح .



ـــ قوس قزح في المنزل :

يمكن الحصول على ألوان قوس قزح بإجراء تجربة بسيطة في المنزل .

الوسائل المستعملة :

- حوض واسع مملوء بالماء ، مرآة مستوية .
- ورقة كبيرة بيضاء من ورق المقوى تستخدم كشاشة .

التجربـــة :

- حقق التركيب كما هو ممثل بالشكل المقابل ،
- ضع المرآة المستوية مغمورة بالحوض و موجهة نحو ضوء الشمس أو مصباح متوهج .
- حرك المرآة حتى تتحصل على طيف ملون على الشاشة .

المطلـــوب :

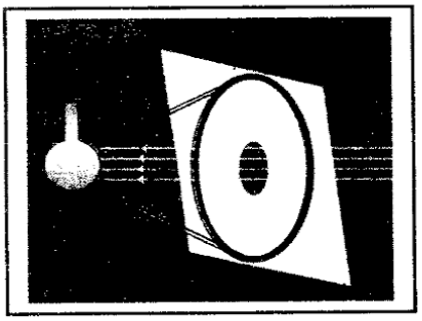
ـــ قارن هذا الطيف مع طيف الضوء الأبيض المتحصل عليه بالموشور.
ـــ حاول أن تفسر كيفية ظهور هذا الطيف على الشاشة ، مستعينا برسم توضيحي لمسار الأشعة داخل وخارج الحوض .
ـــ ما وجه الاختلاف (إن وجد) بين هذا الطيف و طيف الموشور ؟ اشرح ؟

قوس قزح في المخبر :

الوسائـــل :

- حوجلة مملوءة بالماء ، منبع ضوئي (مصباح) شديد الإضاءة ،
- ورقة كبيرة بيضاء من الورق المقوى ، مدور ، أداة قطع أو مقص .

التجربـــة :



- ارسم بالمدور دائرة نصف قطرها 2,5 cm في مركز الورقة البيضاء الكبيرة .
- انزع القرص المشكل بحيث تحصل على ثقب دائري بمركز الورقة .
- ثبت الورقة بوضع شاقولي ثم سلط الضوء على الحوجلة من خلال الثقب كما يوضحه الشكل المرافق .
- ابحث على وضع للشاشة (قم بتحريكها أفقيا بين المنبع والحوجلة) حتى تظهر عليها حلقات دائرية ملونة.

المطلـــوب :

ـــ قارن هذه الألوان مع ألوان قوس قزح .
ـــ حاول تفسير تشكل هذه الألوان اعتمادا على قوانين الإنكسار والإنعكاس و شروطها الحدية .
ـــ لماذا شكلها دائري ؟ قارنه مع شكل قوس قزح .

ملاحظة :

- يمكن استبدال الحوجلة بحبابة مصباح تالف ومفرغ من محتوياته.
- لمزيد من وضوح الطيف يمكن تغطية ظهر الإناء بالألومنيوم (طلاء أو ورق) لعكس الضوء باتجاه الورقة .

ـــ قوس قزح في الطبيعة :

ـــ سبق لك أن شاهدت ظاهرة " قوس قزح " في الطبيعة .
ـــ متى و في أي ظروف يتشكل قوس قزح ؟
ـــ من أين تأتي ألوان قوس قزح ؟ أذكر هذه الألوان ، كيف تفسر ظهورها ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تمـــاريـــن

التمرين ــ1

اختر الجواب الصحيح من بين العبارات التالية :

الموشور يحلل الضوء الأبيض...

أ ــ لأن الضوء الأبيض يتألف من عدد لا متناه من الإشعاعات الملونة .

ب ــ لأن الموشور يحول الضوء الأبيض إلى عدة ألوان .

جـ ــ لأن قرينة انكسار مادة الموشور تتعلق بلون الضوء .

الحـــل ــ1

الموشور يحلل الضوء الأبيض...

جـ ــ لأن قرينة انكسار مادة الموشور تتعلق بلون الضوء .

إن قرينة انكسار مادة الموشور تتعلق بلون الضوء أو بطول موجته ، و بما أن الضوء الأبيض ضوء مركب من إشعاعات ذات أطوال أمواج مختلفة ، فإن كل أشعاع ينحرف بزاوية مختلفة ، لذا يحدث تبدد الضوء الأبيض.

ملاحظة : الجواب أ ــ صحيح لكن غير كاف .

التمرين ــ2

الإيثر نوع كيميائي سائل شفاف ، قرينة انكساره تساوي 1,3506 بالنسبة للإشعاع الأصفر .

1 ــ ما هي سرعة الإشعاع الأصفر عندما ينتشر في هذا النوع الكيميائي ؟

2 ــ كم يستغرق من الزمن عندما يجتاز هذا الضوء طبقة من الهواء سمكها 20 cm ؟

3 ــ كم يستغرق من الزمن عندما يجتاز نفس السمك من الإيثر ؟ قارن بين هذه القيم .

تعطى : $n_{هواء} = 1,0000$ ، سرعة الضوء في الخلاء $C_{هواء} = 3,00.10^8$ m/s .

الحـــل ــ2

1 ــ سرعة الإشعاع الأصفر عندما ينتشر في الإيثر : لدينا العلاقة بين قرينة انكسار الإيثر بالنسبة للإشعاع الأصفر و سرعته في هذا الوسط هي : $n_{إيثر} = C/V$ ، و منه : $V = C/n_{إيثر}$ ، $C = 3,000.10^8$ m/s

تطبيق عددي : $n_{إيثر} = 1,3506$ ، $n_{هواء} = 1,0000$. $V = 3.10^8 / 1,3506 = 2,22.10^8$ m/s

2 ــ الزمن الذي يستغرقه انتشار الضوء في طبقة من الهواء سمكها : $d = 20\ cm = 20.10^{-2}\ m$

سرعة الضوء في نفس الوسط ثابتة و منه : $t = d/C$ ، $t = 20.10^{-2} / 3.10^8 = 6,67.10^{-10}$ s

3 ــ الزمن الذي يستغرقه انتشار الضوء في في طبقة من الإيثر سمكها : $d = 20\ cm = 20.10^{-2}\ m$

$$t' = d / V = 20.10^{-2} / 2,22.10^8 = 9,01.10^{10-}\ s$$

ــ المقارنة بين القيمتين : للمقارنة بين مقدارين نحسب النسبة بينهما :

$$t' / t = d/V / d/C = C/V = 3.10^8 / 2,22.10^8 = 1,35$$

سرعة انتشار الضوء في الإيثر أقل من سرعة انتشار الضوء في في الهواء بـــ 1,35 مرة .

التمرين ــ3

نعتبر موشورا من الزجاج زاويته 60° و قرينة انكساره $n_R = 1,6$ بالنسبة للإشعاع الأحمر و $n_{VI} = 1,68$ بالنسبة للإشعاع البنفسجي . نسقط حزمة رفيعة من الضوء الأبيض على أحد وجهي الموشور بزاوية ورود قدرها 50° .

أ ــ ماذا يحدث عند مخرج الموشور؟

ب ــ احسب انحراف الأشعة الحمراء و الأشعة البنفسجية .

الحـــل ــ3

أ ــ عند مخرج الموشور يحدث تبدد الضوء الأبيض ، بحيث ينحرف كل إشعاع من الأحمر إلى البنفسجي بانحراف متزايد لأن قرائن الإنكسار تزداد . إنحراف الأحمر (D_R) أقل من إنحراف البرتقالي (D_o)..... أقل من إنحراف البنفسجي (D_{Vi}).

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

أو : $D_R < D_o < D_J < D_v < D_B < D_I < D_{VI}$

أي : $n_R < n_o < n_J < n_v < n_B < n_I < nvi$

ب ــ حساب انحراف الإشعاع الأحمر :

نطبق قانون الانكسار الثاني عند الوجهين الأول و الثاني :

ــ عند الوجه الأول : $\sin i = n_R . \sin r$ ، $\sin r = \sin i / n_R$

ت . ع : $\sin r = \sin 50° / 1,6 = 0,4877$; $\mathbf{r = 28,6°}$

لدينا : $r' = A - r = 60° - 28,6° = 31,39° \Rightarrow \mathbf{r' = 31,4°}$

ــ عند الوجه الثاني : $n_R . \sin r' = \sin i'$

ت . ع : $\sin i' = 1,6 . \sin 31,4 = 0,8336 \Rightarrow \mathbf{i' = 56,46°}$

ــ زاوية انحراف الإشعاع الأحمر :

$D_R = i + i' - A \Rightarrow D_R = 50° + 56,46° - 60° = 46,46° \Rightarrow \mathbf{D_R = 46,45°}$

ــ حساب انحراف الإشعاع البنفسجي : باتباع نفس الخطوات السابقة ، نجد :

$r = 27,12°$; $r' = 32,87°$; $i' = 65,76°$; $Dvi = 55,76°$

التمرين ــ4

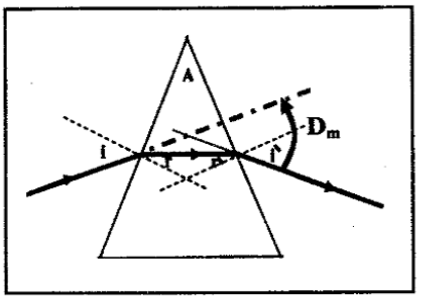
نستخدم موشورا زاوية رأسه تساوي 60° . من أجل إشعاع وحيد اللون طول موجته $\lambda = 589\ nm$ ، تكون زاوية الإنحراف الصغرى في هذا الموشور تساوي 52,8° .

1ــ احسب زاوية ورود حزمة ضوئية من هذا الإشعاع عندما يكون الإنحراف أصغريا .

2ــ احسب قرينة إنكسار الزجاج المصنوع منه الموشور .

3ــ من أجل $\lambda_1 = 434\ nm$ ، $\lambda_2 = 768,5\ nm$ تكون قرينة انكسار الزجاج هي ، على الترتيب : $n_1 = 1,690$ و $n_2 = 1,650$. احسب زاويتي الإنحراف D_1 و D_2 للحزم الضوئية وحيدة اللون التي طول موجاتها λ_1 و λ_2 ، عندما تكون زاوية الورود هي نفسها المحسوبة سابقا .

الحـــل ــ4



1ــ حساب زاوية ورود حزمة ضوئية من هذا الإشعاع عندما يكون الإنحراف أصغريا :

من قانون الإنكسار الثاني ، لدينا : $n \sin r' = \sin i'$; $\sin i = n \sin r$

ــ عند الإنحراف الأصغري يتحقق لدينا :

$r = r' = A/2$; $i = i'$; $D_m = 2i - A \Rightarrow i = (D_m + A)/2 = 56,4°$

2ــ لدينا : $\sin [(D_m + A)/2] = n . \sin (A/2)$

$\Rightarrow n = \sin [(D_m + A)/2] / \sin (A/2) = 1,66$

3ــ حساب زاوية الإنحراف D_1 للإشعاع ذي طول الموجة λ_1 :

ــ من علاقات الموشور : $D = i + i' - A$

ــ من القانون الثاني للانكسار ، عند الوجه AB : $\sin i = n_1 \sin r_1 \Rightarrow \sin r_1 = \sin i / n_1$

ت . ع : $n_1 = 1,69$; $\sin r_1 = 0,4928 \Rightarrow r_1 = 29,53°$

$r_1' = A - r_1$; $r_1' = 30,47°$

ــ عند الوجه AC : $\sin i' = n_1 \sin r_1'$

ت . ع : $\sin i' = 0,857$, $i_1' = 58,98$, $D_1 = 52,8 + 58,98 - 60 = 51,78°$

ــ بنفس الطريقة نحسب زاوية الإنحراف D_2 للإشعاع ذي طول الموجة λ_2 ، فنجد :

$r_2 = 30,32°$; $r_2' = 29,69°$; $D_2 = 51,19°$

التمرين ــ5

يسقط شعاع ضوئي على الوجه AB لموشور زاويته $A = 60°$ بزاوية ورود $i_1 = 48°$.

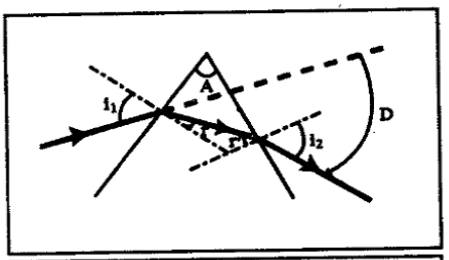
1ــ إذا علمت أن الشعاع البارز له انحراف $D = 36°$.

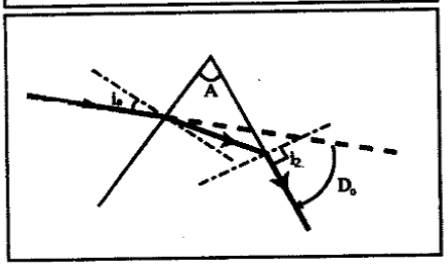
أحسب قرينة انكسار الموشور n من أجل الإشعاع المستخدم .

2ــ من أجل أية قيمة لزاوية الورود i_0 يسقط الشعاع على الوجه AB ثم ينعكس على الوجه AC ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie





الحـــل ــ5

1ــ حساب قرينة انكسار الموشور n :

$D = i_1 + i_2 - A \Rightarrow i_2 = D - i_1 + A = 36° - 48° + 60° = 48°$

بما أن $i_1 = i_2$ فإن $r_1 = r_2 = A/2 = 30°$.

من قانون الإنكسار : $\sin I = n \cdot \sin r \Rightarrow n = \sin i / \sin r = 1,48$

2ــ حتى ينعكس الشعاع الضوئي عند الوجه AC (فلا يبرز من هذا الوجه) ، يجب أن يكون الشعاع مماسيا على الوجه AC ، أي : $i_2 = 90°$ ،

$\sin 90° = n \sin r_2 \Rightarrow \sin r_2 = 1/n \Rightarrow r_2 = 42,5°$

و منه : $r_1 = A - r_2 = 17,7°$.

و حسب قانون الإنكسار عند الوجه AB : $\sin i_0 = n \sin r_1 \Rightarrow i_0 = 26,7°$

التمرين ــ6

نضيء شاشة بضوء وحيد اللون طول موجته $\lambda = 450\ nm$. ما هو لون الشاشة ؟

الحـــل ــ6

الضوء الوحيد اللون الذي طول موجته $\lambda = 450\ nm$ ، ينتمي للمجال المرئي [400 n m − 800 n m] ، عند إسقاطه على الشاشة نرى لونا أزرقا . اللون الأزرق محصور تقريبا بين حدين طول موجتهما :

$424\ n\ m < \lambda < 491\ n\ m$

التمرين ــ7

يصدر نجم إشعاعا طوله $\lambda = 6\ nm$ ، ماذا يعني هذا الطول ؟ هل يمكن رؤيته بالعين المجردة ؟ لماذا ؟

الحـــل ــ7

$\lambda = 6\ \mu m$ ، هذا الطول يمثل طول موجة الإشعاع الصادر من هذا النجم ، و هو لا ينتمي إلى المجال المرئي ، [400 n m − 800 n m] ، فهو إشعاع غير مرئي (من الأشعة السينية التي مجالها محصور تقريبا بين حدين طول موجتهما : $0,001\ n\ m < \lambda < 15\ n\ m$

التمرين ــ8

ــ هل ضوء الشمس ضوء مركب أو وحيد اللون ؟ علل .
ــ هل تصدر الشمس أشعة تحت الحمراء ؟ علل .
ــ هل تصدر أشعة فوق بنفسجية ؟ علل .

الحـــل ــ8

ــ ضوء الشمس ضوء مركب ، يمكن تحليله إلى مركبات لونية أو إشعاعات وحيدة اللون التي يتألف منها بجهاز مبدد للضوء مثل الموشور أو الشبكة .

ــ تصدر الشمس أشعة تحت الحمراء (IR) ، و يمكن التأكد من ذلك من خلال تأثيرها على مستقبل للحرارة مثل المحرار أو الحرارة التي نشعر بها (حاسة اللمس) .

ــ تصدر الشمس أشعة فوق بنفسجية (UV) ، و هي أشعة تؤثر على بعض الألواح الحساسة الفوتوغرافية ، كما يتحسسها جلد الإنسان الذي يحدث له اسمرار .

التمرين ــ9

يتألف المشع الحراري المستعمل للتدفئة المنزلية من سلك يجتازه تيار كهربائي ملفوف حوله قضيب أسطواني من السيليس.
ــ ما هو لون السلك عندما يشتغل الجهاز بصفة عادية ؟
ــ هل يمكن القول أنه يشع إشعاعات تحت الحمراء ؟

الحـــل ــ9

ــ عندما يشتغل المشع الحراري الكهربائي بصفة عادية يكون لون السلك أحمر .

و يشع الإشعاعات الحمراء من المجال المرئي بالإضافة إلى أشعة تحت الحمراء من المجال غير المرئي وهي مصدر الحرارة للتدفئة .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ10

في بعض التجهيزات نستخدم مستقبلات حساسة لوجود الإنسان والحيوان ، ما هي الأشعة التي تتحسسها هذه الأجهزة ؟
ــ هل الغلاف الجوي يسمح بمرور كل الأشعة ؟ ما دور طبقة الأوزون ؟

الحـل ــ10

ــ الأشعة التي تتحسسها هذه الأجهزة هي الأشعة الحرارية أو تحت الحمراء (IR) .
ــ الغلاف الجوي له دور واق للأرض ، فهو يحمينا من الأشعة الضارة مثل الأشعة فوق البنفسجية ، حيث يقوم غاز الأوزون بامتصاص جزء هام منها .

التمرين ــ11

للتحكم في تشغيل جهاز التلفاز نستخدم أداة التحكم عن بعد التي تعمل بنوع معين من الإشعاع .
ــ ما هو هذا الإشعاع ؟ هل يمكن رؤيته ؟ لماذا ؟
ــ وجه هذه الأداة على مقربة من جهاز التلفاز ، ثم ضع بينها و بين الجهاز أجسام مختلفة ، مثل : اليد ، ورقة ، غطاء عاتم ، ورقة من الألمنيوم ، زجاج ، .....الخ . ما هي الأجسام التي تكون شفافة لهذه الأشعة ؟

الحـل ــ11

ــ إن الإشعاع المستخدم للتحكم عن بعد في جهاز التلفاز (وكثير من الأجهزة الإلكترونية) من الإشعاعات تحت الحمراء (و هو إشعاع لا حراري في المجال تحت الحمراء البعيد) . وهي أشعة غير مرئية لأن طول موجتها أكبر من 800 nm (في المجال غير المرئي)
ــ بالتجريب نجد أن بعض الأجسام عاتمة لهذا النوع من الإشعاع و البعض الأخر شفاف له .

التمرين ــ12

يصدر منبع لضوء الليزر ضوءا طول موجته $\lambda = 10,6\ \mu m$.
ــ احسب طوله بالنانومتر .
ــ إلى أي مجال من الطيف الكهرومغناطيسي ينتمي هذا الضوء ؟

الحـل ــ12

ــ $\lambda = 10,6\ \mu m = 10,6 \times 10^3\ nm = 10600\ nm$
ــ نلاحظ أن طول موجة هذا الإشعاع أكبر من 800 nm (الإشعاع الأحمر) و هو ينتمي إلى مجال الأشعة تحت الحمراء .

التمرين ــ13

أكمل الجدول الآتي بوضع علامة X في الخانة المناسبة

طول موجة الإشعاع	المجال IR	المجال المرئي	المجال UV
230 nm			
0,650 µm			
9.10^{-7} m			
430.10^{-9} m			
$5,8.10^{-8}$ m			

الحـل ــ13

طول موجة الإشعاع	المجال IR	المجال المرئي	المجال UV
230 nm			X
0,650 µm		X	
9.10^{-7} m	X		
430.10^{-9} m		X	
$5,8.10^{-8}$ m			X

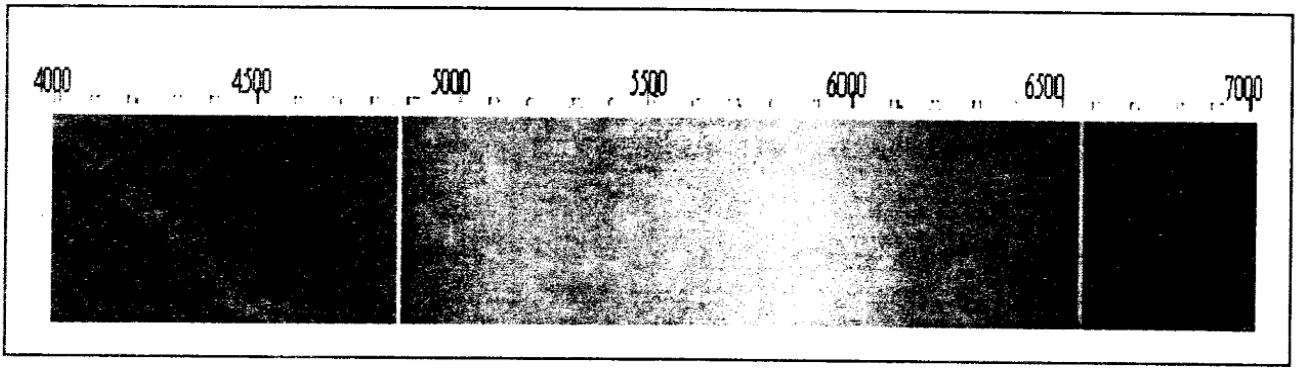
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

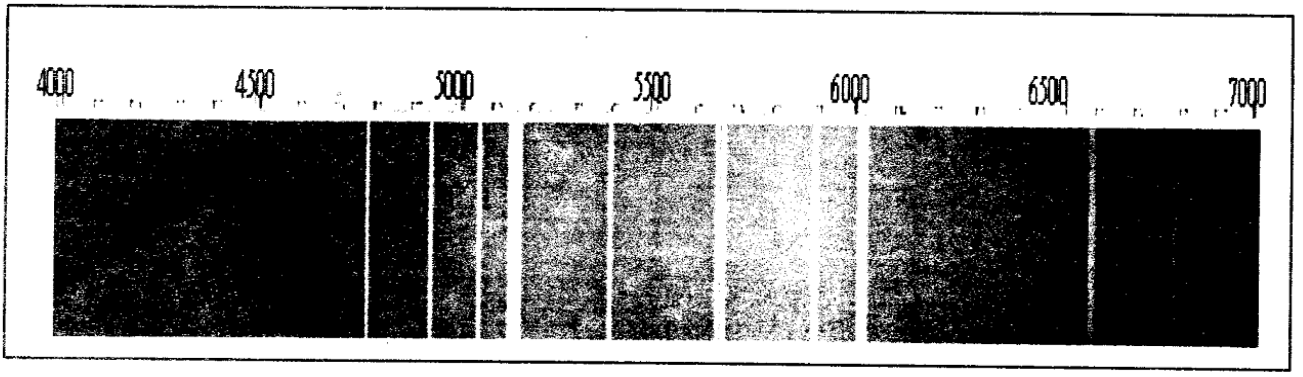
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

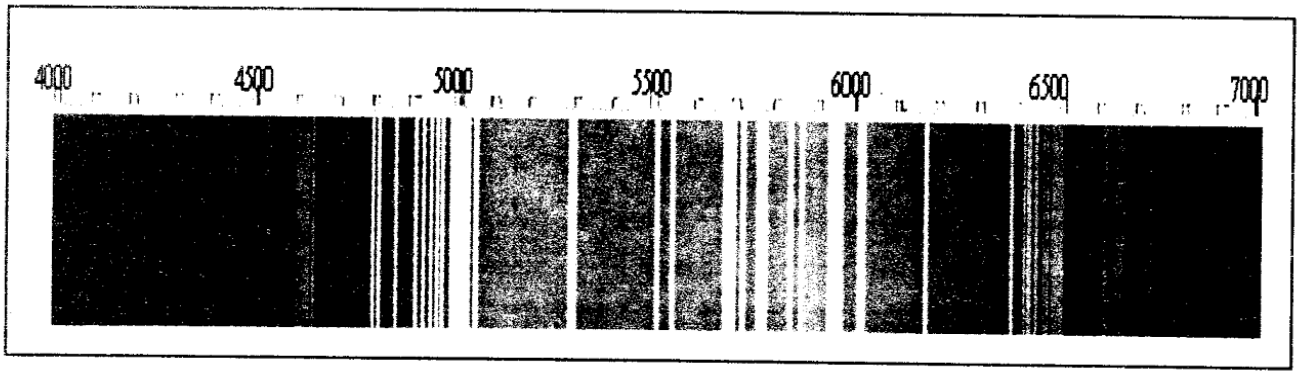
4) الأطيـــاف الضوئية

الكفاءات المستهدفة :

ـــ يميز بين طيف الإصدار و طيف الإمتصاص
ـــ يستعمل طيف الخطوط للكشف عن بعض العناصر المتواجدة في الغلاف الخارجي لنجم
ـــ هل كل منابع الضوء تصدر نفس الضوء ؟ كيف نميزها ؟
ـــ كيف نعرف درجة حرارة جسم من الضوء الذي يصدره ؟
ـــ ماذا يحدث للضوء عندما يجتاز المادة ؟
ـــ ما وسيلة العلماء لمعرفة ما يحدث في الكون ؟







الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

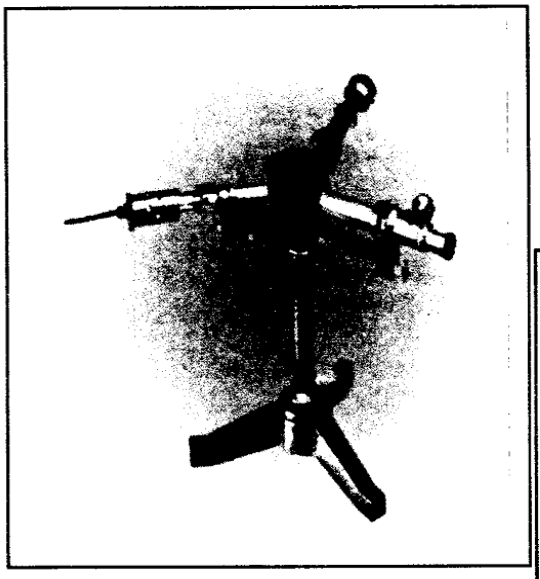
أطياف الإصدار و أطياف الإمتصاص

1ـــ مشاهدات أولية

رأينا في الوحدة السابقة أن الضوء الأبيض الصادر من الشمس أو المنابع المتوهجة يحدث لها تبدد عند مرورها عبر موشور، و تعطينا طيف الأضواء الوحيدة اللون التي يتركب منها.
يمكن الحصول على الطيف الضوئي بوسائل أخرى ، بعضها يعتمد على نفس مبدأ تبدد الضوء بالموشور و البعض الآخر يعتمد على مبدأ آخر .

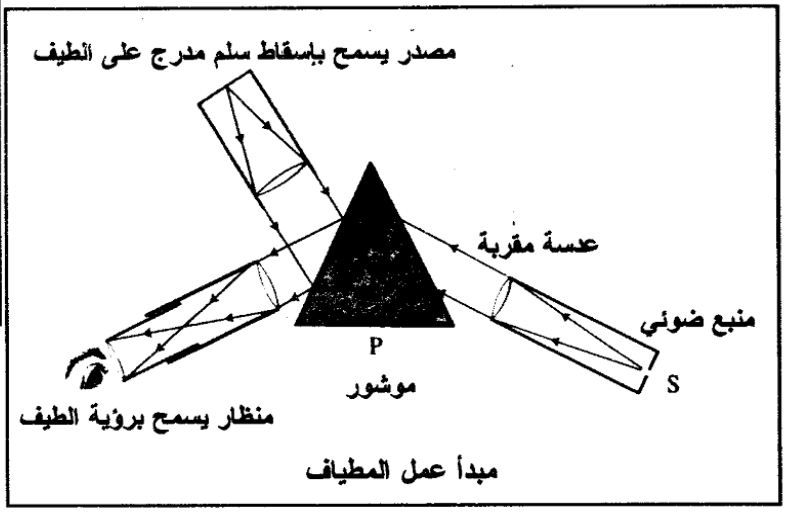
ـــ كيف ندرس الأطياف ؟

رأينا وسائل للحصول على الأطياف تسمح بمشاهدتها دون إمكانية دراستها بدقة ، لذا تستعمل بعض الوسائل السابقة لصناعة جهاز لدراسة الأطياف . يدعى الجهاز " **المطياف** ".



• المطياف المخبري

هذا الجهاز يعتمد على خصائص الموشور في تحلل الضوء .
يتألف المطياف عادة من موشور P ، أنبوب به شق S يدخل منه الضوء وعدسة L تجعل الحزمة الضوئية متوازية ، منظار لمشاهدة الطيف وقد يضاف إليه أنبوب ثالث يسمح بإسقاط على صورة الطيف سلما مدرجا نستعين به لقياس بدقة المسافات بين الإشعاعات . أنظر الشكل.



مبدأ عمل المطياف

2ـــ تصنيف الأطياف

هل لكل مصدر ضوئي طيف ؟ هل كل أطياف هذه المصادر متشابهة ؟

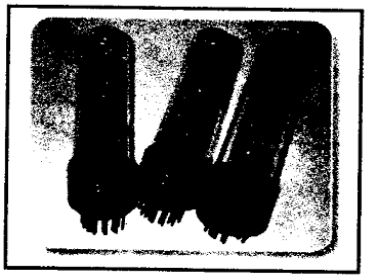
تجربـــة ـــ1

ـــ وجه المطياف نحو ضوء أشعة الشمس لمشاهدة الطيف المتشكل وارسمه على ورقة .
ـــ وجه المطياف نحو مصباح متوهج ، لاحظ الطيف المتشكل و ارسمه على ورقة .
ـــ أعد نفس العملية مع ضوء شمعة .

نلاحظ في الحالات الثلاثة ألوان قوس قزح و عددها سبعة ألوان أساسية من الأحمر إلى البنفسجي مرورا بالبرتقالي ثم الأصفر ثم الأخضر ثم الأزرق ثم النيلي مع الإشارة إلى أنه طيف ألوانه مستمرة دون انقطاع .

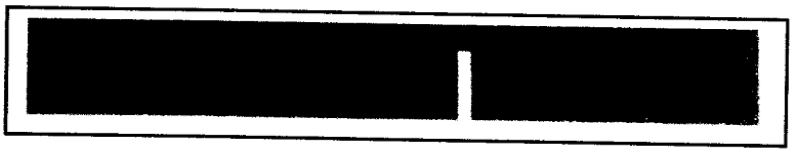
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie



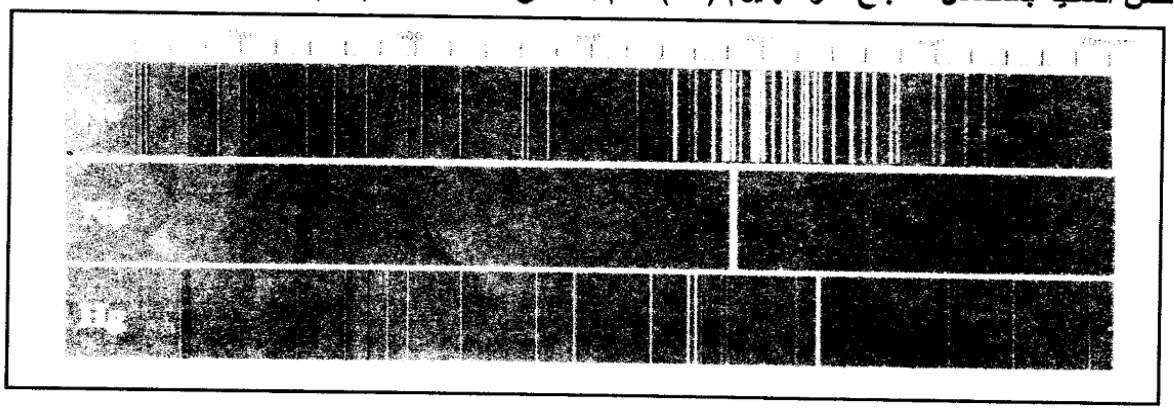
تجربة ــ2

ــ وجه المطياف نحو الضوء الصادر من مصباح الصوديوم (بخار الصوديوم Na) ،
ــ ارسم الطيف المشاهد على ورقة ، و ضعه تحت الأطياف المتحصل عليها سابقا.



الطيف المتحصل عليه يحتوي على قليل من الإشعاعات المتقطعة و لونه أصفر .

ــ أعد نفس العملية باستعمال مصباح غاز الهليوم (Ne) ، ثم بمصباح بخار الزئبق (Hg) .



نلاحظ في الحالات الثلاثة إشعاعات محدودة العدد على شكل خطوط منفصلة بعضها عن بعض .
مع الإشارة إلى أنها خطوط ليست مستمرة و توجد بها انقطاعات و ألوانها مختلفة .
كما نلاحظ أن الأطياف الثلاثة غير متشابهة من حيث اللون و ليست متطابقة .

نتيجة :
ــ تصنف الأطياف إلى أطياف إصدار مستمرة و أطياف إصدار متقطعة أو أطياف خطوط .
1ــ تصدر المنابع المتوهجة الحرارية و كذا الشمس و النجوم أطياف إصدار تحتوي على ألوان تشبه ألوان قوس قزح .
2ــ تصدر المصابيح الضوئية المتألقة (مثل مصباح الصوديوم Na ، الهليوم He و الزئبق Hg) أضواء تعطي أطياف متقطعة ، تحتوي على بعض الإشعاعات محدودة العدد على شكل خطوط منفصلة بعضها عن بعض .
ــ تسمى كل هذه الأطياف أطياف إصدار لأنها صادرة مباشرة من المنابع.
ــ يسمى النوع الأول طيف الإصدار المستمر ، و يسمى النوع الثاني طيف الإصدار متقطع أو طيف خطوط .

1ــ العوامل المؤثرة على نوع و أشكال الأطياف

تجربــة ــ1
ــ الوسائل : موقد بنزن ، مطياف ، أوراق الرسم .
ــ خطوات التجربة :
– قم بإشعال موقد بنزن ، و اضبط منفذ الهواء لتحصل على لهب مصفر . شاهد بالمطياف طيف هذا الضوء .
ارسم الطيف المشاهد على ورقة .

الطيف المشاهد عبارة عن مجموعة ألوان لإشعاعات مختلفة ذات عدد معين .

ــ أعد ضبط منفذ الهواء للحصول على لهب أزرق . شاهد طيف هذا اللهب و ارسمه على الورقة تحت الطيف السابق . قارن بينهما . ماذا تلاحظ ؟
الطيف المشاهد عبارة عن مجموعة ألوان لإشعاعات مختلفة ذات عدد أكبر من الحالة السابقة (لهب مصفر) .

ــ في رأيك ، ما العامل الذي أدى إلى تغير لون اللهب ؟ علل . ماذا تستنتج ؟
العامل الذي أدى إلى تغير لون اللهب هو رفع درجة الحرارة . نستنتج أن **لون المنبع الضوئي** يتعلق بدرجة حرارته ، فعند ارتفاع درجة الحرارة يزداد الطيف غنى بالإشعاعات من الأحمر إلى البنفسجي و بالعكس .

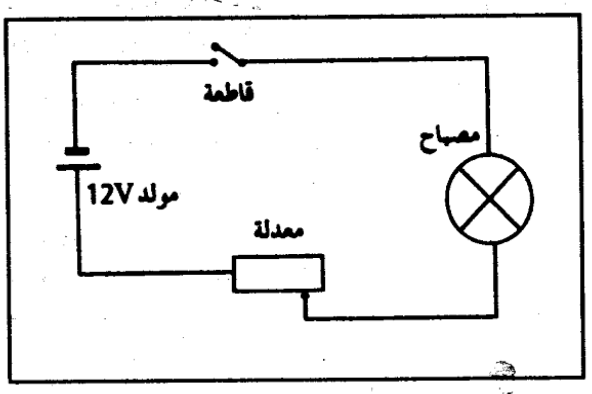
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تجربـة ــ2

الوسائل : مصباح (12V أو 6 V) ، مولد (12 V) أو بطارية أعمدة ، معدلة ، أسلاك توصيل ، قاطعة ، مطياف الشبكة .

ــ خطوات التجربة :

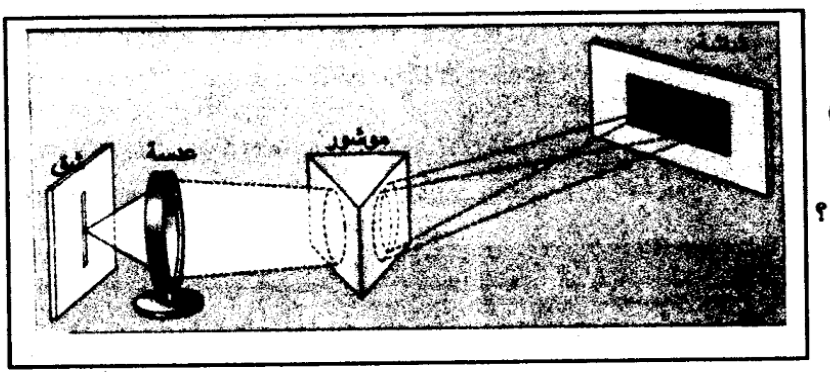


ــ حقق التركيب التجريبي الممثل بالشكل المقابل .
ــ اضبط توتر المولد عند قيمة توتر استعمال المصباح ، واضبط المعدلة لإدخال أكبر قيمة لمقاومتها .
ــ غير من هذه القيمة تدريجيا حتى الوصول إلى بداية توهج المصباح ،
ــ وجه المطياف إلى ضوء المصباح ، لاحظ الطيف .
الطيف المشاهد عبارة عن مجموعة ألوان لإشعاعات إشعاعات حمراء .
ــ زد في شدة توهج المصباح بتغيير تدريجي في مقاومة المعدلة .
لاحظ الطيف في كل مرة .
في كل مرة تزداد عدد الإشعاعات يتغير لونها تدريجيا من الأحمر إلى الأبيض عند الدرجات الحرارة الجد مرتفعة .

ــ ارسم الطيف المشاهد عند أربع حالات مختلفة للتوهج
ــ قارن هذه الأطياف فيما بينها . ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟
نلاحظ أنه كلما زدنا من شدة التيار الكهربائي تزداد درجة حرارة سلك المصباح كلما تغير لونه و كلما لاحظنا زيادة عدد الإشعاعات .

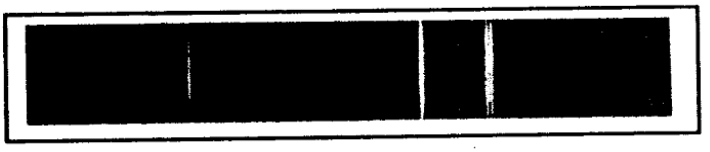
نتيجة :
من التجربتين السابقتين ، نستنتج أن :
ــ المنابع الضوئية ذات المصدر الحراري تصدر ضوءا ذو طيف مستمر .
ــ يتغير الطيف بتغير درجة حرارة المنبع .
ــ يحتوي طيف المصدر الحراري عند درجة حرارة معينة على إشعاعات حمراء و بارتفاع درجة حرارة المنبع (أو التوهج) تبرز فيه إشعاع برتقالية فصفراء و هكذا حتى البنفسجية عند الدرجات الجد مرتفعة حيث يكون لون اللهب (التوهج) أبيضا ساطعا .

تجربـة ــ3



ــ حقق التركيب التالي :
ــ قم بإضاءة الشق بمصباح بخار الزئبق .
ــ اجعل مسار الأشعة تعترضها عدسة لتعليلها ثم موشور لتحليلها .

ــ ضع شاشة تستقبل الطيف الناتج . ماذا تلاحظ ؟



الطيف المتحصل عليه يحتوي على قليل من الخطوط الملونة متوازية تدعى خطوط الطيف المتقطعة . هذا النوع من الطيف يدعى طيف الإصدار المتقطع .

ماذا تستنتج ؟

الإشعاعات المتقطعة ، أطوال موجاتها في الفراغ :

λ_0 (n m)	404,6	435,8	546,1	577,0	579,1	615,0
اللون	بنفسجي	أزرق	أخضر	أصفر	أصفر	أحمر

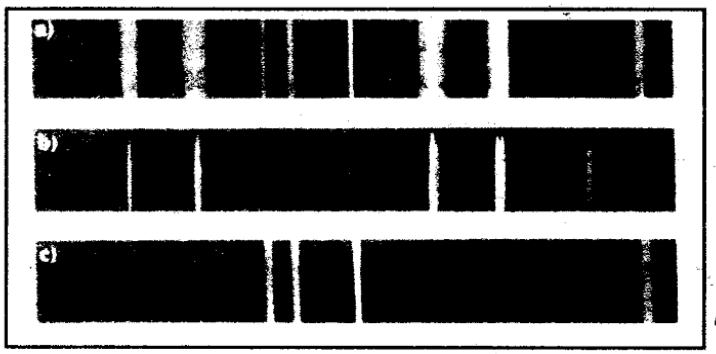
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

سلوك ذرات الزئبق في ظروف فيزيائية خاصة هي المسؤولة عن اصدار الضوء السابق .

ــ اعد نفس التجربة مستبدلا مصباح بخار الزئبق بـــ : أ) مصباح بخار الزئبق و الكادميوم ، ب) مصباح بخار الكادميوم ،
ــ قارن خطوط الطيف المتحصل عليه من التجارب الثلاث .

مقارنة خطوط الطيف المتحصل عليه من التجارب الثلاث :

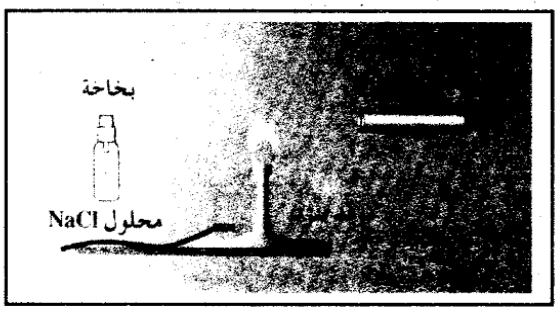


a) طيف المصباح البخاري للزئبق و الكادميوم .
b) طيف المصباح البخاري للزئبق .
c) طيف المصباح البخاري للكادميوم .

الملاحظة و التفسير :
ــ طيف الزئبق و طيف الكادميوم مختلفان .
ــ كل خط طيف للزئبق و للكادميوم نلاحظ أنه موجود في طيف الزئبق و الكادميوم .
ــ نفسر ذلك بوجود الزئبق و الكادميوم في المصباح البخاري للزئبق و الكادميوم .

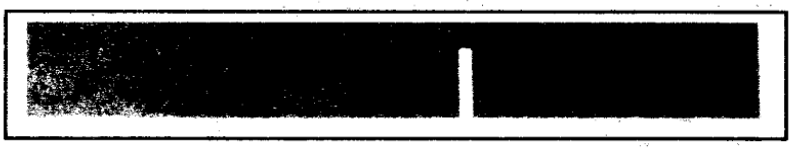
تجربـــة ــ4

نستخدم في هذه المرة محلول كلور الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$) ،
يوضع المحلول في بخاخة (إناء يسمح بالحصول على رذاذ من المحلول) .
ــ اضبط موقد بنزن بحيث تحصل على لهب أزرق ، ثم قم برش هذا اللهب بمحلول NaCl .



ــ ماذا يحدث للون اللهب ؟
يتغير لون اللهب و يصبح أصفر بعد مروره على رذاذ المحلول .

ــ وجه المطياف إلى هذا الضوء ، و ارسم الطيف المشاهد .



الطيف المتحصل عليه يحتوي على قليل من الإشعاعات المنقطعة و لونه أصفر .

ــ ما هي العناصر الكيميائية التي توجد بمحلول كلور الصوديوم ؟
العناصر الكيميائية التي توجد بمحلول كلور الصوديوم هي الصوديوم Na و الكلور Cl

ــ إلى أي طيف من الأطياف المشاهدة سابقا يشبه هذا الطيف ؟
يشبه هذا الطيف الطيف الأصفر الذي حصلنا عليه سابقا من مصباح الصوديوم (بخار الصوديوم Na) .

ــ أي عنصر كيميائي يميزه هذا الطيف ؟
العنصر الكيميائي الذي يميزه هذا الطيف هو الصوديوم Na .

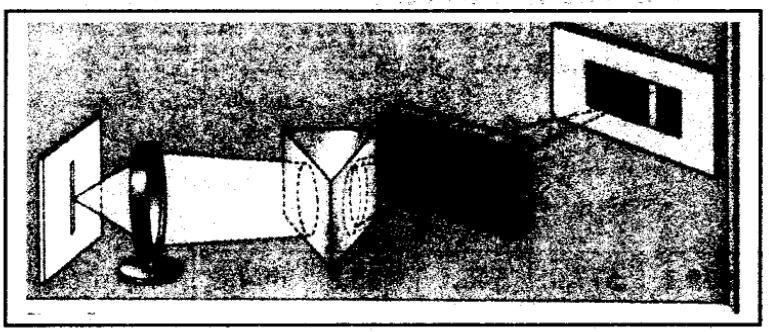
نتيجة :
تصدر العناصر الكيميائية في ظروف معينة ضوءا ذا طيف خاص بها ومميزا لها ، لذا يعتمد في كثير من الدراسات و البحوث على دراسة أطياف الإصدار للكشف عن العناصر الكيميائية المركبة للمادة التي تصدر هذا الضوء .

4ــ أطياف الإمتصاص

ماذا يحدث للضوء الأبيض عندما تعترضه مادة ؟

تجربة ــ1

ــ حقق التركيب التالي :
ــ قم بإضاءة الشق بمصباح ضوء أبيض .
ــ اجعل مسار الأشعة تعترضها عدسة لتعديلها ثم موشور لتحليلها .
ــ اجعل مسار الأشعة يعترضها إناء يحتوي على محلول الكلوروفيل .
ــ ضع شاشة تستقبل الطيف الناتج . ماذا تلاحظ ؟



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الملاحظة :

في طيف الضوء الأبيض المستخدم نلاحظ اختفاء بعض الألوان و ظهور مناطق (عصابة) سوداء مكانها .

التفسير :

ـ المناطق السوداء أو ندعوها عصابة الإمتصاص هي الإشعاعات التي وصلت إلى المحلول و لم تخرج منه أي لم تصل إلى الشاشة . نستنتج أنها امتصت من قبل المحلول الملون للكلوروفيل .

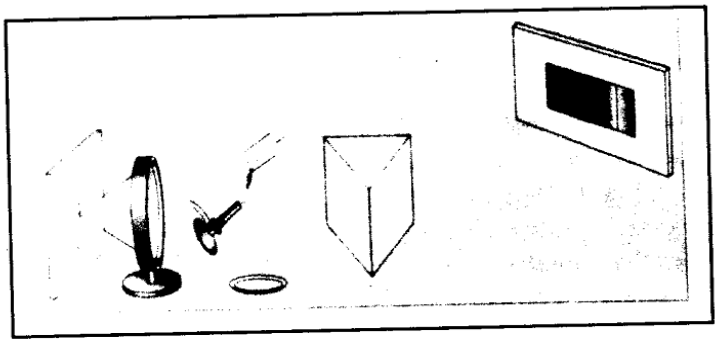
ـ الطيف الملاحظ على الشاشة في هذه الحالة يدعى بطيف الإمتصاص .

نتيجة :

ـ وجود مناطق (عصابات) سوداء في أماكن أو مواضع محددة لطيف مضيء يسمح بالكشف عن وجود بعض المركبات الكيميائية (مثل الكلوروفيل) على مسار الأشعة الضوئية انطلاقا من المنبع .

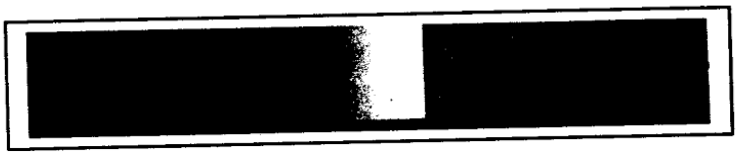
تجربـــة ـ2

ـ حقق التركيب التالي :



ـ قم بإضاءة الشق بمصباح ضوء أبيض .
ـ اجعل مسار الأشعة تعترضها عدسة لتعديلها ثم موشور لتحليلها .
ـ اجعل مسار الأشعة يعترضها موقد بنزن .
ـ قم برش شعلة الموقد بمحلول كلور الصوديوم NaCl .
ـ ضع شاشة تستقبل الطيف الناتج . ماذا تلاحظ ؟

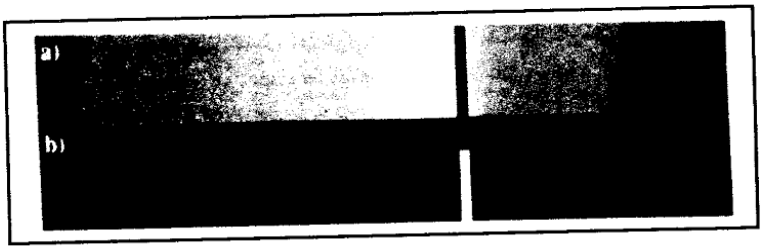
ـ نلاحظ على الشاشة خط طيف أسود في الطيف المستمر للون الأبيض المستعمل .



ـ الدراسة الدقيقة تبين أن طول الموجة الموافقة لهذا الإشعاع (الأسود) المختفي يساوي بالضبط طول الموجة الموافق للإشعاع الأصفر الصادر من المصباح البخاري للصوديوم (590 n m).

ـ قارن بين طيف الإمتصاص للصوديم و طيف الإصدار للصوديوم .

المقارنة :



a) طيف الإمتصاص للصوديم .
b) طيف الإصدار للصوديوم .

ـ المناقشة و التفسير :

ـ عندما قمنا برش شعلة الموقد بمحلول كلور الصوديوم NaCl هذا الأخير لعب دور المرشح وامتص بالضبط الإشعاع الأصفر .
ـ حدثت هذه الظاهرة نتيجة وجود ذرات الصوديوم Na (المتشكلة انطلاقا من الشوارد Na^+).

نتيجة :

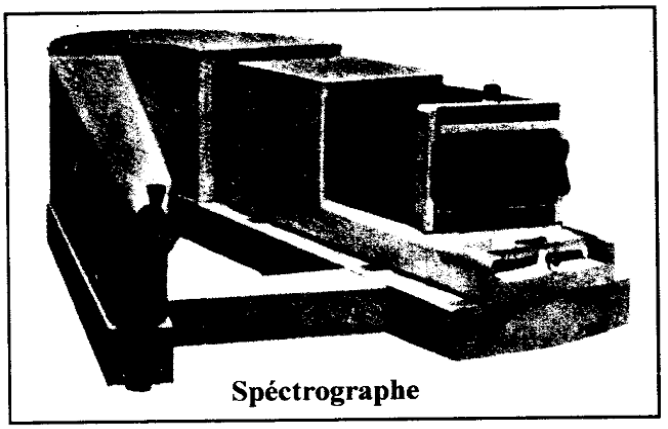
ـ عندما يجتاز الضوء الأبيض بعض المواد يحدث تغير في طيفه ، فنلاحظ اختفاء بعض الإشعاعات وحيدة اللون . كما نلاحظ أن الإشعاعات المختفية في الطيف تختلف باختلاف المادة التي يجتازها الضوء .
ـ طيف الإمتصاص يسمح بالكشف عن وجود بعض المركبات الكيميائية الموافقة له في مسار الأشعة الضوئية .
ـ الذرة (أو الشاردة) لا تمتص إلا الإشعاعات التي تكون قادرة على إصدارها في ظروف أخرى .

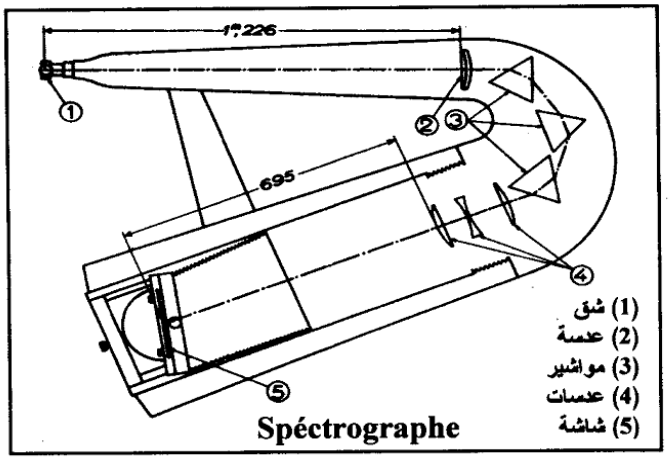
2 ـ تطبيق في علم الفلك

كما رأينا سابقا ، يمكن الإعتماد على المعلومات التي تحملها أطياف الإصدار و الامتصاص للضوء الصادر من النجوم و الأجرام السماوية لمعرفة درجة حرارة هذه النجوم و التركيب الكيميائي لغلافها الجوي .
و يمكن الحصول على أطياف الإصدار و الامتصاص للضوء الصادر من النجوم بواسطة جهاز يدعى (**Spectrographe**) و هو جهاز معقد يحتوي على مجموعة من العدسات و المواشير .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie


Spéctrographe

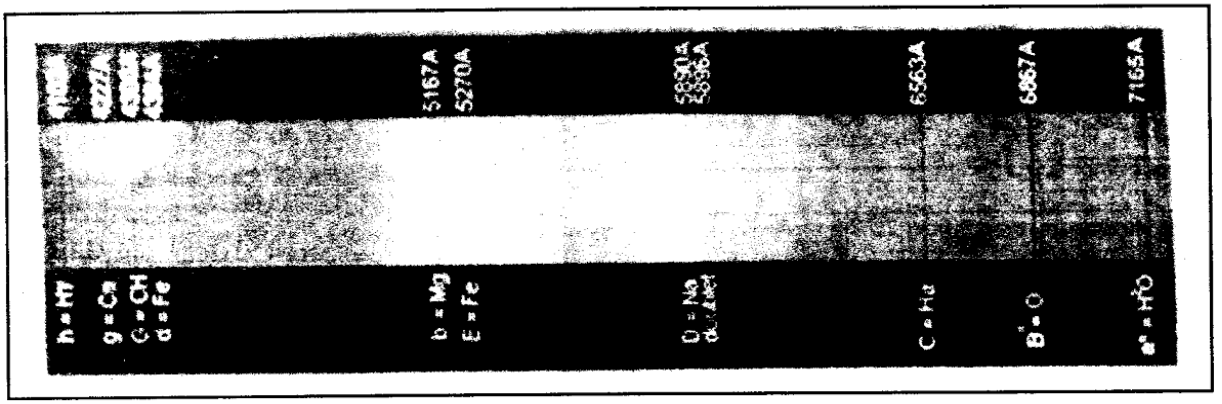


Spéctrographe

1ـ طيف ضوء الشمس

ـ اوصف و ناقش صورة طيف ضوء الشمس

ـ تعرف على العناصر الأساسية المسؤولة على الخطوط الأساسية للإمتصاص الموجودة في طيف ضوء الشمس.



ـ الطيف الملاحظ يحتوي على جزء ذو خلفية مستمرة تتخلله بعض الخطوط السوداء .

ـ الجزء المستمر من أصل حراري . الدراسة الكمية له تسمح بإعطاء درجة حرارة سطح الشمس القيمة $5,7 . 10^3$ °C

ـ الخطوط السوداء هي خطوط امتصاص تدل على وجود مركبات كيميائية في الغلاف الخارجي للشمس و كذا طبيعتها .

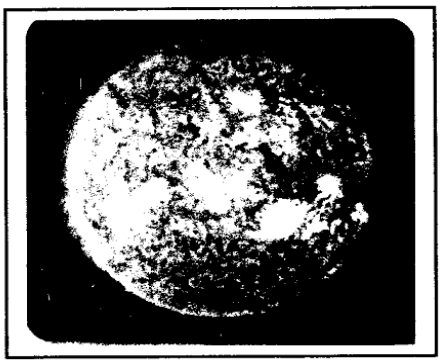
• تفسير طيف الشمس

قام العالم الألماني جوزيف فرنهوفر Joseph FRAUNHOFER ، عام 1814 ، بتحليل ضوء الشمس بواسطة مطياف من صنعه ، فلاحظ على طيفه خطوطا رفيعة سوداء وعلمها بالحروف ، A ، B ، C ، ....على الترتيب .

و في عام 1859 فكر العالمان الألمانيان بنزن BUNSEN و كيرشوف KIRCHHOFF في إمكانية الإعتماد على تحليل الضوء المنبعث من اللهب للكشف عن العناصر الكيميائية . في السنة ذاتها تمكنا من التعرف كيفيا على تركيب لخلائط متكونة من الصوديوم واليثيوم أو البوتاسيوم انطلاقا من أطياف الخطوط المتحصل عليها بتحليل أضواء صادرة من لهبها.

و بناء على أعمال فرنهوفر سرعان ما لاحظا تطابق الإشعاع D لطيف الشمس مع إشعاع لهب الصوديوم (λ = 589 nm).

ثم قام كيرشوف بانجاز نموذج للشمس في المخبر بواسطة مصباح متوهج و سلط ضوئه على لهب الصوديوم فوجد أن الطيف الناتج يحتوي على خط أسود يوافق إشعاع الصوديوم.و منه قدم فرضيته : الشمس نجم محاط بغلاف جوي قادر على امتصاص الإشعاعات المتولدة في قلب النجم ، و هو النموذج السائد لمعرفة خصائص النجوم .



ـ يمكن تمثيل الشمس بكرة ملتهبة من الغاز الكثيف جدا و تحت ضغط كبير جدا وفي درجة حرارة تقدر بملايين الدرجات ، محاطة بطبقة غازية تمثل غلافه الجوي وهي أقل كثافة و ضغطا تدعى « الكروموسفير ».

والضوء المنبعث من الشمس ناتج عن تفاعلات نووية باطنية ، حيث يعبر مسافة طويلة و يحتاج إلى وقت طويل للوصول للغلاف الخارجي (الفوتوسفير) حيث درجة الحرارة المتوسطة تقارب 5500 °C .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

يسلك النجم سلوك جسم متوهج و ساخن ، يصدر ضوءا متعلقا بدرجة حرارة طبقته السطحية ، لذلك يعطينا طيفه فكرة عن درجة حرارته السطحية .
كما أن ضوء الشمس الذي ينطلق من العمق يجتاز الطبقة الخارجية التي تمتص بعض الإشعاعات حسب العناصر الكيميائية الموجودة فيها (خطوط فرنهوفر) .
هذه الإشعاعات المنقوصة نتيجة للإمتصاص تمكننا من معرفة العناصر الكيميائية المتواجدة في الغلاف الجوي للنجم . إن عدد الخطوط المعروفة في المجال بين 300 nm و 700 nm هي أكثر من 20 ألف خط . و تبين من هذه الخطوط أن الشمس تحتوي على أغلب العناصر الكيميائية المعروفة على سطح الأرض ، و العناصر الأكثر وفرة و التي تمثل الأغلبية هما عنصري الهيدروجين H (بنسبة 78 %) والهليوم He (19,6 %) و 2 % لبقية العناصر .
جدول لبعض العناصر الموجودة بالشمس و الإشعاعات المؤلفة لها:

العنصر الكيميائي	H	Ca	Fe	H	Fe	Mg	Na	H	O
طول الموجة λ بـ nm	410,1	422.7	430.7	434.0	516.7	517.2	589	652.2	686.9

2ـ ألوان النجوم
ـ الشمس تصدر ضوء أبيض .
ـ ضوء نجم درجة حرارته أكبر من درجة حرارة الشمس غني بإشعاعات ذات أطوال موجات صغيرة يكون أزرق .
ـ ضوء نجم درجة حرارته أقل من درجة حرارة الشمس غني بإشعاعات ذات أطوال موجات كبيرة يكون أحمر ساطع .

مثـــال :
درجة حرارة سطح النجمين (ريجل) و (بيتيلجوز) هما على الترتيب : $25 . 10^3$ °C ، $2,7 . 10^3$ °C
ـ ما هي الألوان التي ترى بها ؟
درجة حرارة سطح النجم **(ريجل)** أكبر من درجة حرارة الشمس فنراه مزرقا .
درجة حرارة سطح النجم **(بيتيلجوز)** أقل من درجة حرارة الشمس فنراه محمر .

3ـ طيف ضوء النجم
تصدر النجوم ضوءا طيف متصل منبعثا من مناطقها الداخلية ذات درجة حرارة جد مرتفعة فيعبر هذا الضوء مناطقها السطحية (غلافها الجوي) ذات درجات حرارة أخفض ، فيصلنا إلى الأرض بعد عبوره الغلاف الجوي الأرضي .
ـ في رأيك ، ما هي المعلومات التي يحملها طيف الضوء الصادر من نجم ما الملتقط في مخبر أرضي ؟
هل هنالك فرق بين هذا الطيف وطيف نفس النجم الملتقط في مخبر موجود في محطة فضائية ؟ علل .

ـ المعلومات التي يحملها طيف الضوء الصادر من نجم هي درجة حرارته وكذا معرفة مكوناته الكيميائية.
إن طيف ضوء النجم الملتقط من مخبر أرضي هو طيف إمتصاص ناتج عن امتصاص العناصر الكيميائية الموجودة بالغلاف الخارجي للنجم بالإضافة إلى العناصر الموجودة في الغلاف الجوي الأرضي ، و لكي تكون الدراسة الطيفية أدق من أجل عزل تأثير الغلاف الجوي أرضي ، من الضروري الخروج منه و وضع المخبر نفسه على محطة فضائية بعيدة . و الفرق أن الطيف المتحصل عليه في المخبر الفضائي هو أكثر أمانة و ناتج من فعل العناصر المؤلفة للنجم (بالإضافة إلى مكونات السديم و هي مادة قليلة الكثافة بين النجم و المرصد) ، و بهذه الطريقة أمكن معرفة مكونات النجوم .

ـ دراسة طيف نجم

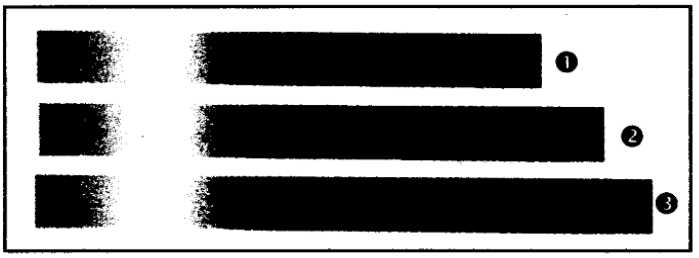
يحتوي طيف الضوء الصادر من نجم ما خطوطا سوداء على خلفية ملونة مستمرة .
ـ إلى ماذا تعود هذه الخلفية المستمرة ؟
الخلفية المستمرة للضوء صادر من قلب النجم و يحتوي على كل إشعاعات الطيف الكهرومغناطيسي ، كما أن درجة الحرارة السطحية للنجم تجعل من الخلفية المستمرة مكتملة أو ناقصة و تعطي للنجم اللون الذي يظهر به .
هذه الخلفية المستمرة من أصل حراري ، الدراسة الكمية لها تسمح بإعطاء درجة حرارة سطح النجم .

ـ لماذا نشاهد خطوطا سوداء على هذه الخلفية ؟
الخطوط السوداء بدرجات متفاوتة في الشدة ناتجة عن امتصاص العناصر الكيميائية الموجودة على الطبقة الخارجية للنجم ، كل عنصر يساهم بمجموعة من الخطوط .
الخطوط السوداء إذن هي خطوط امتصاص تدل على وجود مركبات و عناصر كيميائية في الغلاف الخارجي للنجم .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

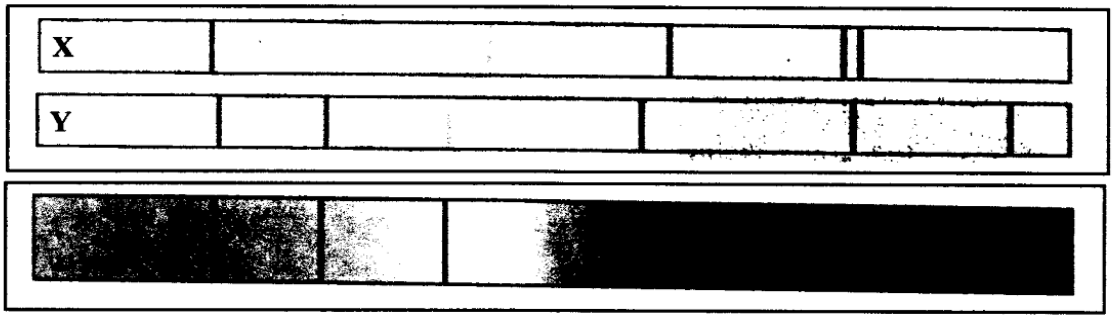
ـ نعطي في الأشكال التالية الخلفيات الملونة لأطياف ثلاثة نجوم مختلفة ، رتب النجوم وفق درجة حرارتها السطحية المتوسطة.



طيف النجم رقم ❸ أغنى بالإشعاعات من طيف النجم رقم ❷ الذي بدوره أغنى بالإشعاعات من طيف النجم رقم ❶ . علما أن عدد الإشعاعات يزداد بازدياد درجة حرارة النجم . و منه :
درجة حرارة النجم رقم ❸ أكبر من درجة حرارة النجم رقم ❷ وهي أكبر من درجة حرارة النجم رقم ❶ .

ـ أعطت دراسة الضوء الصادر من نجم ما الطيف التالي :

و نعلم أن الطبقة السطحية لهذا النجم لا تحتوي إلا على عنصر واحد X أو Y .
حيث X و Y هما عنصرين معروفين ، طيفا إصداريهما ممثلين أسفله . أي العنصرين يحتويه هذا النجم ؟



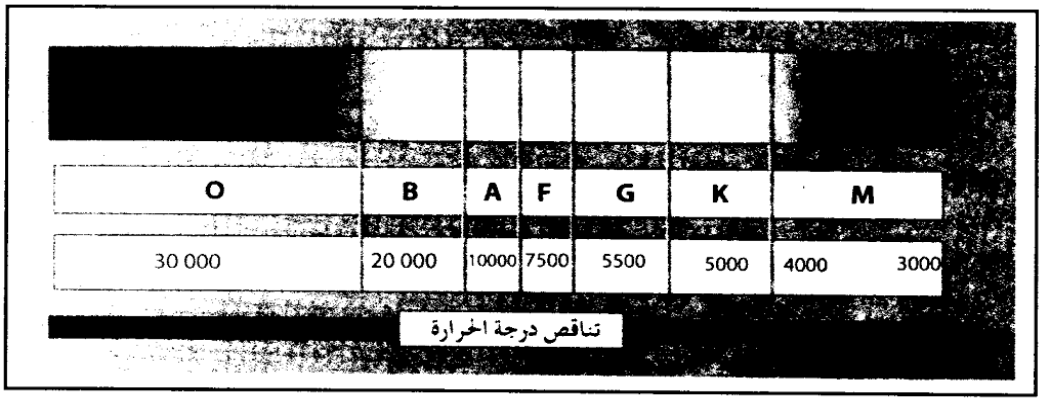
النجم الذي يحتوي على أحد العنصرين X أو Y ، و من خلال طيف إصدار كل واحد منها يمكن التنبؤ بالإشعاعات التي تمتصها ذرات العنصرين ، فنجد أن خطوط العنصر Y منطبقة تماما مع خطوط هذا النجم .

3ـ تصنيف النجوم

بدراسة الأطياف الخاصة بالضوء المنبعث من الأجرام السماوية ، استطاع علماء الفلك أن يحصلوا على معلومات هامة عن هذه الأجسام . و قدم علماء الفلك تصنيفا للنجوم ، وفق معيار درجة حرارة سطح النجم . وعينت الأصناف هذه بالحروف :

O , B , A , F , G , K , M

كل صنف يشير إلى درجة الحرارة المتوسطة لسطح النجم و يمكن التعرف عليه من لون النجم ، مثل الأحمر ، البرتقالي ، الأصفر ، الأبيض ، الأبيض المزرق ، .....الخ .



يعطي الجدول الآتي أمثلة عن بعض النجوم ، صنفها و درجة حرارة سطحها .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

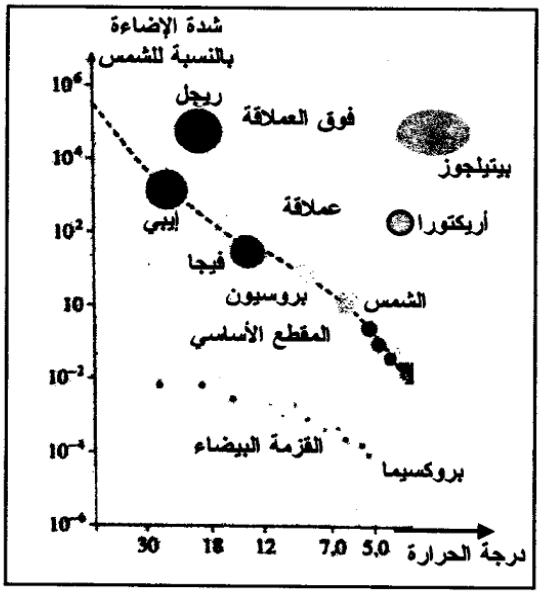
النجم	درجة حرارة السطح ب °C	اللون	الصنف
إيتابوبيس – Eta pupis	35000	أبيض مزرق	O
ريجل - Rigel	21000	أبيض مزرق	B
سيروس – Sirus	10000	أبيض	A
النجم القطبي – Etoile polair	8000- 7000	أبيض	F
الشمس ، كابيلا – Soleil , Capella	6000 - 5000	أصفر	G
ألفا صنطور – α de Centaure	4700	برتقالي	K
أنتاريس – Antares	3000	أحمر	M

4ـ ترتيب النجوم حسب فرونهوفر FRAUNHOFER :
رُتّب النجوم إلى سبعة أصناف طيفية :

صنف النجمة	التحليل الطيفي
O	تواجد خطوط مميّزة للهليوم الحيادي والمتشرد و للهيدروجين
B	خطوط الهيدروجين متواجدة أيضا و لكنها أقوى شدة من الصنف 0 . ظهور خطوط جديدة مميزة للهليوم الحيادي وكذلك خط مميز لشاردة Mg^+ مثل : B0 ، B3
A	هيمنة لخطوط الهيدروجين التي بلغت شدتها العظمى . اختفاء خطوط الهليوم و ظهور خطوط شاردة Ca^{2+} مثل : A0 ، A5
F	وجود خطوط الهيدروجين ذات الشدة،وظهور بعض الخطوط الرقيقة للمعادن مثل: F0 ، F5
G	خطوط الكالسيوم مهيمنة عند حدود البنفسجي. نلاحظ أيضا بعض خطوط الهيدروجين. خطوط الحديد أكثر وضوحا. نسجل تواجد خطوط دقيقة كثيرة للمعادن مثل : G0 ، G8
K	خطوط الهيدروجين اختفت تماما . الخطوط المعدنية عددها أكثر و شدتها أقوى مثل : K5 .
M	خطوط الكالسيوم الذري والشاردي أقوى شدة . نسجل أيضا عصابات مميزة لتواجد المجموعات الجزيئية TiO . مثل : M0 M4 M6

ـ في أي صنف حسب فرونهوفر FRAUNHOFER توجد الشمس ؟
توجد الشمس حسب صنف فرونهوفر FRAUNHOFER في الزمرة :

النجم	درجة حرارة السطح ب °C	اللون	الصنف
الشمس ، كابيلا – Soleil , Capella	6000 - 5000	أصفر	G



ـ إليك مخطط هرتزبرانك ـ روسل لتصنيف النجوم
1ـ في أي صنف حسب فرونهوفر FRAUNHOFER توجد الشمس ؟
2ـ ضع الشمس في مخطط هرتز برونك–روسل و أذكر إلى أي صنف من النجوم تنتمي (القزمة البيضاء أو المقطع الأساسي أو عملاقة أو فوق العملاقة) .

طيف ضوء الشمس يحوي الخطوط H_α ، H_β ، H_γ ، $H\delta$ ، للهيدروجين . الخطوط بالغة الشدة (H و K) و كذلك الخط h لشاردة الكالسيوم . نجد أيضا خطوط الحديد :
(E = 630 ، 527 ، 438 440 442 ، 404 406 407) و كذلك كثير من الخطوط الدقيقة المعدنية (DD = Na ، bbb = Mg ، Ca ، ...).
هذه الخصائص توافق الصنف G من تصنيف فرونهوفر . نلاحظ على مخطط هرتزبرونك–روسل بأن هذه النجوم درجة حرارة سطحها تقارب 6000 K° ، ثلاث أصناف من النجوم هي نظريا ممكنة :
القزمة من المقطع الأساسي ، العملاقة و فوق العملاقة .
الأولى هي الوحيدة التي تحتوي نجم ذات إضاءة 1 (إضاءة الشمس) .
الشمس هي إذن قزمة من المجموعة الأساسية .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ــ هل يوجد شذوذ (خروج عن المقياس) في الطيف المحلل ؟
العصابة B الموجودة في نهاية الأحمر من طيف الشمس توافق امتصاص من طرف ثنائي أكسجين جزيئي ، هل يوجد ثنائي أكسيجين على سطح الشمس ؟ لكن كيف يمكن لمثل هذا الجزيء أن يتواجد في هذه الحرارة ؟ كيف يمكن أن تفسر وجود عصابة الامتصاص هذه ؟

يخترق ضوء الشمس المجال الأرضي قبل أن تستقبله الأرض ، وهذا ما يوضح خطوط الإمتصاص B الموجودة في الأحمر و الناتجة عن ثنائي الأكسجين الموجود في الغلاف الجوي للأرض .

الخلاصـــة

تصنف الأطياف الضوئية إلى نوعين : **أطياف الإصدار و أطياف الإمتصاص .**

1ــ أطياف الإصدار :
هي أطياف الأضواء النابعة من مصادر ضوئية أي من الأجسام التي تصدر الضوء من ذاتها ، وهي نوعان :

1.1ــ أطياف الإصدار المستمرة :
هي أطياف الأضواء الصادرة من أجسام (صلبة ، سائلة أو غازية) ساخنة أو تحت ضغط مرتفع . مثل الشمس ، أجسام ملتهبة ، أجسام متوهجة (مصباح) .....الخ .

- يتألف كل طيف إصدار مستمر من عدد لامتناه من إشعاعات متصلة (مثل طيف الضوء الأبيض للشمس أو مصباح التوهج) .
- يتعلق طيف الإصدار بدرجة حرارة المنبع ، فعند ارتفاع درجة الحرارة يزداد الطيف غنى بالإشعاعات من الأحمر إلى البنفسجي ، و بالعكس .

2.1 ــ أطياف الإصدار المتقطعة (أو أطياف خطوط الإصدار) : تسمى أيضا أطياف الاصدار الضوئية و هي أطياف أضواء صادرة من أجسام غازية أو أبخرة معادن (مثل مصباح التفريغ الذي يحتوي غاز تحت ضغط منخفض مثل Ne أو بخار معدن مثل بخار Na أو Hg) .

- يكون الطيف عبارة عن خطوط مضيئة منفصلة و محدودة العدد على خلفية سوداء .
- يوافق كل خط إشعاعا وحيد اللون له طول موجة محدد λ مميزا له .
- تتعلق عدد الخطوط و شدة إضاءتها بطبيعة العنصر الكيميائي الذي يصدر هذا الضوء ، فطيف الخطوط يميز العنصر الكيميائي (ذرة أو شاردتها أو نظيرها) .

2ــ أطياف الإمتصاص :
طيف الإمتصاص هو طيف ضوء صادر من منبع ضوئ حدث له تغير في مركباته إثر اجتيازه جسما ماديا (صلب ، سائل أو غاز) أو جملة من الأجسام قبل أن نلتقطه بالمطياف .

- طيف الإمتصاص عبارة عن طيف مستمر منقوص منه بعض الإشعاعات .
- يظهر على شكل خلفية من طيف مستمر لضوء المنبع الأصلي و به خطوط أو شرائط سوداء تدل على اختفاء بعض الإشعاعات التي امتصتها المادة المعترضة للضوء .
- يوافق كل خط أسود إشعاعا وحيد اللون مختفيا (ممتصا أو ناقصا) طول موجته λ .
- يوافق الشريط الأسود مجالا عريضا نسبيا من الإشعاعات المختفية .
- يميز طيف الإمتصاص العناصر الكيميائية الموجودة بالمادة التي اجتازها الضوء .
- ينطبق طيف إصدار الخطوط لعنصر كيميائي معين تماما على طيف الأمتصاص لنفس العنصر، أي أن العنصر الكيميائي لا يمتص إلا الإشعاعات التي يكون قادرا على إصدارها .
- إن طيف إصدار الخطوط و طيف الإمتصاص يحددان هوية العنصر الكيميائي ، فهي بمثابة بطاقة تعريف له .
- تسمح الدراسة الطيفية للضوء المنبعث من المادة أو الذي يجتازها بالحصول على معلومات عن التركيب الكيميائي لهذه المادة و درجة حرارتها و نجد تطبيقاتها في الكيمياء و الفيزياء الفلكية ، مثل دراسة الغلاف الخارجي للنجوم و العلوم البيئية .....

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تمـــاريـــن

التمرين ــ1

أكمل العبارات الآتية :

ــ الطيف ذو المصدر الحراري يعطي ..... ، زيادة ..... المنبع تؤدي إلى إغناء الطيف بالإشعاعات الزرقاء و البنفسجية .
ــ الغازات تحت الضغط المنخفض تعطي ... ...هذه الأطياف ..... للعناصر الكيميائية الموجودة في الغاز .
ــ طيف الإمتصاص يظهر خطوطا .....
ــ العنصر الكيميائي ..... الإشعاعات التي يكون قادرا على .....

الحـــل ــ1

ــ الطيف ذو المصدر الحراري يعطي **طيفا مستمرا** ، زيادة **درجة حرارة** المنبع تؤدي إلى إغناء الطيف بالإشعاعات الزرقاء و البنفسجية .
ــ الغازات تحت الضغط المنخفض تعطي **أطياف خطوط** . هذه الأطياف **مميزة** للعناصر الكيميائية الموجودة في الغاز .
ــ طيف الإمتصاص يظهر خطوطا **سوداء** .
ــ العنصر الكيميائي **يمتص** الإشعاعات التي يكون قادرا على **إصدارها** .

التمرين ــ2

1ــ نحقق طيف الضوء الأبيض للقوس الكهربائي (شرارة كهربائية بين مسريين من الكربون) . إذا علمت أن الكربون لا يتحول إلى بخار في هذه الشروط ، كيف يكون الطيف المتحصل عليه ؟

الحـــل ــ2

يكون الطيف المتحصل عليه في القوس الكهربائي هو الطيف المستمر للضوء الأبيض ، لأن الكربون لا يتحول إلى بخار (حالة الغاز الذي يعطي طيفا متقطعا) .

التمرين ــ3

عندما نطفئ الضوء الكاشف لسيارة نلاحظ أن لونه يتغير بسرعة .

الحـــل ــ3

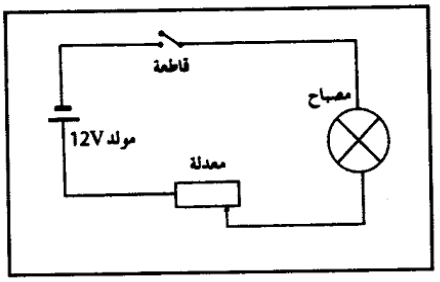
عندما نطفئ الضوء الكاشف لسيارة نلاحظ أن لونه يتغير بسرعة :
عند إطفاء ضوء كاشف السيارة ، فإن لونه يتغير من أبيض (الإضاءة العادية) إلى العاتم (الإنطفاء) و يتغير اللون مرورا من الأحمر البرتقالي إلى الأحمر القاتم إلى أن ينطفئ تماما . خلال الإنطفاء نستدل من تغير اللون من اختفاء تدريجي و سريع للإشعاعات المؤلفة للضوء الأبيض من البنفسجي إلى الأحمر مرورا بألوان الطيف .

التمرين ــ4

نريد دراسة طيف مصباح للتوهج ، فنضعه في دارة كهربائية تحتوي على مولد و معدلة .
1ــ ارسم الدارة الكهربائية الموافقة لهذا التركيب .
2ــ ماذا نحتاج للحصول على طيف الضوء الصادر من المصباح ؟
3ــ ارسم مخططا للتركيب التجريبي الذي يسمح بمشاهدة هذا الطيف .
4ــ كيف يتغير طيف المصباح عندما نرفع في درجة حرارة السلك المتوهج للمصباح ؟
5ــ المصباح يضيء بشدة قصوى و نقوم بتخفيف التوتر بين طرفية . كيف يتطور طيف ضوء المصباح في هذه الحالة ؟

الحـــل ــ4

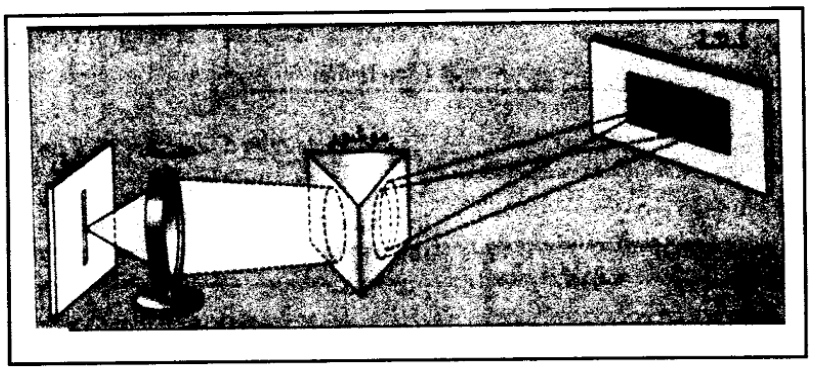
دراسة طيف مصباح للتوهج :
1ــ رسم الدارة الكهربائية الموافقة لهذا التركيب :
2ــ للحصول على طيف الضوء الصادر من المصباح نحتاج إلى مطياف (موشور أو شبكة) .



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

3ــ رسم المخطط للتركيب التجريبي الذي يسمح بمشاهدة هذا الطيف .



4ــ كيفية تغير طيف المصباح عندما نرفع في درجة حرارة السلك المتوهج للمصباح :
عند تحقيق التركيب السابق ، نستقبل طيف ضوء المصباح على الشاشة ، وعند رفع درجة حرارة هذا الأخير و بتغيير ملائم لقيمة مقاومة المعدلة نلاحظ تغير في توهج المصباح الذي يرافقه تغير في الطيف المتصل ، بحيث يصدر تدريجيا الإشعاعات من الأحمر فالبرتقالي فأصفر فأخضر فأزرق فالنيلي فالبنفسجي وحسب تركيبة الإشعاعات المؤلفة للضوء فإن لون الضوء يتغير من الأحمر، فالأحمر البرتقالي ، فأصفر حتى يصير أبيضا عندما تكون كل إشعاعات الطيف موجودة .

5ــ المصباح يضيء بشدة قصوى و نقوم بتخفيف التوتر بين طرفية . كيفية تطور طيف ضوء المصباح في هذه الحالة :
عند تخفيض التوتر فإن شدة التيار الكهربائي بالدارة ينخفض ، فنلاحظ عندئذ السيرورة المعاكسة لما سبق . أي يحدث اختفاء تدريجي للإشعاعات من البنفسجي إلى الأحمر و نلاحظ تناقصا تدريجيا لشدة إضاءة المصباح .

التمرين ــ5

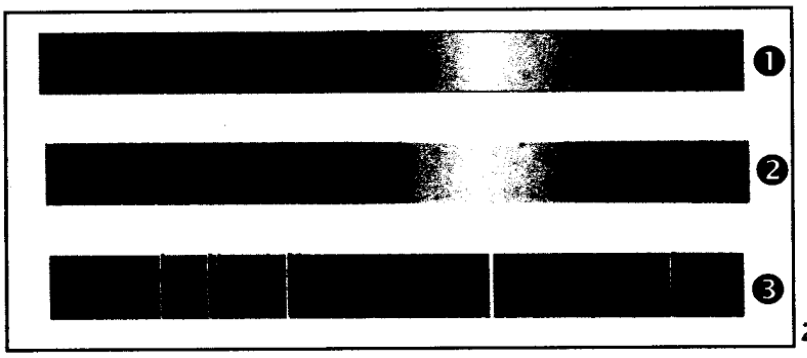
نغذي مصباحا للتوهج بمولد يطبق توترا كهربائيا قدره 12 V ، نرى ، من خلال شبكة بصرية ، طيف الضوء الذي يصدره .
1ــ صف ما تشاهد .
2ــ نخفض تدريجيا و ببطء قيمة التوتر حتى ينعدم . ماذا تلاحظ ؟
3ــ كيف تتغير شدة التيار مع تناقص التوتر بين طرفي المصباح ؟
4ــ كيف تتغير درجة الحرارة ؟

الحـل ــ5

1ــ وصف ما نشاهده : المصباح مغذى بتوتر عمله أي التوتر الذي يعطي الإضاءة العادية له . فنحصل على طيف إصدار مستمر دليل على وجود أغلب الإشعاعات المرئية .
2ــ نخفض تدريجيا و ببطء قيمة التوتر حتى ينعدم ، نلاحظ : تناقص في توهج المصباح في الوقت الذي يتغير فيه طيف الضوء الذي يصدره باتجاه تناقص الإشعاعات التي يصدرها . (أنظر التمرين السابق) .
3ــ كيفية تغير شدة التيار مع تناقص التوتر بين طرفي المصباح : تناقص التوتر يؤدي إلى تناقص شدة التيار الذي يجتاز سلك المصباح .
4ــ كيفية تغير درجة الحرارة : درجة حرارة السلك تتعلق بشدة التيار الذي يجتازه ، فتناقص شدة التيار يؤدي إلى تناقص درجة حرارة السلك و بالتالي يتغير فيه طيف الضوء الذي يصدره باتجاه تناقص الإشعاعات التي يصدرها .

التمرين ــ6

إليك هذه الأنواع من الأطياف ، صنفها إلى طيف إصدار متصل ، طيف إصدار الخطوط ، طيف امتصاص .



الحـل ــ6

❶ : طيف امتصاص ❷ : طيف إصدار متصل
❸ : طيف إصدار الخطوط .

التمرين ــ7

طيف الإصدار لمصباح الصوديوم يتألف في الحقيقية من إشعاعين متقاربين في طول موجتهما ، و هما : $\lambda_1 = 589,5$ nm و $\lambda_2 = 588,9$ nm .
ــ ما لونهما ؟ مثل الطيف بالرسم .

الحـل ــ7

$\lambda_2 = 588,9$ nm ، $\lambda_1 = 589,5$ nm . هذان الخطان هما خطا طيف الصوديوم ، وهما متقاربين جدا و لونهما أصفر .
نلاحظ هذين الخطين عندما يكون محلل الضوء (المطياف) دقيق ، وفي الحالات العادية نلاحظ خطا واحد لتقاربهما .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

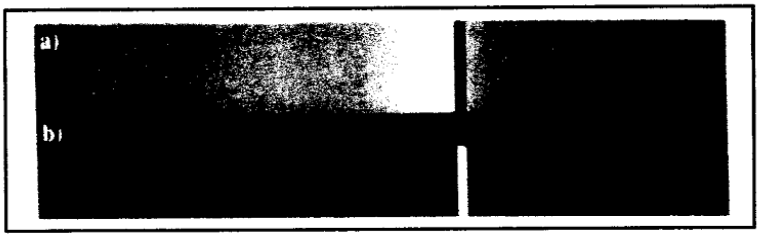
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ8

حققنا طيف الإمتصاص لعنصر الصوديوم . أذكر كيف تقوم بذلك تجريبيا . كيف يكون طيف الإمتصاص ؟

الحـــل ــ8

نحقق طيف امتصاص الصوديوم بإمرار الضوء الأبيض (يعطي لوحده طيفا مستمرا) ، على مادة تحتوي على عنصر الصوديوم Na (بحالة ذرات أو شوارد) ، مثل محلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$.
تمتص ذرات أو شوارد الصوديوم الإشعاعين المميزين له (الذي يصدرهما مصباح الصوديوم) فيبدوا طيف الإمتصاص كخلفية مستمرة لطيف إصدار الضوء الأبيض للمنبع منقوص منه الإشعاعين : $\lambda_2 = 589,5\ nm$ ، $\lambda_1 = 588,9\ nm$ ، على شكل خطين عاتمين (أنظر التمرين السابق) ، فيظهر كصورة سالبة لطيف إصداره .



المقارنة :

a) طيف الإمتصاص للصوديوم .
b) طيف الإصدار للصوديوم .

التمرين ــ9

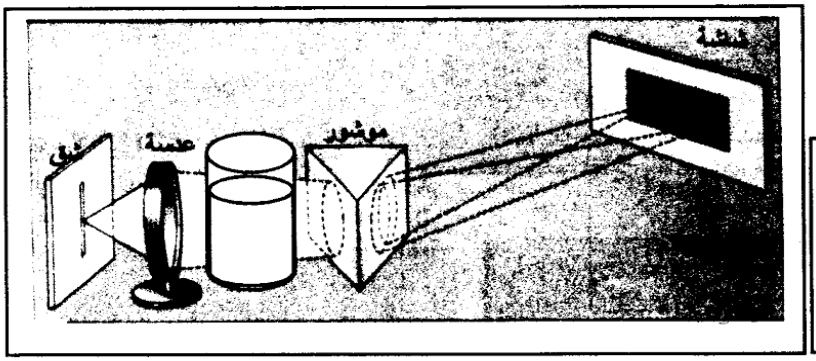
مصباح بخار الزئبق يعطي طيف خطوط ، أطوال موجاته مقدرة بالناتومتر (nm) هي على الترتيب :
407,7 ؛ 435,8 ؛ 491,6 ؛ 496 ؛ 546,1 ؛ 577 ؛ 579,1 ؛ 623,4 ؛ 690,7 .
1ــ ما هو لون الإشعاع الموافق لكل طول موجة ؟
2ــ في إناء شفاف نضع محلول النعناع و نمرر عبر الإناء ضوءا أبيضا ، فنلاحظ أن طيف الإمتصاص يتضمن في المجال المرئي فقط الإشعاعات المحصورة بين 420 nm و 560 nm .
ــ ارسم مخططا للتركيب التجريبي لمعاينة هذا الطيف.
ــ مثل بمخطط هذا الطيف .
ــ نضيء هذا المحلول بمصباح الزئبق ، كيف يكون مظهر طيف الضوء بعد مروره بالمحلول .

الحـــل ــ9

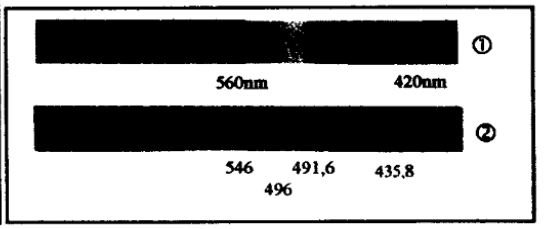
1ــ لون الإشعاع الموافق لكل طول موجة :

طول الموجة بـــ nm	407,7	435,8	491,6	496	546,1	577	579,1	623,4	690,7
اللون	بنفسجي	نيلي	أخضر	أخضر	أخضر	أصفر	أصفر	برتقالي	أحمر

ــ مخطط التركيب التجريبي :



ــ طيف امتصاص محلول النعناع في الحالتين :
أ) مرور الضوء الأبيض (الشكل ①)
ب) مرور ضوء مصباح الزئبق (الشكل ②)



التمرين ــ10

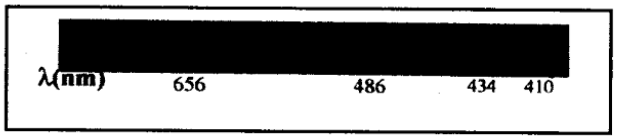
نستخدم مصباح الهيدروجين ، فنجد أن طيف إصداره يظهر إشعاعات في المجال المرئي أطوال موجاتها في الخلاء هي :
$\lambda_4 = 656\ nm$ ، $\lambda_3 = 486\ nm$ ، $\lambda_2 = 434\ nm$ ، $\lambda_1 = 410\ nm$.
1 ــ ارسم هذا الطيف مع احترام ألوان الإشعاعات .
2 ــ نضع أمام المصباح مرشحا أحمرا . ما الطيف المتحصل عليه بعد اجتياز ضوء المصباح هذا المرشح ؟

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

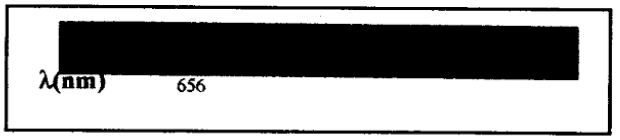
حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـل ــ10

1 ــ رسم طيف مصباح الهيدروجين مع احترام ألوان الإشعاعات :

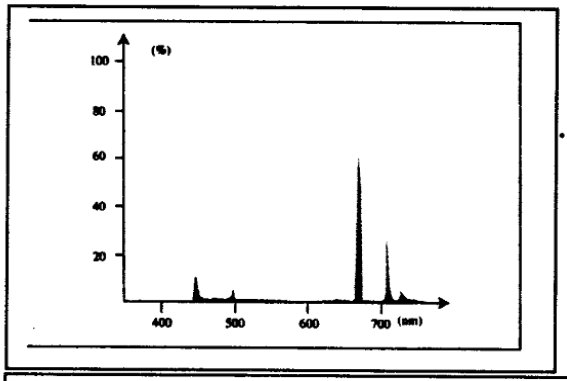


2) طيف ضوء مصباح الهيدروجين بعد مروره بمرشح أحمر :
يقوم المرشح بامتصاص كل الإشعاعات التي تجتازه ماعدا الإشعاعات بجوار الأحمر ، فيسمح بذلك بمرور الإشعاع الذي طول موجته $\lambda_4 = 656\ nm$.



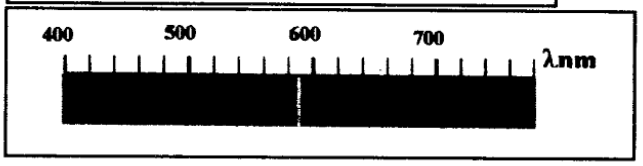
التمرين ــ11

في الشكل المقابل ، بيان يمثل شدة ضوء الإشعاعات التي يصدرها مصباح الهليوم He بدلالة طول موجة الإشعاع ، (وتقدر شدة الضوئية بنسبة مئوية ، حيث الشدة القصوى هي 100%) .
ــ ارسم طيف مصباح الهيليوم مع احترام المواقع و الألوان .
ــ أي إشعاع أشد إضاءة ؟



الحـل ــ11

طيف ضوء مصباح الهيليوم :
نلاحظ أن الإشعاع الأصفر هو الأكثر شدة إضاءة (90%) و طول موجته يساوي تقريبا 590 nm .



التمرين ــ12

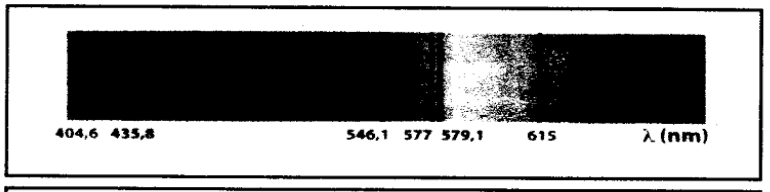
النجوم تتميز بلونها : أحمر ، أصفر ، أخضر ، أزرق ، أبيض مزرق ، .....
ــ كيف هي علاقة لون النجم بدرجة الحرارة ؟
ــ إن درجة حرارة النجم ذي اللون الأزرق هي 20000°C و الأحمر هي 3000°C ، فإذا كانت درجة حرارة النجم هي 2000°C أو 40000°C ، هل يصدر إشعاعا ؟ لماذا ؟

الحـل ــ12

يتعلق لون النجم بدرجة حرارته (غلافه الخارجي) ، وتتزايد درجة الحرارة كلما اتجهنا من اللون الأحمر إلى الأبيض المزرق ، (أنظر الجدول في الوثيقة تصنيف النجوم) .
ــ النجم الذي درجة حرارته 2000°C (بارد) أو 40000°C (ساخن جدا) هو نجم يصدر إشعاعات خارج المجال المرئي ، في المجال ما تحت الحمراء بالنسبة للأول والمجال ما فوق البنفسجي بالنسبة للثاني ، فلا نراها بالعين ولكن يمكن رصد الإشعاعات التي تصدرها بمطياف خاص بهذه الأشعة .

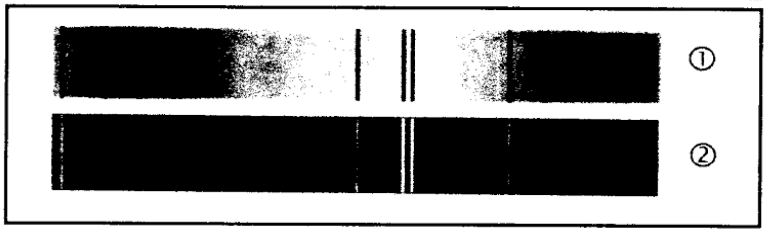
التمرين ــ13

إليك طيف امتصاص عنصر كيميائي معين .
ــ ارسم طيف إصداره .
ــ ما هي أطوالها الموجية بالمتر ؟



الحـل ــ13

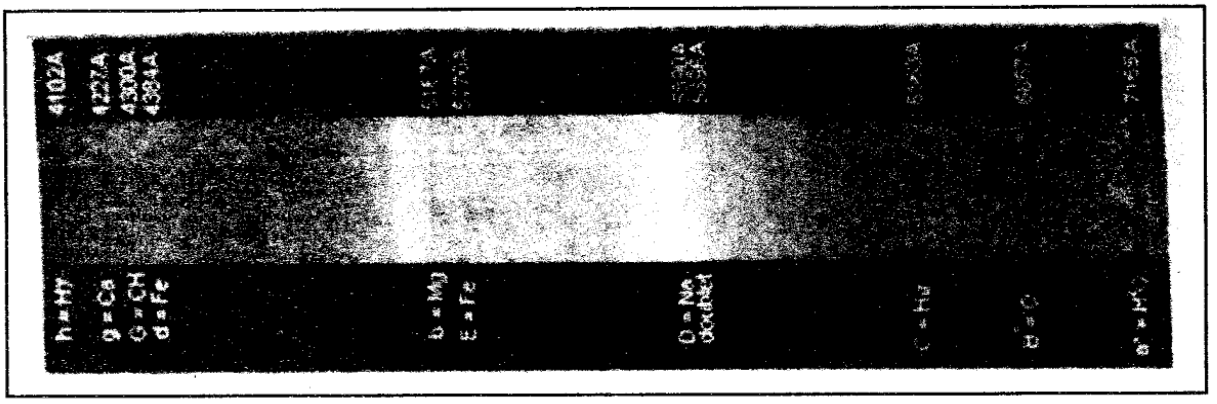
طيف الامتصاص ① وطيف الإصدار ② لنفس العنصر الكيميائي .
ــ طول موجة الإشعاعات في طيف إصدار الخطوط هي نفسها طول موجة الإشعاعات في طيف امتصاص الخطوط .



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

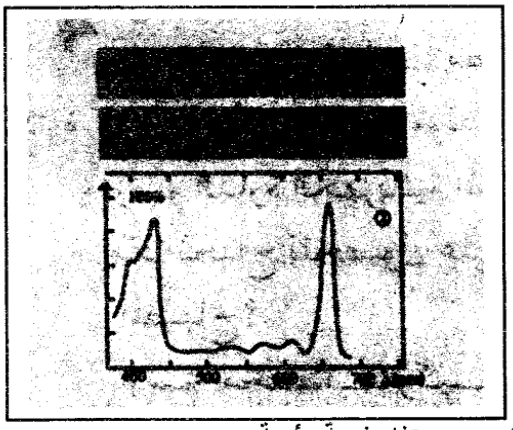
التمرين ــ14

إليك طيف ضوء الشمس المتحصل عليه من مطياف دقيق. كيف تصنف هذا الطيف ؟ لماذا ؟



الحـل ــ14

يظهر طيف الضوء الصادر من الشمس بشكل طيف متصل (خلفية متصلة من ألوان) لكن تتخللها خطوط سوداء متفاوتة الشدة ، وهي ما تعرف بخطوط "فرنهوفر" ، التي تدل على امتصاص العناصر الكيميائية المتواجدة في الشمس لبعض الإشعاعات حسب طبيعة هذه العناصر . و منه فإن طيف ضوء الشمس هو طيف إصدار متصل في مجال لكن له خطوط امتصاص التي قد لا تظهر جيدا في المشاهدات العادية إلا بمطياف دقيق .



التمرين ــ15

في الشكل المقابل :

1ــ يمثل طيف أحد أنواع اليخضور (الكلوروفيل) و هو اليخضور A .

2ــ البيان الممثل لمقدار امتصاص محلوله للإشعاعات في المجال المرئي .

3ــ يمثل طيف الضوء الأبيض قبل الامتصاص .

ــ ما هي حدود الأشرطة الممتصة ؟

ــ ما هي الإشعاعات الأكثر امتصاصا ؟

ــ علل لون المحلول .

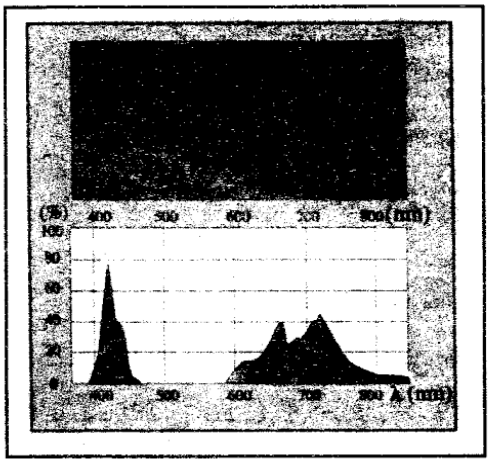
الحـل ــ15

البيان ② يمثل مقدار امتصاص محلول اليخضور للأشعة في المجال المرئي و هو معبر عنه بنسبة مئوية ، و البيان ③ يمثل طيف الإمتصاص . من البيان و من المنحنى يمكن (بصفة تقريبية) تحديد الشريط من الإشعاعات الممتصة بأخذ النسب العليا . فيكون لدينا شريطان معرفان بحدودهما : [400 nm - 450 nm] و [650 nm - 680 nm] .

ــ ننظر إلى قمة المنحني (أعلى نسبة امتصاص) ، فنجد القيمتين : $\lambda_1 = 430\ nm$ ، $\lambda_2 = 660\ nm$.

ــ إن لون المحلول يتوقف على الإشعاعات اللونية غير الممتصة ، أي التي يسمح باجتيازها ، فيكون اللون هو تركيب ما تبقى من ألوان ، أي الضوء الأبيض منقوص منه اللونين (الشريطين) الممتصين الأحمر و الأزرق ، فيظهر لون المحلول أخضرا .

ملاحظة: حسب طبيعة مكونات المحلول و تركيزه يمكن أن يكون اللون الحاصل مختلف قليلا (لون أخضر مختلف) وهذا يعود إلى كيفية و مقدار امتصاصه للإشعاعات الضوئية . تسمح هذه النتائج الطيفية التمييز بين مختلف المحاليل التي تبدو بألوان متقاربة .



التمرين ــ16

في الشكل المقابل طيف امتصاص محلول برمنغانات البوتاسيوم ($KMnO_4$) و المنحنى البياني الممثل للإشعاعات التي تنفذ من المحلول .

ــ ما هي الألوان التي تنفذ (تخرج) من المحلول عندما يجتازها الضوء الأبيض ؟

ــ حدد طول موجة الإشعاع الأكثر شدة الذي ينفذ من المحلول . قدر شدة إضاءته بنسبة مئوية.

كيف تفسر اللون البنفسجي للمحلول ؟

الحـل ــ16

البيان يمثل الإشعاعات التي تنفذ من محلول برمنغانات البوتاسيوم عندما يجتازه الضوء الأبيض ، و تظهر في طيف الإمتصاص ، بينما الأشعة الممتصة تظهر على شكل شرائط سوداء .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

و الألوان النافذة معبر عنها في البيان بنسبة مئوية تمثل مقدار هذه النفاذية (عكس الإمتصاص) ، ومنه نحدد شرائط الألوان النافذة بالتقريب : [630 nm - 780 nm] ، [410 nm - 440 nm] الموافقين للشريط الأحمر – البرتقالي و الأزرق – البنفسجي ، و ما تبقى هي إشعاعات ممتصة .

– من البيان و طيف الإمتصاص ، نلاحظ أن الإشعاع الذي طول موجته $\lambda = 420\ nm$ هو الأكثر نفاذية (يعبر المحلول) و بنسبة حوالي 80% ، التي تمثل أيضا شدة إضاءته .

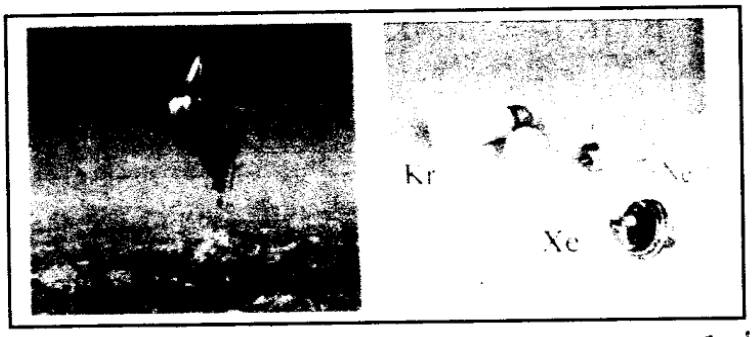
لون المحلول هو تركيب الإشعاعات (الألوان) النافذة منه ، أي الشريطين السابقين ، فيظهر بلون بنفسجي .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

نحو استقرار الذرات

قاعدة الثنائية الإلكترونية و الثمانية الإلكترونية



الغازات النبيلة :

ــ لماذا نستعمل غاز الهيليوم في المناطيد ؟

ــ لماذا نملأ زجاجيات المصابيح بالغازات مثل النيون أو الكريبتون أو الكزينون ؟

استعمالات الغازات النبيلة :

الهيليوم كثافته 0,138 أكثر كثافة من غاز الهيدروجين الذي كثافته 0,069 و يستعمل في المناطيد و هذا لأسباب أمنية :

ــ غاز الهيليوم لا يحترق في الهواء إذن **المناطيد** آمنة من الحرق و الإشتعال .

ــ نملأ زجاجيات المصابيح بالغازات مثل النيون أو الكريبتون أو الكزينون لأن هذه الغازات لا تتفاعل مع سلك المصباح المشتعل و الخاضع لدرجة حرارة جد عالية و تصل حتى 2800 °C .

نتيجة :

الهيليوم ، الأرغون ، النيون ، الكريبتون و الكزينون لا تتفاعل مع العناصر الأخرى .

فهي غازات خاملة كيميائيا . لهذا السبب تدعى بالغازات الخاملة .

سبب استقرار الغازات الخاملة :

نشاط ــ1

ــ أعط التوزيع الالكتروني على المدارات للذرات و الشوارد المقترحة في الجدول الآتي :

النوع الكيميائي	He	Ne	Ar	Cl	Cl^-	Na	Na^+
Z	2	10	18	17	18	11	10
التوزيع الإلكتروني	K^2	$K^2\ L^8$	$K^2\ L^8\ M^8$	$K^2\ L^8\ M^7$	$K^2\ L^8\ M^8$	$K^2\ L^8\ M^1$	$K^2\ L^8$

ــ لاحظ التوزيع الإلكتروني لهذه الغازات . ماذا تستنتج ؟

ــ نلاحظ 2 إلكترون في الطبقة الخارجية للهيليوم و 8 إلكترونات بالنسبة للنيون و الأرغون .

ــ نلاحظ 8 إلكترونات في الطبقة الخارجية لشاردتي الكلور و الصوديوم و 7 إلكترونات بالنسبة للكلور و 1 إلكترون بالنسبة للصوديوم .

ــ ذرة الكلور اكتسبت 1 إلكترون لتتحول إلى شاردة كلور ذات 8 إلكترونات في الطبقة الخارجية .

ــ ذرة الصوديوم فقدت 1 إلكترون لتتحول إلى شاردة صوديوم ذات 8 إلكترونات في الطبقة الخارجية .

نتيجة :

1ــ الغازات النبيلة خاملة كيميائيا لأن الطبقة الخارجية لذراتها مشبعة :

ــ 2 إلكترون (ثنائية إلكترونية) بالنسبة لذرة الهيليوم .

ــ 8 إلكترون (ثمانية إلكترونية) بالنسبة الأرغون ، النيون ، الكريبتون و الكزينون .

2ــ تسعى كل ذرة أثناء تحول كيميائي لتحصل على مدار أخير مستقر حسب قاعدة الثمانية أو الثنائية الإلكترونية .

1ــ قاعدة الثنائية الإلكترونية (لويس 1913) :

إذا كان لذرة ($1 \leq Z \leq 5$) فإنها تسعى أثناء تحول كيميائي لفقد إلكترونات مدارها الأخير (L) وهي (1 أو 2 أو 3 إلكترونات) لتتحول إلى شاردة موجبة سعيا بذلك لاكتساب التركيب الإلكتروني لذرة الغاز الخامل الأقرب إليها وهو الهيليوم الذي مداره الأخير K مشبع بإلكترونين (2) .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ملاحظة : إن ذرة الهيدروجين في موقع خاص في الجدول الدوري ، إذ فقدانه لإلكترون يحولها إلى بروتون لا يمكنه التواجد حر ، لذا لا نجد شاردته إلا و هي متحدة مع جزيء الماء (H_2O) ليكون معه شاردة (H_3O^+) أو مع النشادر (NH_3) ليكون شاردة NH_4^+ .

الأمثلـــة : ثنائيات إلكترونية

$$_3L\ [K^2L^1] \rightarrow 1e^- + Li^+\ [K^2] \Rightarrow He\ [K^2]$$
$$_4Be\ [K^2L^2] \rightarrow 2e^- + Be^{2+}\ [K^2] \Rightarrow He\ [K^2]$$
$$_5B\ [K^2L^3] \rightarrow 3e^- + B^{3+}\ [K^2] \Rightarrow He\ [K^2]$$

2ـ قاعدة الثمانية الإلكترونية

كل ذرة تسعى ليكون في مدارها الأخير (8 إلكترونات) على شكل أربعة أزواج مثل أقرب غاز خامل لها و ذلك بإكتساب الإلكترونات أو فقدها :

الحالة الأولى : إذا كان في المدار الأخير للذرة 1 أو 2 أو 3 إلكترونات ، فتسعى الذرة لفقدها لتبقى بمدارها الأسفل المشبع بـــ 8 إلكترونات .

الأمثلة : ثمانيات إلكترونية

$$_{11}Na\ [K^2L^8M^1] \rightarrow 1e^- + Na^+\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$
$$_{12}Mg\ [K^2L^8M^2] \rightarrow 2e^- + Mg^{2+}\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$
$$_{13}Al\ [K^2L^8M^3] \rightarrow 3e^- + Al^{3+}\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$

الحالة الثانية : إذا كان في المدار الأخير لذرة 5 أو 6 أو7 إلكترونات ، فتسعى الذرة لاكتساب 3 أو 2 أو 1 ليصبح مدارها الأخير مشبعا بـــ 8 إلكترونات .

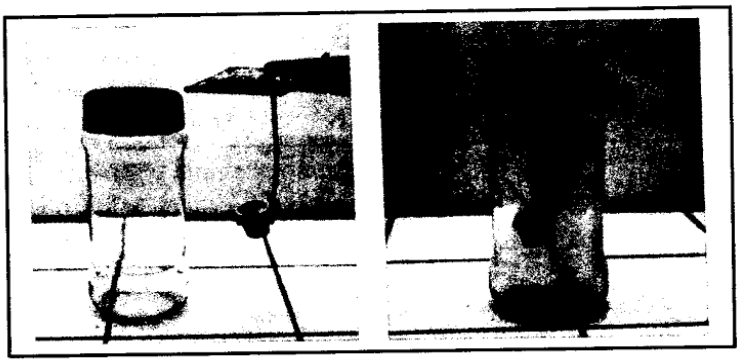
أمثلة : ثمانيات إلكترونية

$$_7N\ [K^2L^5] + 3e^- \rightarrow N^{3-}\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$
$$_8O\ [K^2L^6] + 2e^- \rightarrow O^{2-}\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$
$$_9F\ [K^2L^7] + 1e^- \rightarrow F^-\ [K^2L^8] \Rightarrow Ne\ [K^2L^8]$$

ـ كيف تتشكل الشوارد

تجربـــة :

ـ خذ قطعة من الصوديوم في بوتقة مسخنة لدرجة حرارة مرتفعة ، ادخلها في قارورة مملوءة بغاز الكلور.
ـ ماذا تلاحظ ؟ ماذا تستنتج ؟



الملاحظة : حدوث اشتعال ، و تشكل بلورات بيضاء يمكن التعرف عليها على أنها ملح كلور الصوديوم .

التفسير

ـ ذرة الصوديوم Na ذات التركيب الإلكتروني $K^2\ L^8\ M^1$ تفقد إلكترون من طبقتها الخارجية و تتحول إلى شاردة الصوديوم Na^+ أحادية الذرة ذات التركيب الإلكتروني $K^2\ L^8$ المماثل للتركيب الإلكتروني لذرة النيون .

ـ ذرة الكلور Cl ذات التركيب الإلكتروني $K^2\ L^8\ M^7$ تكتسب إلكترون في طبقتها الخارجية و تتحول إلى شاردة الكلور Cl^- أحادية الذرة ذات التركيب الإلكتروني $K^2\ L^8\ M^8$ المماثل للتركيب الإلكتروني لذرة الأرغون .

نتيجة :

الشوارد أحادية الذرة هي ذرات فقدت أو اكتسبت إلكترونا أو أكثر من طبقتها الخارجية . و يكون ذلك موافقا لقاعدتي الثنائية و الثمانية الإلكترونية .

ملاحظة : من تجربة التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس حيث المسريين من البلاتين أو الفحم ، يمكن تحقيق مشاهدة تشكل ذرات النحاس Cu انطلاقا من شواردها Cu^{2+} (اختفاء اللون الأزرق من في وعاء التحليل).

التأيـــن

عملية تحول ذرة إلى شاردة تدعى التأين من العبارة اللاتينية (ion التي تعني شاردة) .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الشوارد :

ـــ الشوارد هي ذرات فقدت أو اكتسبت إلكترونا أو أكثر . عملية تحول ذرة إلى شاردة تدعى التأين .

ـــ عند تحول ذرة إلى شارة بفقدان عدد n من الإلكترونات نرمز لها برمز الذرة مرفوقة بإشارة (n+) على اليمين ، في وضع الأس أي : X^{n+} .

ـــ عند تحول ذرة إلى شاردة باكتساب عدد n من الإلكترونات نرمز لها برمز الذرة مرفوقة بإشارة (n−) على اليمين ، في وضع الأس أي : X^{n-} .

و ننمذج هذا التحول بالمعادلة الكيميائية الآتية :

حالة الفقد : $X \rightarrow ne^- + X^{n+}$ ، **حالة الإكتساب :** $X + ne^- \rightarrow Xn-$

مثـــال : $Al \rightarrow 3e^- + Al^{3+}$, $Mg \rightarrow 2e^- + Mg^{2+}$, $Na \rightarrow e^- + Na^+$

$O + 2e^- \rightarrow O^{2-}$, $Cl + e^- \rightarrow Cl^-$

ـــ نقول عن الشاردة أنها تحمل شحنة أو شحنتين أو ثلاث نسبة لقيمة شحنة الإلكترون التي نعتمدها كوحدة .

و نعلم في دراستنا للشحنة الكهربائية أن وحدة الشحنة الكهربائية هي الكولوم (Coulomb) ونرمزلها بالحرف C :

- الشحنة الكهربائية بالكولوم لشاردة تحمل الإشارة n^+ هي : $+ n . 1,6. 10^{-19}$ C
- الشحنة الكهربائية بالكولوم لشاردة تحمل الإشارة n^- هي : $- n . 1,6. 10^{-19}$ C

مفهـــوم الكاتيون و الأنيون :

ـــ نسمي الشاردة الموجبة **كاتيون** نسبة لتوجهها نحو مهبط وعاء التحليل (cathode) خلال عملية التحليل الكهربائي للمحاليل

ـــ نسمي الشاردة السالبة **أنيون** نسبة لتوجهها نحو مصعد وعاء التحليل (anode) .

نستنتج مما سبق أن التحولات الكيميائية لا تأثير لها على نواة الذرة بل تمس فقط إلكترونات طبقتها الخارجية و منه يمكن تمثيل كل شاردة عنصر كيميائي بالرمز التالي : $_zX^{n+-}$ أين :

X : اسم العنصر ، A : عدده الكتلي ، Z : رقمه الذري و n : عدد شحنات الشاردة .

مثـــال : شاردة الألومنيوم Al : $_{13}Al^{3+}$ ، **شاردة الأكسجين :** $_8O^{2-}$

الشوارد متعددة الذرات

جدول لبعض الشوارد متعددة الذرات

شوارد	شوارد موجبة A^{n+}		شوارد سالبة B^{n-}	
عدد شحنها	الرمز	الإسم	الرمز	الإسم
شوارد أحادية الشحنة	H_3O^+	هيدرونيوم	OH^-	هيدروكسيد
	NH_4^+	آمونيوم	NO_3^-	النترات
شوارد ثنائية الشحنة			CO_3^{2-}	كاربونات
			SO_4^{2-}	كبريتات
شوارد ثلاثية الشحنة			PO_4^{3-}	فوصفات

كيف تتشكل الجزيئات

ـــ ما عدا الغازات الخاملة ، فإن الذرات الأخرى لا تبقى معزولة بل ترتبط مع بعضها البعض لتشكل جزيئات الأنواع الكيميائية .

ـــ أثناء تشكيل الجزيئ ، تسعى كل ذرة لتحصل على طبقة أخيرة مشبعة حسب قاعدة الثمانية أو الثنائية الالكترونية فترتبط فيما بينها بطريقتين :

أ ـــ انتقال إلكترونات من ذرة لتكتسبها الذرة الأخرى لتتشكل شاردين متعاكستين في الإشارة و يتم الترابط بتجاذب كهربائي بينهما و نسمي هذا النوع من الروابط **بالرابطة الشاردية** .

ب ـــ تشترك كل ذرة بعدد معين من إلكترونات الطبقة الخارجية مع ذرة أخرى مثلها أو غيرها و يتم الترابط و نسمي هذا النوع من الروابط **بالروابط التكافئية** .

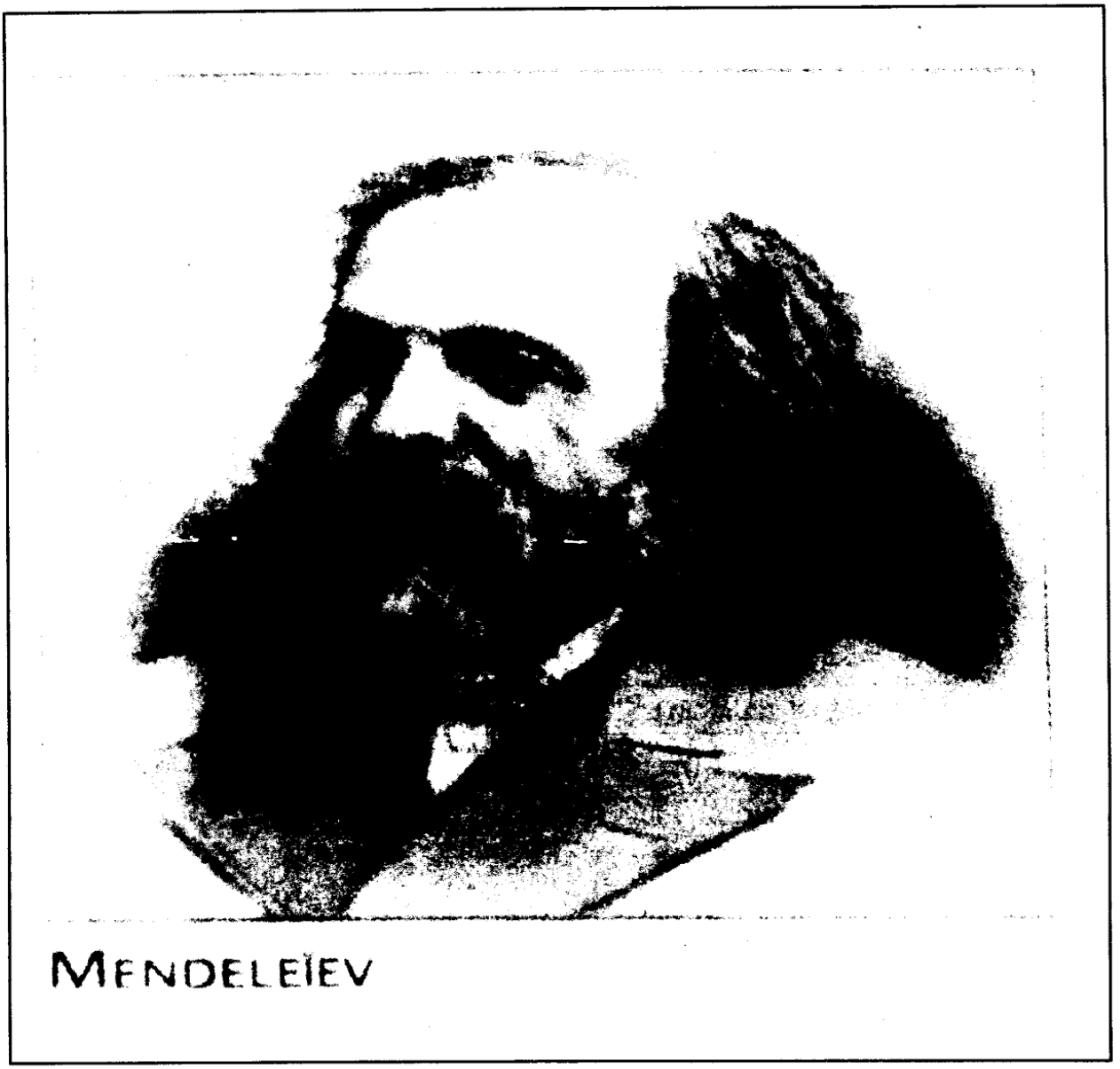
الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الجدول الدوري للعناصر

الأهـــداف :

- التعرف على العائلات الكيميائية
- باستعمال ترتيب العناصر في الجدول :
  - أ ـــ معرفة كيفية إيجاد شحنة الشوارد البسيطة .
  - ب ـــ عدد الروابط التي تستطيع تشكيلها عناصر عائلات عمود : الكاربون ، الأوكسجين ، الآزوت و الفلور .
- التعرف على : عائلة القلائيات ، عائلة الهالوجينات و عائلة الغازات النبيلة .



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

نبذة تاريخية

ـــ منذ القدم ، اهتم كثير من العلماء بدراسة العناصر الكيميائية الطبيعية في محاولة يائسة للتحكم في تحولاتها . و كان الكثير منهم يبحث عن وسيلة تحويل بعض المعادن مثل النحاس إلى الذهب لم يفلحوا طبعا في هذه العملية و لكن محاولاتهم وتجاربهم أدت إلى نتائج كبيرة إذ استطاع البعض منهم اكتشاف عدة عناصر وتحديد بعض خصائصها الفيزيائية .

ـــ في نهاية القرن 14 ، كان عدد العناصر المعروفة يقارب 30 عنصرا .

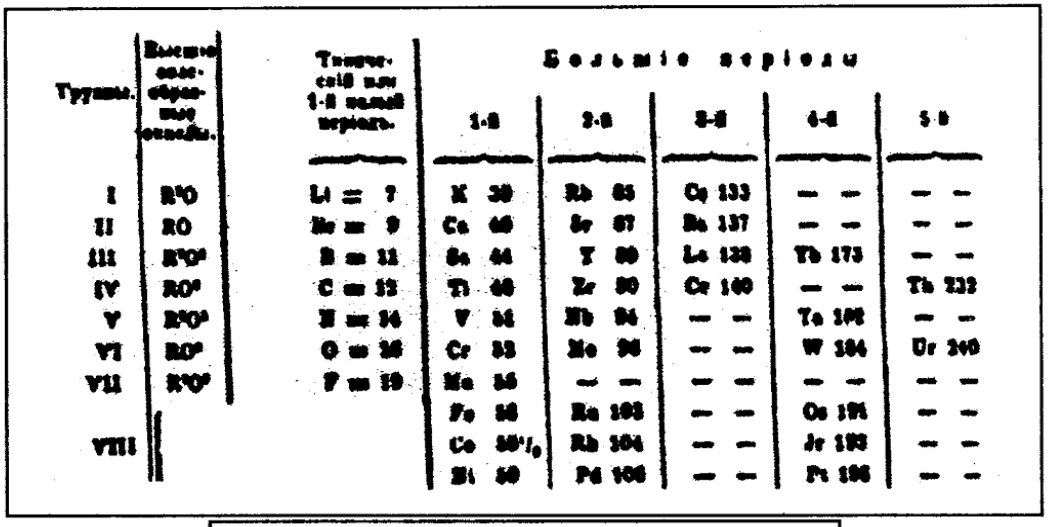
ـــ في نفس الفترة تكاثرت الدراسات و تسارعت الإكتشافات و أصبح عدد العناصر المعروفة 63 عنصرا في عام 1869 . خلال هذه الدراسات و مع تكاثر عدد العناصر بدأت تظهر بعض الصفات المشتركة بين هذه العناصر وتشابه بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية و أصبح الكل في حاجة لوسيلة أو طريقة يتفق عليها تصنف بها العناصر وفق خصائصها . وحاول الكثير منهم اقتراح تصنيفا للعناصر و لكنها كانت جزئية و غير شاملة مثل : دوبراينر (1817 Dobereiner) ، شانكورتوا (1862 .Chancourtois) و ماير (Mayer . 1869) وغيرهم ...

ـــ العلماء الذين لاحظو الصفات المشتركة بين بعض هذه العناصر و تشابه بعض خصائصها الفيزيائية والكيميائية حاولوا ترتيبها إلى عائلات منها :
ـــ الكلور ، البروم و اليود (عائلة الهالوجينات).
ـــ الليثيوم ، الصوديوم و البوتاسيوم (عائلة القلويات).

ـــ انطلاقا من هذه العائلات ، قام العالم الروسي مندلييف (Mendeleiev . 1834 -1907) بدراسة دقيقة للخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر المعروفة و المركبات التي تشكلها مع الأوكسجين و الهيدروجين .
لاحظ مندليف بعد أن رتب هذه الناصر ترتيبا تصاعديا و وفق كتلها الذرية ، ظهور تقدم منتظم في خواصها و بشكل دوري . و على هذا الأساس رتب العالم مندلييف العناصر الكيميائية في جدول سمي بالجدول الدوري لمندلييف . ما أتى به جدول ترتيب العناصر لمندلييف :

- تركه خانات فارغة لعناصر لم تعرف بعد مع التنبؤ بخصائصها و التي اكتشفت بعد ذلك و كانت تتميز فعلا بتلك الخصائص .
- هذا الترتيب فرض تغيير في كتل بعض العناصر و التي كانت معروفة . (مثل عنصر البريليوم).

ـــ و في سنة 1894 اكتشف العالم رامساي (RAMSAY) الغازات النادرة مضيفا بذلك عمود جديد لعائلة كيميائية لجدول مندلييف ليكتمل بشكل أكثر تنسيق .
ـــ ذلك ما جعل من جدول مندليف الجدول المعتمد لترتيب العناصر الكيميائية من طرف الجميع و هو الجدول المستعمل حاليا مع تعديلات و إضافات جاءت بها الإكتشافات الجديدة و النظريات المعاصرة .



Typus.	Reihe	Transcendente Reihen	Sonstige Reihen			
			1-8	2-9	3-10	4-11	5-12
I	R^1O	Li = 7	K 39	Rb 85	Cs 133	— —	— —
II	RO	Be = 9	Ca 40	Sr 87	Ba 137	— —	— —
III	R^2O^3	B = 11	Sc 44	Y 89	La 138	Tb 173	— —
IV	RO^2	C = 12	Ti 48	Zr 90	Ce 140	— —	Th 232
V	R^2O^5	N = 14	V 51	Nb 94	— —	Ta 182	— —
VI	RO^3	O = 16	Cr 52	Mo 96	— —	W 184	Ur 240
VII	R^2O^7	F = 19	Mn 55	— —	— —	— —	— —
VIII			Fe 56	Ru 104	— —	Os 191	— —
			Co 59 Ni 59	Rh 104	— —	Ir 193	— —
			Cu 63	Pd 106	— —	Pt 196	— —

ترتيب العناصر في الجدول الدوري لمندلييف 1869

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

ـ و بظهور النظرية الذرية للمادة و اكتشاف مكونات الذرة وجد أن الجدول الدوري المعتمد متطابق تماما مع هذه النظرية إذ أن رقم أوضاع العناصر يتوافق تماما مع عدد إلكترونات ذرتها .

ـ الجدول الدوري الحالي مبني على أساس التركيب الإلكتروني لذرات مختلف العناصر .

بناء الجدول الدوري للعناصر :

ـ نعطي فيما يلي 18 عنصرا كيميائيا :

الهيدروجين H	الفلور F	الكلور Cl	الكربون C	البور B	البريليوم Be	الآزوت N	الأرغون Ar	الألومنيوم Al
$_{1}^{1}H$	$_{9}^{19}F$	$_{17}^{35}Cl$	$_{6}^{12}C$	$_{5}^{11}B$	$_{4}^{9}Be$	$_{7}^{14}N$	$_{18}^{40}Ar$	$_{13}^{27}Al$
الكبريت S	الصوديوم Na	السيليسيوم Si	الفوسفور P	الأوكسيجين O	النيون Ne	المغنيزيوم Mg	الليثيوم Li	الهيليوم He
$_{16}^{32}S$	$_{11}^{23}Na$	$_{14}^{28}Si$	$_{15}^{31}P$	$_{8}^{16}O$	$_{10}^{20}Ne$	$_{12}^{24}Mg$	$_{3}^{7}Li$	$_{2}^{4}He$

1ـ رتبها في جدول أسطره وفق رقمها الذري Z تصاعديا و أعمدته وفق عدد طبقاتها.
2ـ اعط التركيب الإلكتروني لكل منها .

رقم العمود / رقم السطر	1	2		3	4	5	6	7	8
1	$_{1}^{1}H$ K^1								$_{2}^{4}He$ K^2
2	$_{3}^{7}Li$ K^2L^1	$_{4}^{9}Be$ K^2L^2	.....	$_{5}^{11}B$ K^2L^3	$_{6}^{12}C$ K^2L^4	$_{7}^{14}N$ K^2L^5	$_{8}^{16}O$ K^2L^6	$_{9}^{19}F$ K^2L^7	$_{10}^{20}Ne$ K^2L^8
3	$_{11}^{23}Na$ $K^2L^8M^1$	$_{12}^{24}Mg$ $K^2L^8M^2$	.....	$_{13}^{27}Al$ KLM^3	$_{14}^{28}Si$ $K^2L^8M^4$	$_{15}^{31}P$ $K^2L^8M^5$	$_{16}^{32}S$ $K^2L^8M^6$	$_{17}^{35}Cl$ $K^2L^8M^7$	$_{18}^{40}Ar$ $K^2L^8M^8$

ـ ماذا تلاحظ ؟ لماذا سمي هذا الجدول بالجدول الدوري للعناصر ؟ فيما تتشابه عناصر كل عمود ؟ علل .
ـ نلاحظ أن السطر الأول يحتوي على عنصرين هما الهيدروجين و الهيليوم و لكل منهما طبقة واحدة .
ـ السطر الثاني و الثالث يحتوي كل منهما على 8 عناصر و ينتهي السطر عندما تصبح الطبقة الأخيرة لذرة العنصر مشبعة بثمانية إلكترونات .
ـ عندما نملأ السطر الأول نقول أننا أنجزنا الدورة الأولى يليها السطر الثاني أي الدورة الثانية و منه ندعو كل سطر بدور و على هذا الأساس سمي الجدول بالجدول الدوري للعناصر . ومنه نستنتج :

عناصر الدور الواحد لها نفس عدد الطبقات و هذا العدد يوافق رقم الدور (السطر).

ـ نلاحظ أيضا أن العناصر الموجودة في نفس العمود تحتوي طبقاتها الخارجية على نفس العدد من الإلكترونات فعناصر العمود الأول يكون بطبقتها الخارجية إلكترون واحد ، و عناصر العمود الثاني يكون بطبقتها الخارجية 2 إلكترون ، .....و عناصر العمود الثامن يكون بطبقتها الخارجية 8 إلكترون . و منه نستنتج :

عناصر العمود الواحد لها نفس عدد الإلكترونات في طبقاتها الخارجية و هذا العدد يوافق رقم العمود .

نتيجة :

يعتمد ترتيب العناصر الكيميائية في الجدول الدوري على التركيب الإكتروني في طبقاتها وفق الرقم الذري التصاعدي .
يوافق رقم السطر في الجدول ، عدد طبقات ذراته أي أن السطر في الجدول لا يحتوي إلا العناصر التي لها نفس عدد الطبقات.
و يحتوي العمود الواحد في الجدول العناصر التي لها نفس عدد الإلكترونات في طبقتها الخارجية .
توجد العناصر الكيميائية ذات المشبعة كلها في العمود الثامن و هو الأخير في الجدول الدوري للعناصر .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الجدول الدوري البسيط :

يتشكل الجدول الدوري البسيط في صيغته البسيطة من 8 أعمدة و7 سطور . ترقم عادة الأعمدة من 1 إلى 8 والسطور بالأرقام من 1 إلى 7 . نعطي فيما يلي شكل الجدول الدوري البسيط بالإكتفاء بالسطور الثلاثة الأولى :

رقم العمود / رقم السطر	1	2		3	4	5	6	7	8
1	$_{1}^{1}H$ K^1								$_{2}^{4}He$ K^2
2	$_{3}^{7}Li$ K^2L^1	$_{4}^{9}Be$ K^2L^2	.....	$_{5}^{11}B$ K^2L^3	$_{6}^{12}C$ K^2L^4	$_{7}^{14}N$ K^2L^5	$_{8}^{16}O$ K^2L^6	$_{9}^{19}F$ K^2L^7	$_{10}^{20}Ne$ K^2L^8
3	$_{11}^{23}Na$ $K^2L^8M^1$	$_{12}^{24}Mg$ $K^2L^8M^2$	.....	$_{13}^{27}Al$ KLM^3	$_{14}^{28}Si$ $K^2L^8M^4$	$_{15}^{31}P$ $K^2L^8M^5$	$_{16}^{32}S$ $K^2L^8M^6$	$_{17}^{35}Cl$ $K^2L^8M^7$	$_{18}^{40}Ar$ $K^2L^8M^8$

ــ قارن هذا الجدول بالجدول الدوري العام المستعمل حاليا

في الجدول الدوري العام ، نجد أن هناك مجموعة من العناصر تحتل مواقعها بين العمودين الثاني و الثالث في الجدول الدوري البسيط السابق و هي موزعة على 10 أعمدة حيث يصبح رقم العمود الثالث السابق هو 13 ثم رقم العمود الرابع السابق هو 14 ..... و هكذا حتى العمود رقم 8 أين يصبح 18 .

رقم العمود / رقم السطر	1	2	3 12	13	14	15	16	17	18
1	$_{1}^{1}H$ K^1								$_{2}^{4}He$ K^2
2	$_{3}^{7}Li$ K^2L^1	$_{4}^{9}Be$ K^2L^2	.....	$_{5}^{11}B$ K^2L^3	$_{6}^{12}C$ K^2L^4	$_{7}^{14}N$ K^2L^5	$_{8}^{16}O$ K^2L^6	$_{9}^{19}F$ K^2L^7	$_{10}^{20}Ne$ K^2L^8
3	$_{11}^{23}Na$ $K^2L^8M^1$	$_{12}^{24}Mg$ $K^2L^8M^2$	.....	$_{13}^{27}Al$ KLM^3	$_{14}^{28}Si$ $K^2L^8M^4$	$_{15}^{31}P$ $K^2L^8M^5$	$_{16}^{32}S$ $K^2L^8M^6$	$_{17}^{35}Cl$ $K^2L^8M^7$	$_{18}^{40}Ar$ $K^2L^8M^8$

كيف نحدد موقع العنصر في الجدول الدوري ؟

رقم السطر يمثل عدد الطبقات في التركيب الإلكتروني و رقم العمود يمثل عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية .

مثـــال ــ1 :

أوجد موقع عنصر الأكسجين في الجدول الدوري للعناصر علما أن رمزه هو $_{8}^{16}O$

الحـــل ــ1 :

أ ــ التركيب الإلكتروني في طبقات ذرة عنصر الأكسجين : بما أن $Z = 8$ فعدد إلكترونات الذرة المتعادلة يكون أيضا 8 فالتوزيع الإلكتروني يكون إذن : $K^2\ L^6$

أي أن هذا العنصر يحتوي على طبقتين ، فهو ينتمي إلى السطر 2 .

و بما أن عدد إلكتروناته في الطبقة الأخيرة 6 فهو ينتمي إلى العمود السادس 6 أو العمود 16 .

مثـــال ــ2 :

أوجد موقع عنصر المغنيزيوم في الجدول الدوري للعناصر علما أن رمزه هو $_{12}^{24}Mg$

الحـــل ــ2 :

بما أن $Z = 12$ يكون التوزيع في المدارات $K^2\ L^8\ M^2$. لهذا العنصر 3 مدارات فهو ينتمي إلى السطر 3 و بمداره الأخير M إلكترونين فهو يوجد في العمود 2 .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

استغلال ترتيب العناصر في الجدول الدوري

1) العائلة الكيميائية : هي مجموعة عناصر العمود الواحد في الجدول الدوري .

بعض العائلات الكيميائية :

أ ــ عائلات القلائيات (Alcalins) :

تتشكل عائلة القلائيات من عناصر العمود الأول التي تتميز بإلكترون واحد على مدارها الأخير . وهي معادن تنقل الكهرباء والحرارة . تتحول بسهولة كبيرة إلى شاردة موجبة بتحرير أوفقدان إلكترونها الأخير . وتتفاعل بشدة مع الماء و ثنائي الأكسجين والرطوبة الجوية لذا فهي لا تتواجد حرة في الطبيعة على شكلها المعدني بل توجد على شكل شوارد .
نذكر منها العنصرين Li و الصوديوم Na .

ب ــ عائلة القلائيات الترابية :

هي عناصر العمود الثاني ، في مدارها الأخير إلكترونين . نذكرمنها البيريليوم (Be) و المغنيزيوم (Mg) .
لها صفات جد متشابهة منها الناقلية الكهربائية والصفة المعدنية والناقلية الحرارية .

جـ ــ عائلة العناصر الترابية :

هي عناصر العمود الثالث في مدارها الأخير 3 إلكترونات . منها الألومنيوم Al و البور B .... لها صفات متشابهة .

د ــ عائلة الهالوجينات : (Halo) : ملح و (gène) : مولد)

تشكل عناصر العمود السابع عائلة الهالوجينات التي تتميز بمدار أخير به 7 إلكترونات منها (F و Cl ...)
تكون في حالتها العادية على شكل جزيئات ثنائية الذرة F_2 و Cl_2 تتفاعل مع كثير من المعادن منها الحديد و النحاس ...
يمكن لهذه العناصر أن تكتسب بسهولة إلكترونا واحدا في مدارها الأخير وتصبح شاردة سالبة أحادية الشحنة مثل ... Cl^- , F^-

هـ ــ عائلة الغازات النبيلة :

ــ تشكل عناصر العمود الأخير (الثامن) للجدول الدوري عائلة الغازات النبيلة (النادرة ، الخاملة) .
ــ تسمى بالنادرة لندرتها في الطبيعة و بالخاملة لقلة نشاطها و هذا راجع لتشبع مدارها الأخير ذلك ما يجعلها لا تتفاعل مع أي عنصر أي أنها خاملة كيميائيا .
ــ يحتوي المدار الأخير لهذه الغازات 8 إلكترونات (أي أن لها بنية الكترونية ثمانية) ما عدا عنصر الهيليوم الذي مداره الأخير والوحيد يحتوي إلكترونين .
ــ كل ذرات هذه العائلة تكون في حالتها الطبيعية أحادية الذرة .

نتيجة :

ــ التأثيرات الكيميائية بين الذرات لا تتدخل فيها إلا إلكترونات الطبقة الأخيرة لذرة العنصر الكيميائي .
ــ ذرات عناصر نفس العائلة الكيميائية لها نفس عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية ، إذن :
عناصر نفس العائلة الكيميائية تمتاز بخصائص كيميائية متشابهة و متقاربة .

2) توقع صيغة الجزيئات و شحنة الشوارد

ــ موقع العنصر في الجدول الدوري يسمح بمعرفة عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية لذرته .
ــ تطبيق قاعدة الثنائية و الثمانية تسمح بتحديد :
ــ عدد الروابط التي يمكن للذرة الإشتراك بها عند الإرتباط بالذرات الأخرى .
ــ رقم شحنة الشاردة التي تعطيها الذرة .

مثـــال :

ما هي الجزيئة التي يمكن تشكيلها انطلاقا من العنصرين : الآزوت و الهيدروجين ؟

الحـــل :

ــ ذرة الآزوت تنتمي للعمود 15 من الجدول الدوري ، لها 5 إلكترونات خارجية . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو النيون ، تشترك بـــ 3 روابط تكافئية .
ــ ذرة الهيدروجين تنتمي للعمود 1 من الجدول الدوري ، لها إلكترون واحد خارجي . لتحقيق قاعدة الثنائية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو الهيليوم ، تشترك برابطة تكافئية واحدة .
إذن الجزيئة المتشكلة صيغتها : NH_3

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

توقع صيغة جزيئية لنوع كيميائي

المعادن الصوديوم (Na) و الكالسيوم (Ca) تحترق في أكسيجين الهواء لتنتج أكاسيد المعدن .
ما هي صيغ هذه الأكاسيد ؟ برر إجابتك ؟

ـــ ذرة الكالسيوم (Ca) تنتمي للعمود 2 من الجدول الدوري ، لها 2 إلكترونات خارجية . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو الكريبتون ، تشترك بـــ 2 روابط تكافئية .
ـــ ذرة الأوكسجين تنتمي للعمود 16 من الجدول الدوري ، لها 6 إلكترونات خارجية. لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو النيون ، تشترك بـــ 2 روابط تكافئية.
إذن الجزيئة المتشكلة المتوقعة صيغتها : CaO

ـــ ذرة الصوديوم (Na) تنتمي للعمود 1 من الجدول الدوري ، لها 1 إلكترون خارجي . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو الأرغون ، تشترك برابطة تكافئية واحدة.
ـــ ذرة الأوكسجين تنتمي للعمود 16 من الجدول الدوري ، لها 6 إلكترونات خارجية. لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو النيون ، تشترك بـــ 2 روابط تكافئية.
إذن الجزيئة المتشكلة المتوقعة صيغتها : Na_2O

كهرسلبية عنصر كيميائي :

رأينا في الفقرة السابقة أن الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعناصر الكيميائية تتعلق مباشرة بعدد إلكتروناتها في الطبقة الأخيرة لكل ذرة . وأن العناصر تصنف في عائلات كيميائية متشابهة الخصائص لكون طبقتها الأخيرة تحتوي نفس عدد الإلكترونات .
وأن عناصر العمود الأول تتحول بسهولة كبيرة إلى شوارد موجبة الشحنة بفقدان إلكترون طبقتها الأخيرة و بالعكس عناصر العمود السابع تميل لاكتساب إلكترونا لتصبح شوارد سالبة الشحنة .
يمكن متابعة هذا التحليل للعناصر الأخرى لنجد أن العناصر هذه تتفاعل فيما بينها بواسطة إلكتروناتها الموجودة على الطبقة الخارجية بحيث تحاول كل منها أن تتحصل على تشبع طبقتها الخارجية .

ـــ هل فقدان أو اكتساب إلكترون الطبقة الخارجية يكون بنفس السهولة للعناصر نفس العائلة أم هناك تفاوت ؟ و بين عناصر عائلتين مختلفتين ؟

ـــ نقدر ميول اكتساب عنصر كميائي للإلكترونات من عنصر كيميائي آخر بمقدار يدعى الكهروسلبية . فنقول عن الذرة التي تلتقط الإلكترون من الذرة الأخرى أنها الأكثر كهروسلبية .
ـــ نقدر ميول فقدان عنصر كميائي للإلكترونات بمقدار يدعى الكهروجابية .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الجدول الدوري للعناصر . تجارب (TP)

الجدول الدوري

اصنع جدولا يحتوة 8 أعمدة و 3 أسطر من $Z = 1$ إلى $Z = 18$. ثم رتب فيه العناصر حسب رقمها الذري التصاعدي مع وضع العناصر التي لها نفس عدد الطبقات في نفس السطر و بتخصيص العمود الأخير للعناصر ذات الطبقات المشبعة . ماذا تلاحظ ؟ لماذا سمي هذا الجدول بالجدول الدوري للعناصر ؟ فيما تتشابه عناصر كل عمود ؟ علل .

ـ استنتج باكمال العبارات التالية :

يعتمد ترتيب ... الكيميائية في الجدول الدوري على ... الأكتروني في ... وفق الرقم الذري التصاعدي .
يوافق رقم... في الجدول ، عدد ... ذراته أي أن السطر في الجدول لا يحتوي إلا ... التي لها ... ... المدارات.
و يحتوي الواحد في الجدول العناصر التي لها ... عدد الإلكترونات في مدارها ...
توجد العناصر الكيميائية ذات المدارات ... كلها في العمود ... و هو الأخير في ...

3ـ اعتمادا على الترتيب السابق أكمل الجدول التالي :

Z →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
الذرة	عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة																	
	1	2	1	2	....	...	....	6	...	..	..	2	..	...	.	..	8	
H	K^1																	
He	K^1	K^2																
Li	K^1	K^2	L_1															
Be				L^2														
B	K^1	K^2	L_1		L^3													
C						L^4												
N	K^1				L^3	L^4	L^5											
O								L^6										
F	K^1				L^3			L^6	L^7									
Ne	K^1				L^3			L^6	L^7	L^8								
Na											M^1							
Mg					L^3			L^6		L^8	M^1	M^2						
Al					L^3	L^4		L^6		L^8	M^1		M^3					
Si														M^4				
P		K^2	L_1		L^3	L^4		L^6			M^1		M^3	M^4	M^5			
S																M^6		
Cl						L^4		L^6	L^7	L^8	M^1			M^4		M^6	M^7	
Ar	K^1	K^2	L^1		L^3	L^4		L^6	L^7	L^8	M^1			M^4		M^6	M^7	M^8
الطبقات →	K	K	L	L	L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	M	M	M	M

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

خصائص عناصر عائلة الهالوجينات

أ ــ انحلال الهالوجينات :

• انحلال الهالوجينات في الماء :

انحلال ثنائي الكلور Cl_2 ، ثنائي اليود I_2 ، ثنائي البروم Br_2 في الماء ضعيف و محلوله الناتج هو ماء ثنائي الهالوجين .

ــ خذ ثلاثة أنابيب إختبار و ضع في كل واحد منها على الترتيب حجما من المحاليل الهالوجينية السابقة .

• انحلال الهالوجينات في حلقي الهكسان

ــ خذ أنبوب إختبار رابع وضع فيه حوالي 2 mL من الماء المقطر

ــ ضف له حوالي 2 mL من حلقي الهكسان ماذا تلاحظ ؟

رج الأنبوب واتركه يهدء ماذا تلاحظ ؟

ــ بعد أن تحصي الألوان في الأنابيب الثلاثة ضف إلى كل أنبوب بدون تحريك حوالي 0,5 mL من حلقي الهكسان ماذا تلاحظ ؟

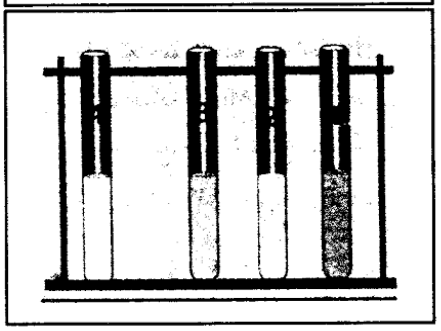
ما هو عدد الأطوار التي يحتويها كل أنبوب (عدد طبقات السوائل) .

عرف كلا منها .

ــ أغلق كل أنبوب بسدادة ثم حرك ودع المزيج يركد .

ــ عين لون لون كل أنبوب عندئذ . ماذا تستنتج من نتائج الأنابيب الأربعة ؟

ــ ما هي الظاهرة التي نحصل عليها ؟ كيف تسمى هذه العملية ؟



ب ــ تفاعل شوارد الفضة Ag^+ مع شوارد الهالوجينات :

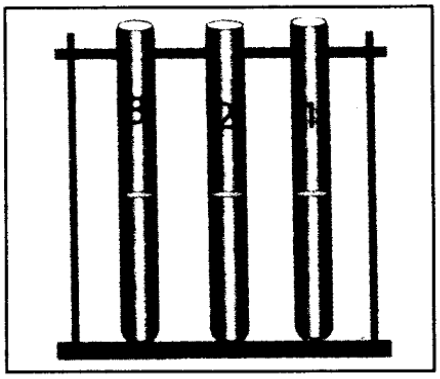
حضر ثلاثة أنابيب اختبار (1 ، 2 ، 3) و ضع في كل واحد منها حوالي 2 mL محلولا من المحاليل الآتية :

كلور البوتاسيوم $(K^+ + Cl^-)$ ، بروم البوتاسيوم $(K^+ + Br^-)$ ، يود البوتاسيوم $(K^+ + I^-)$.

ــ ضف إلى كل أنبوب قطرات من محلول نترات الفضة $(Ag^+ + NO_3^-)$. ماذا تلاحظ ؟

ــ احص الشوارد المتواجدة في كل محلول . ما هي الأنواع الكيميائية المتواجدة في كل أنبوب والتي تستطيع أن تتحد فيما بينها ؟ ــ استنتج صيغة هذه المواد المترسبة .

ــ عرض هذه المواد المترسبة إلى الضوء الأبيض الساطع (ضوء الشمس أو مصباح توهج) لبعض دقائق . ماذا تلاحظ ؟ أعط تطبيقا لهذه الظاهرة .



جـ ــ تفاعل شوارد الهالوجنيات مع محلول لفرق منغنات البوتاسيوم $(K^+ + MnO_4^-)$:

قارن بين لون محلول فوق برمنغنات البوتاسيوم و لون محلول بروم البوتاسيوم .

ــ ما هو النوع الكيميائي المسؤول عن اللون البنفسجي ؟

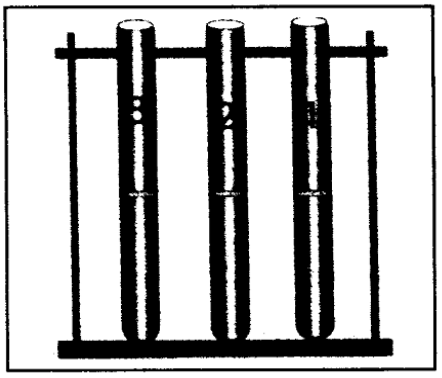
ــ حضر ثلاثة أنابيب (1 ، 2 ، 3) يحتوي كل منها حوالي 2 mL من أحد المحاليل المائية الهالوجينية الثلاثة على الترتيب :

$(K^+ + Cl^-)$ و $(K^+ + Br^-)$ $(K^+ + I^-)$ ، ضف في كل أنبوب على الترتيب : 0,5 mL من محلول محمض من برمنغنات البوتاسيوم . ماذا تلاحظ ؟

ــ انتظر حوالي خمس دقائق ثم ضف 0,5 mL من حلقي الهكسان في كل أنبوب و حرك بلطف بعد سدها .

ــ ماذا تلاحظ ؟ صف ملاحظاتك من أجل كل محلول : أثناء إضافة $KMnO_4$ مع التحريك ، بعد إضافة C_6H_{12} والتحريك ، ثم الإبانة .

ــ استنتج طبيعة الناتج المتشكل انطلاقا من كل شوارد الهالوجينات .



الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

اختر الجواب أو الإجابات الصحيحة :

أ ـــ عند فقد أو كسب (البروتونات / الالكترونات)، تتحول الذرات إلى دقائق مشحونة تسمى (شوارد/ نيوكلونات)

- **تحمل الكاتيونات شحنة (موجبة / سالبة) حيث أن ذرتها (فقدت / كسبت) إلكترونا واحدا أو اكثر .**
- **فقد أو اكتساب إلكترون أو أكثر لا يغير (النواة / المدارات الالكترونية) للذرة .**

ب – تترتب العناصر في الجدول الدوري وفق عدد النيوكليونات .

- **كل سطر من الجدول يوافق مدار .**
- **ننتقل من سطر إلى آخر كلما نشبع مدار .**
- **إن العناصر التي لها نفس التوزيع الالكتروني تنتمي إلى نفس السطر .**
- **تنتمي نظائر عنصر ما إلى نفس الخانة في الجدول .**
- **يقع عمود الغازات الخاملة بعد عمود الهالوجينات .**

جـــ ـــ تتوزع الإلكترونات في الذرة حسب :

أ) – المدارات . ب) – العائلات . جـــ) – النوى .

د ـــ يتسع المدار رقم $n = 2$ لـــ :

أ) – $2n$ إلكترون . ب) – n^2 إلكترون . جـــ) – 8 إلكترونات .

هـــ ـــ عناصر العمود الأول من الجدول :

أ) تشكل عائلة الهالوجينات . ب) في مدارها الأخير إلكترون واحد . جـــ) تعطي بسهولة كاتيونات . د) لها خاصية معدنية .

و .أ) توجد الهالوجينات في العمود 8 من الجدول الدوري . ب) لذراتها في المدار الخير 7 الكترونات .

جـــ) تعطي أنيونات بسهولة .

ز .أ) للغازات النادرة نفس البنية الالكترونية الخارجية . ز.ب) تنتمي الغازات النادرة على نفس العائلة .

جـــ) الغازات النادرة جزيئات ثنائية الذرة . د) للغازات النادرة نشاط كيميائي ضعيف .

حـــ ـــ تقع الذرات الآتية في العمود السادس : $_{8}^{16}O$ ، $_{8}^{17}O$ ، $_{8}^{18}O$

ط) لذرة الكبريت (S) 16 إلكترون موزعة كالآتي : أ) K^2 , L^6 , M^5 ب) K^2 , L^8 , M^6 جـــ) K^2 , L^6 , M^8

الحـــل ـــ1

أ ـــ عند فقد أو كسب الالكترونات ، تتحول الذرات إلى دقائق مشحونة تسمى شوارد .

- تحمل الكاتيونات شحنة موجبة حيث أن ذرتها فقدت إلكترونا واحدا أو أكثر .
- فقد أو اكتساب إلكترون أو أكثر لا يغير النواة للذرة .

ب – كل سطر من الجدول يوافق مدارا .

- ننتقل من سطر إلى آخر كلما نشبع مدار .
- تنتمي نظائر عنصر ما إلى نفس الخانة في الجدول .
- يقع عمود الغازات الخاملة بعد عمود الهالوجينات .

جـــ ـــ تتوزع الإلكترونات في الذرة حسب : أ) – المدارات .

د ـــ يتسع المدار رقم $n = 2$ لـــ : جـــ) – 8 إلكترونات .

هـــ ـــ عناصر العمود الأول من الجدول :

ب) في مدارها الأخير إلكترون واحد . جـــ) تعطي بسهولة كاتيونات . د) لها خاصية معدنية .

و ـــ ب) لذراتها في المدار الأخير 7 الكترونات . جـــ) تعطي أنيونات بسهولة .

ز ـــ أ) للغازات النادرة نفس البنية الإلكترونية الخارجية . ب) تنتمي الغازات النادرة إلى نفس العائلة .

د) للغازات النادرة نشاط كيميائي ضعيف .

حـــ ـــ تقع الذرات الآتية في العمود السادس : $_{8}^{16}O$ ، $_{8}^{17}O$ ، $_{8}^{18}O$

ط ـــ لذرة الكبريت ^{16}S إلكترونات موزعة كالآتي : ب) K^2 , L^8 , M^6

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ2

تعرف على الإقتراحات الخاطئة و صلحها :

أ ــ تترتب العناصر وفق رقم كتلها التصاعدي .

ب – ننتقل من سطر إلى آخر عندما يتشبع السطر الأول .

جـ ــ العناصر التي لها نفس عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة توجدة في نفس السطر .

د ــ العناصر التي لها نفس رقم الكتلة توجد في نفس العمود .

الحـــل ــ2

أ ــ تترتب العناصر وفق رقمها الذري التصاعدي .

ب – ننتقل من سطر إلى آخر عندما يتشبع السطر الأول (السابق) .

جـ ــ العناصر التي لها نفس عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة توجد في نفس العمود .

د ــ العناصر التي لها نفس الرقم الذري توجد في نفس الخانة في الجدول الدوري .

التمرين ــ3

أجب بنعم أو لا :

- **للذرات ذات $11 \leq Z \leq 18$ مدار أخير مشبع .**
- **كل الذرات التي لها في مدارها الأخير نفس عدد الالكترونات لها نفس التوزيع الالكتروني**
- **تحتوي الطبقة الأخيرة لذرة الصوديوم $Na\ (Z = 11)$ (1 إلكترون ، 7 الكترونات)**
- **توجد عناصر الهالوجينات في العمود الأول من الجدول الدوري .**
- **توجد العناصر الترابية في العمود السابع من الجدول الدوري .**
- **تعطي عناصر العمود السابع بسهولة 1 إلكترون .**
- **تكافؤ عناصر السطر الثاني هو 2 .**
- **تكافؤ عناصر العمود السادس هو 6 .**

الحـــل ــ3

- للذرات ذات $11 \leq Z \leq 18$ مدار أخير مشبع . **لا**
- كل الذرات التي لها في مدارها الأخير نفس عدد الإلكترونات لها نفس التوزيع الالكتروني . **لا**
- تحتوي الطبقة الأخيرة لذرة الصوديوم $Na\ (Z = 11)$ 1) إلكترون . **نعم**
- توجد عناصر الهالوجينات في العمود الأول من الجدول الدوري . **لا**
- توجد العناصر الترابية في العمود السابع من الجدول الدوري . **لا**
- تعطي عناصر العمود السابع بسهولة 1 إلكترون . **نعم**
- تكافؤ عناصر السطر الثاني هو 2 . **لا**
- تكافؤ عناصر العمود السادس هو 6 . **لا**

التمرين ــ4

لدينا العنصرين $Ne\ (Z = 10)$ و $Ar\ (Z = 18)$

أ) اعط لكل عنصر توزيعه الإلكتروني في المدارات . ب) ما هو وجه التشابه بينهما ؟

الحـــل ــ4

التوزيع الإلكتروني للعنصر $Ne\ (Z = 10)$ هو $K^2\ L^8$

التوزيع الإلكتروني للعنصر $Ar\ (Z = 18)$ هو $K^2\ L^8\ M^8$

ــ وجه التشابه بينهما : لكل منهما مدار أخير مشبع . (عناصر الغازات الخاملة) .

التمرين ــ5

إن توزيع الكترونات ذرة هو كالاتي : $K^2\ L^8\ M^5$

ــ ما هو عدد الالكترونات في المدار الأخير . ب) احسب العدد الذري .

جـــ) اعط التمثيل الرمزي للنواة الفوصفور ، علما أن لها 15 نوترون .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـــل ــ5

التوزيع الإلكتروني : $K^2\ L^8\ M^5$

أ)عدد الالكترونات في المدار الأخير هو 5 . ب) العدد الذري : 15 و هو عنصر الفوصفور P

جـــ) التمثيل الرمزي للنواة الفوصفور ، علما أن لها 15 نوترون هو : $^{30}_{15}P$

التمرين ــ6

أ ــ أين تتوزع الإلكترونات في الذرة . ب – بأي مدار يبدأ التوزيع ؟

الحـــل ــ6

أ ــ تتوزع الإلكترونات في الذرة على طبقات حول النواة K , L , M

ب ــ يبدأ التوزيع بالمدار الأول K

التمرين ــ7

لذرة 5 الكترونات في سحابتها الإلكترونية .

أ) اعط توزيع هذه الإلكترونات في المدارات . ب) ما هو عدد الإلكترونات في المدارالأخير ؟

جـــ) ما هي الشاردة المتوقع أن تعطيها ؟

الحـــل ــ7

لذرة 5 الكترونات في سحابتها الإلكترونية .

أ) توزيع هذه الإلكترونات في المدارات : $K^2\ L^3$: العنصر يقع في السطر الثاني .

ب) عدد الإلكترونات في المدارالأخير هو 3 : العنصر يقع في العمود الثالث . إذن العنصر هو البور .

جـــ) الشاردة المتوقع أن تعطيها هي : B^{3+}

التمرين ــ8

لذرة التوزيع الآتي : $K^2\ L^8\ M^3$

أ) ما هو عدد إلكترونات سحابتها . استنتج Z (رقم الذرة).

ب) ما هو عدد إلكترونات الطبقة الأخيرة .

جـــ) اعط التوزيع الإلكتروني لشاردتها في المدارات K ، L ، M ثم عين هذا العنصر إذا كانت عدد نيوترونات نواته هو 14 .

الحـــل ــ8

لذرة التوزيع الآتي : $K^2\ L^8\ M^3$

أ) عدد إلكترونات سحابتها هو : 13 . استنتاج Z (رقم الذرة) : رقم الذرة يساوي عدد الإلكترونات .

ب) عدد إلكترونات الطبقة الأخيرة هو : 3

جـــ) التوزيع الإلكتروني لشاردتها في المدارات K ، L ، M : $K^2\ L^8$

تعيين هذا العنصر إذا كانت عدد نيوترونات نواته 14 هو : الألومنيوم .

التمرين ــ9

إليك ذرة Na التي Z = 11

أ) اعط توزيع الإلكترونات في المدارات K ، L ، M . ب) ما هو عدد إلكتروناتها في الطبقة الأخيرة ؟

جـــ) ما هو عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة لشاردتها Na^+ ؟

الحـــل ــ9

إليك ذرة Na التي Z = 11

أ) توزيع الإلكترونات في المدارات K ، L ، M : $K^2\ L^8\ M^1$: العنصر يقع في السطر الثالث .

ب) عدد إلكتروناتها في الطبقة الأخيرة هو : 1 العنصر يقع في العمود الأول . إذن العنصر هو الصوديوم .

جـــ) عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة لشاردتها Na^+ هو : 8 حسب قاعدة الثمانية الإلكترونية .

التمرين ــ10

نفس السؤال من أجل عنصر ذرة الفلور حيث Z = 9 .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـــل ــ10

أ) توزيع الإلكترونات في المدارات K ، L ، M : $K^2\ L^7$: العنصر يقع في السطر الثاني .
ب) عدد إلكتروناتها في الطبقة الأخيرة هو : 7 . العنصر يقع في العمود السابع .
جـــ) عدد الإلكترونات في الطبقة الأخيرة لشاردتها F^- هو : 8 حسب قاعدة الثمانية الإلكترونية .

التمرين ــ11

هذا السؤال يعتمد على السؤالين السابقين . كيف يمكن أن تتحد ذرة صوديوم مع ذرة فلور ؟

الحـــل ــ11

ــ ذرة الصوديوم تنتمي للعمود الأول من الجدول الدوري ، لها 1 إلكترون خارجي . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو الأرغون ، تفقد 1 إلكترون و تصبح شاردة موجبة Na^+ .
ــ ذرة الفلور تنتمي للعمود السابع من الجدول الدوري ، لها 7 إلكترونات خارجية . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو النيون ، تكتسب 1 إلكترون و تصبح شاردة سالبة F^- .
ــ الشاردين متعاكستين في الإشارة ، يتم الترابط بينهما بتجاذب كهربائي بينهما و نسمي هذا النوع من الروابط بالرابطة الشاردية
إذن الجزيئة المتشكلة صيغتها : NaF .

التمرين ــ12

لديك ذرة عنصر الهيليوم $_2^4He$.
أ) عين رقم الشحنة و رقم الكتلة لنواة هذه الذرة ب) ما هو المصطلح الذي أطلق على هذه النواة .
جـــ) احسب شحنة نواة الهليوم .
د) احسب شحنة سحابتها الإلكترونية و قارن بينها و بين شحنة النواة .

الحـــل ــ12

ذرة عنصر الهيليوم $_2^4He$.
أ) رقم الشحنة هو عدد الإلكترونات و يساوي العدد الذري وهو : 2 و رقم الكتلة لنواة هذه الذرة هو : 4
ب) المصطلح الذي أطلق على هذه النواة : جسيمات α في (تذكرنا بتجربة روذرفورد) .
جـــ) حساب شحنة نواة الهيليوم : $q = Z \cdot e^+ = 2 \cdot (+1{,}6 \cdot 10^{-19}) = +3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C$
د) حساب شحنة سحابتها الإلكترونية : $q = Z \cdot e^- = 2 \cdot (-1{,}6 \cdot 10^{-19}) = -3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C$
المقارنة بينها و بين شحنة النواة : الشحنتان متساويتان في القيمة و متعاكستان في الإشارة .

التمرين ــ13

ما هو عدد الالكترونات التي يمكن أن يحملها المدار ذو الرقم n .
أ) $x = 2n$ ، ب) $x = n^2$ ، جـــ) $x = 2n^2$.

الحـــل ــ13

عدد الإلكترونات التي يمكن أن يحملها المدار ذو الرقم n هو : جـــ) $x = 2n^2$.

التمرين ــ14

أ) إلى أي مدار تنتمي الإلكترونات المسؤولة عن النشاط الكيميائي في الذرة . ب) ما هي العلاقة بين رقم الكتلة و رقم الشحنة في الذرة . جـــ) هل تكون عدد الإلكترونات تساوي عدد البروتونات في الذرة ؟ ماذا تستنتج ؟

الحـــل ــ14

أ) الإلكترونات المسؤولة عن النشاط الكيميائي في الذرة تنتمي إلى المدار الخارجي .
ب) العلاقة بين رقم الكتلة و رقم الشحنة في الذرة : $A = Z + N$
جـــ) نعم ، عدد الإلكترونات يساوي دائما عدد البروتونات في الذرة . نستنتج أن الذرة متعادلة كهربائيا .

التمرين ــ15

هل من الضروري أن يساوي عدد البروتونات عدد النيوترونات في الذرة .

الحـــل ــ15

لا ، ليس من الضروري أن يساوي عدد البروتونات عدد النيوترونات في الذرة : مثل ذرة الألومنيوم $_{13}^{27}Al$.

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ16

اعط التوزيع الإلكتروني في مدارات الذرات الآتية ، باستعمال الطبقات K ، L ، M :
F (Z = 9) ، B (Z = 5) و Na (Z = 11)

الحـــل ــ16

سبق و أن أعطي التوزيع الإلكتروني في مدارات الذرات F (Z = 9) ، B (Z = 5) و Na (Z = 11) (تمارين سابقة).

التمرين ــ17

يعطى التوزيع الالكتروني لذرات عناصر كيميائية : $K^2 L^8 M^2$ ، $K^2 L^4$ ، $K^2 L^8$ ، $K^2 L^6$ عين هذه العناصر .

الحـــل ــ14

$K^2 L^8 M^2$: ــ به ثلاث طبقات ، فهو يقع في السطر الثالث في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 2 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود الثاني في الجدول الدوري البسيط ،
إذن هذا العنصر هو : المغنيزيوم Mg .

$K^2 L^4$: ــ به طبقتين ، فهو يقع في السطر االثاني في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 4 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود الرابع في الجدول الدوري البسيط ،
إذن هذا العنصر هو : الكربون C .

$K^2 L^8$: ــ به طبقتين ، فهو يقع في السطر االثاني في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 8 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود الثامن في الجدول الدوري البسيط ،
إذن هذا العنصر هو : النيون Ne .

$K^2 L^6$: ــ به طبقتين ، فهو يقع في السطر االثاني في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 6 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود السادس في الجدول الدوري البسيط ،
إذن هذا العنصر هو : الأوكسجين O .

التمرين ــ18

يجذب المغناطيس الطبيعي الحديد ، يوجد الحديد في العدس (حبوب جافة) إذن المغناطيس يجذب العدس ؟ جربها و حلل العبارة : « يوجد الحديد في العدس » .

الحـــل ــ18

تتعلق خصائص الأنواع الكيميائية بحالة تركيب أفرادها الكيميائية فمثلا بعض المواد في حالتها الصلبة لا تنقل التيار الكهربائي و لكن في حالتها السائلة (شوارد) تنقل التيار الكهربائي .
: « يوجد الحديد في العدس على شكل شوارد و هذه الحالة لا تسمح بالإنجذاب نحو المغناطيس » .

التمرين ــ19

عنصر الكلور عنصر خطير استعمل في الحرب العالمية الثانية كسلاح قاتل (قتل جماعي) محرم دوليا في حين نجده في ملح الطعام و في ماء جافيل (جافيل مدينة تاريخية اكتشف فيها فعل الكلور) . نضيف ماء جافيل لتطهير الماء . أين الالتباس ؟ علل .

الحـــل ــ19

تتعلق خصائص الأفراد الكيميائية بحالة تواجدها ، من الجزيئي إلى الذري ثم الشاردي . عنصر الكلور نجده في ملح الطعام و في ماء جافيل على شكل شوارد و في هذه الحالة يصبح ليس خطير .

التمرين ــ20

عين الذرات التي لها التوزيع الإلكتروني التالي : أ) $K^2 L^8 M^2$ ، ب) $K^2 L^6$ ، جـ) $K^2 L^4$

الحـــل ــ20

أ) $K^2 L^8 M^2$: ذرة المغنيزيوم Mg ب) $K^2 L^6$: ذرة الأوكسجين O جـ) $K^2 L^4$: ذرة الكربون C

التمرين ــ21

تحتوي ذرة 8 إلكترونات . اعط التوزيع الإلكتروني K ، L ، M ثم عين هذه الذرة .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

الحـل ــ21

التوزيع الإلكتروني : $K^2\ L^6$ و هي ذرة عنصر الأوكسجين O .

التمرين ــ22

عين التوزيع الإلكتروني للذرات أو الشوارد الآتية في حالتها الأساسية :

$Si\ (Z = 14)$ ، $K^+\ (Z = 19)$ ، $Cl^-\ (Z = 17)$ ، $Mg^{2+}\ (Z = 12)$. $C\ (Z = 6)$

الحـل ــ22

التوزيع الإلكتروني للذرة $Si\ (Z = 14)$: $K^2\ L^8\ M^4$ ، التوزيع الإلكتروني للذرة $C\ (Z = 6)$: $K^2\ L^4$

التوزيع الإلكتروني للشاردة $K^+\ (Z = 19)$: $K^2\ L^8\ M^8$ ، التوزيع الإلكتروني للشاردة $Mg^{2+}\ (Z = 12)$: $K^2\ L^8$

التوزيع الإلكتروني للشاردة $Cl^-\ (Z = 17)$: $K^2\ L^8\ M^8$.

التمرين ــ23

لديك العنصر $^{35}_{17}X$:

1ــ اعط توزيعه الإلكتروني في المدارات . 2ــ عين موقعه في الجدول الدوري .

2ــ ما هو هذا العنصر ؟ إلى أي عائلة ينتمي ؟

الحـل ــ23

لدينا العنصر $^{35}_{17}X$:

1ــ التوزيع الإلكتروني في المدارات : $K^2\ L^8\ M^7$:

ــ به ثلاث طبقات ، فهو يقع في السطر الثالث في الجدول الدوري ،

ــ يحتوي على 7 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود السابع في الجدول الدوري البسيط ،

إذن هذا العنصر هو : الكلور Cl ، ينتمي إلى عائلة الهالوجينات .

التمرين ــ24

لديك العنصر $^{23}_{11}Y$:

1ــ اعط توزيع الإلكترونات في المدارات . 2ــ عين موقعه في الجدول الدوري . 3ــ عين تكافؤه .

4ــ ما هو هذا العنصر ؟ 5ــ إلى أية عائلة ينتمي ؟

الحـل ــ24

لدينا العنصر $^{23}_{11}Y$:

1ــ التوزيع الإلكتروني في المدارات : $K^2\ L^8\ M^1$:

ــ به ثلاث طبقات ، فهو يقع في السطر الثالث في الجدول الدوري ،

ــ يحتوي على 1 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود الأول في الجدول الدوري البسيط ،

إذن هذا العنصر هو : الصوديوم Na ، ينتمي إلى عائلة القلائيات .

التمرين ــ25

هل يمكن أن يتحد العنصر $^{35}_{17}X$ السابق مع العنصر $^{23}_{11}Y$ لتشكيل مركب ؟ أعط صيغة هذا المركب .

الحـل ــ25

نعم ، يمكن أن يتحد العنصر $^{35}_{17}X$ (Cl) مع العنصر $^{23}_{11}Y$ (Na) لتشكيل مركب NaCl حيث :

ــ ذرة الصوديوم تنتمي للعمود الأول من الجدول الدوري ، لها 1 إلكترون خارجي . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو الأرغون ، تفقد 1 إلكترون و تصبح شاردة موجبة Na^+ .

ــ ذرة الكلور تنتمي للعمود السابع من الجدول الدوري ، لها 7 إلكترونات خارجية . لتحقيق قاعدة الثمانية ، لتصبح لها نفس التركيب الإلكتروني لأقرب غاز خامل لها و هو النيون ، تكتسب 1 إلكترون و تصبح شاردة سالبة Cl^- .

ــ الشاردين متعاكستين في الإشارة ، يتم الترابط بينهما بتجاذب كهربائي بينهما ونسمي هذا النوع من الروابط بالرابطة الشاردية .

إذن الجزيئة المتشكلة صيغتها : NaCl .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

حصري من إنجاز الأستاذ: ج.لطفي
Lotphilosophie

التمرين ــ26

أ) عين و حدد العنصر الذي يقع في الخانة الناتجة من تقاطع العمود الثاني مع السطر الثاني .
ب) اعط رقم شحنته و توزيعه الإلكتروني في المدارات .
جـــ) ما هي خصائصه عموما ؟

الحـــل ــ26

أ) تعيين و تحديد الذي يقع في الخانة الناتجة من تقاطع العمود الثاني مع السطر الثاني :
ــ العنصر يقع في السطر الثاني في الجدول الدوري ، إذن به طبقتين ،
ــ العنصر الذي يقع في العمود الثاني في الجدول الدوري البسيط إذن يحتوي على 2 إلكترون خارجي ،
ب) رقم شحنته 4 و توزيعه الإلكتروني في المدارات : $K^2\ L^2$: إذن هذا العنصر هو : البريليوم Be .
جـــ) خصائصه عموما هي من خصائص عناصر العمود الثاني التي تنتمي إلى عائلة القلائيات الترابية :
في مدارها الأخير إلكترونين ، لها صفات جد متشابهة منها الناقلية الكهربائية والصفة المعدنية والناقلية الحرارية .

التمرين ــ27

لديك شاردة موجبة X^{+2} ، توزيعها الإلكتروني كالآتي : $K^2\ L^8$. إلى أي عنصر تنتمي هذه الشاردة ؟
أعط توزيعه الإلكتروني في المدارات ثم عين موقعها في الجدول الدوري .

الحـــل ــ27

شاردة موجبة X^{+2} ، توزيعها الإلكتروني كالآتي : $K^2\ L^8$ ناتجة من ذرة عنصر فقدت 2 إلكترون أي ناتجة من عنصر توزيعه الإلكتروني : $K^2\ L^8\ M^2$:
ــ به ثلاث طبقات ، فهو يقع في السطر الثالث في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 2 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود الثاني في الجدول الدوري البسيط ،
إذن X^{+2} هي شاردة عنصر هو : المغنيزيوم Mg .

التمرين ــ28

لديك شاردة سالبة Y^- توزيعها الإلكتروني كالآتي : $K^2\ L^8$. إلى أي عنصر تنتمي هذه الشاردة ؟
اعط توزيعه الإلكتروني في المدارات ثم عين موقعه في الجدول الدوري .

الحـــل ــ28

شاردة سالبة Y^- ، توزيعها الإلكتروني كالآتي : $K^2\ L^8$ ناتجة من ذرة عنصر اكتسبت 1 إلكترون أي ناتجة من عنصر توزيعه الإلكتروني : $K^2\ L^7$:
ــ به طبقتين ، فهو يقع في السطر الثاني في الجدول الدوري ،
ــ يحتوي على 7 إلكترون خارجي فهو يقع في العمود السابع في الجدول الدوري البسيط ،
إذن Y^- هي شاردة عنصر هو : الفلور F .

التمرين ــ29

1ــ اعط التوزيع الإلكتروني في الطبقات K ، L ، M .....
2ــ اعط بطاقة تعريف عنصر البوتاسيوم .

الحـــل ــ29

1ــ التوزيع الإلكتروني في الطبقات K ، L ، M ... :
في حالة الإستقرار التام للذرة ، تشغل الإلكترونات الطبقات وفق رقمها بداية من الرقم 1 أي أنها تتوزع في الطبقة K ثم L فالطبقة M بعد تشبع L . إلخ ...

رقم الطبقة n	1	2	3
رمز الطبقة	K	L	M
أقصى عدد الإلكترونات	2	8	18

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

2ــ **بطاقة تعريف عنصر البوتاسيوم :** ــ اكتشف من قبل Davy سنة 1807 في بريطانيا اشتق اسمه من اللاتينية Kalium إشارة إلى كربونات البوتاسيوم التي تتواجد بشكل صلب في الرماد .
ــ رقمه الذري 19 ، عدده الكتلي 39 ، توزيعه الإلكتروني .... $K^2 L^8 M^8$: عدد الإلكترونات لهذا العنصر يفوق 18 و بالتالي توزيعه الإلكتروني يخضع لقواعد أخرى ندرسها في السنوات القادمة و ما يهم ذكره هو أن طبقته الخارجية تحتوي على إلكترون واحد لأنه يقع في العمود الأول في الجدول الدوري مع الصوديوم و يقع في السطر الثالث لأنه يتشكل من 3 طبقات . شاردته موجبة K^+ . ينتمي إلى عائلة القلائيات .

التمرين ــ30

عنصر Na و عنصر K من المكونات الأساسية لسطح القشرة الأرضية . لماذا لا نجد منجما لهما يذكر ؟.

الحـل ــ30

عنصر Na و عنصر K من المكونات الأساسية لسطح القشرة الأرضية لا نجد منجما لهما يذكر لأنها تكون على شكل شوارد دوما و تنتمي إلى عائلة القلائيات (Alcalins) :
تتشكل عائلة القلائيات من عناصر العمود الأول التي تتميز بإلكترون واحد على مدارها الأخير . وهي معادن تنقل الكهرباء والحرارة . تتحول بسهولة كبيرة إلى شاردة موجبة بتحرير أوفقدان إلكترونها الأخير . وتتفاعل بشدة مع الماء و ثنائي الأكسجين والرطوبة الجوية لذا فهي لا تتواجد حرة في الطبيعة على شكلها المعدني بل توجد على شكل شوارد .

التمرين ــ31

أ) ما هو العنصر A الذي يوجد في تقاطع العمود الأول و السطر الثاني من الجدول الدوري ؟
ب) ما هو عدد الإلكترونات في المدار الأخير لذرته ؟ .
جـ) ما هي شاردته المتوقعة ؟

الحـل ــ31

أ) تحديد العنصر A الذي يوجد في تقاطع العمود الأول و السطر الثاني من الجدول الدوري :
ــ العنصر يقع في السطر الثاني في الجدول الدوري ، إذن به طبقتين ،
ــ العنصر يقع في العمود الأول في الجدول الدوري البسيط إذن يحتوي على 1 إلكترون خارجي ،
إذن التوزيع الإلكتروني في المدارات : $K^2 L^1$: إذن هذا العنصر A هو : الليثيوم Li .
ب) عدد الإلكترونات في المدار الأخير لذرته هو 1
هو الليثيوم في مداره الأخير 1 إلكترون و شاردته كاتيون Li^{+1} .
جـ) شاردته المتوقعة هي شاردة الكاتيون Li^{+1} .

الجديد و الحصري...زوروا موقعنا:
http://sites.google.com/site/lotphilosophie/

نموذج لويس للرابطة التكافئية

كيف تتشكل الجزيئات

ـ ما عدا الغازات الخاملة ، فإن الذرات الأخرى لا تبقى معزولة بل ترتبط مع بعضها البعض لتشكل جزيئات الأنواع الكيميائية .
ـ أثناء تشكيل الجزيئ ، تسعى كل ذرة لتحصل على طبقة أخيرة مشبعة حسب قاعدة الثمانية أو الثنائية الالكترونية فترتبط فيما بينها بطريقتين :

أ ـ انتقال إلكترونات من ذرة لتكتسبها الذرة الأخرى لتتشكل شاردين متعاكستين في الإشارة و يتم الترابط بتجاذب كهربائي بينهما و نسمي هذا النوع من الروابط **بالرابطة الشاردية** .

ب ـ تشترك كل ذرة بعدد معين من إلكترونات **الطبقة الخارجية** مع ذرة أخرى مثلها أو غيرها و يتم الترابط و نسمي هذا النوع من الروابط **بالروابط التكافئية** .

رمز الرابطة التكافئية

ـ **الرابطة التكافئية البسيطة** : هي رابطة تنتج عن اشتراك زوج من الإلكترونات بين ذرتين حيث مساهمة الذرتين متكافئة تقدم كل منهما إلكترونا واحد بحيث ينتمي لكل من الذرتين في نفس الوقت . الأزواج الأخرى من الإلكترونات في الطبقة الخارجية الغير مشتركة تدعى بالأزواج الإلكترونية الغير رابطة أو الخاملة .

ـ **الرابطة التكافئية الثنائية** : تنتج عن اشتراك زوجين من الإلكترونات بين الذرتين حيث كل ذرة تقدم زوجا من الإلكترونات .

ـ **الرابطة التكافئية الثلاثية** : تنتج عن اشتراك ثلاثة أزواج من الإلكترونات بين الذرتين حيث كل ذرة تقدم ثلاثة إلكترونات .

نموذج لويس للرابطة التكافئية

ـ تمثل الرابطة التكافئية بخط صغير يفصل بين رمزي العنصرين المترابطين.

مثـــال : الرابطة التكافئية البسيطة : A و B في جزيئ AB تمثل بـــ : $A-\overline{B}$

الزوج الإلكتروني الرابط

الزوج الإلكتروني الغير رابط

الجزيء

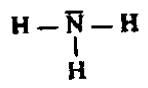
الجزيء فرد كيميائي **متعادل كهربائيا** يتكون من عدد محدد من الذرات المترابطة . نسمي هذا العدد **ذرية الجزيء** .
ـ الجزيء البسيط : يتكون من ذرتين أو أكثر تنتمي إلى نفس العنصر الكيميائي مثل : H_2 ؛ O_2 ؛ N_2 ؛ Cl_2 .
ـ الجزيء المركب : يتكون من ذرتين أو أكثر تنتمي إلى عناصر كيميائية مختلفة مثل : C_2H_4 ، C_2H_6O ، H_2O .

نموذج لويس لتمثيل الجزيء

الذرات التي يتشكل منها جزيء النشادر NH_3 لها التركيب الإلكتروني التالي :
ـ ذرة الآزوت N : $K^2\ L^5$
ـ ذرة الهيدروجين H : K^1
ـ نحسب العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقة السطحية للذرتين :

$$n_e = 5 + 3(1) = 8$$

ـ عدد الثنائيات التي يمكن تحقيقها هي : $n_d = 8/2 = 4$
ـ الإحتمال الوحيد لتوزيع الأربع ثنائيات الإلكترونية الرابطة و الغير رابطة و هذا مع موافقة قاعدة الثنائية و الثمانية الإلكترونية هو :



جيلبير نيوتن لويس (1875 – 1946)

كيف نتحقق من صحة التمثيل ؟

اصطلاحا ، إلكتروني الثنائية الإلكترونية الرابطة ، أي الإلكترونان المشتركان المشكلان للرابطة التكافئية البسيطة يعتبران أنهما ينتميان للذرتان المرتبطتين .

بالنسبة لجزيئة النشادر NH_3 :
ـ كل ذرة هيدروجين تملك **ثنائية إلكترونية رابطة** ،
أي ذرة هيدروجين تملك 2 إلكترون **في الطبقة الخارجية** . **إذن قاعدة الثنائية محققة** .
ـ أما ذرة الآزوت فتملك 3 **ثنائيات إلكترونية رابطة** و ثنائية واحدة غير رابطة .
أي ذرة الآزوت تملك : $8 = 2 + (3 \times 2)$ **إلكترون في** الطبقة الخارجية . **إذن قاعدة الثمانية محققة** .

عدد الروابط التكافئية الممكنة لذرة عنصر :
ليكن P عدد الإلكترونات **في الطبقة الخارجية** لذرة . من أجل تحقيق قاعدة الثمانية ترتبط الذرة مع ذرات أخرى بواسطة ($8 - P$) رابطة تكافئية .

مثـــال :

ذرة العنصر	عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية P	عدد الروابط التكافئية
H	1	1
Cl	7	1
O	6	2
N	5	3
C	4	4

ملاحظات :
ـ توجد حالات استثنائية خارج برنامج السنة الأولى .
ـ الهيدروجين يحقق قاعدة الثنائية و بالتالي يشكل رابطة تكافئية واحدة .

مثـــال : اعط تمثيل لويس لجزيئة كلور الهيدروجين : HCl

منهجية إيجاد تمثيل لويس لجزيء

الجزيء	الاسم : كلور الهيدروجين	الصيغة : HCl
الذرات المكونة للجزيء	H	Cl
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2\ (L)^8\ (M)^7$
ne (قبل الإرتباط)	1	7
n_t	$7 + 1 = 8$	
n_d	$8 / 2 = 4$	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	H - $\overline{Cl}$ |	ـ ثنائية واحدة رابطة لذرة H ـ (3) ثنائيات غير رابطة و واحدة (1) رابطة لذرة Cl
ne (بعد الإرتباط)	2	8
النتيجة	ـ قاعدة الثنائية بالنسبة لذرة H محققة ـ قاعدة الثمانية بالنسبة لذرة Cl محققة	

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

الرابطة التكافئية المستقطبة و الغير مستقطبة :

إذا كان الإختلاف في الكهروسلبية بين عنصري الذرتين المرتبطتين كبيرا تكون الرابطة التكافئية الناشئة مستقطبة ، و إذا كان الإختلاف في الكهروسلبية ضعيفا تكون الرابطة ضعيفة الإستقطاب أو غير مستقطبة .

أمثلـــة :

ـــ الرابطة التكافئية بين H و Cl في جزيء HCl مستقطبة : $H^{(+\delta)}-Cl^{(-\delta)}$ حيث : $0 < \delta < 1$

ـــ الروابط التكافئية بين ذرتي H و O في جزيء الماء H_2O مستقطبة.

ـــ الرابطة التكافئية بين ذرتي H في الجزيء H_2 غير مستقطبة .

ـــ الرابطة التكافئية بين ذرتي C و H في الجزيء CH_4 غير مستقطبة .

الجزيء المستقطب و الغير مستقطب :

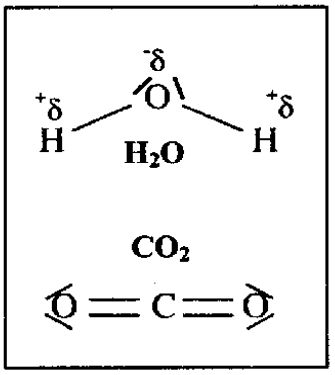
عند ترابط الذرات لتكوين جزيئات وفي حالة عدم تناظر هيكل الجزيء المركب و هذا نتيجة الإختلاف في كهروسلبية عناصرها ، يكون توزيع الشحنات الموجبة (الأنوية) غير متجانس ذلك ما يجعل السحابة الإلكترونية تنجذب نسبيا نحو الذرة التي تحمل أكبر كثافة من البروتونات . فيظهر استقطاب على هذا الجزيء أي أن في منطقة من الجزيء تكون كثافة الشحنات السالبة أكبر و يرمز لها بالرمز (δ^-) و بالمقابل تكون المنطقة المقابلة كثافة الشحنات الموجبة أكبر و يرمزلها بالرمز (δ^+) و لكن الجزيء يبقى متعادلا كهربائيا أي أن شحنته الإجمالية تساوي الصفر . فنقول عنه أنه مستقطب .

مثـــال :

ـــ جزيء الماء مستقطب : تكون كثافة السحابة الإلكترونية حول نواة ذرة الأكسجين أكبر مما هي عليه حول نواتي ذرتي الهيدروجين وهذا ما يجعل جزيء الماء مستقطبا (أي له قطبين : موجب وسالب) .

ـــ جزيء ثنائي أكسيد الفحم غير مستقطب :

يمتاز جزء ثنائي أكسيد الفحم بتوزيع فضائي متناظر أي أن الكثافة الشحنية متناظرة ولا يوجد استقطاب .



خصائص الأنواع الكيميائية ذات الجزيئات المستقطبة :

ـــ مذيبات جيدة (الماء ، الكحول الإثيلي).

ـــ درجة الغليان لها عالية نسبيا (درجة غليان الميثانول CH_4O أكبر من درجة غليان CH_4).

هندسة بعض الجزيئات

بعض الجزيئات تحتوي على ذرة مركزية ثم على ذرات أخرى مرتبطة بها و سنتعرض في برنامج السنة الأولى إلى 3 بنى هندسية للجزيئات حسب توضع الثنائيات في الفضاء .

A) **نموذج جليسبي :** إن الذرة المركزية لها عدة ثنائيات رابطة وغير رابطة و كل ثنائية تحمل شحنة سالبة فيحدث تنافر بين هذه الثنائيات في كل الإتجاهات بحيث يكون هذا التنافر أعظميا مما يعطي للجزيء شكلا هندسيا فضائيا معينا.

ـــ توقع كيف تكون البنية الهندسية الفضائية للجزيئات التالية :

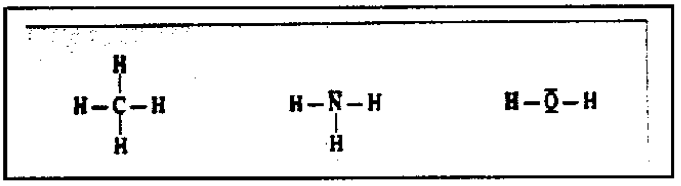
جزيء غاز الميثان CH_4 ، جزيء غاز النشادر NH_3 ، جزيء الماء H_2O .

أ) تمثيل لويس للجزيئات التالية : CH_4 ، NH_3 ، H_2O .

في تمثيل لويس للميثان CH_4 ، C هي الذرة المركزية .

في تمثيل لويس للنشادر NH_3 ، N هي الذرة المركزية .

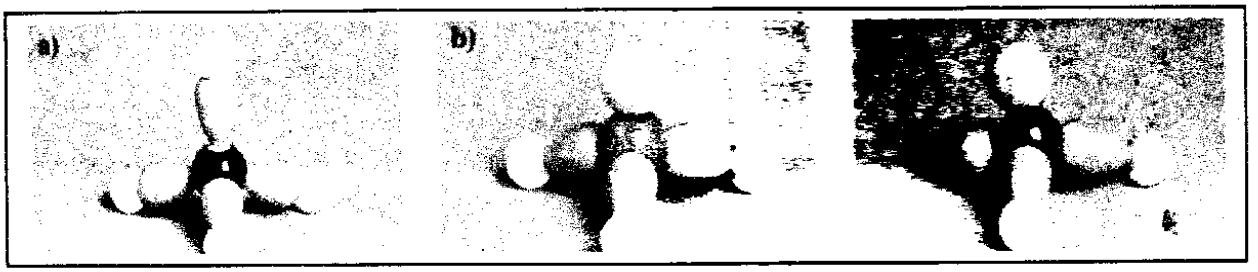
في تمثيل لويس لجزيء الماء H_2O ، O هي الذرة المركزية.



ب) توضع الثنائيات الإلكترونية للذرة المركزية في الفضاء :

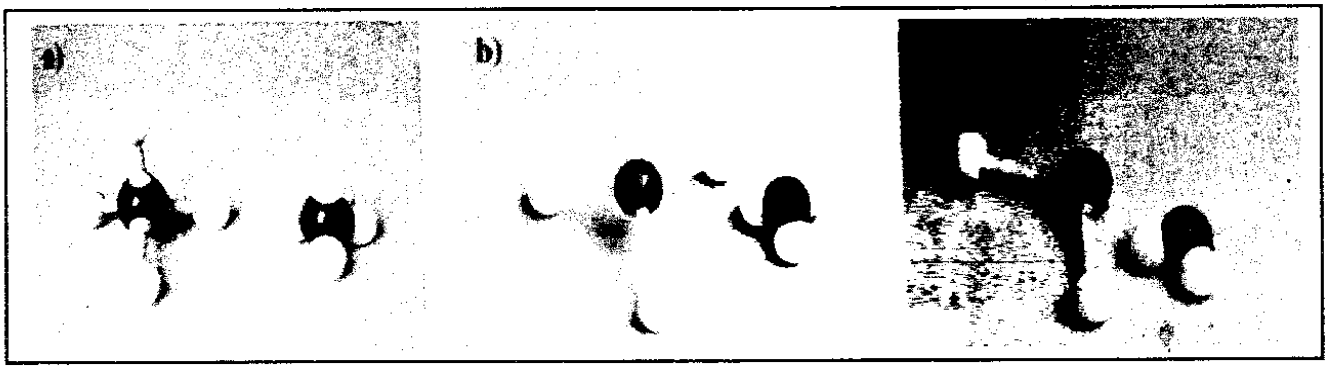
الثنائيات الإلكترونية للذرة المركزية في جزيئة ذات روابط تكافئية بسيطة ، تتوزع في الفضاء في كل الإتجاهات متباعدة فيما بينها إلى أقصى حد و هذا من أجل التقليل من شدة التنافر الكهربائي الموجود بينها .

جـ) في النهاية نموذج جليسبي للجزيئات التالية : CH_4 ، NH_3 ، H_2O :



c) التمثيل المرفقي لـ H_2O b) التمثيل الهرمي لـ NH_3 a) التمثيل الرباعي لـ CH_4

هناك نموذجين للتمثيل : النموذج المتباعد و النموذج المتراص :



c) النموذج المتباعد و المتراص لـ H_2O b) النموذج المتباعد و المتراص لـ a) النموذج المتباعد و المتراص لـ CH_4

B) نموذج كرام (CRAM) :

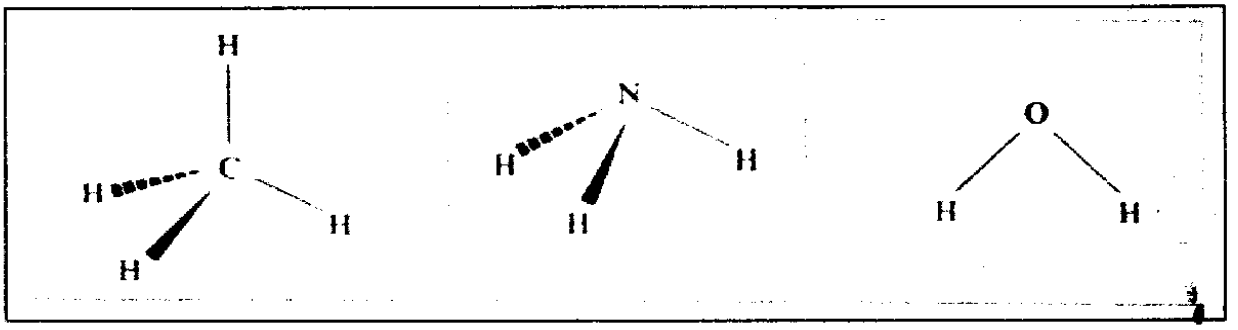
تمثيل لويس لا يصف شكل الجزيئة في الفضاء و لهذا قترح CRAM نموذجا لتمثيل الجزيء في مستو و هذا بعد معرفة البنية الهندسية الفضائية لجزيء بواسطة نموذج جليسبي.

إصطلاحات نموذج كرام : ـ الرابطة التي تقع في مستوي الكتابة تمثل بـ : ——— .

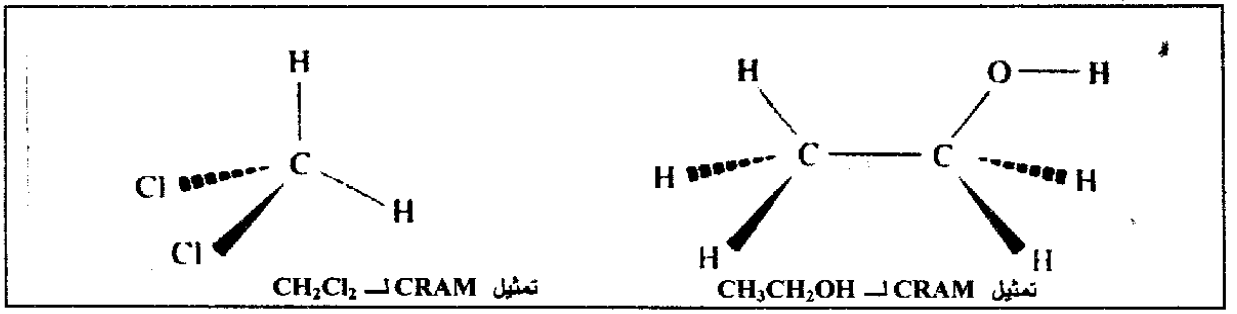
ـ الرابطة التي تقع أمام مستوي الكتابة تمثل بـ : ◣ .

ـ الرابطة التي تقع وراء مستوي الكتابة تمثل بـ :.....

أمثلة :



تمثيل CRAM لـ H_2O تمثيل CRAM لـ NH_3 تمثيل CRAM لـ CH_4



تمثيل CRAM لـ CH_2Cl_2 تمثيل CRAM لـ CH_3CH_2OH

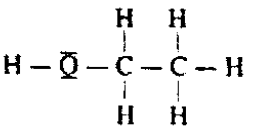
ملاحظة : الذرات الثلاثة لجزيئة تقع في نفس المستوي .

مفهوم التماكب :

الصيغة المجملة لجزيء :
الإيثانول يدعى عادة كحول . جزيئة واحدة من هذا المركب تتكون من 2 ذرة كربون و 6 ذرات هيدروجين و ذرة واحدة أوكسجين . إذن **الصيغة المجملة للإيثانول هي : C_2H_6O**

نتيجة :
الصيغة المجملة لجسم تعطي عدد الذرات لمختلف العناصر المشكلة لجزيء الجسم .

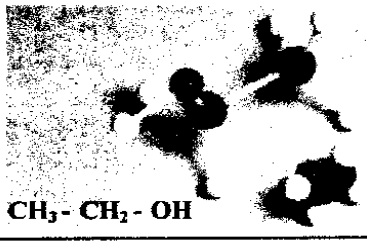
تمثيل لويس للصيغة المفصلة :
أ) الصيغة المفصلة :

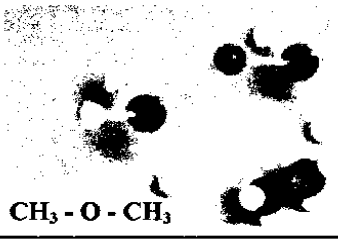


الصيغة المفصلة لجسم تستخرج من تمثيل لويس للجزيئة و لا تمثل فيها إلا الثنائيات الإلكترونية الرابطة .

ب) الصيغة النصف مفصلة :
الصيغة النصف مفصلة للإيثانول لها شكلين من الكتابة : CH_3CH_2OH أو $CH_3 - CH_2 - OH$

المماكبات :
من الصيغة المجملة السابقة C_2H_6O يمكن استخراج عدة صيغة مفصلة حيث أن ذرة الكربون تتحد مع ذرة الأوكسجين بأشكال مختلفة منها : $C-C-O$ أو $C-O-C$
و منه نحصل على صيغتين مفصلتين لنفس الصيغة المجملة C_2H_6O و هما : $CH_3 - O - CH_3$ أو $CH_3 - CH_2 - OH$

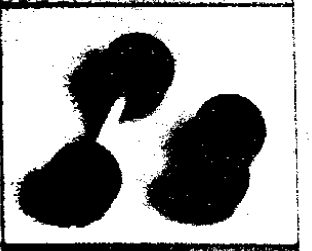
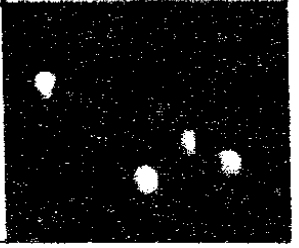




المماكبات : هي مركبات جزيئية مختلفة لها نفس الصيغة المجملة .

تطبيق : نموذج لويس لتمثيل الصيغ المفصلة لبعض الجزيئات :

مثـال : لتمثيل جزيء كلور الهيدروجين الذي صيغته المجملة : HCl .
- نتعرف على العناصر المؤلفة للجزيء : H و Cl
- التوزيع الإلكتروني لكل ذرة : H (K^1) و Cl $(K^2\ L^8\ M^7)$
- عدد الإلكترونات في المدار الأخير : إلكترون واحد بالنسبة لـ H و 7 إلكترونات بالنسبة لـ Cl
- نربط ذرتي H و Cl لنحصل على جزيء H Cl بحيث تتحقق قاعدة تشبع المدار الإلكتروني الأخير :
  - تتحقق قاعدة الثنائية الإلكترونية بالنسبة لذرة الهيدروجين (مثل ذرة He)
  - تتحقق قاعدة الثنائية الإلكترونية بالنسبة لذرة الكلور (مثل ذرة Ne)
- نمثل لجزيء كلور الهيدروجين حسب نموذج لويس : H - $\underline{\underline{Cl}}$:

الإسم الصيغة المجملة	التوزيع الإلكتروني	ـ العدد الإجمالي للإلكترونات ـ عدد الثنائيات	تمثيل لويس	النموذج المتباعد و المتراص للجزيئة
ثنائي الهيدروجين H_2	$H : (K)^1$	$n_{électrons} = 1+1 = 2$ $n_{doublets} = 1$	H – H	
ثنائي الهيدروجين Cl_2	$Cl : (K)^2(L)^8(M)^7$	$n_{électrons} = 7+7 = 14$ $n_{doublets} = 7$	$\overline{Cl}-\overline{Cl}$	
كلور الهيدروجين HCl	$H : (K)^1$ $Cl : (K)^2(L)^8(M)^7$	$n_{électrons} = 1+7 = 8$ $n_{doublets} = 4$	$H-\overline{Cl}$	
غاز الميثان CH_4	$H : (K)^1$ $C : (K)^2(L)^4$	$n_{électrons} = 4 + 4\,(1) = 8$ $n_{doublets} = 4$	H H – C – H H	
غاز النشدر NH_3	$H : (K)^1$ $N : (K)^2(L)^5$	$n_{électrons} = 5 + 3\,(1) = 8$ $n_{doublets} = 4$	H – $\overline{N}$ – H H	
المـــاء H_2O	$H : (K)^1$ $O : (K)^2(L)^6$	$n_{électrons} = 6 + 2\,(1) = 8$ $n_{doublets} = 4$	H – $\overline{O}$ – H	

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

اكمل الفراغات في الجمل الآتية :

ـــ الرابطة ..... بين ذرتين في جزيء تنتج عن مساهمة ..... من الطبقة ..... لكل ..... لتكوين ....

ـــ توجد على بعض ذرات الجزيء ..... غير ترابطية ..... . تشبه ذرات ..... و ..... و ..... في الخارجية ذرة الهيليوم عندما تحقق قاعدة ..... . كل الذرات ..... تسعى ..... قاعدة ..... لتشبه .....

..... أقرب ..... خامل لها .

الحـــل ـــ1

ـــ الرابطة **التكافئية** بين ذرتين في جزيء ، تنتج عن مساهمة **إلكترون** من **الطبقة الأخيرة** لكل **ذرة** لتكوين **زوج إلكتروني ترابطي**

ـــ توجد على بعض ذرات الجزيء **أزواج إلكترونية** غير ترابطية **خاملة** . تشبه ذرات **الهيدروجين و الليثيوم و البريليوم في الطبقة** الخارجية ذرة الهيليوم عندما تحقق قاعدة **الثنائية الإلكترونية** . كل الذرات الأخرى تسعى **لتحقيق قاعدة الثمانية الإلكترونية** لتشبه **في مدارها الأخير** أقرب عنصر خامل لها .

التمرين ـــ2

اختر الصحيح :

1) يسمى عدد الذرات الداخل في تكوين جزيء :

أ – الشحنة الكهربائية ب – العدد الذري للجزيء جـــ – العدد الجزيئي د – ذرية الجزيء

2) تنتج الرابطة التكافئية بين :

أ – نواتين . ب – بروتونين . جـــ – إلكترونين .

3) توجد في المدار الأخير للغازات الخاملة :

أ – 4 أزواج إلكترونية خاملة ب – 4 إلكترونات عازبة جـــ – 8 أزواج إلكترونية د – 8 إلكترونات .

4) يوجد في المدار الأخير لذرة الأوكسجين :

أ – 6 إلكترونات . ب – تكافئة 6 جـــ – إلكترونات عازبان و زوجان خاملان .

د – له روابط تكافئية هـــ – تكافؤه 2 .

5) أ – لجزيء النشادر بنية هندسية (هرمية / رباعية الأوجه)

ب – لجزيء الماء بنية هندسية (مستوية / خطية / مرفقية)

جـــ – لجزيئي النشادر والميثان بنية هندسية واحدة هي شكل رباعي الأوجه .

6) يكون لجزيئين تماكب إذا كان لهما نفس (الصيغة المجملة – الصيغة المنشورة) .

7) أ – يكون الجزيء ثلاثي الذرة مستوي .

ب – ذرية أي جزيء عدد صحيح .

جـــ – تحترم الذرات داخل الجزيء قاعدة الثمانية الإكترونية و الثنائية الإلكترونية .

8) أ – نقول عن رابطة تكافئية أنها بسيطة و أحادية إذا نتجت بين ذرتين متماثلين .

ب – يكون الجزيء عديد الذرات في كل الأنواع كيميائي .

جـــ – يكون الجزيء عديد الذرات في بعض الأنواع كيميائة .

الحـــل ـــ2

1) يسمى عدد الذرات الداخل في تكوين جزيء : د – ذرية الجزيء

2) تنتج الرابطة التكافئية بين : جـــ – إلكترونين .

3) توجد في المدار الأخير للغازات الخاملة :

أ – 4 أزواج إلكترونية خاملة ، د – 8 إلكترونات .

4) يوجد في المدار الأخير لذرة الأوكسجين :

أ – 6 إلكترونات . جـــ – إلكترونات عازبان و زوجان خاملان ،

5) أ ــ لجزيء النشادر بنية هندسة هرمية ، ب ــ لجزيء الماء بنية هندسية مرفقية .
6) يكون لجزيئين تماكب إذا ... نفس (الصيغة المجملة).
7) أ ــ الجزيء ثلاثي الذرة يكون مستوي ، ب ــ ذرية أي جزيء عدد صحيح .
جـ ــ تحترم الذرات داخل الجزيء قاعدة الثمانية الإلكترونية و الثنائية الإلكترونية .
... ــ يكون الجزيء عديد الذرات في كل الأنواع كيميائية .

التمرين ــ2
ما هي الذرات الموجودة في الجزيئات الآتية :
أ ــ $SiCl_4$ ، PH_3 ، H_2S ، $CHCl_3$
ب ــ اعط عدد الذرات الموجود في كل جزيء .

الحـل ــ3
الذرات الموجودة في الجزيئات الآتية :
أ ــ $SiCl_4$: السيليكون Si و الكلور Cl ، PH_3 : الفوسفور P و الهيدروجين H.
H_2S : الكبريت S و الهيدروجين H ، $CHCl_3$: الكربون C و الهيدروجين H و الكلور Cl .
ب ــ عدد الذرات الموجود في كل جزيء :
$SiCl_4$: السيليكون Si 1 ذرة و الكلور Cl 4 ذرات ، PH_3 : الفوسفور P 1 ذرة و الهيدروجين H 3 ذرات.
H_2S : الكبريت S 1 ذرة و الهيدروجين H 2 ذرة ، $CHCl_3$: الكربون C 1 ذرة و الهيدروجين H 1 ذرة و الكلور Cl 3 ذرات .

التمرين ــ4
أعط الصيغة المجملة للجزيء : $C(CH_2Cl)_3Cl$

الحـل ــ4
الصيغة المجملة للجزيء : $C(CH_2Cl)_3Cl$ هي : $C_4H_6Cl_4$

التمرين ــ5
أحسب عدد الأزواج الإلكترونية و حدد الترابطية منها وغير الترابطية في الجزيئات الآتية : واستنتج تكافؤ كل عنصر ثم أعط تمثيل لويس لها : O_2 ، Cl_2 ، H_2 ، HCl ، CO_2 ، C_2H_2 ، CH_4 ، C_2H_4 ، C_2S ، N_2 ..

الحـل ــ5
1) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : C_2H_4

الجزيء	الإسم : الإثلين	الصيغة : C_2H_4
الذرات المكونة للجزيء	H	C
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2\ (L)^4$
ne (قبل الإرتباط)	1	4
n_t	4 (2) + 1(4) = 12	
n_d	12 / 2 = 6	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	$CH_2 = CH_2$	ــ ثنائية واحدة رابطة لذرة H ــ (4) ثنائيات رابطة لذرة C
ne (بعد الإرتباط)	2	8
التكافؤ	1	4

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

2) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : HCl

الجزيء	الإسم : كلور الهيدروجين	الصيغة : HCl
الذرات المكونة للجزيء	H	Cl
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2\ (L)^8\ (M)^7$
ne (قبل الإرتباط)	1	7
n_t	7 + 1 = 8	
n_d	8 / 2 = 4	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	H - $\overline{Cl}$|	\- ثنائية واحدة رابطة لذرة H \- (3) ثنائيات غير رابطة و واحدة (1) رابطة لذرة Cl
ne (بعد الإرتباط)	2	8
التكافؤ	1	1

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

3) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : Cl_2

الجزيء	الإسم : ثنائي الكلور	الصيغة : Cl_2
الذرات المكونة للجزيء	Cl	Cl
التوزيع الالكتروني	$(K)^2\ (L)^8\ (M)^7$	$(K)^2\ (L)^8\ (M)^7$
ne (قبل الإرتباط)	7	7
n_t	7 (1) + 7(1) = 14	
n_d	14 / 2 = 7	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	$\overline{Cl}$ - $\overline{Cl}$	\- ثنائية واحدة رابطة و 3 ثنائيات غير رابطة لذرة Cl \- ثنائية واحدة رابطة و 3 ثنائيات غير رابطة لذرة Cl
ne (بعد الإرتباط)	8	8
التكافؤ	1	1

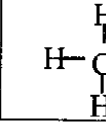
n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

4) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : CO_2

الجزيء	الإسم : ثاني أوكسيد الكربون	الصيغة : CO_2
الذرات المكونة للجزيء	O	**C**
التوزيع الالكتروني	$(K)^2 (L)^6$	$(K)^2 (L)^4$
ne (قبل الإرتباط)	6	4
n_t	4 (1) + 6(2) = 16	
n_d	16 / 2 = 8	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	$\overline{O} = C = \overline{O}$ ــ 2 ثنائية رابطة و 2 ثنائيات غير رابطة لذرة **O** ــ (4) ثنائيات رابطة لذرة C	
ne (بعد الإرتباط)	8	8
التكافؤ	2	4

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

5) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : CH_4

الجزيء	الإسم : الميثان	الصيغة : CH_4
الذرات المكونة للجزيء	H	**C**
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2 (L)^4$
ne (قبل الإرتباط)	1	4
n_t	4 (1) + 1(4) = 8	
n_d	8 / 2 = 4	
توزيع الثنائيات و طبيعتها	 ــ ثنائية واحدة رابطة لذرة H ــ (4) ثنائيات رابطة لذرة C	
ne (بعد الإرتباط)	1	8
التكافؤ	1	4

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

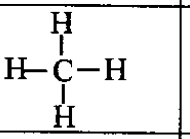
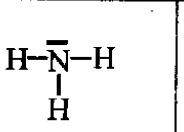
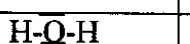
ملاحظة : نفس الطريقة بالنسبة للجزيئات الأخرى

<u>التمرين ــ6</u>
اكمل الجدول الآتي :

الإسم	الصيغة	تمثيل لويس
الميثان		
النشادر	**NH_3**	
الماء		**H-O-H**

الحـل ــ6

اكمال الجدول :

الإسم	الصيغة	تمثيل لويس
الميثان	CH_4	
النشادر	NH_3	
الماء	H_2O	

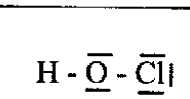
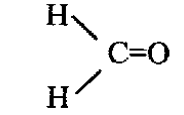
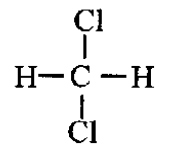
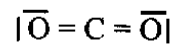
التمرين ــ7

أعط تمثيل لويس للجزيئات الآتية :

CO_2 ، CH_2Cl_2 ، CH_2O ، HClO

الحـل ــ7

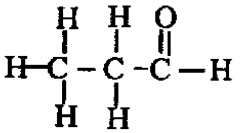
تمثيل لويس للجزيئات الآتية : HClO ، CH_2O ، CH_2Cl_2 ، CO_2

الصيغة	تمثيل لويس
HClO	
CH_2O	
CH_2Cl_2	
CO_2	

التمرين ــ8

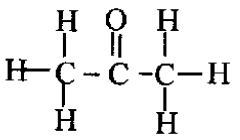
إليك الصيغة النصف المفصلة الآتية : $CH_3\,CH_2CHO$.

اعط الصيغة العامة لهذا الجزيء . هل يقبل مماكبا آخر ؟ أعط الصيغة المنشورة لهذا الجزيء .



الحـل ــ8

الصيغة العامة لهذا الجزيء هي : C_3H_6O الصيغة المنشورة لهذا الجزيء هي :



نعم يقبل مماكب آخر و هو

التمرين ــ9

لذرة الآزوت رقم شحنة Z = 7 و لذرة الهيدروجين رقم شحنة Z = 1 .

أعط تمثيل لويس لجزيء غاز النشادر N_xH_y . عين x , y . اعط عدد الأزواج الترابطية وغير الترابطية في هذا الجزيء .

الحـــل ــ9

1) إيجاد تمثيل لويس لجزيء : N_xH_y و هذا بعد إيجاد صيغته ، أي إيجاد قيم x و y :

الجزيء	الإسم : غاز النشادر	الصيغة : N_xH_y
الذرات المكونة للجزيء	H	N
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2\ (L)^5$
ne (قبل الإرتباط)	1	5
عدد الروابط التكافئية لكل ذرة	1	3
توزيع الثنائيات و طبيعتها	ــ ثنائية واحدة رابطة لذرة H ــ (3) ثنائيات رابطة لذرة N و 1 ثنائية غير رابطة إذن عدد ذرات H ثلاث مرات عدد ذرات N أي : $y = 3x$	
n_d	4	
n_t	$5\ (x) + 1(y) = 8 \Rightarrow x = 1\ ,\ y = 3$	
تمثيل لويس	$H-\overset{H}{\underset{|}{\bar{N}}}-H$	NH_3
ne (بعد الإرتباط)	2	8

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية

n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

التمرين ــ10

ــ اكتب التوزيع الإلكتروني في ذرة الآزوت Z = 7 ، في ذرة الهيدروجين حيث Z = 1 و في ذرة الفحم Z = 6 .

ــ اعط تمثيل لويس لجزيء HCN . هل توجد به أزواج إلكترونية خاملة ؟

الحـــل ــ10

إيجاد تمثيل لويس لجزيء : HCN

الجزيء	الصيغة : HCN		
الذرات المكونة للجزيء	H	N	C
التوزيع الالكتروني	$(K)^1$	$(K)^2\ (L)^5$	$(K)^2\ (L)^4$
ne (قبل الإرتباط)	1	5	4
n_t	$4\ (1) + 5(1) + 1(1) = 10$		
n_d	$10 / 2 = 5$		
عدد الروابط التكافئية لكل ذرة	1	3	4
توزيع الثنائيات و طبيعتها	$H - C \equiv \bar{N}$	ــ ثنائية واحدة رابطة للذرة H ــ (4) ثنائيات رابطة للذرة C ــ (3) ثنائيات رابطة و 1 ثنائية غير رابطة(خاملة) للذرة N	
ne (بعد الإرتباط)	2	8	8

n_e : عدد الإلكترونات في الطبقة الخارجية للذرة ، n_t : العدد الإجمالي للإلكترونات في الطبقات الخارجية

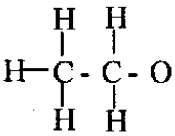
n_d : عدد الثنائيات الرابطة وغير الرابطة التي يمكن تشكيلها .

التمرين ــ11

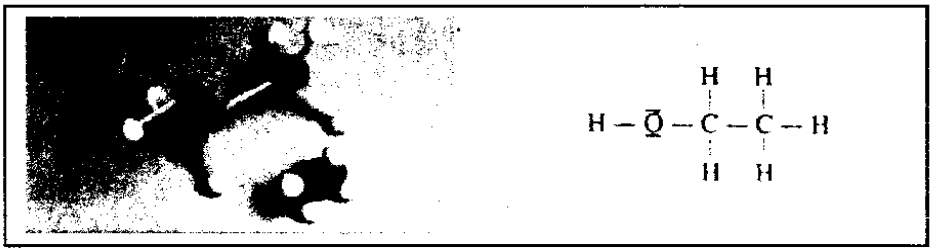
إن الصيغة المجملة لجزيء الكحول الإثيلي هي C_2H_6O :
أ ــ اعط صيغته المنشورة . ب ــ حدد عدد الروابط به . جـ ــ أرسم بنيته الهندسية . هل هي هرمية ؟
د ــ هل توجد به روابط مرفقية ؟ هـ ــ هل هو جزيء مستقطب ؟

الحـل ــ11

أ ــ الصيغة المنشورة للكحول الإثيلي أو الإيثانول هي :



ب ــ عدد الروابط به : 8
جـ ــ رسم بنيته الهندسية : بنيته مرفقية و ليست هرمية .



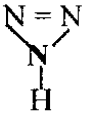
البنية الهندسية لإيثانول

د ــ نعم توجد به روابط مرفقية .
هـ ــ نعم هو جزيء مستقطب لإحتوائه على الرابطة المستقطبة (O - H) : تكون كثافة السحابة الإلكترونية حول نواة ذرة الأكسجين أكبر مما هي عليه حول نواة ذرة الهيدروجين وهذا ما يجعل جزيء الإيثانول مستقطبا .

التمرين ــ12

اعط الصيغة المنشورة لحمض الأزوتيد N_3H . قارنها مع الصيغة المنشورة لغاز النشادر NH_3 .

الحـل ــ12

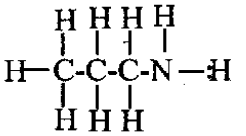
الصيغة المنشورة لحمض الأزوتيد N_3H :  ، الصيغة المنشورة لغاز النشادر NH_3 :

التمرين ــ13

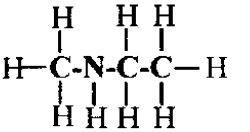
اعط تمثيل لويس لجزيء صيغته العامة C_3H_9N حيث تكون ذرة الآزوت في طرف السلسلة : C-C-C-N
ثم في وسطها : C-N-C-C و هل توجد صيغة منشورة أخرى ؟

الحـل ــ13

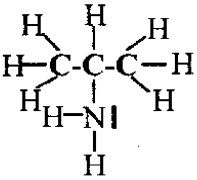
تمثيل لويس لجزيء صيغته العامة C_3H_9N حيث تكون ذرة الآزوت في طرف السلسلة :



تمثيل لويس ، حيث تكون ذرة الآزوت في طرف السلسلة:



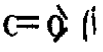
ــ توجد صيغة منشورة أخرى :



التمرين ــ14

إليك تمثيل لويس لجزيء ثنائي أكسيد الفحم بطريقتين (أ و ب) : أ) ب)
هل قاعدة الثمانية محققة في كل منهما ؟ أيا منهما أصح تمثيلا ؟ لماذا ؟ علل .

الحـل ــ14

قاعدة الثمانية محققة في كل منهما .
أصح تمثيلا هو أ) أما ب) فإنه لا يحترم تكافؤ ذرتي الأكسجين . أ)  ب)

المقادير المولية و كمية المادة

مقاربة أولية لمفهوم المول

ــ رأينا في الوحدة السابقة أن المادة بمختلف أنواعها وحالاتها تتكون من حبيبات عنصرية مجهرية تسمى الذرات . كما رأينا أن الأنواع الكيميائية التي نتعامل معها في المستوى العياني ما هي إلا تراكيب من عدد ضخم من الجزيئات .

ــ في الحياة اليومية نتعامل مع المواد المتكونة من عدد كبير من الدقائق باعتبار كميات محددة نعتمدها كوحدة (مثلا كومة ملح ، ملعقة من السكر ، رزمة أوراق ...) ، كذلك يتعامل الكيميائيون مع الحبيبات المادية باعتبار كمية منها تسمى " **المول** " .

1ــ مفهوم المول كوحدة لكمية المادة

نشاط ــ1

ــ إليك مسمار صغير من الحديد ، حدد كتلته m

بواسطة ميزان حساس نقيس كتلته فنجدها كتلته $m = 2\ g$

عين العدد N لذرات ^{56}Fe الموجودة بالمسمار (علما أن كتلة البروتون = كتلة النوترون = u = $1,67 \times 10^{-27}\ kg$) .

لتعيين عدد ذرات ^{56}Fe الموجودة بالمسمار نحسب أولا كتلة ذرة واحدة من الحديد :

كتلة ذرة واحدة ^{56}Fe $(m_a) = A\ u = 56 \times 1,67 \times 10^{-27} = 9,0 \times 10^{-26}\ kg = 9,0 \times 10^{-23} g$

العدد N لذرات ^{56}Fe الموجودة بالمسمار : $N = (m) / (m_a) = (2 / 9,0 \times 10^{-23} = 2 \times 10^{22}$ (ذرة)

إذن المسمار الصغير يحتوي على عدد ضخم جدا من الذرات حيث من الصعب تمثيل هذا العدد أو تصوره.

نشاط ــ2

ــ جد طول عقد يتكون من N لؤلؤة كروية الشكل قطرها : d = 1 mm

الطول L لعقد يتكون من العدد السابق N لؤلؤة كروية الشكل قطرها : $d = 1\ mm$

$$L = N \times d = 2 \times 10^{22} \times d = 2 \times 10^{22}\ mm = 2 \times 10^{19}\ m = 2 \times 10^{16}\ Km$$

طول العقد هو $2 \times 10^{16}\ Km$ أي ما يعادل 2000 سنة ضوئية أو ما يعادل 20 مرة مجرتنا .

نتيجة :

هذا المثال يدل على أن الكيميائي في حياته اليومية يتناول أعدادا ضخمة من الأفراد الكيميائية مما يجعله يغير سلم التداول و ذلك باختيار المول (mole) كوحدة جديدة لكمية المادة .

تطبيق :

كم عدد أكياس ذرات الحديد الموجودة في المسمار الحديدي السابق ؟ إذا كان كل كيس يحتوي على :

1) 1000 ذرة 2) مليون ذرة 3) مليار ذرة

المسمار الحديدي السابق يحتوي على 2×10^{22} (ذرة) و هذا ما يوافق :

1) 1000 ذرة : 2×10^{19} (كيس) 2) مليون ذرة : 2×10^{16} (كيس) 3) مليار ذرة : 2×10^{13} (كيس)

الكيميائي لا يستعمل الأكياس المملوءة بالآلاف أو بالمليارات من الأفراد الكيميائية بل يستعمل ما يسمى بكمية المادة التي وضع وحدة لتمثيلها وهي المول (Mole) .

تعريف المول (Mole) :

كمية المادة التي قدرها 1 مول تحتوي على عدد من الأفراد الكيميائية يساوي عدد الذرات الموجودة في 12 g من الكربون ^{12}C . هذه الأفراد الكيميائية يمكن أن تكون ذرات ، جزيئات ، شوارد ، إلكترونات أو جسيمات أخرى .

ثابت آفوغادرو N_A

بعد إدخال مصطلح كمية المادة نلاحظ في المثال السابق : كمية المادة التي نرمز لها بـــ n الموجودة في المسمار تتناسب طرديا مع عدد الأفراد الكيميائية N (ذرات ^{56}Fe) أي : $N = N_A . n$ حيث N_A هو ثابت التناسب .

ثابت التناسب N_A يدعى بثابت أفوغادرو .

و منه : $N = N_A . n$ حيث n وحدته : mol و N بدون وحدة و N_A وحدته : mol^{-1}

ملاحظة :

إذا كان : $N = N_A \Rightarrow n = 1\ mol$.

الكيميائي لا يتعامل عمليا بفرد واحد بل بمجموعة من الأفراد بحيث : 1 مول (فرد) = N_A (فرد) .

القيمة العددية لثابت آفوغادرو N_A

من تعريف المول السابق :

$$N_A = \frac{\text{كتلة 12 g من الكربون}}{\text{كتلة ذرة واحدة من الكربون}}$$

كتلة ذرة واحدة ^{12}C = $12 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 2 \times 10^{-26}\ Kg = 2 \times 10^{-23}\ g$

إذن : $N_A = \frac{12}{2 \times 10^{-23}} = 6 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

ملاحظة :

كتلة ذرة واحدة ^{12}C مقربة إلى $2 \times 10^{-23}\ g$ و بالتالي فإن القيمة الحقيقية لثابت آفوغادرو $N_A = 6{,}02204531 \times 10^{23}\ mol^{-1}$ و يمكن أخذ القيمة التقريبية :

$$\mathbf{N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}}$$

خلاصة :

ـــ يرجع قياس كمية المادة في المستوي المجهري ، إلى تحديد عدد المكونات العنصرية (جزيء أو ذرة ...) التي تحتويها تلك الكمية باعتماد كوحدة قياس ، عدد الذرات N_A المحتواة في 12 g من الكربون ^{12}C .

تسمي هذه الوحدة المول و رمزها (mol) و يسمي العدد N_A عدد أفوقادرو (Avogadro) و يساوي $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$

ـــ المول هي كل كمية مادية تحتوي $6{,}02 \times 10^{23}$ فردا كيميائيا ، أي أننا في المستوى المجهري نستبدل عملية الوزن للكميات المادية ، بعملية تعدادها نظرا لتماثل أفرادها .

المول و الرموز الكيميائية على المستوى الماكروسكوبي

رمز 1 مول من فرد كيميائي هو نفس رمز الفرد الكيميائي .

أمثلـــة :

1 مول من ذرات الكربون ^{12}C رمزه $^{12}_{6}C$

1 مول من جزيئات الماء رمزه H_2O

1 مول من شوارد الكلور رمزه Cl^-

1 مول من كلور الصوديوم رمزه NaCl

الكتلة المولية الذرية

تعريف :

الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة 1 مول من ذرات هذا العنصر في حالتها الطبيعية وحدتها (g/mol).

$$\mathbf{M = m_a \times N_A}$$

1ـ حالة عنصر ليس له نظائر :

نعتبر عنصر ^{19}F حيث العدد الذري $Z = 9$

كتلة ذرة واحدة من ^{19}F : $m_a = 19 \times 1{,}6 \times 10^{-27} = 3{,}17 \times 10^{-26}\ Kg$

كتلة 1 مول (ذرة ^{19}F) : $M(^{19}F) = m_a \times N_A = 3{,}17 \times 10^{-26} \times 6{,}02 \times 10^{23} = 19\ g.mol^{-1}$

ملاحظة : نلاحظ أن الكتلة المولية الذرية المعبر عنها بـــ (g/mol) لها نفس القيمة العددية للعدد الكتلي A ،

$$M = A \text{ (g/mol)}$$

2ـ حالة عنصر له نظائر :

عنصر النحاس Cu في الحالة الطبيعية له نظيران ^{63}Cu ، ^{65}Cu (العدد الذري $Z = 29$) بحيث النسب المئوية الذرية لتواجدها في الطبيعة على التوالي : 69,1 % ، 30,8 % .

لنحسب الكتلة المولية الذرية لكل نظير :

$$M_1(^{63}Cu) = A_1 = 63 \text{ (g/mol)}$$

$$M_2(^{65}Cu) = A_2 = 65 \text{ (g/mol)}$$

الكتلة المولية الذرية لعنصر Cu في الحالة الطبيعية :

$$M = M_1 \times 69,1 /100 + M_2 \times 30,8 /100 = 63,5 \text{ g x mol}^{-1}$$

و هي القيمة المعطاة في الجدول الدوري للعناصر .

إذن لحساب الكتلة المولية الذرية لعنصر له نظائر تؤخذ بعين الإعتبار نسب تواجدها في الطبيعة .

$$M = M_1 . x /100 + M_2 . y /100 + \ldots \ldots$$

تطبيق :

ما هي قيم الكتل المولية الذرية للعناصر التالية : 1) الأوكسجين O 2) الهيدروجين H 3) الحديد Fe

هذه القيم نجدها في الجدول الدوري لترتيب العناصر :

1) الأوكسجين : $M_O = 16,0$ g/mol 2) الهيدروجين H : $M_H = 1,0$ g/mol 3) الحديد Fe : $M_{Fe} = 55,8$ g/mol

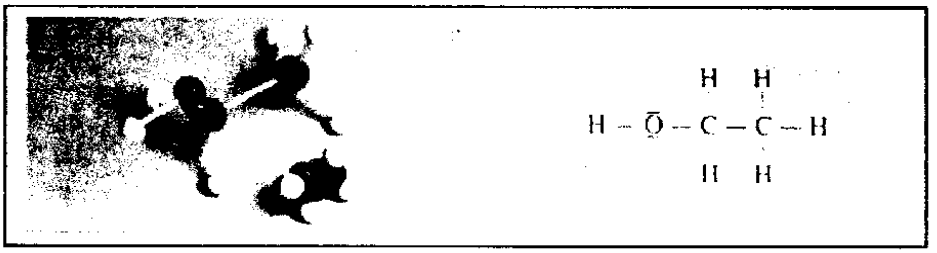
الكتلة المولية الجزيئية

تعريف :

تمثل الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي جزيئي كتلة 1 مول من جزيئاته و هي مجموع الكتل المولية الذرية للذرات المشكلة للجزيء رمزها M وتقدر بـــ (g/mol) .

كيفية حساب الكتلة المولية الجزيئية

مثـــال : الكتلة المولية الجزيئية للإيثانول :



الصيغة الجزيئية للإيثانول هي C_2H_6O أي جزيئها يحتوي 2 ذرة من الفحم ، 6 ذرات من الهيدروجين و ذرة واحدة من الأكسجين .

ـ في 1 مول من الإيثانول C_2H_6O يوجد N_A جزيء أي :

1مول من C_2H_6O يحتوي على $2\ N_A$ ذرة C ، $6\ N_A$ ذرة H و N_A ذرة O . علما أن الكتلة المولية الذرية لـــ :

الفحم $M_C = 12$ g/mol ، الأكسيجين $M_O = 16$ g/mol ، الهيدروجين $M_H = 1$ g/mol

إذن :

$$M(C_2H_6O) = 2\ M_C + 6\ M_H + M_O$$

$$M(C_2H_6O) = (2 \times 12) + (6 \times 1) + (1 \times 16)$$

$$M(C_2H_6O) = 46 \text{ (g/mol)}$$

ـ و بصفة عامة إذا كانت صيغة النوع الكيميائي $A_x B_y$ فإن : $M = x.M_A + y.M_B$

ملاحظة : قيم الكتل المولية الذرية للعناصر معطاة في الجدول الدوري.

تطبيق :

احسب الكتلة المولية الجزيئية للشاردة CO_3^{2-}

الكتلة المولية الجزيئية للشاردة CO_3^{2-} هي :

$$M(CO_3^{2-}) = M_C + 3\,M_O$$
$$M(CO_3^{2-}) = (12) + (3 \times 16)$$
$$M(CO_3^{2-}) = 60\ (g/mol)$$

كمية المادة و الكتلة

كيف يمكن تعيين كمية المادة لعينة من نوع كيميائي؟

نشاط ــ1

عيّن كمية المادة الموجودة في المسمار المستعمل سابقا (m = 2 g)

$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol\ (^{56}Fe) \rightarrow 56\ g \\ n\ mol \rightarrow 2\ g \end{array}\right\} \Rightarrow n = (2 \times 1)/56 = 3{,}57 \cdot 10^{-2}\ mol = m / M$$

نشاط ــ2

عيّن كمية المادة الموجودة في m = 9 g من الماء

$$\left.\begin{array}{l} 1\ mol\ (H_2O) \rightarrow 18\ g \\ n\ mol \rightarrow 9\ g \end{array}\right\} \Rightarrow n = (9 \times 1)/18 = 0{,}5\ mol = m / M$$

نتيجة :

إذا كانت الكتلة المولية الجزيئية للنوع الكيميائي M و كتلة عيّنة منها m فإن كمية المادة :

$$\mathbf{n = m / M}$$

نشاط ــ3

1) الإيثانول النقي C_2H_6O عبارة عن سائل كتلته الحجمية $\rho = 0{,}79\ g/cm^3$

ما هو الحجم V الذي يشغله 1 mol من الإيثانول النقي ؟

الحجم الذي يشغله 1 mol من الإيثانول النقي :

لنحسب أولا كمية المادة الموجودة في 0,79 g من الإيثانول النقي C_2H_6O :

$$n = m / M = 0{,}79 / 46 = 0{,}017\ mol\ .$$

الحجم الذي يشغله 1 mol من الإيثانول النقي

$$\left.\begin{array}{l} 0{,}017\ mol\ (H_2O) \rightarrow 1\ cm^3 \\ 1\ mol \rightarrow V \end{array}\right\} \Rightarrow V = (1 \times 1)/0{,}017 = 58{,}23\ cm^3$$

2) 1 L من الكحول التجاري °90 يحتوي على 900 ml من الإيثانول النقي .

ما هو حجم الكحول التجاري °90 الذي يحتوي على 1 mol من الإيثانول ؟

حجم الكحول التجاري °90 الذي يحتوي على 1 mol من الإيثانول : $900\ ml = 900\ cm^3$ ، $1\ L = 1000\ cm^3$

$$\left.\begin{array}{l} 900\ cm^3\ (C_2H_6O) \rightarrow 1000\ cm^3\ \text{كحول تجاري} \\ 58{,}23\ cm^3 \rightarrow V \end{array}\right\} \Rightarrow V = (58{,}23 \times 1000)/900 = 64{,}7\ cm^3$$

نشاط ــ4

الصيغة الجزيئية للكوليسترول (Cholestérol) $C_{27}H_{46}O$.

خلال تحليل طبي للدم وجد أن 1 L من الدم يحتوي على $6{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol من الكوليسترول .

عبّر عن هذه النتيجة بـــ : g /L .

لنحسب أولا كتلة المادة الموافقة لـــ $6{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol من الكوليسترول :

$$n = m / M \Rightarrow m = n \cdot M$$
$$m = n \cdot M = 6{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 386 = 2{,}51\ g/L$$

علما أن النسبة القانتلة في الدم تتراوح بين 1,4 g/L و 2,2 g/L . ماذا يمكن القول عن نتيجة التحليل السابق؟

نتيجة التحليل السابق 2,51 g/L مرتفعة فنستنتج أن الشخص المالك لهذا الدم مريض .

كيفية أخذ كمية مادة. تجارب TP

كيف يمكن أخذ كمية مادة معينة (صلبة أو سائلة) ؟

نشاط ــ1 : المادة الصلبة

1ــ كيف يمكن تحضير $n = 0,02\ mol$ من $CuSO_4$ الجافة ؟

لماذا أخذنا كبريتات النحاس الجافة ؟ ماهو لونها ؟
أخذنا كبريتات النحاس الجافة لنقاوتها (عدم احتوائها على الماء) . لونها أبيض .

هل يكون هناك خلل إذا أخذناها غير جافة ؟ ماهو لونها ؟
إذا أخذناها غير جافة يحدث خلل عند حساب كتلة العينة أو الكتلة المولية ، حيث الكتلة المأخوذة ليست صافية بل تحتوي على كمية من الماء . لونها يكون أزرق لإحتوائها على شوارد النحاس التي بوجود الماء تأخذ لون أزرق .

ــ احسب الكتلة المولية الجزيئية لكبريتات النحاس الجافة : $M = 159.5\ g/mol$

ــ احسب كتلة كبريتات النحاس الموافقة لكمية المادة $n = 0,02\ mol$:

$$n = m/M \Rightarrow m = n \cdot M = 0.02 \cdot 159,5 = 3.19\ g$$

2ــ كيف يمكن تحضير الكمية السابقة تجريبيا ؟
ــ نوصل الميزان الإلكتروني الى التيار الكهربائي .
ــ نضع الجفنة (coupelle) فوق كفة الميزان فنقرأ m_0 (نحرص مسبقا على نظافة الجفنة) .
ــ نفرغ تدريجيا بواسطة ملعقة كمية من $CuSO_4$ في الجفنة إلى غاية قراءة $m_1 = (m_0 + 3,19)\ g$

كيف يمكن تحضير $n = 0,02\ mol$ من كبريتات النحاس التجارية ؟

ــ كبريتات النحاس التجارية ، هل هي مائية أم لامائية ؟
واضح من خلال البطاقة أنها مائية .

ــ حسب البطاقة ، ماهي كتلتها المولية ؟
كتلتها المولية : $M = 249,68\ g/mol$

ــ نحسب الكتلة الموافقة لكمية المادة $n = 0,02\ mol$

من كبريتات النحاس التجارية :

$$n = m/M \Rightarrow m = n \cdot M = 0,02 \cdot 249,68 = 4,99\ g$$

الكتلة 4,99 g هي الكتلة التي تؤخذ لو كبريتات النحاس التجارية نقية من كل الشوائب و لكن حسب البطاقة نسبة نقاوتها 98% .
و منه فالكتلة التي تؤخذ هي :

$$\left.\begin{array}{l} 100\ g\ (\text{التجارية}) \rightarrow 98\ g\ \text{النقية} \\ m\ (\text{التجارية}) \rightarrow 4,99\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = (4,99 \times 100)/98 = 5,09\ g$$

إذن $m = 5,09\ g$ هي كتلة كبريتات النحاس التجارية الموافقة لكمية المادة $n = 0,02\ mol$

Cuivre (II) sulfate
Copper (II) sulphate

A 5 molécules d'eau Pentahydrate

$CuSO_4, 5H_2O$ $M = 249,68\ g/mol$

$CuSO_4, 5H_2O$ % 98

بطاقة كبريتات النحاس التجارية $CuSO_4 . 5\ H_2O$

نشاط ــ2 : المادة السائلة

كيف يمكن أخذ 0,5 mol من الماء المقطر ؟

بالنسبة للسائل يمكن أخذ الحجم V بدل الكتلة m ، حيث يؤخذ الحجم V بواسطة سحاحة مدرجة.

ــ احسب الكتلة المولية الجزيئية للماء : $M = 18\ g/mol$

ــ احسب كتلة الماء الموافقة لـــ 0,5 mol :

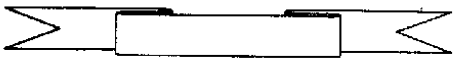
$$n = m/M \Rightarrow m = n \cdot M = 0,5 \cdot 18 = 9\ g .$$

ــ ليكن V حجم الماء الضروري الموافق لـــ 0,5 mol : و ρ الكتلة الحجمية للماء : $\rho = 1\ g / cm^3$

ــ احسب حجم الماء الموافق لـــ 0,5 mol الواجب أخذه :

$$\rho = m/V \Rightarrow V = m / \rho = 9 / 1 = 9\ cm^3$$

إرشادات : • نستعمل في قياسات السوائل الماصة المدرجة والحوجلة المعيارية و السحاحة .
• مراعاة دقة الميزان • تنظيف الزجاجات قبل استعمالها • قراءة الحجم أفقيا و بدقة .
• عند استعمال السحاحة يجب ملأها أولا إلى ما فوق الصفر حتى يسهل تعديل مستوى السائل على الصفر .



الحجم المولي لغاز – كمية المادة لغاز

1) الحجم المولي :

إن الحجم المولي لنوع كيميائي غازي V_M هو حجم 1 مول من هذا الغاز و يقدر باللتر على المول ،
رمزه : L / mol أو $L.mol^{-1}$.

القيمة العددية للحجم المولي

القيمة العددية للحجم المولي لغاز معين تتعلق بدرجة الحرارة و الضغط .

بصفة عامة الحجم المولي V_M يتغير بتغير درجة الحرارة والضغط (لأن الغاز يتمدد أو يتقلص) .

مثـــال :

الحجم المولي $V_M(L.mol^{-1})$	الضغط p (Pa)	درجة الحرارة θ (°C)
22,4	$1,013 \cdot 10^5$	0
24,4	$1,013 \cdot 10^5$	20
2,4	$1,013 \cdot 10^5$	20
11,3	$2 \cdot 10^5$	273
7,6	$3 \cdot 10^5$	273

في السطر الأول الحجم المولي يساوي $V_M = 22.4\ L$ حيث يوافق الشرطين النظاميين من حيث الضغط و درجة الحرارة .
الشرطين النظاميين هما : ــ الضغط : $P = 1,013 \cdot 10^5\ pa = 1\ atm = 76\ cm\ mercure$
ــ الحرارة : $T = 0\ °C = 273\ °K$

2) كمية المادة لعينة من غاز

ماعلاقة كمية المادة بحجم غاز ؟

نشاط ــ1 :

ليكن Vg حجم عينة من غاز مأخوذ في الشرطين (P , T) . ما هي كمية المادة المحتواة في هذه العينة ؟

كمية المادة المحتواة في هذه العينة :

1 mol من الغاز → V_M(L)
n mol من الغاز → Vg (L)
} ⇒ $n = Vg / V_M$ (mol)

مثـــال ــ1 :

ما هي كمية المادة المحتواة في 1,12 L من غاز الأكسجين مقاسا في الشرطين النظاميين .

الحـــل ــ1 :

في الشرطين النظاميين $V_M = 22,4\ L\ .\ mol^{-1}$ و منه : $n = Vg / V_M = 1,12 / 22,4 = 0,05\ mol$

مثـــال ــ2 :

تعيين كمية المادة في 1 L من الإيثانول .

1 ــ احسب كمية المادة المحتواة في قارورة تحتوي 1 L من الإيثانول C_2H_6O .

2 ــ احسب كمية المادة الموجودة في 1 L من بخار الإيثانول مقاس في الشرطين النظاميين ؟

3 ــ قارن بين النتيجتين . كيف تفسر ذلك ؟

تعطى الكتلة الحجمية للإيثانول $\rho = 810\ g/L$

الحـــل ــ2 :

كتلة الكحول السائل : $m = \rho\ .\ V = 810 \times 1 = 810\ g$

كمية المادة للكحول السائل : $n = m/M = 810/46 = 17,6\ mol$

كمية المادة لبخار الكحول : $n = V/Vm = 1/22,4 = 0,045\ mol$

النتيجة :

كمية المادة في بخار الكحول أقل بكثير منها في الكحول السائل و هذا يدل على أن في الغاز يوجد فراغ كبير بين الجزيئات .

مثـــال ــ3 :

قارن بين حجم 0,5 mol من الماء السائل و حجم 0.5 mol من بخار الماء ، في الشرطين النظاميين ؟

تعطى الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1000\ g/L$

الحـــل ــ3 :

كتلة الماء السائل : $n = m/M \Rightarrow m = n \times M = 0,5 \times 18 = 9\ g$

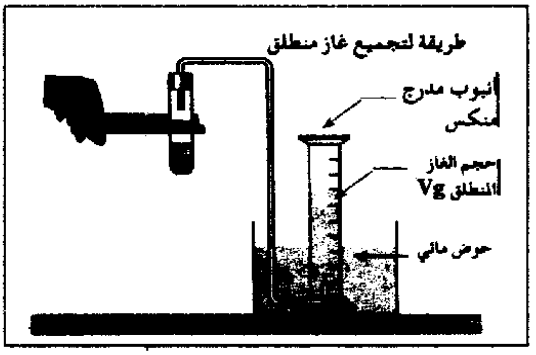
حجم الماء السائل الموافق لـــ 0,5 mol : $V = m/\rho = 9/1000 = 0,009\ L$

حجم بخارالماء (الغازي) الموافق لـــ 0,5 mol : $n = V/Vm \Rightarrow V = n\ .\ V_M = 0,5\ .\ 22,4 = 11,2\ L$.

النتيجة :

حجم المادة في بخارها أكبر بكثير منها في سائلها و هذا يدل على أن في الغاز يوجد فراغ كبير بين الجزيئات .

قياس الحجم المولي. تجارب TP



ـ حالة مادة غازية

كيف يمكن تحضير n mol من أي غاز ؟

أ ـ نحسب حجم الغاز الواجب تحضيره من العلاقة : $n = V_g / V_M$ (mol)

ب ـ تحضير حجم الغاز :

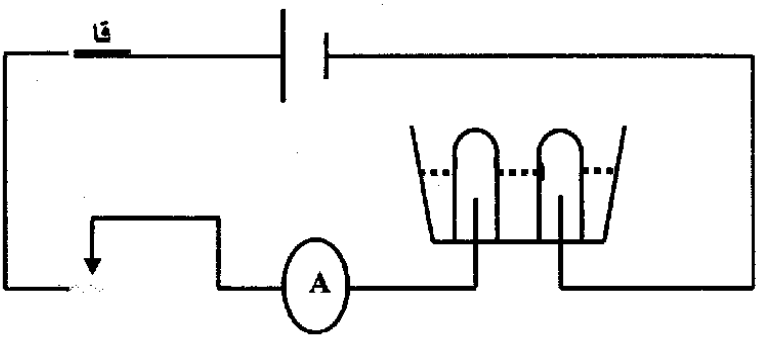
ـ حقق التركيب الموضح في الشكل المقابل للحصول على الحجم V_g للغاز المنطلق بالقراءة المباشرة .

قياس الحجم المولي تجريبيا :

نشاط ـ1 :

كيف يمكن قياس الحجم المولي من خلال التحليل الكهربائي للماء ؟

نستعمل تجربة التحليل الكهربائي للماء :



1 ـ قياس الشرطين (P , T) في مكان التجربة

2 ـ خلال مدة Δt قياس حجم الهيدروجين المنطلق V و شدة التيار I ثم حساب كمية الكهرباء :

$Q = I . t$

3 ـ كتابة معادلة التفاعل الحادث عند المهبط :

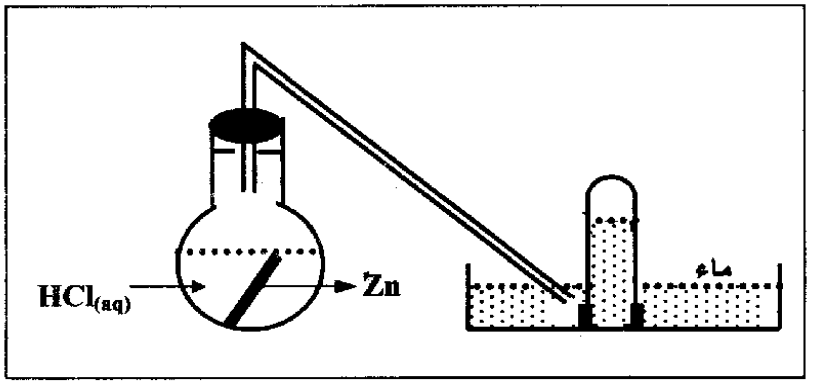
$2 H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2 OH^-$

4 ـ استنتاج الحجم المولي في الشرطين (P , T) .

نشاط ـ2 :

هل يمكن تعيين الحجم المولي لغاز الهيدروجين في الشرطين (P , T) خلال التحول الكيميائي للجملة الكيميائية التالية :

$Zn_{(s)} + (H^+ + Cl^-)_{aq}$ ؟ برر إجابتك باقتراح جهاز تجريبي مناسب.



نحقق التجربة المبينة في الشكل المقابل :

ـ نقيس وزن التوتياء قبل التفاعل ثم نقيس وزنها بعد التفاعل.

ـ نستنتج كمية المادة للتوتياء المتفاعلة و منه كمية المادة لغاز الهيدروجين المنطلق بعد كتابة معادلة التفاعل .

ـ نقيس حجم غاز الهيدروجين المنطلق (الحجم الذي تشغله كمية المادة السابقة).

ـ نستنتج الحجم المولي (حجم 1 mol).

نتيجة :

يمكن تعيين الحجم المولي للغاز في الشرطين (P , T) و الذي ينطلق خلال تحول كيميائي لجملة كيميائية باختيار جهاز تجريبي مناسب .

قانون افوغادرو ــ آمبير

قانون افوغادرو ــ آمبير

نشاط ــ1 :

قارورتان لهما نفس السعة 1,5 L ، الأولى مملوءة بغاز CO_2 كتلته $m_1 = 2,6\ g$ ، و الثانية مملوءة بغاز ثنائي الأكسجين O_2 كتلته $m_2 = 1,9\ g$. كلا الغازين ملخونين في نفس شروط من حيث درجة الحرارة و الضغط .

ــ احسب بالمول كمية المادة الموجودة في قارورة CO_2 .

قارورة غاز CO_2 : $n_1 = m_1 / M = 2,6 / 44 = 0,06\ mol$

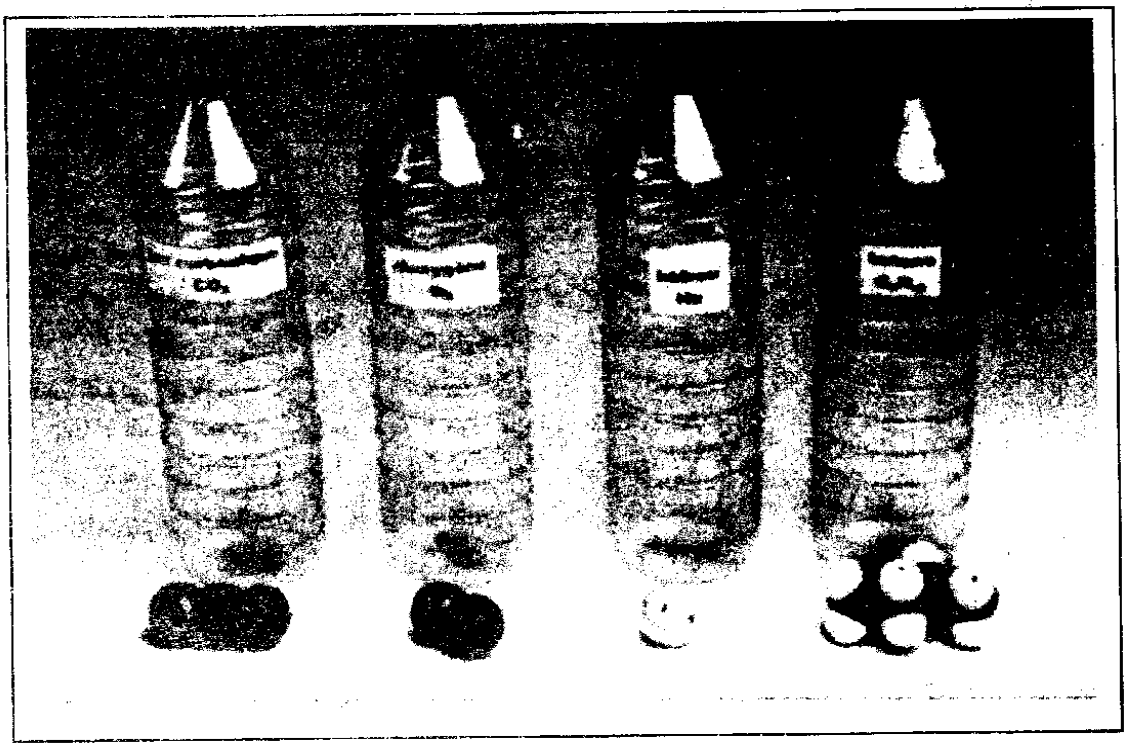
ــ ما هي كمية المادة في القارورة الثانية ؟

قارورة غاز O_2 : $n_2 = m_2 / M = 1,9 / 32 = 0,06\ mol$

نلاحظ أنه توجد نفس كمية المادة في القارورتين أي توجد نفس عدد الجزيئات CO_2 و O_2 في القارورتين .

نشاط ــ2 :

هذه القارورات لها نفس الحجم و تحتوي على الغازات التالية : C_4H_{10} , CO_2 , O_2 , He.



1ــ هل هذه القارورات تحتوي على نفس عدد الجزيئات ؟ إذا كان نعم لماذا ؟ إذا كان لا ما هي القارورة التي تحتوي على أكبر عدد و لماذا ؟

ـ يمكن أن نقول أن القارورات تحتوي على نفس عدد الجزيئات لأن هذه القارورات لها نفس الحجم .
ـ يمكن الإعتقاد أن عدد الجزيئات في قارورة الهيليوم He أكبر من عدد الجزيئات في قارورة البيوتان C_4H_{10} و هذا لأنه يبدو أن ذرات الهيليوم صغيرة الحجم و بالتالي يكون عددها كبير بالنسبة لجزيئات البيوتان C_4H_{10} .

2ـ من أجل التأكد نحسب عدد جزيئات الغاز في كل قارورة بطريقتين :
أ ـ الطريقة الأولى : $Y_1 = V / V'$ حيث V حجم القارورة $(V = 1,5\ L)$ ، V' حجم الجزيئ من الغاز
ب ـ الطريقة الثانية : $Y_2 = n . N_A = m/M . N_A$ حيث :
m : كتلة الغاز في القارورة ، M : الكتلة المولية الجزيئية للغاز ، n : كمية المادة.

ـ اكمل الجدول ؟

الصيغة	O_2	He	C_4H_{10}	CO_2
m (g)	2,1	0,25	3,6	2,8
M ($g.mol^{-1}$)				
$Y_1 = V / V'$				
V' (m^3)	$5,3 .10^{-29}$	$3,7 .10^{-29}$	$20,0 .10^{-29}$	$7,1 .10^{-29}$
Y_2				

اكمال الجدول :

الصيغة	O_2	He	C_4H_{10}	CO_2
m (g)	2,1	0,25	3,6	2,8
M ($g.mol^{-1}$)	32	4	58	44
V' (L)	$5,3 .10^{-26}$	$3,7 .10^{-26}$	$20,0 .10^{-26}$	$7,1 .10^{-26}$
Y_1	$283,0 .10^{+23}$	$405,4 .10^{+23}$	$75 .10^{+23}$	$211,26.10^{+23}$
m/M	0,06	0,06	0,06	0,06
$Y_2 = m/M . N_A$	$36 . 10^{21}$	$36 . 10^{21}$	$36 . 10^{21}$	$36 . 10^{21}$

1ـ ما هي الطريقة الملائمة و لماذا ؟
الطريقة الملائمة هي الطريقة الثانية و ذلك لأنها تعطي نتائج أدق من الطريقة الأولى حيث نلاحظ أن عدد جزيئات الغاز في كل قارورة يساوي بالتقريب $36 .10^{23}$ جزيئة .

ـ استنتج الحجم المولي V_m
الحجم المولي V_m : الحجم المولي V_m هو حجم 1 مول من الجزيئات و يساوي إذن :
$n = V/Vm \Rightarrow V_M = V / n = 1,5 / 0,06 = 25\ L$.

ـ هل الشرطين نظاميين ؟
الشرطين ليس نظاميين لأنه في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط $(T = 0\ °C$ و $1,013 . 10^5\ pa)$ ، حجم 1 مول من حبيبات أي غاز يساوي $V_m = 22,4\ L$.

نتيجة :
ـ فرضية أفوغادرو : الحجوم المتساوية لغازات مختلفة المأخوذة في نفس الشرط من حيث درجة الحرارة و الضغط ، تحتوي على نفس العدد من الحبيبات .
ـ في الشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط $(T = 0\ °C$ و $1,013 . 10^5\ pa)$ ،
حجم 1 مول من حبيبات أي غاز يساوي 22,4 L . يدعى هذا الحجم بالحجم المولي للغاز و رمزه V_M .

تمـــاريـــن

التمرين ــ1

أتأكد من معارفي بإكمال الفراغات :

المول هي وحدة ..... المادة ، واحد مول من جزيئات نوع كيميائي معين يحتوى على ..... جزيء ، حيث N_A يمثل عدد ..... الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي تمثل كتلة ..... من ..... هذا نوع .

الحـل ــ1

المول هي وحدة **كمية** المادة ، 1 مول من جزيئات نوع كيميائي معين يحتوى على $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ جزيء ، حيث N_A يمثل عدد **أفوغادرو** . الكتلة المولية الجزيئية لنوع كيميائي تمثل كتلة **1 مول من جزيئات** هذا نوع .

التمرين ــ2

صحيح أم خطأ ؟

أ ــ يوجد $6,02 \cdot 10^{23}$ ذرة هيدروجين في عينة من ثنائي الهيدروجين كتلتها 1 g .

ب ــ يوجد 2 مول من كمية المادة في عينة من الماء كتلتها 18 g .

جـ ــ توجد نفس كمية المادة في 9 g من الماء و في 0,5 mol من غاز النشادر (NH_3) .

د ــ للكميتين 0,1 mol من غاز O_2 و 0,1 mol من غاز Cl_2 ، نفس الحجم في نفس الشروط من T و p .

هـ ــ يمكن البحث عن الكتل المولية الذرية الضرورية لحل التمارين في الجدول الدوري .

و ــ يمكن أخذ الحجم المولي $V_M = 25\ L \cdot mol^{-1}$ إلا إذا نص التمرين خلافا لذلك .

الحـل ــ2

أ ــ يوجد $6,02 \cdot 10^{23}$ ذرة هيدروجين في عينة من ثنائي الهيدروجين كتلتها 1 g ..... **خطأ** .

ب ــ يوجد 2 مول من كمية المادة في عينة من الماء كتلتها 18 g ..... **خطأ** .

جـ ــ توجد نفس كمية المادة في 9 g من الماء و في 0,5 mol من غاز النشادر (NH_3) ..... **صحيح** .

د ــ للكميتين 0,1 mol من غاز O_2 و 0,1 mol من غاز Cl_2 ، نفس الحجم في نفس الشروط من T و p ..... **صحيح** .

هـ ــ يمكن البحث عن الكتل المولية الذرية الضرورية لحل التمارين في الجدول الدوري ..... **صحيح** .

و ــ يمكن أخذ الحجم المولي $V_M = 25\ L \cdot mol^{-1}$ إلا إذا نص التمرين خلافا لذلك ..... **خطأ** .

التمرين ــ3

يتفاعل 1 مول من الكبريت مع 1 مول من الحديد لتشكيل كبريت الحديد FeS .

ما هي كتلة الحديد الواجب مزجها مع 1,6 g من الكبريت لكي يحدث التفاعل ؟

الحـل ــ3

كتلة الحديد الواجب مزجها مع 1,6 g من الكبريت لكي يحدث التفاعل :

نحسب أولا كمية المادة n_1 للكبريت الموافقة لـ : $m = 1,6\ g$ $\quad n_1 = m / M = 1,6 / 32 = 0,05\ mol$

لكي يحدث التفاعل ، يجب أن تكون كمية المادة للحديد n_2 و الكبريت n_1 متساوية أي : $n_1 = n_2 = 0,05\ mol$

حساب كتلة الحديد الموافقة لـ : $n_2 = 0,05\ mol$ $\quad n_2 = m_2/M \Rightarrow m_2 = n_2 \times M = 0,05 \times 56 = 2,8\ g$

التمرين ــ4

أ ــ احسب شحنة و كتلة 1 mol من الإلكترونات .

شحنة الإلكترون : $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\ C$ و كتلته : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\ Kg$.

ب ــ ما هو عدد الشحنات الكهربائية العنصرية التي يحتويها 0,5 mol من شوارد النحاس II ؟

جـ ــ ما هي الشحنة الكهربائية التي تحملها $3 \cdot 10^{-2}$ mol من شوارد Cu^{2+} ؟

الحـل ــ4

أ ــ حساب شحنة 1 mol من الإلكترونات : $Q = e \cdot N_A = -1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = -96320\ C$.

ــ حساب كتلة 1 mol من الإلكترونات : $m = m_e \cdot N_A = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 5,48 \cdot 10^{-7}\ Kg$.

ب ــ عدد الشحنات الكهربائية العنصرية x التي يحتويها 0,5 mol من شوارد النحاس II (Cu^{2+}) :

$$\left.\begin{array}{l} (Cu^{2+}) \text{ من } 1\ mol \rightarrow 2 \cdot N_A \\ 0,5\ mol \rightarrow x \end{array}\right\} \Rightarrow x = 0,5 \cdot 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ شحنة}$$

جـ ــ الشحنة الكهربائية التي تحملها $3 \cdot 10^{-2}$ mol من شوارد النحاس II (Cu^{2+}) :

$$\left.\begin{array}{l} (Cu^{2+}) \text{ من } 1\ mol \rightarrow 2\ e \cdot N_A \\ 3 \cdot 10^{-2}\ mol \rightarrow q \end{array}\right\} \Rightarrow q = 0,03 \cdot 2 \cdot (+1,6 \cdot 10^{-19}) \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = +5779,2\ C .$$

التمرين ــ5

تزن حبة رمل تقريبا $m_0 = 80 \cdot 10^{-6}$ g

أ ــ احسب كتلة 1 مول من حبات الرمل ثم استنتج حجم 1 مول من حبات الرمل .

ب ــ احسب سمك طبقة من الرمل التي تحتوي 1 مول من حبات الرمل إذا كانت مساحتها : $S = 7,8 \cdot 10^6\ Km^2$.

تعطى الكتلة الحجمية للرمل : $\rho = 2,5\ g \cdot ml^{-1}$

الحـل ــ5

أ ــ حساب كتلة 1 مول من حبات الرمل : $m = m_0 \cdot N_A = 80 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 481,6 \cdot 10^{17}\ g$.

ــ استنتاج حجم 1 مول من حبات الرمل أي حجم $481,6 \cdot 10^{17}$ g :

$\rho = m/V \Rightarrow V = m/\rho = 481,6 \cdot 10^{17} / 2,5 = 192,64 \cdot 10^{17}\ mL = 192,64 \cdot 10^{11}\ m^3$

ب ــ حساب سمك طبقة من الرمل e التي تحتوي 1 مول من حبات الرمل :

$V = e \cdot S \Rightarrow e = V / S = 192,64 \cdot 10^{11} / 7,8 \cdot 10^{12} = 2,47\ m$.

التمرين ــ6

القيراط : وحدة لقياس الذهب والجواهر عامة فهو يعادل : 1 carat = 0,20 g .

ــ احسب كمية المادة للذهب الموجودة في عينة قدرها 0,6 قيراط علما أن رمز نواته $_{79}Au^{197}$.

ــ قدرت الكتلة المولية للبلاتين في 1957 بـ 195,23 g ، فأصبحت تقدر في وقتنا الحالي بـ 198,08 g . علل.

الحـل ــ6

ــ حساب عدد مولات الذهب الموجودة في عينة قدرها 0,6 قيراط :

$$\left.\begin{array}{l} 0,6\ carat \rightarrow m \\ 1\ carat \rightarrow 0,20\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = 0,20 \cdot 0,6 = 0,12\ g .$$

كمية المادة للذهب : $n = m / M = 0,12 / 197 = 6,09 \cdot 10^{-4}\ mol$

ــ قدرت الكتلة المولية للبلاتين في 1957 بـ 195,23 g ، فأصبحت تقدر في وقتنا الحالي بـ 198,08 g :

الكتلة المولية الذرية لعنصر لا تتعلق إلا بكتلة النواة أو نسب تواجد نظائره في الطبيعة و بما أن كتلة النواة لا تتغير بمرور السنين إذن هناك احتمال واحد و هو تغير نسب تواجد نظائره في الطبيعة و حتى تتغير هذه النسب فمعناه اكتشاف نظير جديد للبلاتين .

ــ لحساب الكتلة المولية الذرية لعنصر له نؤخذ بعين الإعتبار نسب تواجدها في الطبيعة .

التمرين ــ7

للكلور الطبيعي نظيران $_{17}Cl^{35}$ و $_{17}Cl^{37}$ بنسب مئوية على الترتيب 75% و 25%

ــ احسب الكتلة المولية الذرية لعنصر الكلور .

الحـل ــ7

الكتلة المولية الذرية لعنصر الكلور Cl في الحالة الطبيعية :

$M = 35 \times 75 / 100 + 37 \times 25 / 100 = 35,5\ g \cdot mol^{-1}$

و هي القيمة المعطاة في الجدول الدوري للعناصر .

التمرين ــ8

احسب الكتل المولية الجزيئية للأنواع الكيميائية التالية :

أ ــ نترات الرصاص $Pb(OH)_3$.

ب ــ هيدروكسيد الحديد الثلاثي $Fe(OH)_3$.

جـ ــ فيتامين C : $C_6H_8O_6$

د ــ الكافيين $C_4H_{10}O_2N_4$

الحـل ــ8

أ ــ نترات الرصاص $Pb(OH)_3$: $M = M_{Pb} + 3\,M_O + 3\,M_H = 207 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 258$ g/mol .

ب ــ هيدروكسيد الحديد الثلاثي $Fe(OH)_3$: $M = M_{Fe} + 3\,M_O + 3\,M_H = 56 + 3 \cdot 16 + 3 \cdot 1 = 107$ g/mol .

جـ ــ فيتامين C : $C_6H_8O_6$: $M = 6\,M_C + 6\,M_O + 8\,M_H = 12 \cdot 6 + 6 \cdot 16 + 8 \cdot 1 = 176$ g/mol .

د ــ الكافيين $C_4H_{10}O_2N_4$: $M = 4\,M_C + 2\,M_O + 10\,M_H + 4\,M_N$

$M = 12 \cdot 4 + 2 \cdot 16 + 10 \cdot 1 + 14 \cdot 4 = 146$ g/mol

التمرين ــ9

الألكانات فحوم هيدروجينية صيغتها العامة C_xH_{2x+2} حيث : $x \geq 1$

أ ــ عين صيغ الألكانات الغازية الأربعة الأولى : الميثان ، الإيثان ، البروبان ، البيوتان .

ب ــ احسب الكتل المولية الجزيئية لها .

الحـل ــ9

أ ــ صيغ الألكانات الغازية الأربعة الأولى : الميثان ، الإيثان ، البروبان ، البيوتان :

الميثان : CH_4 ، الإيثان : C_2H_6 ، البروبان : C_3H_8 ، البيوتان : C_4H_{10} .

ب ــ حساب الكتل المولية الجزيئية لها :

$M = 16$ g/mol : CH_4 ، $M = 30$ g/mol : C_2H_6 ، $M = 44$ g/mol : C_3H_8 ، $M = 58$ g/mol : C_4H_{10}

التمرين ــ10

الألسانات (الألكنات) فحوم هيدروجينية صيغتها العامة C_xH_{2x} حيث $x \geq 2$ ، تستعمل كمواد أولية في الصناعة البلاستيكية .

أ – عين الكتلة المولية الجزيئية للألسانات بدلالة x .

ب – ما هي الألسانات التي كتلتها المولية الجزيئية : $56\ g \cdot mol^{-1}$ و $140\ g \cdot mol^{-1}$ ؟

الحـل ــ10

أ ــ الكتلة المولية الجزيئية للألسانات بدلالة x : $M = 12x + 1 \cdot 2x = 14x$ g/mol .

ب ــ الألسان الذي كتلته المولية الجزيئية : $56\ g \cdot mol^{-1}$: $M = 14x = 56 \Rightarrow x = 56 / 14 = 4$. (C_4H_8)

ــ الألسان الذي كتلته المولية الجزيئية : $140\ g \cdot mol^{-1}$: $M = 14x = 140 \Rightarrow x = 140 / 14 = 10$. $(C_{10}H_{20})$

التمرين ــ11

تشغل 2 g من غاز ثنائي الهيدروجين في الشرطين (P , T) 25 L .

أ ــ ما هو الحجم الذي تشغله 32 g من ثنائي الأكسجين في نفس الشروط ؟

ب ــ ما هي قيمة الحجم المولي ؟ هل الشروط التجريبية نظامية ؟

الحـل ــ11

تشغل 2 g من غاز ثنائي الهيدروجين في الشرطين (P , T) 25 L .

أ ــ الحجم الذي تشغله 32 g من ثنائي الأكسجين في نفس الشروط :

2g من غاز ثنائي الهيدروجين هي كتلة 1 مول من ثنائي الهيدروجين في الشرطين (P , T) و منه فالحجم 25 L يعتبر حجم مولي لأنه يمثل حجم 1 مول من الهيدروجين .

ــ الحجم الذي تشغله 32 g من ثنائي الأكسجين في نفس الشروط :

32 g من غاز ثنائي الأكسجين هي كتلة 1 مول من ثنائي الأكسجين في في نفس الشروط (P , T) و منه فالحجم الذي تشغله سوف يساوي نفس الحجم المولي السابق و هو 25 L و هذا لتساوي كمية المادة للهيدروجين و الأكسجين و هو 1 مول من كل منهما .

ب ــ قيمة الحجم المولي : هي : 25 L ، الشروط التجريبية ليست نظامية لأن الحجم المولي في الشروط النظامية : 22,4 L .

التمرين ــ12

ما هي كمية المادة الموجودة في :

أ ــ قطعة من الطباشير $CaCO_3$ كتلتها 3,4 g ؟

ب ــ كأس من الماء حجمه 150 mL ؟

جـ ــ قارورة من غاز ثنائي الأكسجين حجمها 20 L ؟

هـ ــ قارورة من الهواء حجمها 20 L (80% من ثنائي الأزوت و 20% من ثنائي الأكسجين) ؟

الحـل ــ12

كمية المادة الموجودة في :

أ ــ قطعة من الطباشير $CaCO_3$ كتلتها 3,4 g : نحسب أولا الكتلة المولية لـ $CaCO_3$:

$M = M_{Ca} + 3\,M_O + 1\,M_C = 40 + 3 \cdot 16 + 1 \cdot 12 = 100$ g/mol .

ثم نحسب كمية المادة الموجودة في 3,4 g من $CaCO_3$: $n = m / M = 3,4/ 100 = 0,034$ mol

ب ــ كأس من الماء حجمه 150 mL : الكتلة المولية لـ H_2O : $M = 18$ g/mol ، الكتلة الحجمية للماء : $\rho = 1$ g/mL

ــ نحسب أولا كتلة الماء الموافقة لـ 150 mL : $m = \rho \cdot V = 1 \times 150 = 150$ g

و منه نحسب كمية المادة للماء الموجودة في 150 mL : $n = m/ M = 150/18 = 8,34$ mol

جـ ــ قارورة من غاز ثنائي الأكسجين حجمها 20 L : $n = V/Vm = 20/22,4 = 0,89$ mol .

هـ ــ قارورة من الهواء حجمها 20 L (80% من ثنائي الأزوت و 20% من ثنائي الأكسجين) :

نحسب أولا حجم كل من الأكسجين و الأزوت : ــ حجم الأزوت : $V_{O2} = 20 \cdot 80/100 = 16$ L

ــ حجم الأكسجين : $V_{N2} = 20 \cdot 20/100 = 4$ L

كمية المادة الموجودة في 16 L من الآزوت : $n = V/Vm = 16/22,4 = 0,71$ mol .

كمية المادة الموجودة في 4 L من الأكسجين : $n = V/Vm = 4/22,4 = 0,18$ mol .

التمرين ــ13

أكسيد الأزوت NO_2 غاز يستعمل كمخدر خلال العمليات الجراحية . ما هي كمية المادة المحتواة في 50 mL منه ؟ علما أن الحجم المولي في الشروط التجريبية هو 25 L/mol .

الحـل ــ13

كمية المادة الموجودة في 50 mL من غاز أكسيد الأزوت NO_2 : $n = V/Vm = (50 \cdot 10^{-3})/25 = 2 \cdot 10^{-3}$ mol .

التمرين ــ14

أ ــ ما هي كمية المادة التي يحتويها قرص من الفيتامين C $(C_6H_8O_6)$ كتلته 500 mg ؟

ب ــ ما هي كمية المادة في 0,1 g من الفيتامين C التي يحتويها كأس من عصير البرتقال ؟

الحـل ــ14

أ ــ كمية المادة التي يحتويها قرص من الفيتامين C $(C_6H_8O_6)$ كتلته 500 mg : نحسب أولا الكتلة المولية لـ **$(C_6H_8O_6)$** :

$M = 6\,M_C + 6\,M_O + 8\,M_H = 12 \cdot 6 + 6 \cdot 16 + 8 \cdot 1 = 176$ g/mol

ثم نحسب كمية المادة الموجودة في 500 mg من $(C_6H_8O_6)$: $n = m / M = 500 \cdot 10^{-3}/ 176 = 2,84 \cdot 10^{-3}$ mol

ب ــ كمية المادة في 0,1 g من الفيتامين C التي يحتويها كأس من عصير البرتقال :

$n = m / M = 0,1/ 176 = 5,68 \cdot 10^{-4}$ mol

التمرين ــ15

المكون الأساسي للصابون صيغته $C_{18}H_{35}O_2Na$ ،

ما هي كمية المادة لهذا المكون الأساسي للصابون المحتواة في قطعة صابون(savonnette) كتلتها 125 g ؟

الحـل ــ15

كمية المادة للصابون المحتواة في قطعة صابون(savonnette) كتلتها 125 g : نحسب أولا الكتلة المولية لـ $(C_{18}H_{35}O_2Na)$:

$M = 18\,M_C + 16\,M_O + 35\,M_H = 12 \cdot 18 + 2 \cdot 16 + 35 \cdot 1 + 1 \cdot 23 = 306$ g/mol

ثم نحسب كمية المادة الموجودة في 125 g من (savonnette) : $n = m / M = 125/ 306 = 0,41$ mol

التمرين ــ16

نعتبر الماء كمرجع لتحديد كثافة المواد السائلة والصلبة ، نعتبر الهواء كمرجع لتحديد كثافة الغازات . نعرف كثافة غاز بالنسبة للهواء بالعلاقة : $d = m_g / m_a$ ، حيث m_g هي كتلة حجم عينة من غاز المعتبر و m_a كتلة نفس الحجم من الهواء .
بين أن في الشرطين النظاميين : $d = M/29$ حيث M الكتلة المولية الجزيئية للغاز .
علما أن الكتلة الحجمية للهواء عند هذه الشروط هي تقريبا : $\rho = 1,3\ g/L$
أكمل الجدول الآتي ثم رتب هذه الغازات تصاعديا حسب أوضاعها النسبية في الجو .

الغاز	H_2	O_2	CH_4	CO_2	Cl_2	CO	NH_3	H_2O بخار
الكتلة المولية M								
الكثافة								
الوضع في الجو								

الحـل ــ16

ــ إثبات أن في الشرطين النظاميين : $d = M/29$ حيث M الكتلة المولية الجزيئية للغاز :
لدينا : $d = m_g / m_a$ ..... (1). نعتبر حجما قدره يسوي الحجم المولي في الشرطين النظاميين وهو $V_M = 22,4\ L$
نحسب قيم كل من m_a و m_g الموافقة لهذا الحجم المولي فنجد : $M = m_g$ لأن m_g هي كتلة 1 مول (22,4 L) أما m_a فنحسبها انطلاقا من الكتلة الحجمية للهواء : $m_a = \rho . V_M = 1,3 \times 22,4 = 29\ g$
نعوض بقيم m_a و m_g في العلاقة (1) فنحصل على : **$d = M/29$**
ــ اكمال الجدول ثم ترتيب الغازات تصاعديا حسب أوضاعها النسبية في الجو :

الغاز	H_2	CH_4	NH_3	H_2O بخار	CO	O_2	CO_2	Cl_2
الكتلة المولية M	2	16	17	18	28	32	44	71
الكثافة	0,067	0,55	0,59	0,62	0,97	1,10	1,52	2,45
الوضع في الجو	يصعد	يصعد	يصعد	يصعد	في الهواء	في الهواء	ينزل	ينزل

التمرين ــ17

حموضة مشروب غازي يعود إلى حمض الفوسفوريك H_3PO_4 عند تحليل 1 L من هذا المشروب نجد أنه يحتوي $5 . 10^{-3}\ mol$ من حمض الفوسفوريك . علما أن القانون يحدد نسبة الحمض في المشروبات عند 0,60 g/L .
هل هذا المشروب قانوني ؟

الحـل ــ17

حتى نعرف هل هذا المشروب قانوني أم لا ، نحسب كتلة حمض الفوسفوريك H_3PO_4 الموافقة لـ $5 . 10^{-3}\ mol$:

$$n = m/M \Rightarrow m = n . M = 5 . 10^{-3} . 98 = 0,49\ g.$$

هذه الكتلة 0,49 g/L توافق $5 . 10^{-3}\ mol$ أي توجد في 1L من هذا المشروب ، فتصبح نسبة الحمض في المشروب 0,49 g/L و هي أقل من النسبة المحددة بـ 0,60 g/L و بالتالي هذا المشروب قانوني .

التمرين ــ18

نريد مقارنة عينتين ، لهما نفس الكتلة ، الأولى من النحاس (Cu) و الثانية الألومنيوم (Al) .
كمية المادة الموجودة في عينة النحاس هي : 0,40 mol .
أ ــ ما هي كتلة العينة من النحاس ؟
ب ــ ما هي كمية المادة الموجودة في العينة من الألومنيوم ؟

الحـل ــ18

أ ــ كتلة العينة من النحاس : $n = m/M \Rightarrow m = n . M = 0,40 . 64 = 25,6\ g$
ب ــ كمية المادة الموجودة في العينة من الألومنيوم : $n = m/M = 25,6/27 = 0,95\ mol$.

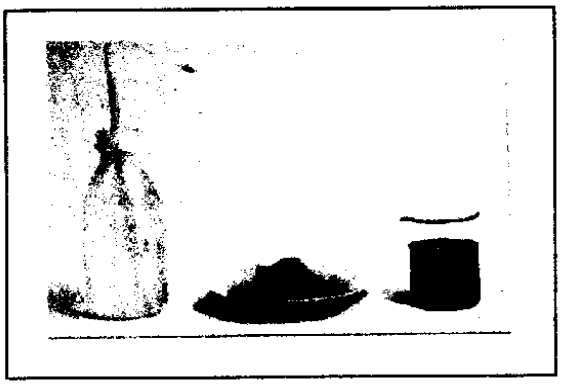
التركيز المولي لمحلول مائي

التركيز المولي لمحلول مائي

ــ كبريتات النحاس الثنائي الصلبة تكون زرقاء أو بيضاء اللون ، كيف تفسر ذلك ؟
ــ كبريتات النحاس يمكن أن تكون زرقاء اللون إذا كانت مميهة و صيغتها : ($CuSO_4,5H_2O$) ، أي تحتوي على كمية من الماء . لونها يكون أزرقا لإحتوائها على شوارد النحاس التي بوجود الماء تأخذ لون أزرق .
ــ كبريتات النحاس الصلبة يمكن أن تكون **بيضاء** اللون إذا كانت غير **مميهة** و صيغتها : ($CuSO_4$).

تطبيق :
ــ كيف يمكن إثبات أن جسما ماديا يحتوي على ماء ؟ (مثلا تفاحة)
نأخذ قطعة من التفاح ، نضيف إليها كمية من كبريتات النحاس البيضاء ،
إذا ظهر اللون الأزرق فإن التفاحة تحتوي على الماء .

مفهوم المحلول ، المنحل ، المحل :
نشاط ــ1
حضر محلولا مائيا من كبريتات النحاس $Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ ، **و ذلك بإذابة كمية قليلة من هذا الملح ($CuSO_4$) في حجم معين من الماء المقطر .**



ــ هل حجم المحلول الناتج يساوي حجم الماء المستعمل ؟
لا ، حجم المحلول الناتج لا يساوي حجم الماء المستعمل و يكون أكبر منه بكمية قليلة جدا .

ــ إلى ماذا يعود اللون الأزرق للمحلول ؟
يعود اللون الأزرق للمحلول لإحتوائه على شوارد النحاس Cu^{2+} التي بوجود الماء تأخذ لون أزرق .

ــ كيف تكشف عن الشوارد Cu^{2+} الموجودة في المحلول ؟
نكشف عن الشوارد Cu^{2+} الموجودة في المحلول بإضافة كمية قليلة من محلول الصود فنلاحظ تشكل راسب لونه أزرق
لـ ($Cu(OH)_2$) هذا الراسب بتسخينه يصبح أسود (CuO) .

ندعو كل من الملح ($CuSO_4$) بالمادة المنحلة ، الماء بالمادة المحلة و المحلول الناتج بالمحلول المائي .
حيث حجم الماء يساوي تقريبا حجم المحلول .

تعاريف :
عندما نذيب كمية من مادة تقبل الإنحلال في الماء المقطر نحصل بعد الرج و التحريك على محلول مائي .
ــ نسمي الماء المحل .
ــ نسمي المادة المنحلة (صلبة أو سائلة أو غازية) المنحل .
ــ نسمي الناتج النهائي المحلول المائي لتلك المادة .
ــ حجم المحل يساوي تقريبا حجم المحلول الناتج في حالة كون المنحل مادة صلبة أو غازية .

نشاط ــ2
حضر محلولين :
محلول (S_1) : بإذابة 10 g من السكر في 100 mL من الماء المقطر .
و محلول (S_2) بإذابة 10 g من كلور الصوديوم في 100 mL من الماء المقطر .
أ) أجر التحليل الكهربائي لكل محلول ، ما هي توقعات فيم يتعلق بنتائج التحليل ؟ ماذا تستنتج ؟

1ــ نلاحظ أن عند التحليل الكهربائي لمحلول كلور الصوديوم تنتج غازات عند المسريين و هذا ما يدل على :
ــ محلول كلور الصوديوم ينقل التيار الكهربائي و منه فهو يحتوي على شوارد .
معادلة تفكك كلور الصوديوم في الماء : $NaCl\,(s) \rightarrow Na^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$
2ــ نلاحظ أن عند التحليل الكهربائي لمحلول السكر في الماء لا يحدث أي شيء و هذا ما يدل على :
ــ محلول السكر في الماء لا ينقل التيار الكهربائي و منه فهو لا يحتوي على شوارد .

نتيجة :
المحلول المائي يحتوي شوارد مميهة أو جزيئات ، أي المحاليل المائية نوعان :
ــ محلول ينقل التيار الكهربائي (مثل كلور الصوديوم) الذي يعطي عند تحلله الشوارد المسؤولة عن هذا النقل .
ــ محلول لا ينتقل التيار الكهربائي هو محلول جزيئي (مثل المحلول السكري) .

ملاحظات :
ــ إذا كانت كمية المادة المنحلة قليلة كان المحلول مخففا و يكون حجم المحل يساوي حجم المحلول في حالة كون المنحل مادة صلبة أو غازية .
ــ إذا كانت كمية المادة المنحلة كبيرة كان المحلول مركزا و إذا زدنا هذه الكمية حتى لا تنحل يصبح المحلول مشبعا .
ــ توجد سوائل أخرى محلة منها : الكحول ؛ الهكسان الحلقي ؛ بلازما الدم ... محاليلها غير مائية .

التركيز المولي و التركيز الكتلي للمحلول

1) التركيز المولي

ــ بماذا يتميز المحلول المائي ؟
أ) نذيب نفس الكتلة $m = 10\ g$ من كبريتان النحاس في حجوم مختلفة $V_3 < V_2 < V_1$ ، من الماء المقطر .
ــ احسب الكتلة المولية الجزيئية M_{CuSO_4} : $M_{CuSO_4} = 150\ g\,.\,mol^{-1}$
ــ استنتج كمية المادة المنحلة : $n_{CuSO_4} = 0,067\ mol$
ــ قارن ألوان المحاليل الثلاثة الناتجة . ماذا تستنتج ؟
ــ ألوان المحاليل الثلاثة الناتجة : تكون زرقاء في V_3 ثم تنقص شدتها في V_2 ثم تنقص شدتها أكثر في V_1 .
ــ كلما زاد حجم الماء (المحل) كلما نقصت شدة اللون الأزرق أو نقول في هذه الحالة ينقص تركيز المحلول .

ــ ما هي العلاقة بين لون المحلول المتحصل عليه و حجم الماء المستعمل ؟
العلاقة بين لون المحلول المتحصل عليه و حجم الماء المستعمل هي علاقة عكسية .

نتيجة :
يميز المحلول المائي بمقدار يدعى التركيز المولي C .
و يساوي النسبة بين كمية المادة للنوع الكيميائي المنحل و حجم المحلول .

$$C = n/V$$

حيث : n : كمية المادة المنحلة (mol) ، C : التركيز المولي (mol/L) ، V : حجم المحلول (L) ،

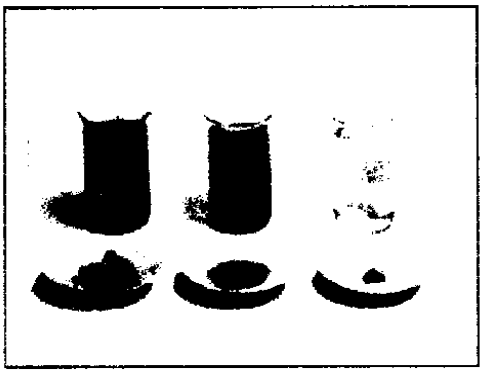
ملاحظة :
ــ العلاقة السابقة $C = n/V$ صالحة مهما كانت حالة المادة ، صلبة ، سائلة أو غازية .

مثـــال :
احسب التركيز المولي لماء مالح تم الحصول عليه بإذابة $m = 1,0\ g$ من كلور الصوديوم NaCl في $V = 100\ mL$ من الماء المقطر .

الحـــل :
ــ نحسب أولا الكتلة المولية : $M_{NaCl} = 35,5 + 23 = 58,5\ g / mol$
ــ نحسب ثانيا كمية المادة : $n = m/M = 1,0 / 58,5 = 0,017\ mol$.
ــ و أخيرا التركيز المولي : $C = n / V = 0,017 / 0,1 = 0,17\ mol/L$

2) التركيز الكتلي

نذيب في نفس الحجم V = 100 mL من الماء المقطر كتلا مختلفة



$m_3 < m_2 < m_1$ من كبريتات النحاس و منه $n_3 < n_2 < n_1$.

ــ قارن ألوان المحاليل الثلاثة الناتجة . ماذا تستنتج ؟

ــ ألوان المحاليل الثلاثة الناتجة : تكون زرقاء في m_1 ثم تنقص شدتها في m_2 ثم تنقص شدتها أكثر في m_3 .

ــ كلما زادت كتلة الماة المنحلة (المنحل) كلما زادت شدة اللون الأزرق أو نقول في هذه الحالة يزداد تركيز المحلول .

ــ ما هي العلاقة بين لون المحلول المتحصل عليه و كتلة المادة المنحلة في نفس الحجم من الماء ؟

العلاقة بين لون المحلول المتحصل عليه و كتلة المادة المنحلة في نفس الحجم من الماء هي علاقة طردية .

نتيجة :

يميز المحلول المائي بمقدار يدعى التركيز الكتلي t .

و يعرف التركيز الكتلي t لمحلول مائي بالنسبة بين كتلة المادة المنحلة (النوع الكيميائي) وحجم المحلول :

$$t = m/V$$

حيث : m : كتلة المادة المنحلة (g) ، t : التركيز الكتلي (g/L) ، V : حجم المحلول (L) ،

العلاقة بين التركيز المولي و التركيز الكتلي لمحلول مائي :

التركيز الكتلي : $t = m/V$ g/mol .....(1) ،

أما التركيز المولي فهو : $C = n / V$ .....(2) ،

وأن كمية المادة المذابة : $n = m / M$ .....(3)

نستنتج من (1) و (2) و (3) أن :

$$C = t / M \quad \text{أو} \quad t = C . M$$

تحضير محلول بتركيز معين. TP.

تحضير المحلول المائي مخبريا

كيفية تحضير محلول مائي بتركيز مولي معين :

I) بإذابة مادة صلبة في الماء

نريد تحضير حجم V = 100 mL من محلول (S) لكبريتات النحاس بتركيز مولي C = 0,1 mol/L.

ـ ما هي الكتلة m من كبريتات النحاس الواجب إذابتها ؟

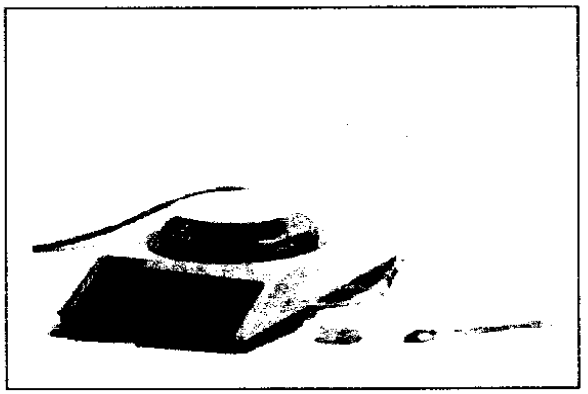
لدينا قارورة لكبريتات النحاس ($CuSO_4 , 5\ H_2O$) .

ـ نحسب أولا الكتلة المولية لـ ($CuSO_4 , 5\ H_2O$) : $M_{Cu} + M_S + 16\ M_O + 5\ M_{H2O} = 249,5\ g/mol$

ـ نحسب الكتلة m من كبريتات النحاس الواجب إذابتها : $m = n . M = C . V . M = 0,1 . 0,1 . 249,5 = 2,5\ g$

طريقة العمل :

لتحضير هذا المحلول نستخدم الأدوات المبينة في الشكل المقابل :



ـ توضع جفنة فوق الميزان .

ـ يوصل الميزان الإلكتروني إلى مأخذ التيار الكهربائي ، و يضبط عند الصفر .

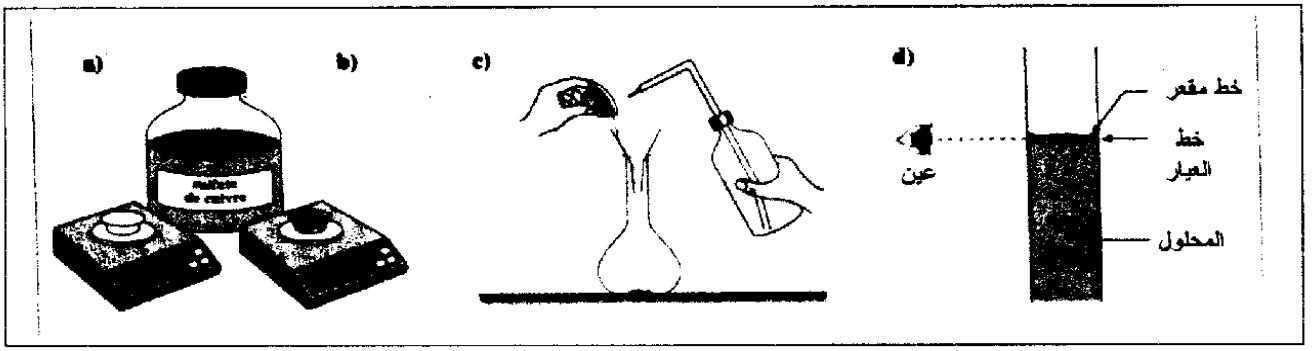
ـ توزن كتلة المنحل بدقة $m = 2,5\ g$

ـ افرغ الكتلة الموزونة داخل دورق عياري ثم استعين بكمية من الماء لتفريغ الجفنة بشكل جيد و كامل .

ـ تسكب كمية الماء المقطر في الدورق ثم يرج المحلول .

ـ يكمل الحجم إلى $V = 1\ L$ بالماء المقطر إلى غاية خط العيار .

ـ سد الدورق ثم رج المحلول للحصول على محلول متجانس .



II) بتمديـــد محـــلول

ـ كيف نمدد محلولا ؟

مبدأ التمديد :

تمديد محلول يعني تخفيفه انطلاقا من محلول تركيزه المولي C و حجمه V ، نضيف إليه الماء المقطر V_0 ليصل إلى حجم V' لنحصل على محلول جديد تركيزه المولي C' بحيث $C' < C$.

ـ في 1 لتر من المحلول الأصلي يوجد n مول من المادة المنحلة : $n = C . V$

ـ أما في حجم V' من المحلول الجديد يوجد n' مول من المادة المنحلة : $n' = C' . V'$

و لكن بإضافة الماء للمحلول الجديد لا تتغير كمية المادة ، لأننا لم نضيف كمية من المادة المنحلة و منه : $n = n'$

و منه : $C . V = C' . V'$

و منه يكون حجم المحلول النهائي : $V' = C.V / C'$

ـ أما حجم الماء V_0 الواجب إضافته : $V' = V_0 + V \Rightarrow V_0 = V' - V$

معامل التمديد :

بقسمة قيمة الحجم الجديد على قيمة الحجم الأصلي نحصل على :

$$V' / V = C / C' = \delta$$

δ يدعى بمعامل التمديد .

معامل التمديد δ هو النسبة بين تركيز المحلول الأصلي C و تركيز المحلول الجديد الممدد C'

$$V' / V = \delta = C / C'$$

هذا المعامل دوما أكبر من الواحد حتما.

تحضير محلول مائي بتمديد محلول

نريد تحضير 250 mL من محلول كلور الصوديوم تركيزه المولي C' = 0,02 mol/L انطلاقا من محلول ابتدائي تركيزه المولي C = 0,2 mol/L .

1 ـ احسب معامل التمديد δ

معامل التمديد : $\delta = C/ C' = 0,2/0,02 = 10$

$\delta = 10$ أي مددنا(خففنا) المحلول 10 مرات .

2 ـ استنتج حجم المحلول الإبتدائي الذي يجب أخذه بواسطة الماصة ؟

$\delta = C/ C' = V'/ V = 10 \Rightarrow V = V'/\delta = V'/10 = 250/10 = 25$ mL

و بالتالي حجم الماء المقطر المضاف هو : $V_0 = V' - V = 250 - 25 = 225$ mL

طريقة العمل :

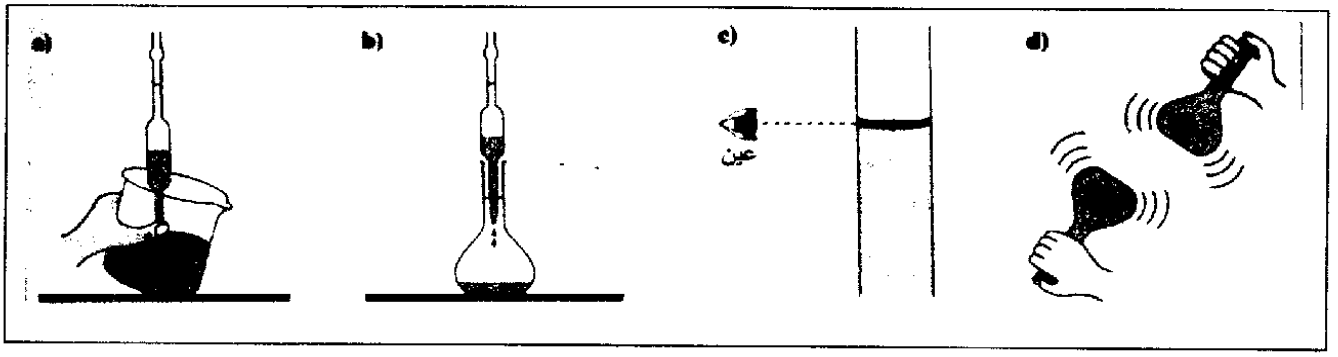
من أجل تمديد المحلول نتبع الخطوات التالية :

ـ نأخذ الحجم $V = 25$ mL للمحلول الإبتدائي بواسطة ماصة مزودة بإجاصة المص .

ـ نضع الحجم V داخل دورق عياري سعته 250 mL.

ـ نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى غاية خط العيار .

ـ نسد الدورق ثم نرج المحلول للحصول على محلول متجانس .



تطبيـــق :

نريد تحضير محلول (S_1) حجمه $V_1 = 100$ mL من حمض كلور الماء تركيزه المولي $C_1 = 1,0$ mol/L انطلاقا من محلول تجاري خصائصه : ـ الكثافة : d = 1,18 – درجة نقاوة HCl في المحلول : P = 35 %

1ـ احسب التركيز المولي لـ HCl في المحلول .

2ـ كيف يجب التصرف لتحضير المحلول (S_1) ؟

الحـــل :

1ـ حساب التركيز المولي لـ HCl في المحلول :

1ـ إسم المحلول : حمض كلور الماء ، الكثافة : d = 1,18 ، النسبة المؤوية للنقاوة : P = 35%.

الكتلة المولية الجزيئية لـ HCl : $36,5$ g . mol^{-1} ؛ التركيز المولي : $C = n / V$ ؛

كمية المادة : $n = m / M$ ، الكتلة النقية المنحلة : m ؛ الحجم : $V_1 = 100$ mL ،

كثافة السائل = الكتلة الحجمية للسائل ρ تقسيم الكتلة الحجمية للماء ρ_0 أي : $d = \rho/\rho_0$

ـ درجة النقاوة P هي كتلة HCl النقية الموجودة في 100 g من المحلول التجاري .

$$\left.\begin{array}{l} 100\ g\ (\text{التجارية}) \rightarrow P\ (g)\ \text{النقية} \\ m'\ (\text{التجارية}) \rightarrow \text{نقية}\ (m)\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = (P \times m')/100 \ldots\ldots\ldots\ldots (1).$$

ـ حجم المحلول التجاري الذي كتلته m' هو : $m' = \rho \cdot V$ .....(2)

ـ $d = \rho/\rho_0 \Rightarrow \rho = d \cdot \rho_0$ .....(3)

ـ من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن : $m' = d \cdot \rho_0 \cdot V$ ..... (4)

ـ من العلاقتين (1) و (4) نستنتج أن : $m = (P \cdot d \cdot \rho_0 \cdot V)/100$

ـ و منه نجد كمية المادة : $n = m / M = (P \cdot d \cdot \rho_0 \cdot V)/(100M)$ .....(5)

ـ من أجل : $V = 1\ L$ و $\rho_0 = 1000 g/L$ نعوض في العلاقة (5) فنحصل على :

$$n = m / M = (P \cdot d \cdot 10 \cdot V)/(M)$$

ـ التركيز المولي : $C = n / V = (10 \cdot P \cdot d)/(M)$

التطبيق العددي : : $C = (10 \cdot P \cdot d)/(M) = (10 \cdot 35 \cdot 1,18)/36,5 = 11,31\ mol/L$.

2ـ كيفية التصرف لتحضير المحلول (S_1)

ـ من قانون التخفيف نحسب حجم المحلول التجاري الواجب أخذه : $C V = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow V = C_1 \cdot V_1 / C$

$$\Rightarrow V = 1 \times 0,100 / 11,31 = 0,0088\ L$$

$$\mathbf{V = 8,9\ mL}$$

ـ نأخذ الحجم $V = 8,9\ mL$ للمحلول التجاري بواسطة ماصة مزودة بإجاصة المص .

ـ نضع الحجم V داخل دورق عياري سعته 100 mL

ـ نكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى غاية خط العيار .

ـ نسد الدورق ثم نرج المحلول للحصول على محلول متجانس .

تمرين عملي :

يوجد الصود الكاوي NaOH في المخبر على شكل أقراص بيضاء .

نريد تحضير محلول الصود تركيزه المولي $C = 0,1\ mol/L$ (محلول هيدروكسيد الصوديوم)

1) ما هي كتلة الصود الكاوي m الواجب إذابتها في 1 L من المحلول ؟ ($m = 4g$)

2) انطلاقا من نتيجة السؤال السابق ، كيف يتم تحضير المحلول عمليا ؟

لتحضير المحلول السابق نتبع الخطوات التالية :

ـ نأخذ حوجلة عيارها لتر واحد و نضع فيها V_0 سم^3 من الماء المقطر (مثلا 100 سم^3) بواسطة ماصة عيارية مزودة بإجاصة المص ، أو بواسطة سحاحة مدرجة مع قراءة الحجم أفقيا.

ـ نقيس بواسطة الميزان الإلكتروني الكتلة m الواجب إذابتها (مع مراعاة دقة الميزان) ، ثم نذيبها في الحجم V_0 السابق.

ـ بعد الرج (قصد الحصول على محلول متجانس) ، نكمل الحجم إلى لتر واحد بواسطة الماء المقطر ، ثم نسد الحوجلة .

ملاحظة :

يجب تطبيق الإحتياطات الأمنية الضرورية عند التعامل مع الصود الكاوي ، و كذلك تنظيف الزجاجيات جيدا قبل الإستعمال و قراءة الحجوم بشكل صحيح .

3) نريد تحضير 250 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C' = 0,02\ mol/L$ انطلاقا من محلول ابتدائي تركيزه المولي $C = 0,1\ mol/L$.

1 ـ احسب معامل التمديد δ

2 ـ استنتج حجم المحلول الإبتدائي الذي يجب أخذه بواسطة الماصة ؟

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

أكمل بملء الفراغات بالكلمات المناسبة :

ـــ الماء الحلو عبارة عن ..... للسكاروز في الماء . فهو يحتوي على ..... السكاروز .

ـــ يمكن أن يحتوي المحلول المائي على ..... أو .....

ـــ يقدر التركيز المولي لنوع كيميائي في محلول بـــ .... فهو يمثل كمية المادة لهذا النوع في ... ... من المحلول .

ـــ يعني تمديد محلول .... لهذا المحلول حيث يصبح تركيز المحلول الجديد .... من تركيز المحلول الابتدائي .

الحـــل ـــ1

ـــ الماء الحلو عبارة عن **محلول** للسكاروز في الماء . فهو يحتوي على **جزيء** السكاروز .

ـــ يمكن أن يحتوي المحلول المائي على **جزيئات** أو **شوارد** .

ـــ يقدر التركيز المولي لنوع كيميائي في محلول بـــ **mol/L** ، فهو يمثل كمية المادة لهذا النوع في **1 L** من المحلول .

ـــ يعني تمديد محلول **إضافة الماء** لهذا المحلول حيث يصبح تركيز المحلول الجديد **أقل** من تركيز المحلول الإبتدائي .

التمرين ـــ2

خطأ أم صواب :

ـــ يقدر التركيز المولي بـــ $mol . L^{-1}$

ـــ العلاقة بين التركيز المولي و التركيز الكتلي $C = t / M$

ـــ يتناقص التركيز المولي عند تمديد محلوله .

ـــ يكون المذيب في المحلول دوما هو الماء .

ـــ يمكن أن يكون النوع المذاب صلبا ، سائلا أو غازيا .

الحـــل ـــ2

ـــ يقدر التركيز المولي بـــ $mol . L^{-1}$: **صحيح** .

ـــ العلاقة بين التركيز المولي و التركيز الكتلي $C = t / M$: **صحيح** .

ـــ يتناقص التركيز المولي عند تمديد محلوله : **صحيح** .

ـــ يكون المذيب في المحلول دوما هو الماء : **خطأ** .

ـــ يمكن أن يكون النوع المذاب صلبا ، سائلا أو غازيا : **صحيح** .

التمرين ـــ3

ـــ ماذا يمثل التركيز المولي لنوع كيميائي في محلول ؟

ـــ ما المقصود بتمديد محلول ؟ و ما هو الهدف منه ؟

الحـــل ـــ3

ـــ يمثل التركيز المولي لنوع كيميائي في محلول ، كمية المادة للنوع الكيميائي المنحل في حجم قدره 1 L من المحلول .

ـــ المقصود بتمديد محلول : هو تخفيفه انطلاقا من محلول تركيزه المولي C و حجمه V ، نضيف إليه الماء المقطر V_0 ليصل إلى حجم V' لنحصل على محلول جديد تركيزه المولي C' بحيث $C' < C$.

ـــ الهدف منه : هو تحضير محلول آخر بالتركيز الذي نريده . فمثلا عند اقتناء المحاليل الكيميائية للإستعمال في مخبر الثانوية نشتريها و هي ذات تراكيز كبيرة في قارورات محكمة الإغلاق و عند استعمالها في التجارب بالمخبر نخففها أي نأخذ منها كمية صغيرة V نضيف إليها الماء المقطر V_0 ليصل إلى حجم V' لنحصل على محلول آخر جديد بالتركيز الذي نريده للإستعمال .

التمرين ـــ4

نريد الحصول على 250 mL من المحلول مائي لثنائي اليود (I_2) تركيزه المولي $C = 10^{-2} mol . L^{-1}$

1ـــ ما هي كتلة ثنائي اليود الصلب الواجب استعمالها ؟

2ـــ كيف يمكن عمليا الحصول على هذا المحلول باستعمال دورق عياره 250 mL و ميزان إلكتروني .

الحـــل ـــ4

ـــ نحسب أولا الكتلة المولية لـــ (I_2) : $M(I_2) = 254\ g/mol$

ـــ نحسب الكتلة m من (I_2) الواجب إذابتها : $m = n \cdot M = C \cdot V \cdot M = 0,01 \cdot 0,250 \cdot 127 = 0,635\ g$

2ـــ يمكن الحصول عمليا على هذا المحلول باستعمال دورق عياره 250 mL و ميزان إلكتروني متبعا الخطوات التالية :

ـــ توضع جفنة فوق الميزان . ـــ يوصل الميزان الإلكتروني إلى مأخذ التيار الكهربائي ، و يضبط عند الصفر .

ـــ توزن كتلة اليود بدقة : $m = 0,635\ g$

ـــ نفرغ الكتلة الموزونة داخل دورق عياري ثم نستعين بكمية من الماء لتفريغ الجفنة بشكل جيد و كامل .

ـــ تسكب كمية الماء المقطر في الدورق ثم يرج المحلول . ـــ يكمل الحجم بالماء المقطر إلى غاية خط العيار $V = 250\ mL$

ـــ تسد الدورق ثم نرج الدورق للحصول على محلول متجانس .

التمرين ـــ5

يتشكل السكر العادي من السكاروز (النوع الكيميائي $C_{12}H_{22}O_{11}$) . الذي لا يتفاعل مع الماء و لا مع مكونات القهوة .
نظيف قطعة من السكر كتلتها $m = 6,0\ g$ في فنجان يحتوي على مشروب القهوة .
احسب التركيز المولي للسكاروز في المشروب الذي حجمه 180 mL .

الحـــل ـــ5

حساب التركيز المولي للسكاروز في المشروب الذي حجمه 180 mL :

ـــ نحسب أولا الكتلة المولية : $M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342\ g/mol$

ـــ نحسب ثانيا كمية المادة : $n = m/M = 6,0 / 342 = 0,0175\ mol$.

ـــ و أخيرا التركيز المولي : $C = n / V = 0,0175 / 0,18 = 0,097\ mol/L$

التمرين ـــ6

ثنائي أكسيد الكبريت غاز صيغته SO_2 . نفرض أنه لا يتفاعل مع الماء . نحضر 2,0 L من محلول ثنائي أكسيد الكبريت و ذلك بإذابة $V_{SO2} = 30,0\ L$ من غاز SO_2 في الماء المقطر .
ـــ احسب التركيز المولي للغاز في المحلول حيث يكون الحجم المولي للغازات في شروط التجربة : $V_M = 25\ mol/L$

الحـــل ـــ6

ـــ حساب التركيز المولي للغاز في المحلول حيث يكون الحجم المولي للغازات في شروط التجربة : $V_M = 25\ mol/L$:

ـــ كمية المادة لـــ SO_2 في المحلول : $n_{SO2} = V_{SO2}/V_M = 30,0 / 25 = 1,2\ mol$.

ـــ التركيز المولي لـــ SO_2 في المحلول : $C = n / V = 1,2 / 2 = 0,6\ mol/L$

التمرين ـــ7

من أجل تحضير أكلة المكارونة ، تسخن الأم 5 L من الماء ثم تضيف ملعقتين صغيرتين من ملح الطعام (NaCl) .
احسب التركيز المولي لملح الطعام في المحلول علما أن كل ملعقة تحتوي 4,2 g من كلور الصوديوم .

الحـــل ـــ7

حساب التركيز المولي لملح الطعام في المحلول علما أن كل ملعقة تحتوي 4,2 g من كلور الصوديوم :

ـــ نحسب أولا الكتلة المولية : $M_{NaCl} = 35,5 + 23 = 58,5\ g/mol$

ـــ نحسب ثانيا كمية المادة : $n = m/M = 4,2 \cdot 2 / 58,5 = 0,143\ mol$.

ـــ و أخيرا التركيز المولي : $C = n / V = 0,143 / 5 = 0,029\ mol/L$

التمرين ـــ8

نذيب قرصا من الأسبرين 500 (تعني الإشارة 500 أن القرص الواحد يحتوي على 500 mg من الأسبرين $C_9H_8O_4$) في كأس يحتوي 100 mL من الماء . أحسب التركيز الكتلي و التركيز المولي للأسبرين في المحلول الناتج .

الحـــل ـــ8

نحسب أولا الكتلة المولية للأسبيرين $C_9H_8O_4$: $M_{C9H8O4} = 180\ g/mol$

التركيز الكتلي للأسبرين في المحلول الناتج : $t = m/V = 0,5 / 0,1 = 5\ g/L$

التركيز الكتلي للأسبرين في المحلول الناتج : $C = t / M = 5 / 180 = 0,028\ mol/L$

التمرين ــ9

وجد بعد الإنتهاء من طهي الطعام أنه ناقص ملح ولا يوجد لدينا منه ، ما هي العملية التي تجريها ليصبح ذوق الطعام عاديا بدون إضافة الملح ؟ اشرح هذه العملية بأسلوب علمي ؟

الحـــل ــ9

العملية التي نجريها ليصبح ذوق الطعام عاديا بدون إضافة الملح : التسخين من أجل تبخير الماء .

حتى يكون ذوق الطعام عادي من الناحية الملوحية يجب إذابة كتلة منه m في حجم V من المحلول الناتج أي نعبر عن ذوق الطعام بالتركيز الكتلي t . و منه كلما كان التركيز الكتلي كبير كلما زادت ملوحية الطعام و كلما كان التركيز الكتلي صغير كلما نقصت ملوحية الطعام .

الطعام المحضر سابقا ناقص ملح أي تركيزه الكتلي بالملح صغير و حتى نجعله ذو طعم عادي يجب أن نكبر التركيز الكتلي و حتى نكبر التركيز الكتلي نحاول أن ننقص من حجم الماء للطعام لأن العلاقة بين التركيز الكتلي للمحلول المتحصل عليه و حجم المحلول هي علاقة عكسية و حتى ننقص الماء من الطعام نقوم بتسخينه ليتبخر منه الماء .

التمرين ــ10

نسبة السكر في الدم تمثل كتلة الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ في 1 لتر من الدم .

عند الإنسان العادي هذه النسبة تكون بجوار 1,0 g/L .

أ ــ احسب كمية المادة الحدية للغلوكوز في 5 L من الدم عند الإنسان العادي .

ب ــ احسب حينئذ التركيز المولي للغلوكوز في الدم .

الحـــل ــ10

كمية المادة الحدية للغلوكوز في 5 L من الدم عند الإنسان العادي :

نحسب أولا الكتلة المولية للغلوكوز $C_6H_{12}O_6$: $M_{C6H12O6} = 180\ g/mol$

كتلة الغلوكوز في 5 L من الدم : $t = m/V \Rightarrow m = t \cdot V = 1 \cdot 5 = 5\ g$.

أ ــ كمية المادة الحدية للغلوكوز في 5 L من الدم عند الإنسان العادي : $n = m / M = 5 / 180 = 0,028\ mol$.

ب ــ حساب حينئذ التركيز المولي للغلوكوز في الدم : $C = t / M = 1 / 180 = 0,0056\ mol/L$.

التمرين ــ11

محلول تجاري لحمض الكبريت H_2SO_4 له كثافة d = 1,84 و يحتوي كتليا على 95% من حمض الكبريت النقي .

أ ــ احسب كتلة 1 L من المحلول التجاري .

ب ــ استنتج كتلة حمض الكبريت النقي الموجودة في قارورة حجمها 1 L من المحلول التجاري .

جـ ــ احسب التركيز المولي لحمض الكبريت النقي في المحلول التجاري .

الحـــل ــ11

1ــ إسم المحلول : حمض الكبريت ، الكثافة : $d = 1,84$ ، النسبة المؤوية للنقاوة : $P = 95\%$.

الكتلة المولية الجزيئية لـــ H_2SO_4 : $98\ g \cdot mol^{-1}$ ؛ التركيز المولي : $C = n / V$ ؛

كمية المادة : $n = m / M$ ، الكتلة النقية المنحلة : m ؛ حجم المحلول التجاري : $V = 1\ L$ ، كثافة السائل : $d = \rho/\rho_0$ ،

درجة النقاوة P هي كتلة H_2SO_4 النقية الموجودة في 100 g من المحلول التجاري .

أ ــ حساب كتلة المحلول التجاري الذي حجمه $V = 1\ L$: $m' = \rho \cdot V$ ..... (1)

$d = \rho/\rho_0 \Rightarrow \rho = d \cdot \rho_0$ ..... (2)

ــ من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن : $m' = d \cdot \rho_0 \cdot V = 1,84 \cdot 1000 \cdot 1 = 1840\ g$.

ب ــ استنتاج كتلة حمض الكبريت النقي الموجودة في قارورة حجمها 1 L من المحلول التجاري :

ــ درجة النقاوة P هي كتلة H_2SO_4 النقية الموجودة في 100 g من المحلول التجاري .

$$\left.\begin{array}{l} 100\ g\ (\text{التجارية}) \rightarrow P\ (g)\ \text{النقية} \\ m'\ (\text{التجارية}) \rightarrow \text{نقية}\ (m)\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = (P \times m')/100 = (95 \cdot 1840) / 100 = 1748\ g$$

جـ ــ حساب التركيز المولي لحمض الكبريت النقي في المحلول التجاري :

$$C = n / V = (10 \cdot P \cdot d) / (M) = (10 \cdot 95 \cdot 1,84) / 98 = 17,83\ mol/L .$$

التمرين ــ12

يحتوي الخل °6 (توجد 6 g من حمض الإيثانويك $C_2H_4O_2$ في 100 g من الخل) على حمض الإيثانويك $C_2H_4O_2$.

أ ــ احسب كتلة حمض الإيثانويك الموجودة في 1 Kg من الخل ثم استنتج كمية المادة للحمض في 1 Kg من الخل .

ب ــ عين كمية المادة للحمض في 1 L من الخل ثم استنتج التركيز المولي لحمض في الخل .
المعطيات : درجة حموضة الخل تمثل كتلة حمض الإيثانويك الموجودة في 100 g من الخل و كثافة الخل d = 1,05 .

الحـل ــ12

أ ــ حساب كتلة حمض **الإيثانويك الموجودة في** 1 Kg من الخل ثم استنتج المادة للحمض في 1 Kg من الخل :

$$\left.\begin{array}{l} 100\ g\ (\text{الخل}) \rightarrow 6\ (g)\ \text{الحمض} \\ 1000\ g\ (\text{الخل}) \rightarrow (m)\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = (6 \times 1000)/100 = 60\ g$$

ــ استنتاج كمية المادة للحمض في 1 Kg من الخل :

نحسب أولا الكتلة المولية لحمض الإيثانويك : $C_2H_4O_2$: $M_{C2H4O2} = 60\ g/mol$

ــ كمية المادة للحمض في 1 Kg من الخل : $n = m / M = 60 / 60 = 1\ mol$.

ب ــ تعيين كمية المادة للحمض في 1 L من الخل ثم استنتاج التركيز المولي للحمض في الخل .

1 ــ حساب كتلة الخل الذي حجمه V = 1 L هو : $m' = \rho . V$ ..... (1)

$d = \rho/\rho_0 \Rightarrow \rho = d . \rho_0$ ..... (2)

ــ من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن : $m' = d . \rho_0 . V = 1,05 . 1000 . 1 = 1050\ g$.

2 ــ استنتاج كتلة حمض الخل النقي الموجودة في 1 L من الخل (1050 g) :

$$\left.\begin{array}{l} 100\ g\ (\text{الخل}) \rightarrow 6\ (g)\ \text{الحمض} \\ 1050\ g\ (\text{الخل}) \rightarrow (m)\ g \end{array}\right\} \Rightarrow m = (6 \times 1050)/100 = 63\ g$$

3ــ تعيين كمية المادة للحمض في 1 L من الخل : $n = m / M = 63 / 60 = 1,05\ mol$.

ــ حساب التركيز المولي لحمض الخل النقي في الخل :

$C = n / V = (1,05) / 1 = 1,05\ mol/L$.

التمرين ــ13

الميثان CH_4 عبارة عن غاز ضعيف الإنحلال في الماء .
نعتبر محلولا مائيا للميثان تركيزه المولي $C = 10^{-2}\ mol/L$.
أ ــ احسب كتلة و كمية المادة للميثان الموجودة في 200 mL من المحلول .
ب ــ إذا استطعنا إخراج الغاز CH_4 المذاب من المحلول كم يكون حجم هذا الغاز ؟

الحـل ــ13

أ ــ حساب كتلة المادة للميثان الموجودة في 200 mL من المحلول :

$m = n . M = C . V . M = 0,01 . 0,200 . 16 = 0,032\ g$

ــ حساب كمية المادة للميثان الموجودة في 200 mL من المحلول : $n = m / M = 0,032 / 16 = 0,002\ mol$.

ب ــ عند إخراج غاز CH_4 المذاب من المحلول يكون حجمه: $n = V/V_M \Rightarrow V = n . V_M = 0,002 . 22,4 = 0,0448\ L$

التمرين ــ14

يوجد في المخبر أنبوب مدرج سعته 1 L به محلول السكاروز تركيزه المولي $C = 0,2\ mol/L$.
أ ــ نضع في أنبوب آخر 50 mL من محلول السكاروز السابق و نضيف له الماء المقطر بغية الحصول على محلول جديد تركيزه المولي 0,05 mol/L . ما هو حجم الماء الذي يجب إضافته ؟
ب ــ نريد الآن الحصول على 500 mL من المحلول الجديد ذي التركيز المولي 0,05 mol/L .
ما هو حجم المحلول الإبتدائي الذي يجب وضعه مسبقا في الأنبوب ؟

الحـل ــ14

أ ــ حجم الماء الذي يجب إضافته :

ــ في $V = 50\ mL$ من المحلول الأصلي (قبل إضافة الماء) يوجد n مول من مادة السكاروز : $n = C . V$

ــ أما في حجم V' من المحلول الجديد (قبل إضافة الماء) يوجد n' مول من مادة السكاروز : $n' = C' . V'$

و لكن بإضافة الماء للمحلول الجديد لا تتغير كمية المادة ، لأننا لم نضيف مادة السكاروز و منه : $n = n'$

و منه : $C . V = C' . V'$

و منه يكون حجم المحلول النهائي : $V' = C . V / C' = (0,2 . 50)/0,05 = 200\ mL$.

ــ أما حجم الماء V_0 الواجب إضافته : $V' = V_0 + V \Rightarrow V_0 = V' - V = 200 - 50 = 150\ mL$.

ب ــ حجم المحلول الإبتدائي الذي يجب وضعه مسبقا في الأنبوب :

$C . V = C' . V'' \Rightarrow V = (C'' . V'') / C = (0,05 . 500) / 0,2 = 125\ mL$.

التمرين ــ15

ينحل الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ في الماء و لا يتفاعل معه .
أ ــ نذيب 3,8 g من الغلوكوز في 200 mL من الماء المقطر . احسب التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الناتج .
ب ــ نمزج 100 mL من المحلول السابق مع 150 mL من محلول آخر للغلوكوز تركيزه المولي C' = 2 mol/L لنحصل على محلول جديد حجمه 250 mL . ما هو التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الجديد ؟

الحـــل ــ15

أ ــ حساب التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الناتج :
ــ نحسب أولا الكتلة المولية للغلوكوز $C_6H_{12}O_6$: $M_{C6H12O6} = 180\ g/mol$
ــ كمية المادة للغلوكوز في 3,8 g من الغلوكوز : $n = m / M = 3,8 / 180 = 0,022\ mol$.
ــ حساب حينئذ التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الناتج : $C = n / V = 0,022 / 0,2 = 0,106\ mol/L$.
ب ــ التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الجديد :
ــ نحسب أولا كمية المادة للغلوكوز في 150 mL من المحلول الآخر للغلوكوز تركيزه المولي $C' = 2\ mol/L$:
$$n' = C' . V' = 2 . 0,150 = 0,3\ mol .$$
ــ نحسب ثانيا كمية المادة للغلوكوز في 100 mL من المحلول السابق للغلوكوز تركيزه المولي $C = 0,106\ mol/L$:
$$n = C . V = 0,106 . 0,100 = 0,0106\ mol .$$
ــ نحسب ثالثا كمية المادة للغلوكوز في $V'' = 250\ mL$ من المحلول الناتج الجديد للغلوكوز :
$$n'' = n + n' = 0,0106 + 0,3 = 0,310\ mol .$$
ــ نحسب أخيرا التركيز المولي للغلوكوز في المحلول الجديد : $C = n'' / V'' = 0,310 / 0,25 = 1,242\ mol/L$.

التمرين ــ16

التركيز المولي لماء المحيط الأطلسي بشوارد Na^+ هو $C = 0,48\ mol/L$.
أ ــ احسب كمية المادة للشوارد Na^+ في مسبح مملوء بماء المحيط الأطلسي أبعاده 50 m , 12 m , 3 m .
ب ــ نفرغ 9/10 المسبح من الماء المالح ثم نعوضها بماء عذب . أحسب التركيز المولي للشوارد Na^+ في المسبح .

الحـــل ــ16

أ ــ حساب كمية المادة للشوارد Na^+ في مسبح مملوء بماء المحيط الأطلسي أبعاده 50 m , 12 m , 3 m :
ــ نحسب أولا حجم المسبح (المحلول) : $V = 3 . 12 . 50 = 1800\ m^3 = 1800 . 10^3\ L$.
ــ كمية المادة لشوارد Na^+ في المسبح : $n = C . V = 0,48 . 1800 . 10^3 = 8,64 . 10^5\ mol$.
ب ــ نفرغ 9/10 المسبح من الماء المالح ثم نعوضها بماء عذب ، حساب التركيز المولي للشوارد Na^+ في المسبح :
ــ نحسب أولا كمية المادة لشوارد Na^+ الباقية في المسبح بعد تفريغ 9/10 من حجمه و قبل إضافة الماء العذب :
$$n = C . V' = 0,48 . (1800 . 10^3)10 = 8,64 . 10^4\ mol$$
ــ بعد إضافة الماء العذب لا تتغير كمية المادة لشوارد Na^+ لأن الماء العذب لا يحتوي على شوارد Na^+ .
$$C = n / V = 8,64 . 10^4 / 1800 . 10^3 = 0,048\ mol/L .$$

التمرين ــ17

يشتري المستهلك ماء جافيل في كيس بلاستيكي حجمه 250 mL . قبل الاستعمال يضع محتوى الكيس في قارورة سعتها 1 L ثم يكمل الحجم الباقي بالماء .
أ ــ كيف نسمي هذه العملية ؟
ب ــ احسب معامل التمديد .

الحـــل ــ17

أ ــ نسمي هذه العملية بعملية تمديد المحلول حيث ماء جافيل في الكيس البلاستيكي مركز نمدده بالماء حتى الحصول على 1 L .:
ب ــ حساب معامل التمديد : بقسمة قيمة الحجم الجديد على قيمة الحجم الأصلي نحصل على معامل التمديد :
$$V' / V = C / C' = \delta = 1 / 0,25 = 4$$

التمرين ــ18

يوجد في المخبر مصل فيزيولوجي (محلول كلور الصوديوم) في أكياس بلاستيكية ، تركيزه المولي 10 mol/L .
يريد أحد التلاميذ الحصول على 100 mL من المصل تركيزه المولي 0,1 mol/L .
أ ــ ما هو معامل التمديد ؟

ب ــ ما هو حجم المصل الإبتدائي الذي يجب استعماله ؟
جـ ــ اشرح الطريقة العملية التي يتبعها التلميذ في عملية التمديد .

الحـل ــ18

أ ــ معامل التمديد : $V' / V = C / C' = \delta = 10 / 0,1 = 100$

ب ــ حجم المصل الإبتدائي الذي يجب استعماله :

$C. V = C' . V' \Rightarrow V = (C' . V') / C = (0,1 . 0,1) / 10 = 0,001 \text{ L} = 1 \text{ mL}$.

جـ ــ شرح الطريقة العملية التي يتبعها التلميذ في عملية التمديد :

ــ يأخذ الحجم $V = 1 \text{ mL}$ من المصل فيزيولوجي في كيس البلاستيك المركز بواسطة ماصة مزودة بإجاصة المص .
ــ يضع الحجم V داخل دورق عياري سعته 100 mL
ــ يكمل الحجم بواسطة الماء المقطر إلى غاية خط العيار .
ــ يسد الدورق ثم يرج المحلول للحصول على محلول متجانس .

التمرين ــ19

يضيف ممرض حجما قدره 250 mL من الماء المقطر إلى إلى 100 mL من مصل فيزيولوجي تركيزه المولي $C = 0,1 \text{ mol/L}$.
أحسب التركيز المولي للمحلول الجديد .

الحـل ــ19

حساب التركيز المولي للمحلول الجديد :

$C. V = C' . V' \Rightarrow C' = (C . V) / V' = (0,1 . 0,100) / 0,35 = 0,0285 \text{ mol/L}$.

التمرين ــ20

يريد صاحب مصنع التخلص من 1 m^3 من النفايات السائلة حيث التركيز الكتلي لحمض الآزوت HNO_3 فيها هو $C = 10 \text{ g/L}$ ، ما هو حجم الماء الذي يجب إضافته لهذه النفايات قبل صرفها في الوادي علما أن القانون يسمح بتركيز كتلي أعظمي $C_{max} = 50 \text{ mg/L}$.

الحـل ــ20

حجم الماء الذي يجب إضافته لهذه النفايات قبل صرفها في الوادي :

معامل التمديد : $V' / V = C / C' = \delta = 10 / 50 . 10^{-3} = 200$

إذن حجم النفايات بعد صرفها : $V' / V = \delta = 200 \Rightarrow V' = 1 . 200 = 200 \text{ m}^3$.

إذن حجم الماء الواجب إضافته قبل صرفها هو : $V_0 = V' - V = 200 - 1 = 199 \text{ m}^3$

التمرين ــ21

الغليكول (Glycol) عبارة عن سائل مضاد للجليد ، يستعمل ضد الجليد في ماء تبريد محرك السيارة خلال فصل الشتاء .
يضيف سائق السيارة ، عند بداية الفصل ، 2 L من الغليكول إلى الماء الموجود بمبرد السيارة ،
فيكون الحجم الكلي لمحلول التبريد 20 L .
أحسب التركيز المولي للغليكول في محلول للتبريد .
تعطى : الصيغة الجزيئية للغليكول $C_2H_6O_2$ و الكتلة الحجمية للغليكول $\rho = 1,1 \text{ Kg/L}$.

الحـل ــ21

نحسب أولا الكتلة المولية للغليكول $C_2H_6O_2$: $M_{C2H6O2} = 62 \text{ g / mol}$

ــ حساب كتلة 2 L من الغليكول : $m = \rho . V = 1100 . 2 = 2200 \text{ g}$.

تعيين كمية المادة للغليكول في 2 L منه : $n = m / M = 2200 / 62 = 35,48 \text{ mol}$.

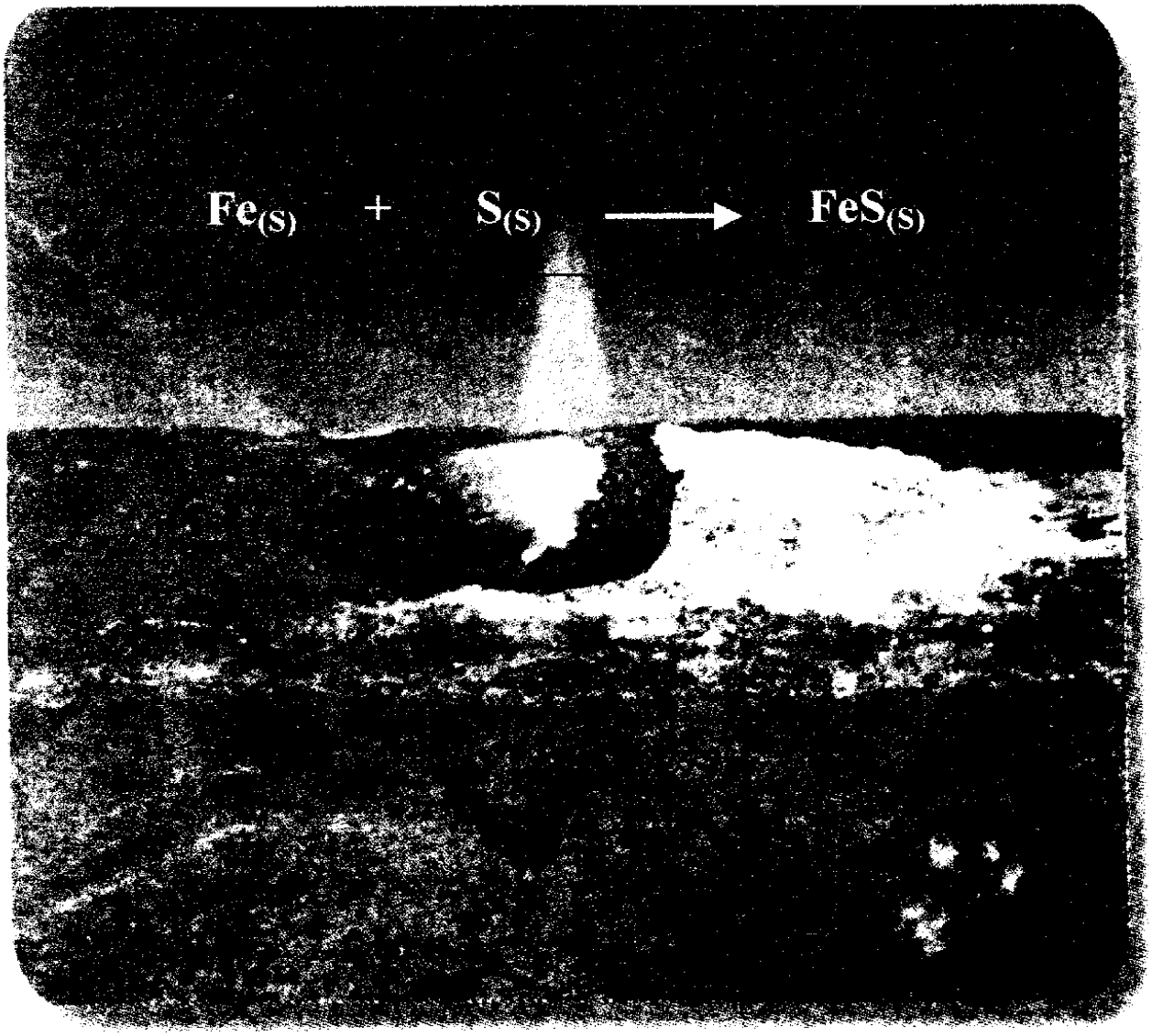
ــ حساب التركيز المولي للغليكول في محلول للتبريد :

$C = n / V = (35,48) / 20 = 1,77 \text{ mol/L}$.

المقاربة الكمية للتحول الكيميائي

الكفاءات المستهدفة :

- يصف جملة كيميائية في حالة ما
- ينمذج التحول الكيميائي بتفاعل كيميائي و يكتب معادلته
- يستعمل تقدم التفاعل كوسيلة لتقديم حصيلة المادة خلال تحول كيميائي



المقاربة الكمية للتحول الكيميائي

1. مفهوم الجملة الكيميائية و تطورها خلال تحول كيميائي

مقدمة :

ـ الحرائق ، انطلاق صاروخ ، نمو النباتات ، ماذا يحدث في هذه الظواهر ؟
ـ ما هو التفاعل الكيميائي ؟ كيف نعبر عنه ؟
ـ كيف نصف التحولات الكيميئية و تطورها ؟

بعدما رأينا في الدروس السابقة خصائص بعض الأنواع الكيميائية والأفراد الكيميائية التي تشكلها وكيفية الكشف عنها ، سنتطرق في هذه الوحدة إلى دراسة بعض التحولات الكيميائية و كيفية تطورها .

1 ـ ما هو التحول الكيميائي ؟

أ ـ الجملة الكيميائية :

الجملة الكيميائية مزيج من أنواع كيميائية . من أجل وصف حالة جملة كيميائية في السلم العياني يجب الإشارة إلى :

- طبيعة و كميات مختلف الأنواع الكيميائية الموجودة .
- حالتها الفيزيائية صلب (s) ، سائل (l) ، غاز (g) أو محلول مائي (aq) .
- درجة الحرارة و الضغط خاصة في حالة تحول ينتج عنه غاز .
- لون المتفاعلات .

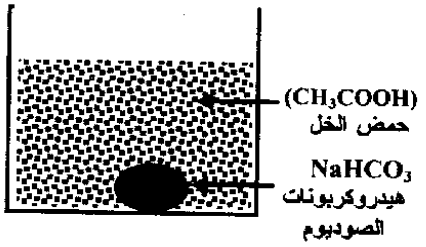
أمثلة :

جملة 1 : محلول كبريتات النحاس :

جملة كيميائية تحتوي **شوارد** $Cu^{2+}_{(aq)}$ و شوارد $SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.

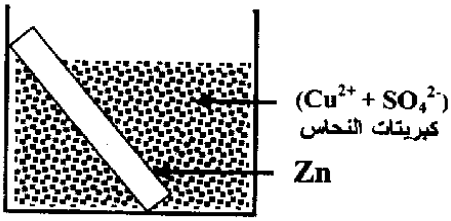
جملة 2 : محلول حمض الخل وهيدروكربونات الصوديوم :

جملة كيميائية تحتوي حمض الخل $CH_3COOH_{(aq)}$ ،
و هيدروكربونات الصوديوم $NaHCO_{3\,(S)}$. و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



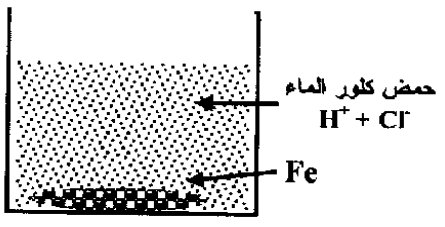
جملة 3 : محلول كبريتات النحاس و معدن التوتياء :

جملة كيميائية تحتوي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$،
و معدن التوتياء $Zn_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



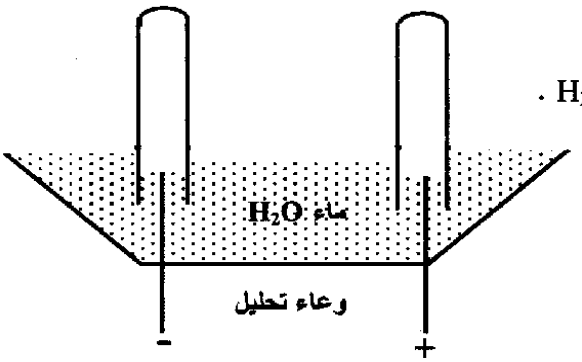
جملة 4 : حمض كلور الماء و برادة الحديد .

جملة كيميائية تحتوي على كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ ،
و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



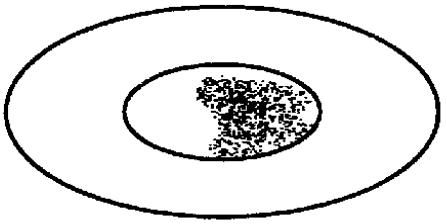
جملة 5 : ماء + قليل من الصود

جملة كيميائية تحتوي على جزيئات $H_2O_{(l)}$.
الكمية القليلة من الصود تساعد فقط على مرور التيار الكهربائي لأن الماء المقطر لا ينقل التيار الكهربائي .



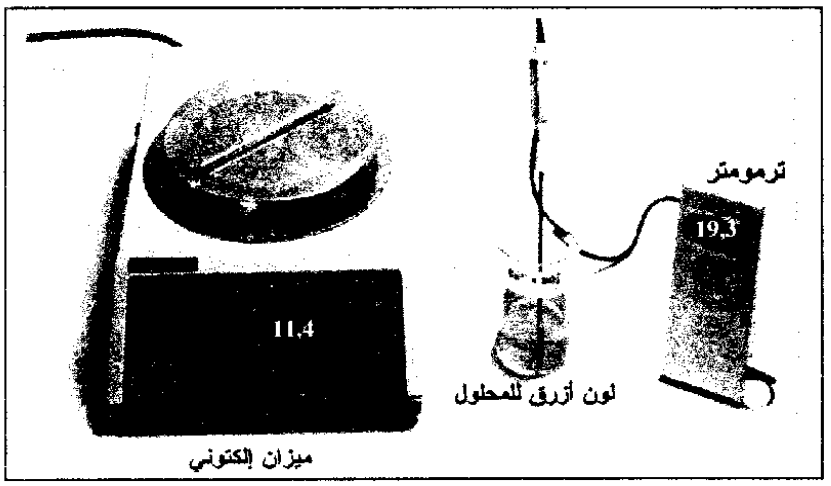
جملة 6 : خليط من الحديد و الكبريت

جملة كيميائية تحتوي على معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و معدن الكبريت $S_{(S)}$



ب ــ تطور جملة كيميائية :

نزن مسمار من الحديد بواسطة ميزان إلكتروني فنجد كتلتها $m = 11,4\ g$ ($\theta = 19,3°C$ و $P = 1,013.10^5\ Pa$) ثم نضعها في حجم $V = 50\ ml$ من محلول كبريتات النحاس II تركيزه المولي : $C = 2\ mol/L$. نحصل على جملة كيميائية .



ــ ما هي الشاردة التي أعطت اللون الأزرق للمحلول ؟

1ــ الشاردة التي أعطت اللون الأزرق للمحلول هي : النحاس Cu^{2+}

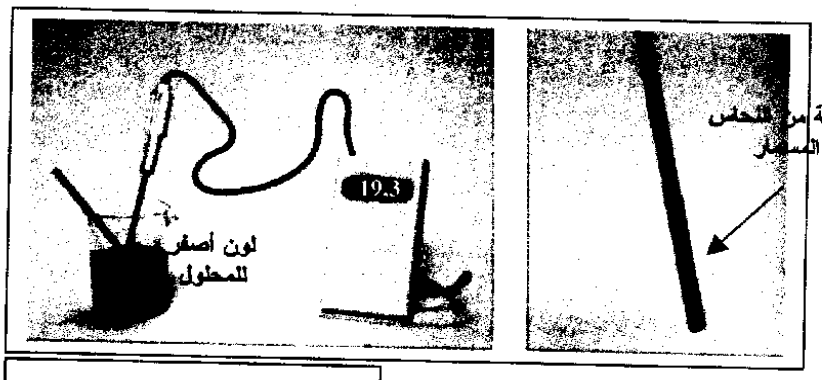
ــ محلول كبريتات النحاس لونه أزرق لإحتوائه على شوارد النحاس Cu^{2+} و يمكن التحقق من ذلك بأخذ أنبوب اختبار و نضع فيه كمية من محلول كبريتات النحاس ثم نضيف لها محلول الصود $(Na^+ + OH^-)$ فنلاحظ تشكل راسب أزرق يمكن التعرف عليه على أنه هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$.

ــ صف الحالة الإبتدائية للجملة كميا و نوعيا .

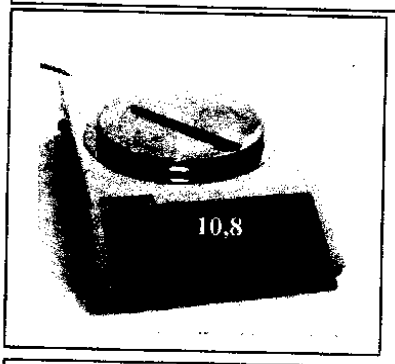
الحالة الإبتدائية للجملة يمكن وصفها كميا و نوعيا بالطريقة التالية :

وصف كمي	وصف نوعي
$m = 11,4\ g$ من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
$50\ mL$ من محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزها المولي $C = 2\ mol/L$	محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
$T = 19,3\ °C$	$T = 19,3\ °C$

ـ اترك المسمار في المحلول السابق بضعة أيام ثم لاحظها من جديد :



الملاحظات :
بعد بضعة أيام نلاحظ ما يلي :
ـ تغير لون المحلول من الأزرق إلى ألصفر .
ـ المسمار مغطى بطبقة معدنية من النحاس ، أي تشكل معدن النحاس .



ـ **اعط تفسير لهذه الملاحظات ،**
ـ **ماذا حدث للحديد (المسمار) ؟**

ننزع طبقة النحاس المترسبة على المسمار و ذلك بحكها ثم نزن المسمار من جديد فنلاحظ نقصان في كتلة المسمار **أي حدث اختفاء لكمية من الحديد الصلب** .

ـ **هل بقيت شوارد النحاس في المحلول ؟**
ما هي الشوارد الموجودة في المحلول ؟
اللون الأزرق الذي يميز **شوارد النحاس** اختفى دليلعلى **اختفاء شوارد النحاس** وللتأكد من ذلك نضيفللمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظتشكل الراسب الأزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ بل **تشكل مكانه راسب لونه أخضر الذي يدل على حضور شوارد الحديد Fe^{2+}** في المحلول .

ـ **صف الحالة النهائية للجملة كميا و نوعيا**

الحالة النهائية للجملة يمكن وصفها كميا و نوعيا بالطريقة التالية :

وصف كمي	وصف نوعي
$m' = 10,8\ g$ من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
النحاس الصلب $Cu_{(S)}$	النحاس الصلب $Cu_{(S)}$
50 mL من محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$	محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$
$T = 19,3\ °C$	$T = 19,3\ °C$

بتطور الجملة الكيميائية مع مرور الزمن نلاحظ :
ـ أنواع كيميائية غائبة في الحالة الإبتدائية و حاضرة في الحالة النهائية : النحاس الصلب $Cu_{(S)}$ و شوارد الحديد Fe^{2+} .
ـ نوع كيميائي حاضر في الحالة الإبتدائية و غائب في الحالة النهائية : شوارد النحاس Cu^{2+} .
ـ نوع كيميائي حاضر في الحالة الإبتدائية و اختفى جزئيا في الحالة النهائية : الحديد الصلب $Fe_{(S)}$.

الجملة الكيميائية تطورت مع مرور الزمن أي حدث لها ما سندعوه : التحول الكيميائي .

الحالة الإبتدائية		الحالة النهائية
الحديد الصلب Fe (S) محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ T = 19,3 °C	تحول كيميائي ←	الحديد الصلب Fe (S) النحاس الصلب Cu (S) محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$ T = 19,3 °C

نتيجة :

خلا تحول كيميائي :

ـ مركبات كيميائية تختفي كليا أو جزئيا ندعوها : المتفاعلات .

ـ مركبات كيميائية جديدة تظهر ندعوها : النواتج .

تطبيـــق :

ـ ندخل سلكا من النحاس Cu (أو خراطة) في محلول لنترات الفضة $Ag^+ + NO_3^-$ (محلول شفاف) .

ـ صف الحالة الإبتدائية للجملة

عند بداية التحول يكون لون المحلول شفاف في وسط مائي به معدن النحاس الصلب Cu (S) ، جزيئات الماء $H_2O(l)$ ، شوارد النترات NO_3^- (aq) و شوارد الفضة Ag^+ (aq) .

ـ صف حالة الجملة أثناء التحول

يظهر نوع كيميائي جديد براق Ag (S) على سلك النحاس و يتلون المحلول بالأزرق بسبب ظهور Cu^{2+} (aq) دلالة على أن الجملة في حالة تطور .

ـ صف الحالة النهائية للجملة

عند نهاية التحول نحصل على Cu^{2+} (aq) و $H_2O(l)$ و NO_3^- (aq) و Ag (S)

و هي نواتج التحول الكيميائي ، أي هناك إختلاف بين الحالة الإبتدائية والحالة النهائية فنقول أن الجملة تطورت . 1L من محلول كبريتات النحاس : 0,1mol من شوارد النحاس

ـ ماذا حدث للجملة الكيميائية مع مرور الزمن ؟

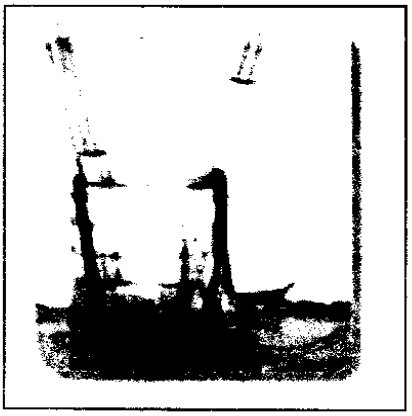
الجملة الكيميائية تطورت مع مرور الزمن أي حدث لها تحول الكيميائي .

الحالة الإبتدائية		الحالة النهائية
ـ الماء H_2O (l) ـ شوارد الفضة Ag^+ (aq) ـ شوارد النترات NO_3^- (aq) ـ معدن النحاس Cu (S) ـ لون المحلول شفاف	تحول كيميائي ←	ـ شوارد النحاس الثنائي Cu^{2+} (aq) ـ معدن الفضة Ag (s) ـ الماء H_2O (I) ـ شوارد الفضة Ag^+ (aq) متبقية ـ شوارد النترات NO_3^- (aq) ـ معدن النحاس Cu (s) متبقي ـ لون المحلول أزرق

المقاربة الكمية للتحول الكيميائي. TP

تجربة ـ1

نجري التحليل الكهربائي للماء المقطر بإضافة قليل من هيدروكسيد الصوديوم الصلب . (كما هو موضح في الشكل المقابل) .



ـ ما دور الصود في هذه العملية ؟

دور الصود في هذه العملية : يساعد فقط على مرور التيار الكهربائي لأن الماء المقطر لا ينقل التيار الكهربائي .

ـ كيف نكشف عن الغازات المنطلقة ؟

نكشف عن الغازات المنطلقة بي :

ـ غاز الهيدروجين : يحدث فرقعة عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل .

ـ غاز الأوكسجين : يزيد من حجم الشعلة عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل.

ـ هل التحليل الكهربائي تحول كيميائي ؟ برر إجابتك .

نعم ، التحليل الكهربائي تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي الماء H_2O (l) و بعد مرور التيار الكهربائي لمدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسم جديدة وهي غاز الهيدروجين و غاز الأوكسجين كما لوحظ نقصان في كمية الماء الإبتدائية أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام (H_2O) و ظهور أجسام جديدة (H_2 و O_2) . و نحن نعلم أن :

عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

ب) إذا افترضنا أن الصود لا يتفاعل ، صف الحالة الإبتدائية والحالة النهائية للجملة الكيميائية خلال هذا التحول .

ـ الجملة الكيميائية تطورت مع مرور الزمن :

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ـ الماء H_2O (l) ـ اللون شفاف	⟶	ـ الماء H_2O (l) متبقي غاز الهيدروجين H_2 (g) ـ غاز الأوكسجين O_2 (g) ـ اللون شفاف

تجربة ـ2

ـ ضع في بيشر 10 mL من محلول نترات الفضة ($Ag^+_{(aq)} + NO^{3-}_{(aq)}$) تركيزه المولي $C = 0,1\ mol.L^{-1}$ ،

ـ ضف 6,3 g من النحاس الصلب للمحلول .

أ ـ صف الحالة الإبتدائية للجملة الكيميائية . انظر التطبيق في الدرس السابق .

ب ـ عند نهاية التحول نلاحظ تكون راسب :

ـ صف الحالة النهائية للجملة . انظر التطبيق في الدرس السابق .

ـ كيف نتأكد من وجود الشوارد Ag^+ عند نهاية التحول ؟

للتأكد من وجود الشوارد Ag^+ عند نهاية التحول : نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود نلاحظ تشكل راسب لونه أسود (brun) الذي يميز أوكسيد الفضة Ag_2O والذي يدل على حضور شوارد الفضة Ag^+ في المحلول أو بسكب محلول أحد أملاح الكلور مثل كلور الصوديوم فيظهر راسب أبيض .

ملاحظة : في الحالة النهائية للجملة سوف نلاحظ نقصان في كتلة النحاس الإبتدائية .

ـ استنتج بإكمال العبارات :
عندما يصاحب تطور ... . ظهور أنواع كيميائية .... فإن المرور من الحالة .... إلى الحالة .... يسمى .... كيميائيا .
عندما يصاحب تطور **جملة كيميائية** ظهور أنواع كيميائية **جديدة** فإن المرور من الحالة **الإبتدائية** إلى الحالة **النهائية** يسمى **تحولا** كيميائيا .

نمذجة التحول الكيميائي

أ ـ التفاعل الكيميائي :
أثناء التحول الكيميائي في التطبيق السابق (تفاعل معدن النحاس مع محلول نترات الفضة) :
يظهر اللون الأزرق بينما يتناقص معدن النحاس الصلب و يظهر معدن الفضة الصلب .
ـ نسمي الأنواع الكيميائية الإبتدائية الداخلة في التحول : **المتفاعلات** .
ـ نسمي الأنواع الكيميائية التي تظهر في نهاية التحول : **النواتج** .
فينمذج التفاعل الكيميائي على المستوى العياني بعلاقة تبرز تحول المتفاعلات إلى نواتج :
مثلا بالنسبة للتحول الكيميائي السابق نكتب :

شوارد النحاس الثنائي + معدن الفضة → معدن النحاس + شوارد الفضة

ملاحظة :
إن شوارد النترات و جزيئات الماء لم تدخل في التفاعل .

ب ـ المعادلة الكيميائية
ينمذج التفاعل الكيميائي بمعادلة كيميائية تبرز تحول المتفاعلات إلى نواتج و يكون شكلها :
1ـ نعوض أسماء الأنواع الكيميائية المتفاعلة والناتجة برموزها (أو صيغها) الكيميائية و تمثيل حالاتها الفيزيائية (صلب ؛ سائل ؛ غاز ؛ محلول) .
2ـ نضع سهم جهته من اليسار إلى اليمين ، يشير إلى جهة تطور التفاعل ،
3ـ على يسار السهم نكتب رموز المتفاعلات .
4ـ على يمين السهم نكتب رموز النواتج .

النواتـــج → المتفـــاعلات

5ـ من أجل احترام مبدأ انحفاظ العناصر الكيميائية عند الإنتقال من المتفاعلات إلى النواتج ، نضيف أعداد أمام رموز الأنواع الكيميائية ، هذه الأعداد (أو المعاملات) تسمى الأعداد " **الستوكيومترية** " .
6ـ إذا كانت المعادلة تحتوي على شوارد ، فإنه يجب أن تكون الشحنة الكلية للمتفاعلات تساوي الشحنة الكلية للنواتج .

مثـــال :
ننمذج التفاعل الكيميائي بين معدن النحاس و محلول نترات الفضة بالمعادلة الكيميائية الآتية :

$$1\,Ag^{+}_{(aq)} + 1\,Cu_{(S)} \rightarrow 1\,Ag_{(S)} + 1\,Cu^{2+}_{(aq)}$$

العدد 1 أمام كل رمز تمثل الأعداد الستوكيومترية و لكن اصطلاحا ، في الكيمياء ، لا نكتب العدد 1 فتصبح المعادلة :

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \rightarrow Ag_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)}$$

تطبيق ـ1 :
حصلنا على غاز ثنائي الهيدروجين (H_2) و غاز ثنائي الأكسجين (O_2) من التحليل الكهربائي للماء (H_2O) .
ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

الحـــل ـ1 :
خلال التحليل الكهربائي للماء ، تتناقص كمية الماء تدريجيا و ينطلق غازي ثنائي الهيدروجين و ثنائي الأكسجين .
ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بالمعادلة : ثنائي الهيدروجين + ثنائي الأكسجين → الماء أي :

$$H_2O \rightarrow H_2 + O_2$$

نضبط الأعداد الستوكيومترية بناء على مبدأ انحفاظ العناصر الكيميائية خلال تحول كيميائي تصبح المعادلة الكيميائية في النهاية :

$$2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$$

ماذا تعني الأعداد الستوكيومترية ؟

الأعداد الستوكيومترية تشير إلى النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات و كذا النسب المولية التي تتشكل بها النواتج .

ففي التفاعل تحليل الماء السابق : $2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$

تتحلل 2 mol من الماء ليتشكل 2 mol من غاز الهيدروجين H_2 و 1 mol من غاز الأوكسجين O_2 و منه فإن نسب التفاعل و تشكل النواتج هي : عندما تتحلل n mol من الماء يتشكل n mol من الهيدروجين H_2 و n/2 mol من الأوكسجين O_2 .

تطبيق ــ2

اعط نسب تفاعل الألومنيوم مع شوارد الفضة و كذا نسب تشكل النواتج في التحول المنمذج بالتفاعل :

$$3\,Ag^+_{(aq)} + Al_{(S)} \rightarrow 3\,Ag_{(S)} + Al^{3+}_{(aq)}$$

الحـــل ــ2 :

حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي: n mol من الألومنيوم مع 3n mol من شوارد الفضة ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : n mol من الألومنيوم مع 3n mol من الفضة .

تطبيق ــ3

نضع في أنبوب إختبار كمية قليلة من مسحوق الألمنيوم (Al) ، ثم نصب عليه بحذر قليلا من محلول حمض كلور الماء ($H_3O^+ + Cl^-$) ، فنحصل على محلول كلور الألومنيوم و ينطلق غاز ثنائي الهيدروجين .

ــ اكتب المعادلة الكيميائية الموافقة لهذا التحول الكيميائي .

الحـــل ــ3 :

خلال هذا التحول يحدث تفاعل بين الألومنيوم (Al) و حمض كلور الماء $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ ،

فنحصل على محلول كلور الألومنيوم $Al^{3+}_{(aq)} + 3\,Cl^-_{(aq)}$ و ينطلق غاز ثنائي الهيدروجين H_2

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بالمعادلة :

$$6\,(H^+ + Cl^-)_{(aq)} + 2\,Al_{(S)} \rightarrow 3\,H_{2\,(g)} + 2(Al^{3+}_{(aq)} + 3\,Cl^-_{(aq)})$$

تطبيق ــ3

ضع على آجورة خليطا يتكون من $m_{Fe} = 5,6\ g$ من الحديد و $m_S = 3,2\ g$ من الكبريت .

احرق الخليط بلهب موقد بنزن .

ــ احسب كمية المادة للحديد $n_{Fe} = m / M = 5,6 / 56 = 0,1\ mol$

ــ احسب كمية المادة للكبريت $n_S = m / M = 3,2 / 32 = 0,1\ mol$

أ) هل حدث تحول كيميائي ؟

لا ، لم يحدث تحول كيميائي.

ب) سخن المزيج و هذا بتسليط لهب النار بزاوية حوالي °30 مع سطح الآجورة . هل حدث تحول كيميائي ؟ علل .

نعم ، نلاحظ حدوث التفاعل و نعلل ذلك بأن بعض التفاعلات الكيميائية لا تحدث إلا بوجود شروط التجربة و من بينها الحرارة .

ب) علما أن عند نهاية التحول نحصل على كبريت الحديد FeS ، اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

خلال هذا التحول يحدث تفاعل بين الحديد $Fe_{(S)}$ و الكبريت $S_{(S)}$ فنحصل على على كبريت الحديد $FeS_{(S)}$

ننمذج التحول الكيميائي الحاصل بالمعادلة : كبريت الحديد $\rightarrow$ الكبريت + الحديد أي :

$$Fe_{(S)} + S_{(S)} \rightarrow FeS_{(S)}$$

جـــ) اعط نسب تفاعل الحديد مع الكبريت و كذا نسب تشكل النواتج في التحول المنمذج بالتفاعل السابق :

حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي: n mol من الحديد مع n mol من الكبريت ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : n mol من كبريت الحديد.

د) ما هي كتلة كبريت الحديد الناتج عند نهاية التحول ؟

حسب السؤال السابق ينتج 0,1 mol من كبريت الحديد . بمعرفة كمية المادة لكبريت الحديد نستنتج كتلتها :

$$m = n\,.\,M = 0,1\,.\,88 = 8,8\ g\,.$$

جـــ ــ خصائص التفاعل الكيميائي والشروط التجريبية

1 ــ كمية المادة : رأينا في الأمثلة السابقة ان التفاعلات الحادثة لا تتم إلا بكميات محددة (أنظر الأعداد الستوكيومترية الموجودة في المعادلات الكيميائية) .

2ـ درجة الحرارة

ـ هل لاحظت في محيطك القريب بعض التفاعلات الكيميائية ؟ أذكر شروط أو ظروف حدوث البعض منها .
ـ أعد تجربة تفاعل الحديد مع الكبريت مع تركيز ملاحظاتك على ما يحدث :
ـ قبل تسخين المزيج ، ثم عند تقريب لهب من أحد أطراف المزيج .
ـ لخص ملاحظاتك في فقرة وجيزة .

3 ـ الضغط

تتم بعض التفاعلات تحت الضغط الجوي العادي أما البعض الآخر فتحتاج على شروط معينة من الضغط .

4 ـ الوسيط

في بعض الحالات لا يحدث التفاعل الكيمائي إلا بوجود نوع كيميائي خاص مع المتفاعلات ، حضوره ضروري رغم عدم مشاركته الفعلية في التحول . نقول أن التحول يحتاج إلى وسيط .(التحليل الكهربائي للماء).

5 ـ الضوء

ـ كثيرا ما نجد في علبة الأدوية .. يحفظ في مكان بعيد عن الضوء والحرارة والرطوبة .. . لماذا ؟
ـ رأينا سابقا أن تعرض نترات الفضة للضوء يغير من لونه . ابحث عن بعض تطبيقات هذه الظاهرة .

ـ استنتج بإكمال العبارات الآتية :

يتعلق حدوث التحول الكيمائي بعدة عوامل منها .... ، .... ، ..... و الوسيط وعوامل أخرى مثل الضغط والرطوبة ن .. إلخ .
لا ..... الأنواع الكيميائية في ما بينها إلا بنسب .... محددة . فمثلا في حالة لهب موقد ، يكون اللهب .... اللون وساخنا إذا كانت كمية ثنائي الأكسيجين الموجودة في الهواء ... ، ونقول أن التفاعل تاما ، إذا كانت غير كافية يصبح اللهب ..... مصحوبا بهباب .... ، فنقول عندئذ أن التفاعل غيرتام .
..... بعض التفاعلات الكيميائة إلا عند .... معينة وضغط محدد .

ـ يتعلق حدوث التحول الكيمائي بعدة عوامل منها **كمية المادة** ، درجة الحرارة ، **الوسيط** وعوامل أخرى مثل الضغط والرطوبة
ـ لا **تتفاعل** الأنواع الكيميائية فيما بينها إلا بنسب ستوكيومترية محددة . فمثلا في حالة لهب موقد ، يكون اللهب **أزرق** اللون و ساخنا ، إذا كانت كمية ثنائي الأكسيجين الموجودة في الهواء **كافية** و نقول أن التفاعل تاما . إذا كانت كمية ثنائي الأكسيجين غير كافية يصبح اللهب **مسودا** مصحوبا بهباب **الفحم** فنقول عندئذ أن التفاعل غير تام .
ـ **لا تحدث** بعض التفاعلات الكيميائة إلا عند **درجة حرارة** معينة وضغط محدد .

خلاصة

ـ التفاعل الكيميائي

ينمذج التحول الكيميائي بمعادلة كيميائية تحتوي طرفين : المتفاعلات من جهة والنواتج من الجهة الأخرى و بينهما سهم . جهة السهم تكون من المتفاعلات نحو النواتج .

النواتج ← المتفاعلات

ـ تمثل المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية برموزها أوصيغها مع إبراز حالاتها الفيزيائية (صلب (S) ، سائل (I) ، غاز (g)) .
ـ توضع أعداد تناسقية (ستوكيومترية) أمام صيغ أو رموز الأنواع الكيميائية الداخلة في التفاعل و ذلك طبقا لمبدئي انحفاظ المادة وانحفاظ الشحنة الكهربائية أثناء التفاعل الكيميائي .
ـ تعبر هذه الأعداد في المستوى العياني على عدد مولات الأنواع الكيميائية المتفاعلة و الناتجة ، و في المستوى المجهري تعبر على عدد الأفراد الكيميائية المتفاعلة و الناتجة .
ـ تضبط هذه الأعداد الستوكيومترية كالاتي :
1 : كتابة المعادلة الكيميائية (المتفاعلات والنواتج) برموزها أو صيغها .
2 : التحقق من انحفاظ العناصر (أي العناصر التي تحتويها المتفاعلات هي نفسها التي تشكل النواتج) .
3 : التحقق من انحفاظ كمية المادة .
4 : التحقق من انحفاظ الشحن الكهربائية .

ـ العوامل المؤثرة في التفاعلات الكيميائية

ـ يتعلق حدوث التفاعل الكيميائي بعدة عوامل أهمها : كمية المادة ، درجة الحرارة ، الضغط ، الوسيط و الضوء .
ـ عند دراسة أي تحول كيميائي يجب مراعاة هذه العوامل لأنها تحدد أو تساهم في جهة و سرعة التحول وأحيانا في طبيعة النواتج .

تمـــاريـــن

التمرين ـــ0

ـ إذا كانت الحالة النهائية لجملة كميائية مختلفة عن حالتها الإبتدائية نقول أنه حدث ... ...
ـ تسمى الأنواع الكيميائية الجديدة ..... بينما تسمى الأنواع الكيميائية الإبتدائية .....
ـ يعبر التفاعل الكيميائي .....الحادث و نرمز له .....تسمى ....
ـ المعاملات الستو كيومترية توضح مبدأ إنحفاظ ..... الكيميائي وكذلك مبدأ إنحفاظ .....

الحـــل ـــ0

ـ إذا كانت الحالة النهائية لجملة كميائية مختلفة عن حالتها الإبتدائية نقول أنه حدث **تحول كيميائي** .
ـ تسمى الأنواع الكيميائية الجديدة **النواتج** بينما تسمى الأنواع الكيميائية الإبتدائية **المتفاعلات**
ـ يعبر التفاعل الكيميائي **نموذجا للتحول** الحادث و نرمز له **بمعادلة** تسمى **معادلة التفاعل**
ـ المعاملات الستوكيومترية توضح مبدأ إنحفاظ **العنصر** الكيميائي و كذلك مبدأ **إنحفاظ الشحنة الكهربائية**.

التمرين ـــ0

صحيح أم خطأ :

في هذه المعادلة : $H_2\,(g) + Cl_2\,(g) \rightarrow 2\,HCl\,(g)$

أ ـــ تحقق المعاملات الستوكيومترية مبدأ إنحفاظ العنصر الكيميائي و مبدأ إنحفاظ الشحنة .
ب ـــ تتفاعل 11,2 L من H_2 مع 22,4 L من Cl_2 .
جـــ ـــ تتفاعل 2 g من H_2 مع 71 g من Cl_2 و يتشكل 2 mol من HCl .

الحـــل ـــ0

أ ـــ تحقق المعاملات الستوكيومترية مبدأ إنحفاظ العنصر الكيميائي و مبدأ إنحفاظ الشحنة . **صحيح** .
ب ـــ تتفاعل 11,2 L من H_2 مع 22,4 L من Cl_2 . **خطأ**
جـــ ـــ تتفاعل 2 g من H_2 مع 71 g من Cl_2 و يتشكل 2 mol من HCl . **صحيح** .

التمرين ـــ1

وضح في عدة جمل كيف يتم اختيار المعاملات الستوكيومترية عند كتابة معادلة التفاعل الكيميائي .

الحـــل ـــ1

من أجل احترام مبدأ انحفاظ العناصر الكيميائية عند الإنتقال من المتفاعلات إلى النواتج ، نضيف أعداد أمام رموز الأنواع الكيميائية ، هذه الأعداد (أو المعاملات) تسمى الأعداد " الستوكيومترية " و يتم اختيارها كما يلي :

ـــ نقارن عدد الذرات لأحد العناصر في المتفاعلات و عدد الذرات لنفس العنصر في النواتج (أو المتفاعلات)
ـــ في حالة عدم التساوي ، نضيف أعداد مناسبة أمام رموز الأنواع الكيميائية المناسبة قصد جعل عدد الذرات لنفس العنصر متساوي بين المتفاعلات و النواتج .
ـــ نقوم بنفس العملية لكل العناصر .
ـــ إذا كانت المعادلة تحتوي على شوارد ، فإنه يجب أن تكون الشحنة الكلية للمتفاعلات تساوي الشحنة الكلية للنواتج و هذا بوضع أعداد مناسبة أمام رموز الشوارد سواءا في المتفاعلات أو النواتج .

التمرين ـــ2

يتفاعل الألومنيوم مع الكبريت وفق المعادلة الآتية : $2\,Al_{(S)} + 3\,S_{(s)} \rightarrow Al_2S_{3\,(S)}$

ـ نستعمل 5,4 g من الألومنيوم . ما هي كتلة الكبريت S الواجب استعمالها لكي تختفي المتفاعلات تماما عند نهاية التفاعل ؟
ـ صف في هذه الحالة الجملة الكيميائية في حالتها النهائية .

الحـــل ـــ2

حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي :2 mol من الألومنيوم مع 3 mol من الكبريت ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : 1 mol من كبريت الألومنيوم.

نحسب كمية المادة للألومنيوم : $n_{Al} = m / M = 5,4 / 27 = 0,2\ mol$

ـ كتلة الكبريت S الواجب استعمالها لكي تختفي المتفاعلات تماما عند نهاية التفاعل :

$$\left.\begin{array}{l} 2\ mol\ (Al) \rightarrow 3\ mol\ (S) \\ 0,2\ mol \rightarrow n\ mol\ (S) \end{array}\right\} = n = (3 \times 0,2)/2 = 0,3\ mol$$

ـ ومنه نستنتج كتلة الكبريت S : $m = n \cdot M = 0,3 \cdot 32 = 9,6\ g$.

طريقة أخرى :

ـ كتلة الكبريت S الواجب استعمالها لكي تختفي المتفاعلات تماما عند نهاية التفاعل :

$$\left.\begin{array}{l} 5,4\ g\ (Al) \rightarrow m\ g\ (S) \\ 2 \cdot 27\ g \rightarrow 3 \cdot 32\ g\ (S) \end{array}\right\} \Rightarrow n = (3 \times 32) \cdot 5,4/2 \cdot 27 = 9,6\ g .$$

ـ وصف الجملة الكيميائية في حالتها النهائية :

حساب كتلة كبريت الألومنيوم الناتجة :

$$\left.\begin{array}{l} 5,4\ g\ (Al) \rightarrow m\ g\ (Al_2S_3) \\ 2 \cdot 27\ g \rightarrow 3 \cdot 32 + 2 \cdot 27\ g \end{array}\right\} \Rightarrow n = 15\ g$$

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ـ 5,4 g من الألومنيوم (Al) ـ 9,6 g من الكبريت (S)	⟶	ـ 15 g من كبريت الألومنيوم Al_2S_3

التمرين ـ3

نضع فوق أجورة مزيجا من برادة الحديد و مسحوق الكبريت ، نحرق المزيج بواسطة موقد بنزن . عند نهاية التحول نلاحظ تشكل كبريت الحديد FeS و تتبقى كمية من الحديد بينما يختفي الكبريت تماما .

أ ـ كيف يمكن التأكد من بقاء الحديد عند نهاية التحول ؟

ب ـ ما هي الحالة الإبتدائية والحالة النهائية ؟

جـ ـ ما هو التفاعل المنمذج للتحول ؟

الحـل ـ3

أ ـ يمكن التأكد من بقاء الحديد عند نهاية التحول من حساب كتلة الحديد الواجب استعمالها لكي تختفي المتفاعلات تماما عند نهاية التفاعل فنجدها أقل من كتلة الحديد الموضوعة في الحالة الإبتدائية .

ب ـ الحالة الإبتدائية والحالة النهائية :

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ـ m g من الحديد (Fe) ـ m' g من الكبريت (S)	⟶	ـ m" g من كبريت الألومنيوم Fe S ـ m''' g من الحديد (Fe)

جـ ـ التفاعل المنمذج للتحول هو : $Fe_{(S)} + S_{(S)} \rightarrow FeS_{(S)}$

التمرين ـ4

نثبت سلكا من الحديد بسدادة من الفلين ثم نضعه فوق لهب موقد بنزن حتى الإحمرار ثم ندخله بسرعة داخل حوجلة تحتوي على غاز ثنائي الكلور Cl_2 فنلاحظ تشكل دخان نارنجي يميز كلور الحديد الثلاثي $Fe\ Cl_3$. عند انتهاء التحول نلاحظ أن الحديد لم يختفي تماما .

أ) ما هي الجملة التي حدث لها التحول ؟

ب) صف الحالة الإبتدائية والحالة النهائية لها .

جـ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

الحـل ـ4

أ) الجملة التي حدث لها التحول هي : الحديد $Fe_{(S)}$ و غاز الكلور $Cl_{2\ (g)}$

ب) وصف الحالة الإبتدائية و الحالة النهائية لها :

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
– الحديد $Fe_{(S)}$ – غاز الكلور $Cl_{2\,(g)}$	⟶	– كلور الحديد الثلاثي $Fe\,Cl_3$ – الحديد $Fe_{(S)}$ متبقي

جـ) كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول : $Fe_{(S)} + Cl_{2(g)} \rightarrow FeCl_{3(S)}$

التمرين ـ5

نأخذ من داخل ثلاجة حيث درجة الحرارة $\theta = -20°C$ قطعة من الجليد كتلتها $m = 110\ g$ نعتبرها تشكل الجملة الكيميائية .

أ ـ صف الحالة الإبتدائية للجملة .

ب ـ توضع القطعة الجليدية داخل إناء لمدة تقارب 1 h . نلاحظ أن نصف القطعة الجليدية قد انصهر ، صف الجملة في هذه الشروط .

جـ ـ هل يعتبر هذا التحول تحولا كيميائيا ؟ برر إجابتك .

الحـل ـ5

أ ـ وصف الحالة الإبتدائية للجملة :

الحالة الإبتدائية
– الماء صلب $H_2O_{(S)}$ – الحرارة $\theta = -20°C$

ب ـ توضع القطعة الجليدية داخل إناء لمدة تقارب 1 h .
نلاحظ أن نصف القطعة الجليدية قد انصهر ، وصف الجملة في هذه الشروط :

الحالة النهائية
– الماء صلب $H_2O_{(S)}$ متبقي – الماء سائل $H_2O_{(l)}$ الحرارة تكون أكبر من $\theta = -20°C$

جـ ـ لا ، لا يعتبر هذا التحول تحولا كيميائيا ، لأنه لا تظهر أجسام جديدة بعد التحول كما لا نلاحظ أجسام مختفية .
هذا التحول ليس تحولا كيميائيا بل تحول فيزيائي .

التمرين ـ6

اكتب معادلات التفاعلات الكيميائية التالية :

أ ـ الإحتراق غير التام للميثان CH_4 بغاز ثنائي الأكسجين ينتج الفحم و الماء .

ب ـ الماء الأكسجين H_2O_2 يتحلل إلى ماء وغاز ثنائي الأكسجين .

جـ ـ تسخين كاربونات الكالسيوم $CaCO_3$ الصلب ينتج أكسيد الكالسيوم CaO و ثنائي أكسيد الكاربون CO_3 .

د ـ وضع قطعة من التوتياء الصلب Zn داخل وعاء يحتوي على محلول كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)\ aq$ ينتج غازثنائي الهيدروجين وشوارد التوتياء Zn^{2+} .

الحـل ـ6

كتابة معادلات التفاعلات الكيميائية التالية :

أ ـ الإحتراق غير التام للميثان CH_4 بغاز ثنائي الأكسجين ينتج الفحم و الماء : $CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$

ب ـ الماء الأكسجيني H_2O_2 يتحلل إلى ماء وغاز ثنائي الأكسجين : $2\,H_2O_2 \rightarrow 2\,H_2O + O_2$

جـ ـ تسخين كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ الصلب ينتج أكسيد الكالسيوم CaO و ثنائي أكسيد الكاربون CO_2 :

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

د ـ وضع قطعة من التوتياء الصلب Zn داخل وعاء يحتوي على محلول كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)\ aq$ ينتج غاز ثنائي الهيدروجين و شوارد التوتياء Zn^{2+} : .

$$Zn\,(s) + 2\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + H_2(g)$$

التمرين ـ7

نحقق التجارب الآتية بواسطة الإيثانول C_2H_6O :

1 ـ نمزج الإيثانول و رائق الكلس (ماء الجير) فلا نلاحظ أي راسب و لا أي تعكر . ماذا تستنتج ؟

2 ـ نضيف قطرات من الإيثانول إلى بلورات من $CuSO_4$ الجاف فتبقى البلورات بيضاء . ماذا تستنتج ؟

3 ـ نشعل موقدا كحوليا يستعمل الإيثانول كوقود ، يعتبر التحول الكيميائي الذي يحدث فيه إحتراقا تاما للإيثانول .
ما هي نواتج التحول ؟ كيف يمكن الكشف عنها ؟

الحـل ــ7

1 ــ نمزج الإيثانول و رائق الكلس (ماء الجير) فلا نلاحظ أي راسب و لا أي تعكر ،
نستنتج أن الإيثانول C_2H_6O لا يحتوي النوع الكيميائي ثنائي أكسيد الفحم CO_2.
2 ــ نضيف قطرات من الإيثانول إلى بلورات من $CuSO_4$ الجاف فتبقى البلورات بيضاء ،
نستنتج أن الإيثانول C_2H_6O لا يحتوي النوع الكيميائي : الماء H_2O.
3 ــ نشعل موقدا كحوليا يستعمل الإيثانول كوقود ، يعتبر التحول الكيميائي الذي يحدث فيه إحتراقا تاما للإيثانول ،
نواتج التحول هي ثنائي أكسيد الفحم CO_2 و الماء H_2O .
$C_2H_6O\ (l) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (g)$
يمكن الكشف عنها :
النوع الكيميائي ثنائي أكسيد الفحم CO_2 يعكر رائق الكلس . النوع الكيميائي الماء يزرق لون $CuSO_4$

التمرين ــ8

عندما نحرق الورق يتشكل غاز ثنائي أكسيد الكربون و بخار الماء .
أ ــ ما هي صيغ ثنائي الأكسجين ، الماء و ثنائي أكسيد الكاربون ؟
ب ــ اذكر العناصر الموجودة في نواتج هذا التحول .
جـ ــ استنتج العناصر الموجودة في الورق .
د ــ هل الورق يتشكل من الماء و ثنائي أكسيد الكاربون ؟
هـ ــ اقترح تجارب تمكن من التأكد من النتائج السابقة .

الحـل ــ8

أ ــ صيغة ثنائي الأكسجين O_2 ، صيغة الماء H_2O و صيغة ثنائي أكسيد الكاربون CO_2 .
ب ــ العناصر الموجودة في نواتج هذا التحول هي : الكربون ، الأكسجين و الهيدروجين .
جـ ــ نستنتج أن العناصر الموجودة في الورق هي : الكربون ، الأكسجين و الهيدروجين .
د ــ لا ، الورق لا يتشكل من الماء و ثنائي أكسيد الكاربون بل تتشكل هذه الأنواع الكيميائية فقط عند الحرق أي التحول .
هـ ــ التجارب التي تمكن من التأكد من النتائج السابقة :
النوع الكيميائي ثنائي أكسيد الفحم CO_2 : يعكر رائق الكلس . النوع الكيميائي الماء : يزرق لون $CuSO_4$.
و للتأكد أن الورق لا يتشكل من الماء و ثنائي أكسيد الكربون :
ندخل ورقة في محلول رائق الكلس فلا يتعكر رائق الكلس ، إذن الورق لا يتشكل من ثنائي أكسيد الكاربون .

التمرين ــ9

نضع في مخبار أكسيد النحاس II (مسحوق أسود) و الكربون (على شكل مسحوق) .
بعد عدة أيام لا نلاحظ أي شيئ .
أ ــ هل حققنا داخل المخبار : تحولا كيميائيا ؟ تحولا فيزيائيا ؟ خليطا ؟
ب ــ نسخن الأنبوب : نلاحظ ظهور لون أحمر في أسفل الأنبوب وانطلاق غاز يعكر رائق الكلس .
صف الحالة الإبتدائية والحالة النهائية للجملة . ماذا حققنا داخل المخبار ؟
جـ ــ هل معدن النحاس وغاز ثنائي أكسيد الكاربون كانا في المخبار قبل تسخينه ؟
برر إجابتك : ــ بالإستناد على الحالة الفيزيائية للأنواع الكيميائية ــ بإقتراح تجارب .
د ــ أحد التلاميذ يعقب " يوجد النحاس في أكسيد النحاس " هل هو على حق ؟ صحح تعقيبه إن أخطأ .

الحـل ــ9

أ ــ حققنا داخل المخبار : خليطا
ب ــ نسخن الأنبوب : نلاحظ ظهور لون أحمر في أسفل الأنبوب وانطلاق غاز يعكر رائق الكلس .
وصف الحالة الإبتدائية والحالة النهائية للجملة : $2\ CuO + C \rightarrow CO_2 + Cu$

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ــ أكسيد النحاس $CuO_{(s)}$ ــ الكربون $C_{(s)}$	⟶	ــ النحاس $Cu_{(s)}$ ــ ثنائي أكسيد الكربون $CO_{2(g)}$ ــ أكسيد النحاس $CuO_{(s)}$ أو الكربون C

حققنا داخل المخبار تحولا كيميائيا .
جـ ــ لا ، معدن النحاس وغاز ثنائي أكسيد الكاربون لم يكونا في المخبار قبل تسخينه ،

ـ بالإستناد على الحالة الفيزيائية للأنواع الكيميائية : لأن ثنائي أكسيد الكربون غاز و نحن شكلنا مزيج يتكون من أجسام صلبة . أما النحاس فهو جسم صلب له لون محمر لم نلاحظه قبل التحول .

ـ بإقتراح تجارب : 1) إضافة ماء رائق الكلس إلى أكسيد النحاس II فلا نلاحظ حدوث تعكر . دليل غياب CO_2 قبل التحول .

2) إضافة ماء رائق الكلس إلى مسحوق الكربون فلا نلاحظ حدوث تعكر . دليل غياب CO_2 قبل التحول .

د ـ أحد التلاميذ يعقب " يوجد النحاس في أكسيد النحاس " ليس على حق :

عندما التلميذ يقول أنه يوجد النحاس في أكسيد النحاس يقصد بذلك أنه يوجد النحاس في أكسيد النحاس على شكل معدن و المتكون من ذرات النحاس و لكن أكسيد النحاس لا يحتوي على ذرات النحاس بل يحتوي على شوارد النحاس .

لتصحيح تعقيبه نقول " يوجد العنصر الكيميائي النحاس في أكسيد النحاس " .

التمرين ـ10

يستعمل عصير الورد في صناعة بعض العطور . أحد مكوناته الأساسية هو كحول صيغته $C_8H_{10}O$.

إحدى الطرق الصناعية لتحضير هذا الكحول هي التفاعل بين البنزن C_6H_6 و أكسيد الإثيلين C_2H_4O ، بوجود كلور الألمنيوم $AlCl_3$. أكسيد الإثيلين ينتج عن تفاعل الإيثيلين C_2H_4 مع ثنائي الأكسجين O_2 .

1 ـ ما هو عدد التحولات الكيميائية التي تتدخل في صناعة عصير الورد .

ـ صف الجملة الكيميائية التي يحدث لها تحول في كل حالة .

2 ـ ما هي المتفاعلات و النواتج في كل تحول ؟

الحـل ـ10

1 ـ عدد التحولات الكيميائية التي تتدخل في صناعة عصير الورد هو 2 .

ـ التحول الأول :

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ـ الإيثيلين C_2H_4 (g) ـ ثنائي الأكسجين O_2 (g)	⟶	ـ أكسيد الإثيلين C_2H_4O (g)

المتفاعلات هي : ـ الإيثيلين C_2H_4 (g) ، ـ ثنائي الأكسجين O_2 (g)

النواتج هي : ـ أكسيد الإثيلين C_2H_4O (g)

ـ التحول الثاني :

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ـ البنزن C_6H_6 (l) ـ أكسيد الإثيلين C_2H_4O (g)	⟶	ـ كحول $C_8H_{10}O$ (l)

المتفاعلات هي : البنزن C_6H_6 (l) ، ـ أكسيد الإثيلين C_2H_4O (g)

النواتج هي : ـ كحول $C_8H_{10}O$ (l)

التمرين ـ11

الخطوة الأخيرة في صناعة الأسبرين $C_9H_8O_4$ هي التحول الكيميائي للجملة [حمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$ + الإيثانويك اللامائي $C_4H_6O_3$] لنحصل على الأسبرين و حمض الإيثانويك $C_2H_4O_2$.

وحدة صناعية تستعمل 250 Kg من حمض الساليسيليك و 250 Kg من الإيثانويك اللامائي .

1 ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول

2 ـ صف كميا الحالة الإبتدائية للجملة ؟

3 ـ هل الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيومترية ؟

الحـل ـ11

1 ـ كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $C_7H_6O_3 + C_4H_6O_3 \rightarrow C_9H_8O_4 + C_2H_4O_2$

2 ـ وصف كميا الحالة الإبتدائية للجملة :

الحالة الإبتدائية
ـ $m = 250\ Kg$ من حمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$
ـ $m = 250\ Kg$ من الإيثانويك اللامائي $C_4H_6O_3$

3 ــ حتى تكون الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيومترية :
حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي :n mol من حمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$ مع n mol من الإيثانويك اللامائي $C_4H_6O_3$ ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : n mol من الأسبرين $C_9H_8O_4$ مع n mol من حمض الإيثانويك $C_2H_4O_2$.
ــ نحسب كمية المادة لحمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$: $n = m / M = (250 . 10^3) / 138 = 1,81 .10^3$ mol .
ــ نحسب كمية المادة للإيثانويك اللامائي $C_4H_6O_3$: $n' = m / M = (250 . 10^3) / 102 = 2,45 .10^3$ mol .
حتى تكون الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيومترية يجب أن تكون كميات المادة لحمض الساليسيليك $C_7H_6O_3$ و للإيثانويك اللامائي $C_4H_6O_3$ متساوية . و لكن نلاحظ أنهما مختلفتان $n \neq n'$ و منه الجملة الإبتدائية ليست في الشروط الستوكيومترية .

التمرين ــ12

صناعة الحديد تتم في برج يدعى الفرن العالي (Haut fourneau).
نضع في الفرن 0,300 t من الكربون C و 1 t من خام الحديد (النسبة الكتلية لأكسيد الحديد Fe_2O_3 : 20 %) .
عند نهاية التحول نحصل على الحديد و ثنائي أكسيد الكاربون .
1 ــ ما هي المتفاعلات و ما هي النواتج ؟ صف الحالة الإبتدائية للجملة
2 ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول
3 ــ هل الخليط المستعمل في الشروط الستوكيومترية ؟
4 ــ احسب كتلة الحديد الناتجة عند نهاية التحول .

الحــل ــ12

1 ــ المتفاعلات هي : أكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$ و الكربون $C_{(s)}$
النواتج هي : الحديد $Fe_{(s)}$ و ثنائي أكسيد الكاربون $CO_{2(g)}$.
ــ وصف الحالة الإبتدائية للجملة :

الحالة الإبتدائية
ــ 0,300 t من الكربون $C_{(s)}$
ــ 1 t من خام الحديد (تحتوي 20 % من $Fe_2O_{3\,(s)}$

2 ــ كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $2\,Fe_2O_{3\,(s)} + 3\,C_{(s)} \rightarrow 4\,Fe_{(s)} + 3\,CO_{2\,(g)}$.
3 ــ هل الخليط المستعمل في الشروط الستوكيومترية ؟
حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي: 2 mol من أكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$ مع 3 mol من الكربون $C_{(s)}$ ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : 4 mol من الحديد $Fe_{(s)}$ مع 3 mol من ثنائي أكسيد الكاربون $CO_{2(g)}$.
حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسبة بين كمية المادة للكربون و كمية المادة لأكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$ هي: $3/2 = 1,5$:
ــ نحسب كمية المادة للكربون $C_{(s)}$: $n = m / M = (1 . 10^6) / 12 = 8,44 .10^4$ mol .
ــ نحسب كمية المادة أكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$: $n' = m / M = (1 . (20)/(100) . 10^6) / 160 = 1,25 .10^3$ mol .
ــ نحسب النسبة بين كمية المادة للكربون و كمية المادة لأكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$: $8,44 .10^4 / 0,125 .10^4 = 67,5$
حتى تكون الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيومترية يجب أن تكون النسبة بين كمية المادة للكربون و كمية المادة لأكسيد الحديد $Fe_2O_{3\,(s)}$ هي: $3/2 = 1,5$. و لكن وجدناها تساوي 67,5 و منه الجملة الإبتدائية ليست في الشروط الستوكيومترية .
كما يمكن أن نحسب كمية المادة للحديد الناتجة :

$$\left.\begin{array}{l} 2\ mol\ (C) \rightarrow 4\ mol\ (Fe) \\ 1,25 .10^3\ mol \rightarrow n\ mol\ (Fe) \end{array}\right\} \Rightarrow n = (4 \times 1,25 .10^3)/ 2 = 2,5 . 10^3 mol$$

ــ ومنه نستنتج كتلة الحديد الناتجة : $m = n . M = 2,5 . 10^3 . 56 = 140$ Kg .
ــ لو نحسب كتلة الحديد الناتجة انطلاقا من كمية الكربون المستعملة لوجدناها أكبر بكثير من 140 Kg فهذا دليل آخر على أن الخليط ليس في الشروط الستوكيومترية إذ هناك زيادة في كتلة الفحم الإبتدائية .

التمرين ــ13

الإيثانول (الكحول الإيثيلي) صيغته C_2H_6O .
الإحتراق التام له بواسطة غاز ثنائي الأكسجين ينتج ثنائي أكسيد الكربون CO_2 و بخار الماء H_2O.

1 ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .
2 ــ ما هو حجم ثنائي الأكسجين الضروري لإحتراق 150 mL من الإيثانول ؟
3 ــ ما هو حجم CO_2 الناتج ؟
4 ــ ما هي كتلة الماء الناتجة ؟
المعطيات : الكتلة الحجمية للإيثانول : $\rho = 700\ Kg/m^3$ ، الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 25\ L\ mol/L$.

الحـل ــ13

1 ــ كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول : $C_2H_6O\ (l) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (g)$

2 ــ حجم ثنائي الأكسجين الضروري لإحتراق 150 mL من الإيثانول :

نحسب أولا الكتلة المولية للإيثانول C_2H_6O : $M_{C2H6O} = 46\ g/mol$

ــ حساب كتلة 150 mL من الإيثانول : $m = \rho . V = 700 . 0,15 = 105\ g$.

حجم ثنائي الأكسجين الضروري لإحتراق 150 mL من الإيثانول :

$$\left.\begin{array}{l} 105\ g\ (C_2H_6O) \rightarrow V\ L\ (O_2) \\ 46\ g\ C_2H_6O \rightarrow 3 . 25\ L\ (O_2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (3 \times 25) . 105/46 = 171,20\ L .$$

3 ــ حساب حجم CO_2 الناتج :

$$\left.\begin{array}{l} 105\ g\ (C_2H_6O) \rightarrow V\ L\ (CO_2) \\ 46\ g\ C_2H_6O \rightarrow 2 . 25\ L\ (CO_2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (2 \times 25) . 105/46 = 114,13\ L .$$

4 ــ حساب كتلة الماء الناتجة :

$$\left.\begin{array}{l} 105\ g\ (C_2H_6O) \rightarrow m\ g\ (H_2O) \\ 46\ C_2H_6O \rightarrow 3 . 18\ g\ (H_2O) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (3 \times 18) . 105/46 = 123,26\ g .$$

التمرين ــ14

نضع في فرن 5,62 t من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ النقي ؛ نسخن كربونات الكالسيوم عند 1000 °C و هذا لعدة أيام ، خلال هذه العملية ينتج غاز CO_2 و يتبقى في الفرن الكلس CaO .
1 ــ نهتم بتحول كربونات الكالسيوم ؛ ما هي الجملة التي يجب إختيارها ؟
2 ــ صف الحالة الإبتدائية لهذه الجملة .
3 ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .
4 ــ ما هو حجم غاز CO_2 المنطلق (مقاسا في الشرطين النظاميين) ،
و ما هي كتلة الكلس الناتجة ، فرضا أن كمية $CaCO_3$ الموضوعة قد تحولت كليا .

الحـل ــ14

1 ــ نهتم بتحول كربونات الكالسيوم ؛ الجملة التي يجب إختيارها هي :

الحالة الإبتدائية
ــ 5,26 t من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3\ (S)}$
ــ $T = 1000\ °C$

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة النهائية
ــ 5,26 t من كربونات الكالسيوم $CaCO_{3\ (S)}$ ــ $T = 1000\ °C$	⟶	ــ غاز $CO_2(g)$ ــ الكلس $CaO_{(S)}$

3 ــ كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول : $CaCO_{3\ (S)} \rightarrow CO_{2\ (g)} + CaO_{(S)}$

4 ــ حجم غاز CO_2 المنطلق (مقاسا في الشرطين النظاميين) ،

$$\left.\begin{array}{l} (CaO_3)\ 5,62 . 10^6\ g \rightarrow V\ L\ (CO_2) \\ 100\ g\ C_2H_6O \rightarrow 22,4\ L\ (CO_2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (22,4 \times 5,62 . 10^6) / 100 = 1,26 . 10^6\ L .$$

ــ حساب كتلة الكلس الناتجة :

$$\left.\begin{array}{l} (CaO_3)\ 5,62 . 10^6\ g \rightarrow m\ g\ (CaO) \\ 100\ g\ C_2H_6O \rightarrow 56\ g\ (CaO) \end{array}\right\} \Rightarrow m = (56 \times 5,62 . 10^6) / 100 = 3,15 . 10^6\ g .$$

تقدم التفاعل و حصيلة المادة للتحول

1ـ مفهوم " تقدم التفاعل " لتحول كيميائي

نشاط ـ1 :
نضع فوق آجورة مزيجا من برادة الحديد و مسحوق الكبريت ، نحرق المزيج بواسطة موقد بنزن .
عند نهاية التحول نلاحظ تشكل كبريت الحديد FeS .
ـ ما هي الحالة الإبتدائية والحالة النهائية ؟

ـ ما هو التفاعل المنمذج للتحول ؟

ـ الحالة الإبتدائية والحالة النهائية

الحالة الإبتدائية		الحالة النهائية
ـ m g من الحديد (Fe) ـ m' g من الكبريت (S)	تحول كيميائي ←	m" g من كبريت الألومنيوم Fe S

ـ التفاعل المنمذج للتحول هو : $Fe_{(S)} + S_{(S)} \rightarrow FeS_{(S)}$

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج على المستوى المجهري
ـ على المستوى المجهري : 1 جزيء من الحديد Fe يتفاعل مع 1 جزيء من الكبريت S لنحصل على 1 جزيء من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج على المستوى العياني
ـ على المستوى العياني : 1 mol من الحديد Fe يتفاعل مع 1 mol من الكبريت S لنحصل على 1 mol من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج بفترض أن هذا التفاعل تكرر N_A مرة أي 1 mol من المرات
(N_A : عدد أفوغادرو و يمثل عدد قدره 1 mol)
ـ التفاعل تكرر N_A مرة : 1 mol من الحديد Fe يتفاعل مع 1 mol من الكبريت S لنحصل على 1 mol من FeS .

ـ اعط نسب تفاعل المتفاعلات و نسب تشكل النواتج بفترض أن هذا التفاعل تكرر $x(N_A)$ مرة
ـ التفاعل تكرر $x(N_A)$ مرة : x mol من الحديد Fe يتفاعل مع x mol من الكبريت S لنحصل على x mol من FeS .

ـ ماذا يمثل العدد x
ـ يمثل العدد x عدد مرات تكرار حدوث التفاعل الكيميائي . **نسمي العدد x (mol) تقدم التفاعل .**

نشاط ـ2 :
من أجل متابعة تحول كيميائي لجملة في المستوى العياني من حالة ابتدائية إلى نهائية اقترح الإتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية " IUPAC " وسيلة تدعى تقدم التفاعل x (مقدرا بالمول mol) والذي يمكن توضيحه كالتالي :

ـ اصطناع الماء انطلاقا من غاز الهيدروجين H_2 وغاز الأكسجين O_2 يمتزج بتفاعل ذي المعادلة :

$$2\,H_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,H_2O_{(l)}$$

عدد مرات حدوث التفاعل	عدد جزيئات H_2 المختفية	عدد جزيئات O_2 المختفية	عدد جزيئات H_2O المتشكلة	تقدم التفاعل x
1 مرة	2	1	2	/
2 مرة	4	2	4	/
3 مرات . .	6 . .	3 . .	6 . .	/
1 N_A مرة	2 N_A (2 mol)	1 N_A (1 mol)	2 N_A (2 mol)	x = 1 mol
2 N_A مرة	4 N_A (4 mol)	2 N_A (2 mol)	4 N_A (4 mol)	x = 2 mol
3 N_A مرة	6 N_A (6 mol)	3 N_A (3 mol)	6 N_A (6 mol)	x = 3 mol
4 N_A مرة	8 N_A (8 mol)	4 N_A (4 mol)	8 N_A (8 mol)	x = 4 mol

ـ نلاحظ أن تقدم التفاعل x يمثل عدد مرات حدوث التفاعل السابق مقدرا بالمول (mol)

تعريف تقدم التفاعل : Avancement de la réaction

ـ تقدم التفاعل هو مقدار يقدر بـ mol و يعبر عن عدد مرات تكرار التفاعل الكيميائي بين اللحظة (t = 0) و اللحظة (t).

ـ مقدار يستعمل في المجال العياني فقط .

ـ مقدار يعبر عن تطور الجملة خلال التحول الكيميائي.

2ـ جدول تقدم التفاعل

عبارة عن جدول وصفي للجملة يمكن من تناول حصيلة المادة خلال تطور التحول الكيميائي من حالة ابتدائية إلى حالة نهائية .

مثـال ـ1 : إصطناع غاز النشادر :

ـ نمزج a mol من غاز الهيدروجين H_2 مع b mol من غاز الآزوت N_2 ليتشكل غاز النشادر NH_3

الحالة الإبتدائية	تحول كيميائي	الحالة الإنتقالية
n_{H2} = a mol n_{N2} = b mol	⟶	n_{NH3} = ? n_{H2} = ? n_{O2} = ?

ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $N_{2\,(g)} + 3\,H_{2\,(g)} \rightarrow 2\,NH_{3\,(g)}$

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من N_2 و تختفي 3 x (mol) من H_2 ليتشكل 2 x (mol) من NH_3

ـ جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل		$N_{2\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$2\,NH_{3\,(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	a	b	0
الحالة الإنتقالية t	x	a - x	b - 3 x	2 x

مثـال 2 : احتراق البروبان C_3H_8 :

ـ نمزج a mol من غاز البروبان C_3H_8 مع b mol من غاز الآكسجين O_2 ليتشكل غازي ثاني أكسيد الكربون و الماء

ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$$C_3H_{8\,(g)} + 5\,O_{2\,(g)} \rightarrow 3\,CO_{2\,(g)} + 4\,H_2O_{(g)}$$

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من C_3H_8 و تختفي 5 x (mol) من O_2 ليتشكل 3 x (mol) من CO_2 و 4 x (mol) من H_2O

ـ جدول تقدم التفاعل :

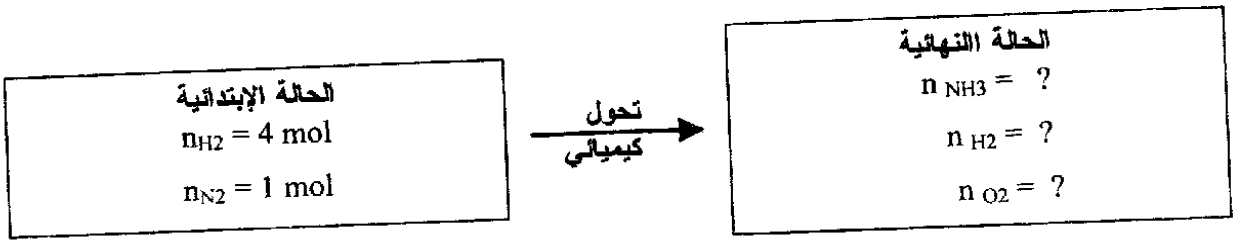
معادلة التفاعل		$C_3H_{8\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$3\,CO_{2\,(g)}$ +	$4\,H_2O_{(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n C_3H_8	n O_2	n CO_2	n H_2O
الحالة الابتدائية t = 0	0	a	b	0	0
الحالة الإنتقالية t	x	a - x	b - 3 x	3 x	4 x

تقدم التفاعل و حصيلة المادة

في تجربة إصطناع غاز النشادر NH_3 :

ـ نمزج 4 mol من غاز الهيدروجين H_2 مع 1 mol من غاز الآزوت N_2 ليتشكل غاز النشادر NH_3

ـ بالإستعانة بجدول تقدم التفاعل صف الحالة النهائية للجملة



1ـ معادلة التفاعل المنمذج للتحول :

$$N_{2\,(g)} + 3\,H_{2\,(g)} \rightarrow 2\,NH_{3\,(g)}$$

لنفرض أن تقدم التفاعل في اللحظة (t) هو x (mol) فنقول :

تختفي x (mol) من N_2 و تختفي 3 x (mol) من H_2 ليتشكل 2 x (mol) من NH_3

2ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة الإنتقالية للجملة :

معادلة التفاعل		$N_{2\,(g)}$ +	$3\,H_{2\,(g)}$ →	$2\,NH_{3\,(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	1	4	0
الحالة الإنتقالية t	x	1 - x	4 - 3 x	2 x

3ـ إيجاد قيمة التقدم النهائي x_f (أو التقدم الأعظمي x_m)

ـ التقدم النهائي هي حالة الجملة الكيميائية لما يتوقف التفاعل بانتهاء أحد المتفاعلات أو كلاهما معا .

ـ يزداد التقدم x أثناء التحول حتى ينعدم أحد المتفاعلات ، بشرط أن تكون كمية مادة المتفاعل الآخر معدومة أو موجبة عندما يبلغ التقدم حده الأعظمي .

ـ تناسب قيمة التقدم الأعظمي x_m قيمته الصغرى التي تعدم كمية أحد المتفاعلات ، فعندما تناسب الحالة النهائية الإختفاء الكلي لأحد المتفاعلات فيكون التقدم الأعظمي x_m هو التقدم النهائي x_f .

ـ عندما يختفي المتفاعل (1) N_2 تماما ، فإن : $1 - x = 0 \Rightarrow x = 1$ mol

عندما نعوض قيمة $x = 1\ mol$ في $4 - 3x = 0$ نجد : $x = 1\ mol$ و هي قيمة موجبة .
ـ عندما يختفي المتفاعل H_2 (2) تماما ، فإن : $4 - 3x = 0 \Rightarrow x = 1{,}33\ mol$

عندما نعوض قيمة $x = 1{,}33\ mol$ في $1 - x = 0$ نجد : $x = -0{,}33\ mol$ و هي قيمة سالبة (مرفوضة) .

إذن N_2 يختفي تماما قبل H_2 ، ندعو القيمة $x = 1\ mol$ **قيمة التقدم النهائي** x_f (**أو التقدم الأعظمي** x_m)
و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو : $x_f = 1\ mol$ ، و يسمى N_2 " المتفاعل المحد " .

4ـ المتفاعل المحد : Réactif limitant

المتفاعل المحد هو المتفاعل الذي يختفي تماما خلال تحول كيميائي وبالتالي يحد من تطور الجملة في الحالة النهائية.

التقدم النهائي : Avancement final

التقدم النهائي يمثل قيمة التقدم عند الإختفاء التام للمتفاعل المحد و في السنة الأولى نعتبر التقدم الأعظمي يساوي التقدم النهائي (لأننا لا ندرس التوازنات الكيميائية).

ـ وصف الحالة النهائية للجملة

بما أن التفاعل غير عكوس (يحدث في اتجاه واحد) يكون : $x_m = x_f = 1\ mol$
(التقدم الأعظمي = التقدم النهائي) فتكون الحالة النهائية للجملة :

	$n\ N_2$	$n\ H_2$	$n\ NH_3$
$x_{max} = x_f = 1\ mol$	0	1 mol	2 mol

الحالة النهائية للجملة

$n\ NH_3 = 2\ x_f = 2\ mol$

$n\ H_2 = 4 - 3\ x_f = 1\ mol$

$n\ N_2 = 1 - x_f = 0$

5ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نلخص الحالات الثلاثة للجملة في جدول يسمى " **جدول تقدم التفاعل** " .

معادلة التفاعل		$N_{2\ (g)}$ +	$3\ H_{2\ (g)}$ →	$2\ NH_{3\ (g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n_{N2}	n_{H2}	n_{NH3}
الحالة الابتدائية t = 0	0	1	4	0
الحالة الإنتقالية t	x	1 - x	4 - 3 x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = x_f = 1\ mol$	$1 - x_f = 0$	$4 - 3\ x_f = 1$	$2\ x_f = 2$

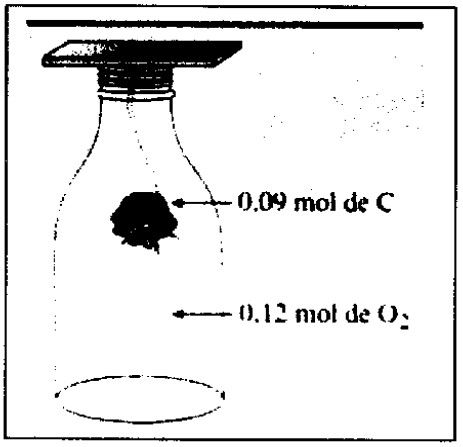
تطبيقات :

تطبيق ـ 1

نحقق تفاعل احتراق 0,09 mol من الكربون في 0,12 mol من غاز الأكسجين .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$C_{(S)} + O_{2\ (g)} \rightarrow CO_{2\ (g)}$$



ـ ينتهي التفاعل عندما تختفي تماما أحد المتفاعلات .
ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟
ـ الفرضية الأولى : الكربون هو المتفاعل المحد :
ـ عندما يختفي المتفاعل C (1) تماما ، فإن :

$$0{,}09 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 0{,}09\ mol$$

عندما نعوض قيمة $x_m = 0{,}09\ mol$ في $0{,}12 - x_m = 0$ نجد :

$x_m = 0,03$ mol و هي قيمة موجبة .

ـ عندما يختفي المتفاعل (2) O_2 تماما ، فإن : $0,12 - x_m = 0 \Rightarrow x_m = 0,12$ mol

عندما نعوض قيمة $x_m = 0,12$ mol في $0,09 - x_m = 0$ نجد : $x_m = -0,03$ mol و هي قيمة سالبة (مرفوضة) .

إذن الكربون C يختفي تماما قبل O_2 ، ندعو القيمة $x_m = 0,09$ mol **قيمة التقدم النهائي x_f (أو التقدم الأعظمي x_m)**

و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو : $x_f = 0,09$ mol ، و يسمى الكربون C " **المتفاعل المحد** " .

كما نلاحظ أن $x_m = 0,09$ mol أقل من القيمة $x_m = 0,12$ mol فنستنتج أن :

قيمة التقدم الأعظمي هي القيمة الصغرى التي من أجلها تكون كمية المادة لأحد المتفاعلات معدومة .

جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

معادلة التفاعل		$C_{(S)}$	+ $O_{2(g)}$	→ $CO_{2(g)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n C	n O_2	n CO_2
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,09	0,12	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,09 - x	0,12 - x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,09$	0	0,03	0,09

تطبيق ـ 2

يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\ Zn_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ ZnO_{(S)}$$

ـ ندخل 2,62 g من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24$ L/mol

ـ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الزنك و حجم الأكسجين إلى كميات المادة بـ mol :

$n_{Zn} = m / M = 2,62 / 65,4 = 0,040$ mol ، $n\ O_2 = V / V_M = 1,20 / 24,0 = 0,050$ mol

معادلة التفاعل		$2\ Zn_{(S)}$	+ $O_{2(g)}$	→ $2\ ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,040	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,040 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,020$	0	0,030	0,040

ـ ينتهي التفاعل عندما تختفي تماما أحد المتفاعلات .

ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟

ـ المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد هو الزنك .

تطبيق ـ 3

نعيد التجربة السابقة بحرق الزنك في الأكسجين و لكن بتغيير كمية الزنك الإبتدائية ليتشكل أوكسيد الزنك .

ـ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\ Zn_{(S)} + O_{2(g)} \rightarrow 2\ ZnO_{(S)}$$

ـ ندخل 0,100 mol من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24$ L/mol

ـــ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

معادلة التفاعل		$2\,Zn_{(S)}$	+ $O_{2\,(g)}$	→ $2\,ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,100	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,100 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	x_m = 0,050	0	0	0,100

ـــ هل الكميات الإبتدائية للمتفاعلات تحقق النسب الستوكيمترية ؟

حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي : 2 mol من الزنك $Zn_{(S)}$ مع 1 mol من الأكسجين $O_{2\,(g)}$ ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : 1 mol من أوكسيد الزنك $ZnO_{(S)}$

ـــ نحسب النسبة بين كمية المادة للزنك و كمية المادة للأكسجين فنجدها : 2 = 2/1 :

ـــ نحسب النسبة بين كمية المادة للزنك و كمية المادة للأكسجين الإبتدائية فنجدها : 2 = 0,100/0,050 :

إذن كميات الإبتدائية للمتفاعلات تحقق النسب الستوكيمترية أي الجملة الإبتدائية في الشروط الستوكيوميترية

ـــ ماذا تلاحظ فيما يخص كميات المتفاعلات في الحالة النهائية ؟

ـــ نلاحظ أن كميات المادة للمتفاعلات في الحالة النهائية معدومة .

ـــ ماذا تستنتج ؟

ـــ نستنتج أنه إذا كانت المتفاعلات في الحالة الإبتدائية استعملت في الشروط الستوكيومترية ،
فإنه عند الحالة النهائية للجملة تكون المتفاعلات غائبة (مختفية تماما) ، و في هذه الحالة لا يوجد متفاعل محد .

تطبيق ـــ 4

نعيد التجربة السابقة بحرق الزنك في الأكسجين و لكن بتغيير كمية الزنك الإبتدائية ليتشكل أوكسيد الزنك .

ـــ اكتب معادلة التفاعل :

$$2\,Zn_{(S)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,ZnO_{(S)}$$

ـــ ندخل 0,200 mol من الزنك في قارورة تحتوي على 1,20 L من ثنائي الأكسجين .

الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 24$ L/mol

ـــ اعط جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة .

معادلة التفاعل		$2\,Zn_{(S)}$	+ $O_{2\,(g)}$	→ $2\,ZnO_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Zn	n O_2	n ZnO
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,200	0,050	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,200 - 2 x	0,050 - x	2 x
الحالة النهائية	x_m = 0,050	0,100	0	0,100

ما هو هذا المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد ؟

ـــ المتفاعل الذي يدعى المتفاعل المحد هو الأكسجين .

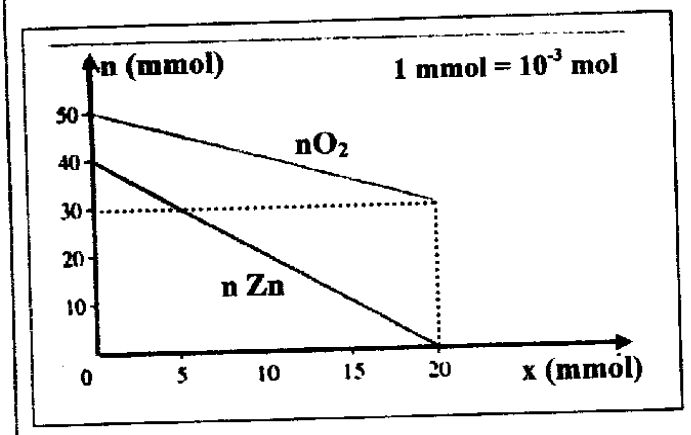
التمثيل البياني للتحول الكيميائي

التمثيل البياني للتحول فعل غاز الأكسجين على الزنك

انطلاقا من التحول الكيميائي المدروس سابقا تفاعل غاز الأكسجين مع الزنك في التطبيقات السابقة ، يمكن التعبير عن تطور هذا التفاعل الكيميائي بيانيا ، بتمثيل تغير كمية المادة للمتفاعلات بدلالة التقدم x ، أي العلاقة : n = f(x)

ـ في التطبيق ـ 2 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

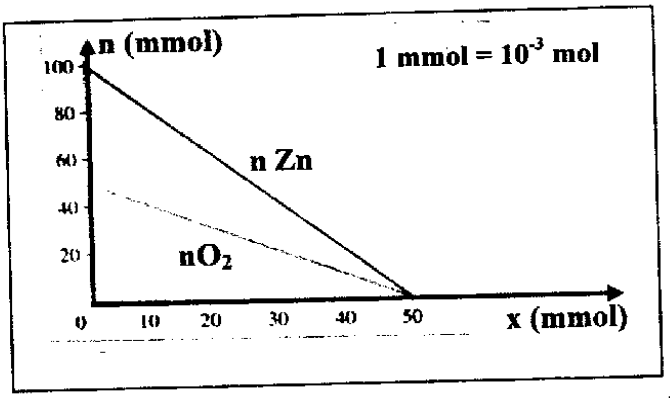
• **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
$n_{O_2} = f(x) = 0,050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0,040 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



• عندما $x = 20$ mmol فإن $n\,Zn = 0$ ؛
و $n_{O_2} = 30$ mmol إذن : الزنك Zn هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الأكسجين O_2 .
و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0,02$ mol
1 mmol = 10^{-3} mol

ـ في التطبيق ـ 3 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

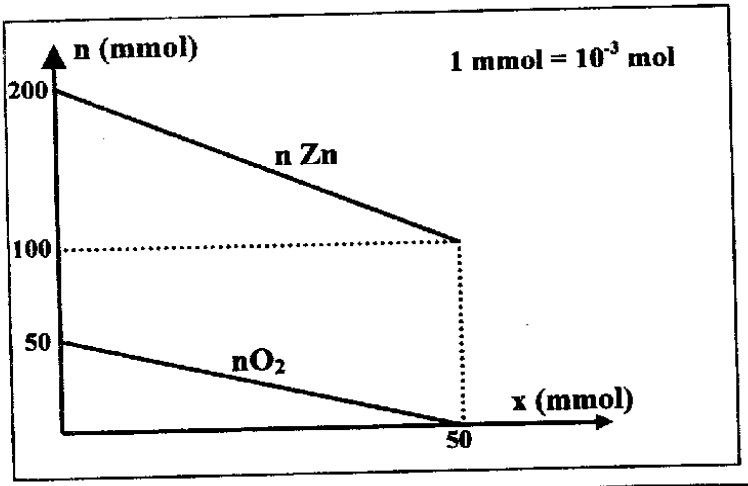
• **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
$n_{O_2} = f(x) = 0,050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0,100 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



• عندما $x = 50$ mmol فإن $n\,Zn = 0$ ؛
و $n_{O_2} = 0$ mmol إذن : لا يوجد متفاعل محد لأن كل من الأكسجين O_2 و الزنك يختفيان تماما .
و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0,05$ mol
1 mmol = 10^{-3} mol

ـ في التطبيق ـ 4 السابق لدينا :
يحترق الزنك في الأكسجين بشعلة خضراء و يتشكل أوكسيد الزنك .

• **نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :**
$n_{O_2} = f(x) = 0,050 - x$ ، $n\,Zn = g(x) = 0,200 - 2\,x$ أنظر الشكل المقابل .



• عندما $x = 50$ mmol فإن $n_{O_2} = 0$ ؛
و $n\,Zn = 0,100$ mmol إذن : الأكسجين O_2 هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الزنك Zn .
و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0,05$ mol
1 mmol = 10^{-3} mol

مثـــال :

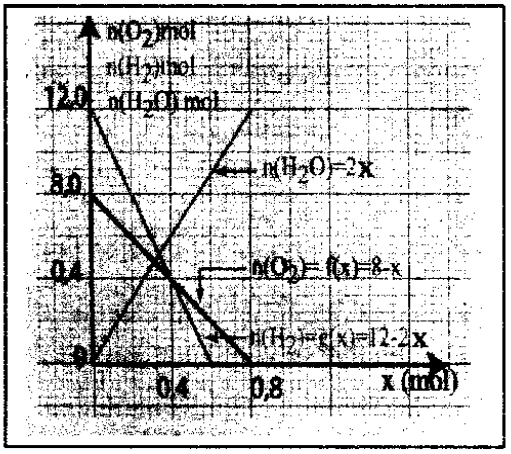
تمثيل تفاعل تركيب الماء :
تحتوي جملة ابتدائية على مزيج من غازين : 12 مول من ثنائي الهيدروجين H_2 و 8 مول من ثنائي الأكسيجين O_2 .
نحدث شرارة في هذا المزيج الإبتدائي فنحصل بعد الإنفجار على قطرات من الماء .

ـ يمكن نمذجة هذا التحول بمعادلة التفاعل الآتية : $2\,H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(l)$

ـ اعط جدول تقدم التفاعل :

ـ تحليل تطور التفاعل : كلما اختفت x mol من المتفاعل O_2 يرافقه إختفاء 2x mol من H_2 ليظهر 2x mol من الماء ، فنحصل على جدول التقدم الآتي :

معادلة التفاعل		$2\,H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(l)$		
حالة الجملة	التقدم (mol)	$n(H_2)$	$n(O_2)$	$n(H_2O)$
الحالة الإبتدائية	0	12	8	0
الحالة الإنتقالية	x	12 - 2 x	8 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_f = 6$	0	2	12



ـ نرسم المنحنيين : $n(H_2) = f(x)$ و $n(O_2) = g(x)$ ، انظر الشكل الموالي :

معامل توجية المنحنى$n(H_2) = f(x)$: $n(H_2) = f(x) = 12 - 2x$ هو -2

معامل توجية المنحنى $n(O_2) = g(x)$: $n(O_2) = g(x) = 8 - x$ هو -1

نلاحظ أن المنحنيين عبارة عن خطين مستقيمين معاملي توجيههما سالبين ، متساويين في القيمة المطلقة للأعداد التناسقية (ستوكيومترية) للمتفاعلات في معادلة التفاعل الكيميائي .

تمثل ترتيبات الإبتدائية للدالتين كميات المادة للمتفاعلات في بداية التفاعل (الجملة في الحالة الإبتدائية) .

ـ ما هو المتفاعل المحد ؟

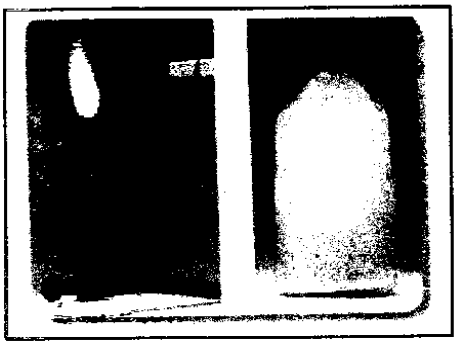
ـ إذا اعتبرنا أن ثنائي الهيدروجين هو المتفاعل المحد فإن :
$n(H_2) = 12 - 2x_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 6$ إذا عوضنا القيمة $x_1 = 6$ في المعادلة $8 - x = 0$ نجد : $n(O_2) = 2 > 0$

ـ إذا اعتبرنا أن ثنائي الأكسيجين هو المتفاعل المحد فإننا نضع : $n(O_2) = 8 - x_2 = 0 \Rightarrow x_2 = 8$
و عندما نعوض القيمة $x_2 = 8$ في المعادلة $12 - 2x$ نجد : $n(H_2) = 12 - 2x_2 = 0 \Rightarrow n(H_2) = -4 < 0$
و هي قيمة سالبة مرفوضة و بالتالي فإن المتفاعل المحد هو ثنائي الهيدروجين .

التحقق من نموذج لتحول كيميائي. TP

الجزء الأول :

شروط تجريبية مختلفة لنفس التحول



1 ــ نرمي برادة الحديد على لهب مصباح بنزين . (الهواء في مكان التجربة جاف)

2 ــ نشعل برادة الحديد ثم نضعها داخل حوجلة مملوءة بغاز O_2.

3 ــ نسخن حتى الإحمرار سلك من الحديد ثم نضعه داخل حوجلة تحتوي على O_2.

4 ــ نقصر قطبي عمود (Court-Circuit) في برادة الحديد .

ــ صف في كل تجربة الحالة الإبتدائية للجملة.

ــ فسر لماذا نفس التفاعل الكيميائي ينمذج التحولات السابقة .

ــ ما هي الشروط التجريبية التي تختلف من تجربة إلى أخرى .

ــ علما أنه يتشكل أكسيد الحديد Fe_3O_4 في كل تجربة ، أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحولات السابقة.

ــ في التجربة (2) نستعمل 10,0 g من برادة الحديد وحوجلة حجمها 500 mL .

أ ــ إذا كانت الشروط نظامية احسب كمية المادة لكل متفاعل .

ب ــ هل المتفاعلات في الشروط الستوكيومترية ؟

يحترق الحديد في الأكسجين بوجود الحرارة و في غياب الرطوبة و يتشكل أوكسيد الحديد الثلاثي Fe_3O_4 .

ــ كتابة معادلة التفاعل :

$$3\ Fe_{(S)} + 2\ O_{2\,(g)} \rightarrow Fe_3O_{4\,(S)}$$

ــ ندخل 10 g من الحديد في قارورة تحتوي على 500 mL من غاز ثنائي الأكسجين .
الحجم المولي في ظروف التجربة $V_M = 22,4\ L/mol$ لأنه شروط نظامية .

ــ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و حجم الأكسجين إلى كميات المادة بـــ mol :

$n_{Fe} = m / M = 10 / 56 = 0,178\ mol$ ، $n\ O_2 = V / V_M = 0,5 / 22,4 = 0,0223\ mol$

معادلة التفاعل		$3\ Fe_{(S)}$ +	$2\ O_{2\,(g)}$ →	$Fe_3O_{4\,(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Fe	$n\ O_2$	$n\ Fe_3O_4$
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,178	0,0223	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,178 - 3 x	0,0223 - 2 x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,0111$	0,144	0	0,0111

• عندما $x = 0,0111\ mol$ فإن $nO_2 = 0$ ؛ و $n\,Fe = 0,144\ mol$

إذن : الأكسجين O_2 **هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد** Fe .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي **يكون التقدم الأعظمي** هو : $x_f = x_m = 0,0111\ mol$

• المتفاعلات **ليست في الشروط الستوكيومترية** ، لأنها لم تختفي كلية بل تبقت كمية من الحديد في نهاية التحول .

لأننا نعلم أنه ، إذا كانت المتفاعلات في الحالة الإبتدائية استعملت في الشروط الستوكيومترية ،

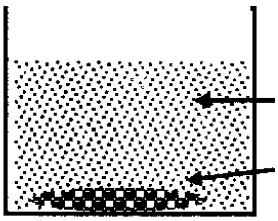
فإنه عند الحالة النهائية للجملة تكون المتفاعلات غائبة (مختفية تماما) ، و في هذه الحالة لا يوجد متفاعل محد .

ملاحظة :

يحترق الحديد في الأكسجين بوجود الحرارة و **الرطوبة** و يتشكل أوكسيد الحديد الثنائي Fe_2O_3 .

الجزء الثاني :
من التحول الكيميائي إلى نموذج التفاعل الكيميائي

نضع في بيشر 50 mL من محلول حمض كلور الهيدروجين $(H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ بحيث :
$[H^+] = [Cl^-] = 2 . 10^{-2}\ mol/L$. نظيف إليها 2,0 g من برادة الحديد ثم نضع بعد ذلك البيشر فوق مخلاط مغناطيسي . نلاحظ إنطلاق غاز .



1 ــ صف الجملة في حالتها الابتدائية .

الجملة الكيميائية : حمض كلور الماء و برادة الحديد .

الجملة الكيميائية تحتوي كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ ، و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.

2 ــ هل حدث تحول كيميائي ؟ برر إجابتك

نعم ، حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي حمض كلور الهيدروجين $(H^+ + Cl^-)_{(aq)}$ و برادة الحديد و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسم جديدة وهي غاز الهيدروجين و كما نلاحظ نقصان في كمية الحديد الإبتدائية و كما نلاحظ ظهور اللون الأخضر الذي يدل على حضور شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول .

أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Fe و ظهور أجسام جديدة (Fe^{2+} ، H_2) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3 ــ كيف يمكن أن نتعرف على طبيعة الغاز المنطلق ؟

ــ غاز الهيدروجين : يحدث فرقعة عندما نقرب منه عود ثقاب مشتعل .

4 ــ يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين . لماذا ؟

يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين لأن الحديد عندما يتفاعل يعطي نوعين من الشوارد و هما Fe^{3+} و Fe^{2+} .

5 ــ اكتب معادلة كل تفاعل ممكن .

يمكن أن نمثل هذا التحول بتفاعلين ممكنين وهما :

التفاعل الأول : $Fe\,(s) + 2\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + H_2(g)$

التفاعل الثاني : $2\,Fe\,(s) + 6\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow 2\,(Fe^{3+}(aq) + 3\,Cl^-(aq)) + 3\,H_2(g)$

6 ــ كيف يمكن أن نتأكد من التفاعل الحادث عمليا

يمكن أن نتأكد من التفاعل الحادث عمليا نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأحمر المسود الذي يميز هيدروكسيد الحديد الثلاثي III $Fe(OH)_3$ و هذا دليل على غياب شوارد الحديد الثلاثي Fe^{3+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أخضر الذي يميز هيدروكسيد الحديد الثنائي II $Fe(OH)_2$ الذي يدل على حضور شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول . إذن التفاعل الحادث عمليا هو : $Fe\,(s) + 2\,(H^+ + Cl^-)\,aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\,Cl^-(aq) + H_2(g)$

7 ــ مثل جدول التقدم للتفاعل الحادث .

8 ــ ما هو المتفاعل المحد ؟ استنتج التقدم النهائي (الأعظمي) ثم صف الجملة في حالتها النهائية.

ـ جدول تقدم التفاعل و الحالة النهائية للجملة :

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و تركيز حمض الكلور إلى كميات المادة بـ mol :

$n_{Fe} = m / M = 2 / 56 = 0,036$ mol ، $n\ (H^+ + Cl^-) = C \cdot V = 0,02 \cdot 0,05 = 0,001$ mol

معادلة التفاعل		$Fe_{(S)} + 2\ (H^+ + Cl^-)\ aq \rightarrow Fe^{2+}(aq) + 2\ Cl^-(aq) + H_2(g)$			
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Fe	$n\ (H^+ + Cl^-)$	$n\ (Fe^{2+} + 2\ Cl^-)$	$n\ H_2$
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,036	0,001	0	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,036 - x	0,001 - 2 x	x	x
الحالة النهائية	x_m = 0,0005	0,0355	0	0,0005	0,0005

• عندما $x = 0,0005$ mol فإن $n(H^+ + Cl^-) = 0$ ؛ و $n\ Fe = 0,0355$ mol

إذن : حمض الكلور $(H^+ + Cl^-)$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد Fe .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,0005$ mol

9 ـ علما أن في الشروط التجريبية $V_M = 25$ L ،

ـ احسب حجم الغاز المنطلق و كذلك $[Fe^{2+}]$ عند نهاية التفاعل . يعطى : $M_{Fe} = 56$ g.mol^{-1}

ـ حساب حجم غاز الهيدروجين المنطلق :

$$\left.\begin{array}{l} 2\ \text{mol}\ (H^+ + Cl^-) \rightarrow 25\ \text{L}\ (H_2) \\ 0,001\ \text{mol} \rightarrow V\ \text{L}\ (H_2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (0,001 \times 25) / 2 = 0,0125\ \text{L} .$$

ـ حساب التركيز المولي لشوارد الحديد $[Fe^{2+}]$ عند نهاية التفاعل :

$n\ (Fe^{2+} + 2\ Cl^-) = n\ Fe^{2+} = C\ Fe^{2+} \cdot V \Rightarrow C\ Fe^{2+} = n / V = 0,0005 / 0,05 = 0,01$ mol .

تعيين التركيز المولي المجهول لمحلول

كيف يمكن تعيين التركيز المولي المجهول لمحلول مائي ؟

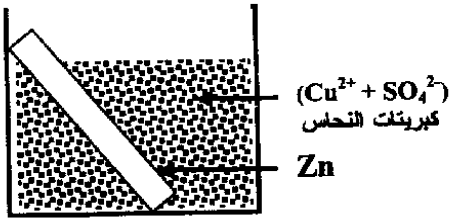
يعطى لنا بيشر يحتوي على 50 mL من محلول كبريتات النحاس II ($Cu^{2+} + SO_4^{2-}$) ذي اللون الأزرق و يطلب منا اقتراح طريقة تمكن من معرفة التركيز المولي المجهول له :

ــ استغلال تحول كيميائي :

نغمس صفيحة من الألومنيوم كتلتها m = 10 g في بيشر يحتوي على 50 mL من محلول كبريتات النحاس ($Cu^{2+}+SO_4^{2-}$) ذي اللون الأزرق فنلاحظ بعد مدة اختفاء اللون الأزرق تماما و ظهور راسب أحمر على الجزء المغمور من الصفيحة .

1ــ صف الجملة في الحالة الابتدائية .

الجملة في الحالة الابتدائية : محلول كبريتات النحاس و معدن الألومنيوم :
جملة كيميائية تحتوي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$،
و معدن الألومنيوم $Al_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



وصف كمي	وصف نوعي
$m = 10\ g$ من الحديد الألومنيوم $Al_{(S)}$	الألومنيوم الصلب $Al_{(S)}$
50 mL من محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزها المولي C	محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أزرق	اللون أزرق

2ــ هل حدث تحول كيميائي ؟ علل.

نعم ، حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، ذي اللون الأزرق الراجع لوجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول و معدن الألومنيوم $Al_{(S)}$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي راسب أحمر على الجزء المغمور من الصفيحة يمثل طبقة من النحاس Cu و كما نلاحظ نقصان في كتلة الألومنيوم الإبتدائية و كما نلاحظ اختفاء اللون الأزرق الذي يدل على اختفاء شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Al و Cu^{2+} وظهور أجسام جديدة (Cu ، Al^{3+}) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

$$3\ (Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)} + 2\ Al_{(S)} \rightarrow 3\ Cu_{(S)} + 2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$$

4ــ كيف يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Al^{3+} عند نهاية التفاعل ؟ أقترح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة .

يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Al^{3+} في المحلول بحيث نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس $Cu(OH)_2$ II و هذا دليل على غياب شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أبيض يمكن التحقق منه على أنه هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ الذي يدل على وجود شوارد الألومنيوم Al^{3+} في المحلول .

ــ أقترح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة لهيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$

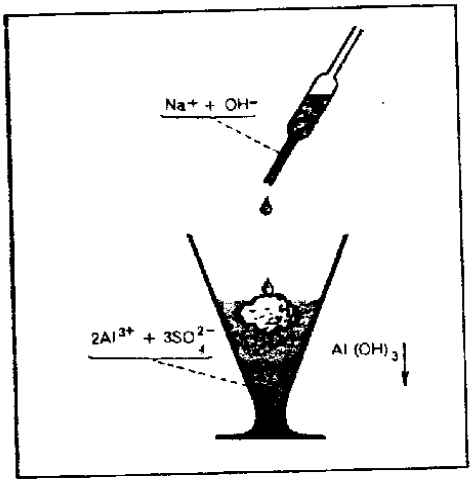
هذه التجربة تتمثل في إضافة قطرة بقطرة محلول الصود $Na^+ + OH^-$ إلى المحلول الناتج السابق $2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$ ، إلى أن يختفي اللون الأزرق تماما فنلاحظ تشكل راسب من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ الذي يمكن تجميعه ثم عزله عن

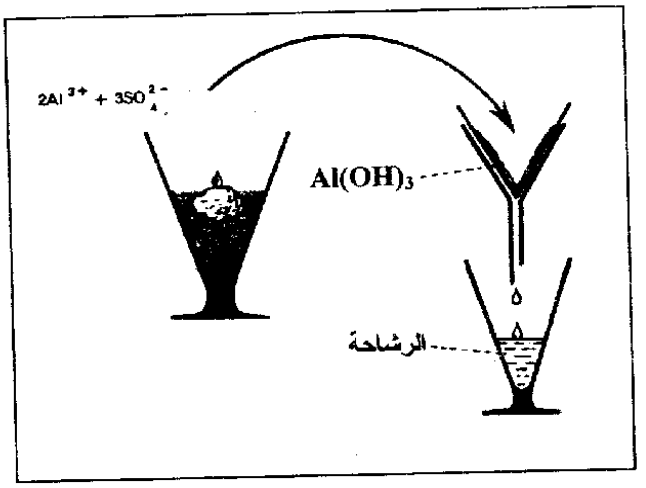
الرشاحة بالترشيح ثم نزنه بميزان إلكتروني فنحصل على كتلته $m\ Al(OH)_3$ و منها نحسب كمية المادة لها و منه نستنتج كمية المادة لـ شوارد الألومنيوم Al^{3+} .

ـ لنعتبر أنه في تجربتنا بعد قياس كتلة $Al(OH)_3$ وجدناها : $m\ Al(OH)_3 = 8,67\ g$.

ـ نحسب كمية المادة لهيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$: $\mathbf{n\ Al(OH)_3 = m / M = 8,67 / 78 = 0,111\ mol}$.

ـ نستنتج كمية المادة لـ شوارد الألومنيوم Al^{3+} : $n\ Al(OH)_3 = n\ Al^{3+} = 0,111\ mol$.





5ـ مثل جدول التقدم ثم استنتج $n\ Cu^{2+}$ الموجودة في المحلول الابتدائي.

نحسب أولا كمية المادة $n\ Al$ الموجودة في المحلول النهائي (الصفيحة)

$$n_{Al} = m / M = 10 / 27 = 0,370\ mol$$

معادلة التفاعل		$3\ (Cu^{2+} + SO_4^{2-}) + 2\ Al_{(aq)\ (S)} \rightarrow 3\ Cu_{(S)} + 2\ Al^{3+}_{(aq)} + 3\ SO_4^{2-})_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم(mol)	$n\ Cu^{2+}$	$n\ Al$	$n\ Cu$	$n\ Al^{3+}$
الحالة الإبتدائية	0	a	0,370	0	0
الحالة الإنتقالية	x	a - 3 x	0,370 - 2 x	3 x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,0555$	0	0,259	0,166	0,111

لدينا كمية المادة $n\ Al^{3+}$ في المحلول النهائي : $2\ x_m = 0,111 \Rightarrow x = 0,111 / 2 = 0,0555 \Rightarrow x_m = 0,0555$

و منه نحسب كمية المادة $n\ Al$ المتبقية في المحلول النهائي : $0,370 - 2\ x = 0,259\ mol$.

و منه نحسب كمية المادة $n\ Cu$ المتشكلة في المحلول النهائي : $n\ Cu = 3\ x = 0,166\ mol$.

و منه نستنتج كمية المادة $n\ Cu^{2+}$ الموجودة في المحلول الإبتدائي :

$$\mathbf{n\ Cu^{2+} = a - 3\ x = 0 \Rightarrow a = 3\ x = 3\ .\ 0,0555 = 0,166\ mol\ .}$$

6ـ عين التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس المستخدم .

التركيز المولي لمحلول كبريتات النحاس المستخدم : $\mathbf{C = n / V = 0,166 / 0,05 = 3,33\ mol/L}$.

تطبيـق

نأخذ في وعاء 100 ml من محلول كبريتات النحاس (II) $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ بحيث $[Cu^{2+}] = 0,10\ mol/l$
ثم نضع في المحلول مسحوقا من الحديد كتلته 2,0 g .

1ـ صف الجملة في حالتها الإبتدائية .

2ـ نلاحظ تدريجيا زوال اللون الأزرق للمحلول مع ظهور راسب أحمر . ماذا تستنتج .

3ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول الكيميائي .

4ـ بالإستعانة بجدول التقدم ، ادرس وجود المتفاعل المحد ثم استنتج التقدم النهائي .

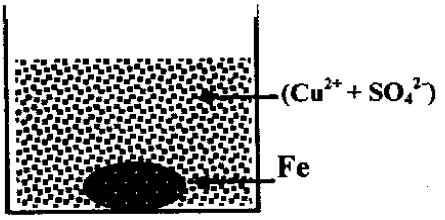
5ـ صف الجملة في الحالة النهائية .

6ـ اقترح تجربة تمكن من التحقق من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في الحالة النهائية ، ثم عين كمية المادة لكل نوع كيميائي ناتج ، قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا .
يعطى : $M_{Cu} = 63,5\ g.mol^{-1}$ ، $M_{Fe} = 56\ g.mol^{-1}$

الحـــل :

1ـ وصف الجملة في حالتها الابتدائية : الجملة في الحالة الابتدائية : محلول كبريتات النحاس و معدن الحديد :

جملة كيميائية تحتوي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و جزيئات $H_2O_{(l)}$.



وصف كمي	وصف نوعي
$m = 2\ g$ من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
100 mL من محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ تركيزها المولي $C = 0,10\ mol/L$	محلول كبريتات النحاس II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أزرق	اللون أزرق

2ـ نلاحظ تدريجيا زوال اللون الأزرق للمحلول مع ظهور راسب أحمر . ماذا تستنتج ؟

حدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)}$، ذي اللون الأزرق الراجع لوجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول و معدن الحديد $Fe_{(S)}$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي راسب أحمر يمثل طبقة من النحاس Cu و كما نلاحظ نقصان في كتلة الحديد الإبتدائية و كما نلاحظ اختفاء اللون الأزرق الذي يدل على اختفاء شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام Fe و Cu^{2+} وظهور أجسام جديدة (Fe^{2+} ، Cu) و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

3ـ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

$$(Cu^{2+} + SO_4^{2-})_{(aq)} + Fe_{(S)} \rightarrow Cu_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

4ـ الإستعانة بجدول التقدم ، و دراسة وجود المتفاعل المحد ثم استنتاج التقدم النهائي .

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الحديد و تركيز كبريتات النحاس إلى كميات المادة بـــ mol :

$n\ Fe = m / M = 2 / 56 = 0,0357\ mol$ ، $n\ Cu^{2+} = C . V = 0,1 . 0,100 = 0,01\ mol$

معادلة التفاعل		$(Cu^{2+} + SO_4^{2-}) + Fe_{(S)} \rightarrow Cu_{(S)} + Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
حالة الجملة	التقدم(mol)	$n\ Cu^{2+}$	$n\ Fe$	$n\ Cu$	$n\ Fe^{2+}$
الحالة الإبتدائية	0	0,01	0,0357	0	0
الحالة الإنتقالية	x	0,01 - x	0,0357 - x	x	x
الحالة النهائية	$x_m = 0,01$	0	0,0257	0,01	0,01

عندما $x = 0,01\ mol$ فإن $n\ Cu^{2+} = 0$ ؛ و $n\ Fe = 0,0257\ mol$

إذن : كبريتات النحاس $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الحديد Fe .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,01\ mol$

5ـ وصف الجملة في الحالة النهائية :

الحالة النهائية للجملة يمكن وصفها كميا و نوعيا بالطريقة التالية :

وصف نوعي	وصف كمي
الحديد الصلب $Fe_{(S)}$	$n = 0,0257$ mol من الحديد الصلب $Fe_{(S)}$
النحاس الصلب $Cu_{(S)}$	$n = 0,01$ mol النحاس الصلب $Cu_{(S)}$
محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$	100 mL من محلول كبريتات الحديد II $(Fe^{2+} + SO_4^{2-})$
اللون أخضر	اللون أخضر

6ـ اقترح تجربة تمكن من التحقق من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في الحالة النهائية ، ثم عين كمية المادة لكل نوع كيميائي ناتج ، قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا .

يمكن أن نتأكد من وجود النوع الكيميائي Fe^{2+} في المحلول بحيث نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فلا نلاحظ تشكل الراسب الأزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ و هذا دليل على غياب شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول بل نلاحظ تشكل راسب لونه أخضر يمكن التحقق منه على أنه هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$ الذي يدل على وجود شوارد الحديد Fe^{2+} في المحلول .

ـ اقتراح تجربة تمكن من معرفة كمية المادة لهيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$

هذه التجربة تتمثل في إضافة قطرة بقطرة محلول الصود $Na^+ + OH^-$ إلى المحلول الناتج السابق $Fe^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ ، إلى أن يختفي اللون الأزرق تماما فنلاحظ تشكل راسب من هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$ الذي يمكن تجميعه ثم عزله عن الرشاحة بالترشيح ثم نزنه بميزان إلكتروني فنحصل على كتلته $m\ Fe(OH)_2$ و منها نحسب كمية المادة لها و منه نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الحديد Fe^{2+}.

بعد قياس كتلة $Fe(OH)_2$ وجدناها : $m\ Fe(OH)_2 = 1\ g$.

ـ نحسب كمية المادة لهيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_2$: $n\ Fe(OH)_2 = m / M = 0,9 / 90 = 0,012$ mol .

ـ نستنتج كمية المادة لـــ شوارد الحديد Fe^{2+} : $n\ Fe^{2+} = n\ Fe(OH)_2 = 0,012$ mol .

قارن هذه الكميات المقاسة عمليا مع المحسوبة نظريا

ـ نحسب كتلة $Fe(OH)_2$ نظريا : $m\ Fe(OH)_2 = n . M = 0,01 . 90 = 0,9\ g$.

هناك فرق طفيف بين القيم المحسوبة نظريا و القيم المحسوبة عمليا و هذا راجع لأخطاء المجرب و أخطاء أجهزة القياس .

حصيلة المادة لتحول كيميائي. TP

حصيلة المادة لتحول كيميائي

تجربـــة :

الأدوات المستعملة و المواد : قارورة ، بالونة مطاطية ، محلول حمض الخل 6° (100 g من المحلول تحتوي على 6 g من حمض الإيثانويك النقي CH_3COOH و نرمز له إختصارا بالصيغة العامة AH ، هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$.

الحجم المولي في شروط التجربة : 24 L/mol . الكثافة : d = 1,08 ، الضغط : P = 1 bar ؛ درجة الحرارة : 20°C

ـ ضع في القارورة 80 mL من محلول حمض الخل 6° .

ـ ضع في البالونة المطاطية 5,04 g من هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$ ثم نسد فوهة القارورة بواسطة البالونة كما في الشكل المقابل .

ـ إرفع البالونة إلى الأعلى بحيث تسقط $NaHCO_3$ في الخل .

1ـ صف الحالة الابتدائية للجملة .

الحالة الإبتدائية للجملة حيث تقدم التفاعل x = 0

المتفاعلات	الكتلة (g)	كمية المادة (mol)
المتفاعل 1 : $NaHCO_{3\,(S)}$	5,04	$n_1 = 0,06$
المتفاعل 2 : $CH_3COOH_{\,(aq)}$	5,18 g	$n_2 = 0,08$
الضغط : P = 1 bar ؛ درجة الحرارة : 20°C		

2ـ هل يحدث تحول كيميائي ؟ برر إجابتك.

نعم ، يحدث تحول كيميائي لأنه انطلقنا من جملة كيميائية ابتدائية و هي محلول محلول حمض الخل 6° $CH_3COOH_{\,(aq)}$، و هيدروجينوكربونات الصوديوم الصلب $NaHCO_3$ و بعد مدة من الزمن تطورت هذه الجملة و ظهرت أجسام جديدة وهي إيثانوات الصوديوم و كما نلاحظ نقصان في كتلة $NaHCO_3$ الإبتدائية و كما نلاحظ انطلاق غاز يملأ البالونة يمكن الكشف عليه على أنه غاز ثاني أوكسيد الكربون . أي حدث خلال هذا التطور اختفاء أجسام $NaHCO_3$ و ظهور أجسام جديدة CO_2 و نحن نعلم أن : عندما يصاحب تطور جملة كيميائية ظهور أنواع كيميائية جديدة فإن المرور من الحالة الإبتدائية إلى الحالة النهائية يسمى تحولا كيميائيا .

كيف يمكن معرفة طبيعة الغاز المنطلق والموجود في البالونة ؟

يمكن معرفة طبيعة الغاز المنطلق والموجود في البالونة : يعكر رائق الكلس .

3ـ يمكن نمذجة التحول الكيميائي بالتفاعل ذي المعادلة

$$NaHCO_{3\,(S)} + AH_{\,(aq)} \rightarrow CO_{2\,(g)} + NaA_{\,(aq)} + H_2O_{\,(l)}$$

4ـ ما هو المتفاعل المحد ؟ كيف يمكن أن يتأكد من ذلك ؟

5ـ صف الجملة في الحالة النهائية ؟

مثل جدول التقدم ثم استنتج التقدم الأعظمي (النهائي).

6ـ إذا كانت الشروط التجريبية $T = 20°$ ، $P = 1\ bar$ إحسب حجم CO_2 الناتج وكذلك كتلة المتفاعل المتبقى عند نهاية التفاعل.

7ـ مثل في نفس المعلم البيانات $n_{NaHCO3} = f(x)$ ، $n_{AH} = g(x)$ ثم تأكد من النتائج السابقة.

ـ جدول تقدم التفاعل :

معادلة التفاعل	$NaHCO_{3\,(S)} + CH_3COO^-_{(aq)} + H^+(aq) \rightarrow CO_{2\,(g)} + Na^+(aq) + CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
حالة الجملة	n $NaHCO_3$ (mol)	n AH $_{(aq)}$ (mol)	n CO_2 (mol)	n NaA(mol)	
الحالة الإبتدائية	0,06 mol	0,08 mol	0	0	
الحالة الإنتقالية	0,06 - x	0,08 - x	x	x	
الحالة النهائية	0	0,02	0,06	0,06	

ـ تحليل الجدول السابق :

ـ عندما يختفي المتفاعل (1) $NaHCO_3$ تماما ، فإن : $0,06 - x = 0 \Rightarrow x = 0.06\ mol$

وعندما نعوض قيمة $x = 0.06\ mol$ في $0,08 - x = 0$ نجد : $x = 0,02\ mol$

ـ عندما يختفي المتفاعل (2) AH تماما ، فإن : $0,08 - x = 0 \Rightarrow x = 0,08\ mol$

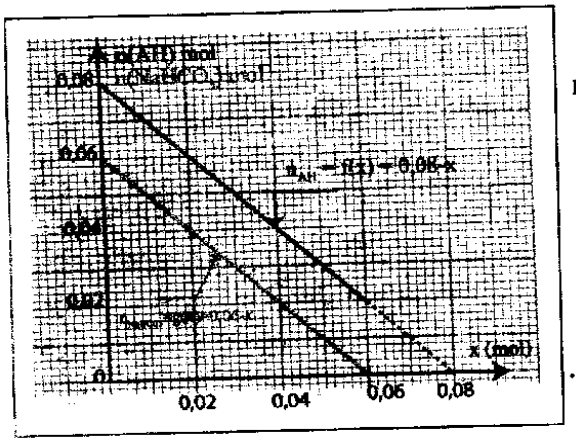
لو أخذنا $x = 0,08\ mol$ وعوضناها في المعادلة : $0,06 - x = 0$ لأعطت $x = -0,02\ mol$ و هي قيمة سالبة (مرفوضة)

إذن $NaHCO_3$ يختفي تماما قبل AH و منه تكون قيمة التقدم النهائي هو: $x_f = 0,06\ mol$ ، و يسمى $NaHCO_3$ المتفاعل المحد (Réactif limitant) .

ـ حساب حجم CO_2 الناتج : $n = V / V_M \Rightarrow V = n \cdot V_M = 0,06 \cdot 24 = 1,44\ L$

ـ كتلة الحمض المتبقى عند نهاية التفاعل : $n = m / M \Rightarrow m = n \cdot M = 0,02 \cdot 60 = 1,2\ g$

7ـ مثل في نفس المعلم البيانين $n\ NaHCO_3 = f(x)$ ، $n\ AH = g(x)$ ثم تأكد من النتائج السابقة .



التمثيل البياني للتحول فعل الخل على هيدروجينوكربونات الصوديوم :

يمكن التعبير عن تطور هذا التفاعل الكيميائي بيانيا ، بتمثيل تغير كمية المتفاعلات بدلالة التقدم x ، أي العلاقة : $n_{AH} = f(x) = 0,08 - x$ و $n\ NaHCO_3 = g(x) = 0,06 - x$.

• نرسم في نفس المعلم البيانين الممثلين لتغيرات كمية المادة لكل متفاعل بدلالة تقدم التفاعل x :

$n_{AH} = f(x) = 0.08 - x$ ، $n\ NaHCO_3 = g(x) = 0.06 - x$

أنظر الشكل المقابل .

• عندما : $x = 0,06\ mol$ فإن $n_{NaHCO3} = 0$ و $n_{AH} = 0,02\ mol$.

إذن : $NaHCO_3$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل AH .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي $x_f = 0,06\ mol$

تمـــاريـــن

التمرين ـــ1

في الحالة الإبتدائية للجملة الكيميائية يكون التقدم ..... و يكون ..... عند الحالة النهائية .

- **يسمح تقدم التفاعل من معرفة ... ... لجملة خلال تحول كيميائي .**
- **المتفاعل المحد هو المتفاعل الذي ... عند نهاية التحول .**

الحـــل ـــ1

في الحالة الإبتدائية للجملة الكيميائية يكون التقدم معدوما و يكون أعظميا عند الحالة النهائية .

- يسمح تقدم التفاعل من معرفة تطور التفاعل الجملة خلال تحول كيميائي .

المتفاعل المحد هو المتفاعل الذي ينعدم عند نهاية التحول .

التمرين ـــ2

صحيح أم خطأ

ليكن التفاعل ذو المعادلة : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

إستعملنا في الحالة الإبتدائية 2 مول من H_2 ، و 2 مول من O_2 .

أ) المعاملات الستيكيومترية مناسبة في المعادلة .

ب) المتفاعل المحد هو ثنائي الأكسجين .

ج) عند نهاية التفاعل يتشكل 2 مول من الماء .

د) المتفاعل المحد هو ثنائي الهيدروجين .

الحـــل ـــ2

ليكن التفاعل ذو المعادلة : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

إستعملنا في الحالة الإبتدائية 2 مول من H_2 و 2 مول من O_2 .

أ) المعاملات الستيكيومترية مناسبة في المعادلة . **خطأ**

ب) المتفاعل المحد هو ثنائي الأكسجين . **خطأ**

ج) عند نهاية التفاعل يتشكل 2 مول من الماء . **صحيح**

د) المتفاعل المحد هو ثنائي الهيدروجين . **صحيح**

التمرين ـــ3

أ) عرف المتفاعل المحد لتحول كميائي . هل هو المتفاعل المستعمل بزيادة أو بنقصان ؟

ب) ما هي أهمية جدول تقدم التفاعل ؟

الحـــل ـــ3

أ) المتفاعل المحد لتحول كميائي : هو المتفاعل الذي ينتهي كليا أثناء التحول الكيميائي و يكون عندئذ التقدم أعظميا .
و هو المتفاعل المستعمل بنقصان .

التمرين ـــ4

نضع فوق كفة ميزان إلكتروني دورقا و كأسا صغيرا . نسكب في الدورق 20 ml من الخل ($C_2H_4O_2$) درجته 8° و تركيزه المولي $C = 1,33\ mol/L$. نضع في الكأس كتلة مقدارها 0,810 g من هيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ فيشير الميزان على القيمة 20,810 g . ندخل الكأس داخل الدورق ، ثم نحرف الدورق ليسقط الكأس بما فيه ، مما يسمح للخل من ملامسة هيدروجينوكربونات الصوديوم . نلاحظ مباشرة ظهور فوران (انطلاق فقاعات غازية) . عند إنتهاء الفوران يشير الميزان إلى قيمة 20,406 g .

أ) عين كمية المادة لكل متفاعل في الحالة الإبتدائية .

ب) استعمل جدول تقدم التفاعل لتعيين المتفاعل المحد والتقدم النهائي .

جـ) عين من خلال التجربة كمية المادة للغاز المنطلق . هل هذه النتيجة تتوافق مع نتائج جدول التقدم التفاعل ؟

الحـل ــ4

أ) تعيين كمية المادة لكل متفاعل في الحالة الإبتدائية :

ــ كمية المادة للخل $n\ CH_3COOH$: $n\ CH_3COOH = C \cdot V = 1,33 \cdot 0,020 = 0,027\ mol$.

ــ كمية المادة لهيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_3$: $\mathbf{n\ NaHCO_3 = m / M = 0,810 / 84 = 0,0096\ mol}$.

ب) استعمال جدول تقدم التفاعل لتعيين المتفاعل المحد والتقدم النهائي :

معادلة التفاعل	$NaHCO_{3\ (S)} + CH_3COO^-_{(aq)} + H^+(aq) \rightarrow CO_{2\ (g)} + Na^+(aq) + CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				
حالة الجملة	$n\ NaHCO_3$ (mol)	$n\ AH_{(aq)}$ (mol)	$n\ CO_2$ (mol)	n NaA(mol)	
الحالة الإبتدائية	0,0096 mol	0,027 mol	0	0	
الحالة الإنتقالية	0,0096 - x	0,027 - x	x	x	
الحالة النهائية	0	0,017	0,0096	0,0096	

ــ المتفاعل المحد هو $NaHCO_3$ والتقدم النهائي $x = 0,0096\ mol$

و هي كمية المادة لثنائي أكسيد الفحم CO_2 الناتج : $n\ CO_2 = 0,0096\ mol$

جـ) تعيين كمية المادة للغاز المنطلق من خلال التجربة : Mol

$m\ CO_2 = 20,810 - 20,406 = 0,404\ g \Rightarrow n\ CO_2 = 0,404/44 = 0,0092$

ــ هذه النتيجة تتوافق مع نتائج جدول التقدم التفاعل بشكل تقريبي و هذا راجع لأخطاء المجرب و أخطاء أجهزة القياس .

التمرين ــ5

يحتوي دورق 112 mL من ثنائي الكلور Cl_2 (مقاسا في الشرطين النظاميين) . ندخل قطعة مشتعلة من الصوديوم Na كتلتها $m_{Na} = 2,3\ g$ في الدورق ، فنلاحظ تشكل كلور الصوديوم NaCl الصلب .

أ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول .

ب) عين كمية المادة للمتفاعلات في الحالة الإبتدائية .

جـ) مثل جدول تقدم التفاعل ثم إستنتج التقدم النهائي .

الحـل ــ5

أ) كتاب معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $2\ Na\ (s) + Cl_2\ (g) \rightarrow 2\ NaCl\ (s)$

ب) تعيين كمية المادة للمتفاعلات في الحالة الإبتدائية :

ــ كمية المادة لثنائي الكلور Cl_2 : $n = V / V_M = 0,112 / 22,4 = 0,005\ mol$.

ــ كمية المادة للصوديوم Na : $n = m / M = 2,3 / 23 = 0,1\ mol$.

جـ) تمثيل جدول تقدم التفاعل ثم استنتاج التقدم النهائي :

معادلة التفاعل		$2\ Na_{(S)}$ +	$Cl_{2\ (g)}$ →	$2\ NaCl_{(S)}$
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Na	$n\ Cl_2$	n NaCl
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,1	0,005	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,1 - 2 x	0,005 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,005$	0,09	0	0,01

عندما $x = 0,005\ mol$ فإن $n\ Cl_2 = 0$ ؛ و $n\ Na = 0,09\ mol$

إذن : ثنائي الكلور Cl_2 هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الصوديوم Na .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,005\ mol$

التمرين ــ6

يحترق الحديد Fe في ثنائي أكسيجين الهواء فينتج أكسيد الحديد المغناطيسي Fe_2O_3 الصلب .
أ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .
ب) ما هي كمية مادة الحديد الواجب استعمالها للحصول على 0,2 mol من أكسيد الحديد .
جـ) ما هي كمية المادة لثنائي الأكسجين الضرورية لهذا التحول ؟

الحـل ــ6

أ) كتابة معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $4\ Fe\ (s) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ Fe_2O_3(s)$

ب) كمية مادة الحديد الواجب استعمالها للحصول على 0,2 mol من أكسيد الحديد .

$$\left.\begin{array}{l} 4\ mol\ (Fe) \rightarrow 2\ mol\ (Fe_2O_3) \\ n\ mol \rightarrow 0{,}2\ mol\ (Fe_2O_3) \end{array}\right\} \Rightarrow n = (4 \times 0{,}2)/\ 2 = 0{,}4\ mol$$

جـ) كمية المادة لثنائي الأكسجين الضرورية لهذا التحول :

$$\left.\begin{array}{l} 4\ mol\ (Fe) \rightarrow 3\ mol\ (O_2) \\ 0{,}4\ mol \rightarrow n\ mol\ (O_2) \end{array}\right\} \Rightarrow n = (3 \times 0{,}4)/\ 4 = 0{,}3\ mol$$

التمرين ــ7

تمزج في أنبوب ثنائي الهيدروجين H_2 و الهواء .
(يمكن إعتبار إن الهواء يتكون أساسا من 80% ثنائي الآزوت N_2 و 20% ثنائي الأكسجين O_2) .
ندخل في الأنبوب بضع بلورات من $CuSO_4$ الجاف الأبيض فتبقى بيضاء ، نقرب لهبا إلى فوهة الأنبوب فنسمع فرقعة .
أ) صف الجملة في حالتها الإبتدائية .
ب) لماذا يحتاج التحول الكيميائي لشرارة أو لهب ؟
جـ) من بين الأنواع الكيميائية التالية : CH_4 ، H_2O ، Cl_2 ، NO_2 ، NO ، CO_2 ،
ما هي التي يمكن أن توجد بعد الفرقعة في الأنبوب ؟ و لماذا ؟
د) كيف يصبح لون بلورات $CuSO_4$ ؟ ماذا يمكن استنتاجه ؟
هـ) صف الحالة النهائية للجملة .

الحـل ــ7

أ) وصف الجملة في حالتها الإبتدائية :

الحالة الإبتدائية
ــ غاز الآزوت N_2 (g)
ــ غاز الهيدروجين H_2 (g)
ــ غاز الأوكسجين O_2 (g)

ب) يحتاج التحول الكيميائي لشرارة أو لهب كوسيط يساعد على تحطيم الروابط الكيميائية بين الذرات H_2 ، O_2 لتختفي أنواع كيميائية H_2 ، O_2 ثم يعاد ارتباط هذه الذرات بشكل آخر لتتشكل خلالها أنواع كيميائية أخرى H_2O .

جـ) من بين الأنواع الكيميائية التالية : CH_4 ، H_2O ، Cl_2 ، NO_2 ، NO ، CO_2 ،
التي يمكن أن توجد بعد الفرقعة في الأنبوب هي H_2O .
بعد الفرقعة في الأنبوب يحدث تفاعل بين غاز الهيدروجين H_2 و غاز الأكسجين O_2 ليتشكل خلالها الماء H_2O .

$$2\ H_2\ (g) + O_2\ (g) \rightarrow 2\ H_2O(l)$$

د) يصبح لون بلورات $CuSO_4$ أزرق . ما يمكن استنتاجه : تشكل جزيئات الماء بعد الفرقعة .
هـ) و صف الحالة النهائية للجملة :

الحالة النهائية
ــ غاز الآزوت N_2 (g) لم يدخل في التفاعل
ــ الماء H_2O (l)

التمرين ــ8

نحضر غاز النشادر انطلاقا من ثنائي الهيدروجين و ثنائي الأزوت ، يعطى جدول تقدم التفاعل كالتالي :

المعادلة		$3\ H_2\ (g)$ + $N_2\ (g)$ → $2\ NH_3\ (g)$		
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n H_2	n N_2	n NH_3
الحالة الابتدائية t = 0		4	9	
الحالة الإنتقالية t	x			2
الحالة النهائية				

1 ــ ليكن x تقدم التفاعل ، اكمل الجدول السابق .

2 ــ هل يوجد متفاعل محد ؟

الحـل ــ8

1ــ حتى نكمل الجدول نحسب أولا التقدم x في الحالة الإنتقالية : $2\ x = 2 \Rightarrow x = 1$

المعادلة		$3\ H_2\ (g)$ + $N_2\ (g)$ → $2\ NH_3\ (g)$		
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n H_2	n N_2	n NH_3
الحالة الابتدائية t = 0	0	4	9	0
الحالة الإنتقالية t	x = 1	4 - 3 x = 1	9 - x = 8	2 x = 2
الحالة النهائية	x_m = 1,33	0	7,67	2,66

2ــ نحسب التقدم الأعظمي أو النهائي لمعرفة المتفاعل المحد :

عندما $x = 1,33$ mol فإن $n\ H_2 = 0$ ؛ و $n\ N_2 = 7,67$ mol

إذن : ثنائي الهيدروجين H_2 هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل الأزوت N_2 .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 1,33$ mol

التمرين ــ9

عندما نغمس صفيحة من النحاس Cu في محلول نترات الفضة $Ag^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq)$ ، يحدث للجملة الكيميائية تحول كيميائي ينمذج بالتفاعل ذي المعادلة التالية : $Cu\ (s) + Ag^+\ (aq) \rightarrow Cu^{+2}\ (aq) + Ag\ (s)$

ــ نضع 0,127 g من Cu في 20 mL من محلول نترات الفضة ذي التركيز المولي C = 0,15 mol/L

أ) اكتب جدول تقدم التفاعل

ب) ارسم في نفس المعلم المنحنيين $n_{Ag^+} = g(x)$ ، $n_{Cu} = f(x)$.

جـ) استعمل هذه البيانات لتحديد المتفاعل المحد .

د) كيف يمكن أن نكشف عن وجود الشوارد Cu^{+2} في الحالة النهائية للجملة ؟

هـ) صف الجملة في الحالة النهائية .

و) عند نهاية التحول ، ما هي كتلة الفضة المترسبة و ما هو التركيز المولي للمحلول بشوارد Cu^{+2} ؟

الحـل ــ9

أ) كتابة جدول تقدم التفاعل :

ــ تعيين كمية المادة للمتفاعلات في الحالة الإبتدائية : $Cu\ (s) + 2\ Ag^+\ (aq) \rightarrow Cu^{+2}\ (aq) + 2\ Ag\ (s)$

ــ كمية المادة لشوارد الفضة Ag^+ : $n = C \cdot V = 0,15 \cdot 0,02 = 0,003$ mol .

ــ كمية المادة للنحاس Cu : $n = m / M = 0,127 / 63,5 = 0,002$ mol .

ــ تمثيل جدول تقدم التفاعل ثم استنتاج التقدم النهائي :

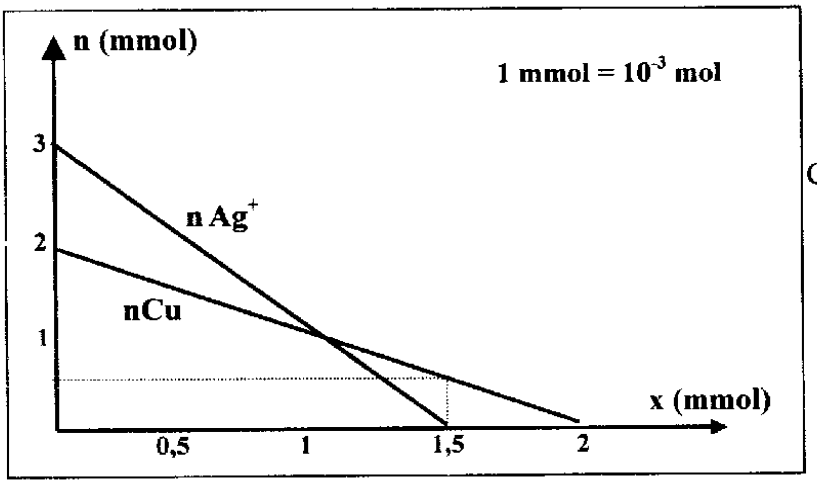
معادلة التفاعل		$Cu\ (s) + 2\ Ag^+\ (aq) \rightarrow Cu^{+2}\ (aq) + 2\ Ag\ (s)$			
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Cu	$n\ Ag^+$	$n\ Cu^{2+}$	n Ag
الحالة الابتدائية t = 0	0	0,002	0,003	0	0
الحالة الإنتقالية t	x	0,002 - x	0,003 - 2 x	x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,0015$	0,0005	0	0,0015	0,003

عندما $x = 0,0015\ mol$ فإن $n\ Ag^+ = 0$ ؛ و $n\ Cu = 0,0005\ mol$

إذن : محلول نترات الفضة $Ag^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq)$ هو المتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل النحاس Cu .

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,0015\ mol$

ب) الرسم في نفس المعلم للمنحنيين $n_{Ag+} = g(x)$ ، $n_{Cu} = f(x)$.



جـــ) استعمل البيانات لتحديد المتفاعل المحد :

عندما $x = 0,0015\ mol$ فإن $n\ Ag^+ = 0$ ؛ و $n\ Cu = 0,0005\ mol$ إذن :

محلول نترات الفضة $Ag^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq)$ هوالمتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل النحاس Cu و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 0,0015\ mol$

د) يمكن أن نكشف عن وجود الشوارد Cu^{+2} في الحالة النهائية للجملة :

ـــ ظهور اللون الأزرق . الون الأزرق راجع لوجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول .

ـــ يمكن أن نتأكد من وجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول : بحيث نضيف للمحلول الناتج كمية من محلول الصود فنلاحظ تشكل راسب أزرق الذي يميز هيدروكسيد النحاس II $Cu(OH)_2$ و هذا دليل على وجود شوارد النحاس Cu^{2+} في المحلول .

هـــ) وصف الجملة في الحالة النهائية :

الحالة النهائية

ـــ النحاس الصلب Cu (S) متبقي

ـــ محلول $Cu^{2+}\ (aq)\ (aq) + 2\ NO_3^-\ (aq)$

ـــ الفضة صلب Ag (S) متشكل

و) كتلة الفضة المترسبة عند نهاية التحول : $m = n \cdot M = 0,003 \cdot 107,8 = 0,323\ g$.

ـــ التركيز المولي للمحلول بشوارد Cu^{+2} .: $C = n / V = 0,0015 / 0,02 = 0,075\ mol/L$

التمرين ـــ10

تعتبر نترات الأمونيوم من الأسمدة و تستعمل في المجال الفلاحي من أجل نمو النبات ، تحضر صناعيا من التحول الكيميائي للجملة (محلول حمض الآزوت HNO_3 و غاز النشادر NH_3) .

معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول : $NH_3\ (g) + H^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq) \rightarrow NH_4^+\ (aq) + NO_3^-\ (aq)$

أ) كثافة محلول حمض الآزوت المستعمل $d = 1,5$. ما هي كتلة 1 L من محلول حمض الآزوت ؟

ب) نستعمل المتفاعلات في الشروط الستوكيومترية ، ما هي كتلة كل متفاعل للحصول على 10 t من نترات الأمونيوم ؟

ما هو حينئذ حجم الغاز الضروري لهذا التحول الكيميائي NH_3 ؟ (الحجم المولي $V_M = 24\ L/mol$ في شروط التجربة)

الحـل ــ10

أ) كتلة 1 L من محلول حمض الأزوت : كثافة محلول حمض الأزوت المستعمل d = 1,5 .

$m = \rho \cdot V = 1,5 \cdot 1000 = 1500\ g$.

ب ــ كتلة النشادر للحصول على 10 t من نترات الأمونيوم :

$$\left.\begin{array}{l} m\ g\ (NH_3) \rightarrow 10 \cdot 10^6\ (NH_4NO_3) \\ 17\ g \rightarrow 80\ g\ (S) \end{array}\right\} \Rightarrow m = (17 \times 10^7) / 80 = 2125\ Kg .$$

ــ كتلة حمض الأزوت للحصول على 10 t من نترات الأمونيوم :

$$\left.\begin{array}{l} m\ g\ (HNO_3) \rightarrow 10 \cdot 10^6\ (NH_4NO_3) \\ 63\ g \rightarrow 80\ g\ (S) \end{array}\right\} \Rightarrow m = (63 \times 10^7) / 80 = 7875\ Kg .$$

ــ حجم الغاز الضروري لهذا التحول الكيميائي NH_3 :

$$\left.\begin{array}{l} V\ L\ (NH_3) \rightarrow 10 \cdot 10^6\ (NH_4NO_3) \\ 24\ L \rightarrow 80\ g\ (S) \end{array}\right\} \Rightarrow V = (24 \times 10^7) / 80 = 3000\ m^3 .$$

التمرين ــ11

نضع 1,08 g من الألمنيوم Al في مخبار يحتوي على 4 ml من محلول حمض كلور الماء $H^+(aq) + Cl^-(aq)$ ذي التركيز المولي C = 3,0 mol/L ، فنحصل على ثنائي الهيدروجين و محلول ملحي $Al^{+3}(aq) + 3\ Cl^-(aq)$.

1) اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

2) مثل جدول تقدم التفاعل .

3) كيف يمكن الكشف عن ثنائي الهيدروجين المنطلق ؟ احسب حجمه فرضا أن الشرطين نظاميين .

الحـل ــ11

1) كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول :

$$2\ Al\ (s) + 6\ (H^+ + Cl^-)\ aq \rightarrow 2\ (Al^{3+}(aq) + 3\ Cl^-(aq)) + 3\ H_2(g)$$

2) تمثيل جدول تقدم التفاعل :

نبدأ أولا بترجمة المعطيات ، حيث نحول كتلة الألومنيوم و تركيز حمض الكلور إلى كميات المادة بـــ mol :

$n_{Al} = m / M = 1,08 / 27 = 0,04\ mol$ ، $n\ (H^+ + Cl^-) = C \cdot V = 3 \cdot 0,004 = 0,012\ mol$

معادلة التفاعل		$2\ Al\ (s) + 6\ (H^+ + Cl^-)\ aq \rightarrow 2(Al^{3+}(aq) + 3\ Cl^-(aq)) + 3\ H_2(g)$			
حالة الجملة	التقدم x (mol)	n Al	$n\ (H^+ + Cl^-)$	$n\ (Al^{3+} + 3\ Cl^-)$	$n\ H_2$
الحالة الإبتدائية	0	0,04	0,012	0	0
الحالة الإنتقالية	x	0,04 - 2 x	0,012 - 6 x	2 x	3 x
الحالة النهائية	$x_m = 0,002$	0,036	0	0,004	0,006

3) يمكن الكشف عن ثنائي الهيدروجين المنطلق : تقريب عود ثقاب مشتعل من الغاز فتحدث فرقعة .

ــ حساب حجمه فرضا أن الشرطين نظاميين : $V_{H2} = n \cdot V_M = 0,006 \cdot 22,4 = 0,135\ L$.

التمرين ــ12

في مفاعل صناعي نضع 200 L من غاز الهيدروجين H_2 و 200 L من غاز الأكسجين O_2 (هذه الحجوم مقاسة في الشرطين حيث الحجم المولي $V_m = 24\ L/mol$) .

بواسطة شرارة كهربائية نثير التحول الكيميائي لإصطناع الماء ، نترك الجملة لتعود إلى شرطي الحالة الإبتدائية .

أ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

ب) ارسم في نفس المعلم البيانين $n_{H2} = f(x)$ ، $n_{O2} = g(x)$ ، ثم استنتج التقدم الأعظمي .

جـ) احسب حجم الغاز المتبقي .

الحـــل ــ12

أ) كتاب معادلة التفاعل المنمذج للتحول : $2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,H_2O(l)$

ب) الرسم في نفس المعلم البيانين $n_{H2} = f(x)$ ، $n_{O2} = g(x)$ ، ثم استنتاج التقدم الأعظمي :

ــ تعيين كمية المادة للمتفاعلات في الحالة الإبتدائية :

ــ كمية المادة لغاز الهيدروجين H_2 : $n = V / V_M = 200 / 24 = 8{,}34$ mol .

ــ كمية المادة لغاز الهيدروجين H_2 : $n = V / V_M = 200 / 24 = 8{,}34$ mol .

ــ تمثيل جدول تقدم التفاعل ثم استنتاج التقدم النهائي :

المعادلة		$2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) \rightarrow 2\,H_2O\,(l)$		
حالة الجملة	التقدم x (mol)	$n\,H_2$	$n\,O_2$	$n\,H_2O$
الحالة الابتدائية t = 0	0	8,34	8,34	0
الحالة الإنتقالية t	x	8,34 - 2 x	8,34 - x	2 x
الحالة النهائية	$x_m = 4{,}17$	0	4,17	8,34

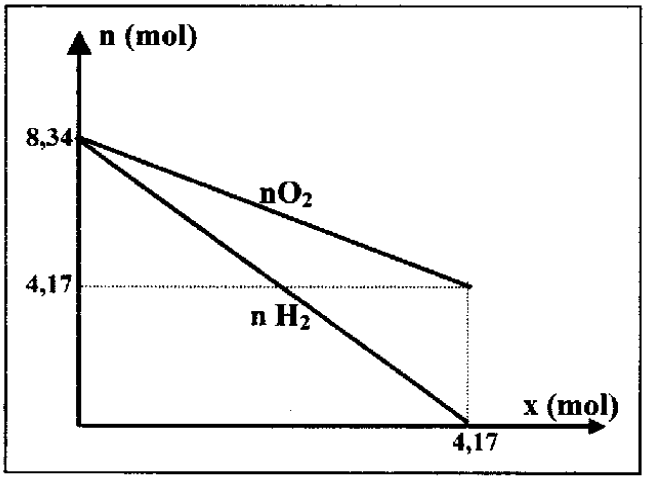
ــ استعمال البيانات لتحديد المتفاعل المحد :

عندما $x = 4{,}17$ mol فإن $n\,H_2 = 0$ ؛

و $n\,O_2 = 4{,}17$ mol إذن :

غاز الهيدروجين H_2 هوالمتفاعل المحد لأنه يختفي تماما قبل غاز الأكسجين O_2.

و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو : $x_f = x_m = 4{,}17$ mol



جـــ) حساب حجم الغاز المتبقى (غاز الأكسجين O_2) :

$V_{O2} = n \cdot V_M = 4{,}17 \cdot 24 = 100$ L .

التمرين ــ13

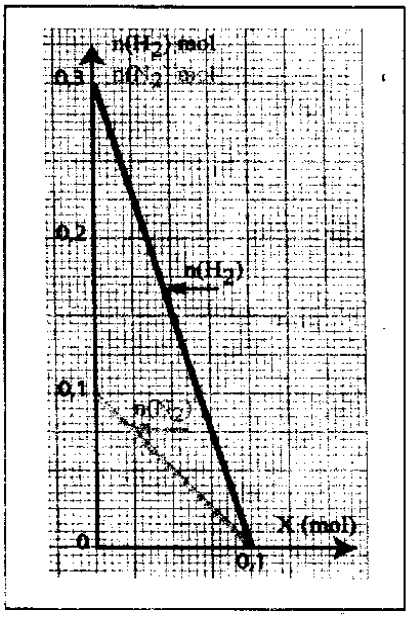
تمثل الوثيقة الآتية تغيرات $n\,N_2$ و $n\,H_2$ بدلالة تقدم التفاعل x ، خلال التحول الكيميائي للجملة (H_2 ، N_2) إلى NH_3 .

1ــ اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول .

2ــ هل يوجد متفاعل محد ؟ برر إجابتك .

3ــ صف الحالة النهائية للجملة .

4ــ مثل البيان $n\,NH_3 = f(x)$



الحـــل ــ13

1ــ كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول :

$3\,H_2\,(g) + N_2\,(g) \rightarrow 2\,NH_3\,(g)$

2ــ استعمال البيانات لتحديد المتفاعل المحد :

عندما $x = 0{,}1$ mol فإن $n\,H_2 = 0$ و $n\,N_2 = 0$ mol إذن :

لا يوجد متفاعل محد لأن غاز الهيدروجين H_2 يختفي تماما في نفس الوقت مع غاز الآزوت N_2 فلا يوجد غاز متبقي عند نهاية التفاعل .

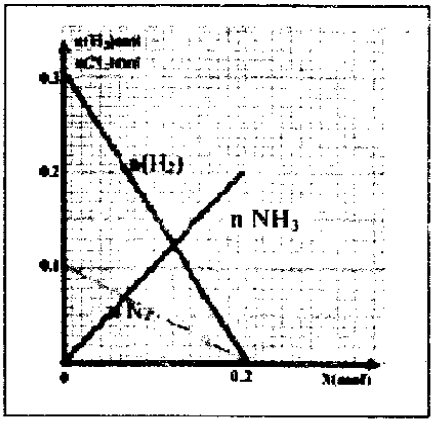
و منه عند نهاية التحول الكيميائي يكون التقدم الأعظمي هو :

$x_f = x_m = 0{,}10$ mol

3ـ وصف الحالة النهائية للجملة :

الحالة النهائية
ـ غاز النشادر NH_3 (g) متشكل

4ـ تمثيل البيان $n\ NH_3 = f(x)$



التمرين ـ14

النيتروبنزن $C_6H_5\ NO_2$ يستعمل في كيمياء التلوين ،
يحضر من فعل حمض الآزوت HNO_3 السائل على البنزن C_6H_6 السائل .
أ) اكتب معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول
ب) الخليط الإبتدائي يحتوي 0,80 mol من البنزن و 1,30 mol من حمض الآزوت . بالإستعانة بجدول تقدم التفاعل ، عين :
- **التقدم الأعظمي و كذلك المتفاعل المحد .**
- **كمية المادة لكل نوع كيميائي متواجد في الحالة النهائية للجملة .**

جـ) نعتبر الآن خليط يتكون من 0,65 mol من البنزن و n(mol) من حمض الآزوت .
عين n حتى يكون الخليط في الشروط الستوكيومترية .

الحـل ـ14

أ) كتابة معادلة التفاعل المنمذج لهذا التحول : $C_6H_6\ (l) + HNO_3\ (l) \rightarrow C_6H_5\ NO_2 + H_2O$

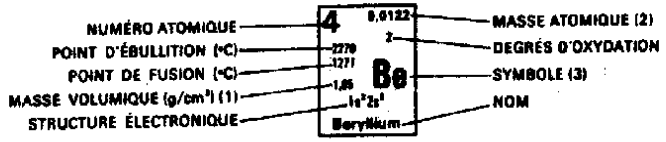
ـ التقدم الأعظمي و كذلك المتفاعل المحد و كمية المادة لكل نوع كيميائي متواجد في الحالة النهائية للجملة :

معادلة التفاعل		$C_6H_6\ (l) + HNO_3\ (l) \rightarrow C_6H_5\ NO_2 + H_2O$			
حالة الجملة	التقدم x (mol)	$n\ C_6H_6$	$n\ HNO_3$	$n\ (C_6H_5\ NO_2)$	
الحالة الإبتدائية	0	0,80	1,30	0	
الحالة الإنتقالية	x	0,80 - x	1,30 - x	x	
الحالة النهائية	$x_m = 0,80$	0	0,5	0,5	

جـ) نعتبر الآن خليط يتكون من 0,65 mol من البنزن و n(mol) من حمض الآزوت .
تعيين n حتى يكون الخليط في الشروط الستوكيومترية :
حسب معادلة التفاعل الكيميائية فإن النسب المولية التي تتفاعل بها المتفاعلات هي :1 mol من البنزن C_6H_6 مع 1 mol من حمض الآزوت HNO_3 ، أما النسب المولية التي تتشكل بها النواتج فهي : 1 mol من النيتروبنزن $C_6H_5\ NO_2$ مع 1 mol من الماء .
أي حتى يكون الخليط في الشروط الستوكيومترية تتساوى كمية المادة للحمض و البنزن .
و بما أن كمية المادة للبنزن تساوي 0,65 mol فإن كمية المادة لحمض الآزوت تساوي : $n = 0,65$ mol

CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

PÉRIODE ▼ — GROUPE



LÉGENDE

Notes : (1) Les valeurs données pour les éléments gazeux correspondent à la densité du liquide au point d'ébullition.
(2) Basé sur le ^{12}C ; les parenthèses ( ) indiquent l'isotope le plus stable ou le plus répandu.
(3) Noir = solide ; bleu = gaz ; grisé = liquide ; éclairé = préparé par synthèse.
(4) Proposé, mais non accepté officiellement.

	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	GAZ RARES
1	1 H Hydrogène																	2 He Hélium
2	3 Li Lithium	4 Be Béryllium											5 B Bore	6 C Carbone	7 N Azote	8 O Oxygène	9 F Fluor	10 Ne Néon
3	11 Na Sodium	12 Mg Magnésium											13 Al Aluminium	14 Si Silicium	15 P Phosphore	16 S Soufre	17 Cl Chlore	18 Ar Argon
4	19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titane	23 V Vanadium	24 Cr Chrome	25 Mn Manganèse	26 Fe Fer	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Cuivre	30 Zn Zinc	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsenic	34 Se Sélénium	35 Br Brome	36 Kr Krypton
5	37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdène	43 Tc Technétium	44 Ru Ruthénium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium	47 Ag Argent	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Etain	51 Sb Antimoine	52 Te Tellure	53 I Iode	54 Xe Xénon
6	55 Cs Césium	56 Ba Baryum	57 La Lanthane	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantale	74 W Tungstène	75 Re Rhénium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platine	79 Au Or	80 Hg Mercure	81 Tl Thallium	82 Pb Plomb	83 Bi Bismuth	84 Po Polonium	85 At Astate	86 Rn Radon
7	87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac** Actinium															

* 6	58 Ce Cérium	59 Pr Praséodyme	60 Nd Néodyme	61 Pm Prométhium	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium	66 Dy Dysprosium	67 Ho Holmium	68 Er Erbium	69 Tm Thulium	70 Yb Ytterbium	71 Lu Lutécium
** 7	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Américium	96 Cm Curium	97 Bk Berkélium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendélévium	102 No Nobélium	103 (Lw) (Laurencium)

الفهـــرس

التماسك في المادة و في الفضاء 4
تمارين 11
الظواهر الضوئية 19
انكسار الضوء 21
انحراف الضوء بالموشور 32
تمارين 37
الضوء الأبيض و الضوء وحيد اللون 44
قوس قزح (عمل مخبري) 50
تمارين 51
الأطياف الضوئية 55
أطياف الإصدار و أطياف الإمتصاص 56
تمارين 66
نحو استقرار الذرات 72
الجدول الدوري للعناصر 74
الجدول الدوري للعناصر (عمل مخبري) 81
تمارين 83
نموذج لويس و الرابطة التكافئية 91
تمارين 97
المقادير المولية و كمية المادة 104
كيفية أخذ كمية مادة (عمل مخبري) 108
الحجم المولي لغاز ــ كمية المادة لغاز 109
قياس الحجم المولي (عمل مخبري) 111
قانون أفوغادرو ــ أمبير 112
تمارين 114
التركيز المولي لمحلول مائي 119
تحضير محلول بتركيز معين (عمل مخبري).....121
تمارين.....125
المقاربة الكمية للتحول الكيميائي 132
المقاربة الكمية للتحول الكيميائي (عمل مخبري) 136
تمارين 140
تقدم التفاعل و حصيلة المادة 147
التحقق من نموذج لتحول كيميائي (عمل مخبري).....155
تعيين التركيز المولي المجهول لمحلول 158
حصيلة المادة للتحول الكيميائي (عمل مخبري) 162
تمارين 164