الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب.	**الأستاذ:** .....
المجال: التطورات الرتيبة.	**الثانوية:** .....
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية	**الموسم الدراسي:** 2022/2021
	المدة الاجمالية: 16 ساعة و3ع م تقني رياضي مع 12 ساعة ع ت

مؤشرات الكفاءة:	1- يفسر بواسطة القانون الثاني لنيوتن حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية. 2- يعرف مميزات دافعة أرخميدس. 3- يفسر بواسطة معادلة تفاضلية حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء. 4- يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.
البطاقات التجريبية:	1- نشاط لاصفي توثيقي يتناول تاريخ ميكانيك نيوتن والتطرق لبعض المفاهيم الأساسية. 2- كتابة نص القانون الأول والثاني لنيوتن.مفهوم التسارع والقانون الثاني لنيوتن. 3- تفسير حركة الكواكب أو الاقمار الاصطناعية بقوانين نيوتن وكبلر. 4- دراسة القوى المؤثرة على جسم صلب خلال سقوطه في الهواء والسقوط الحر. 5- دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل.
مراحل سير الوحدة:	مراحل سير الوحدة: **1- مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن** المفاهيم الأساسية في الميكانيك 1-1- القوانين الثلاثة لكبلر 2-1- القوانين الثلاثة لنيوتن **2- شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي** 1-2- خواص الحركة الدائرية المنتظمة 2-2- تفسير حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية بقوانين نيوتن وكبلر. **3- دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء** نموذج السقوط الحر أ-السقوط الحر ب-حركة مركز عطالة جسم في سقوط حر **4- تطبيقات قانون نيوتن الثاني:** دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل
المراجع:	الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة -وثائق الأنترنت
التقويم:	تمارين هادفة من الكتاب المدرسي تحقق الكفاءات المستهدفة

البطاقة التربوية للدرس 1

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب. **المجال:** التطورات الرتيبة. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية **الموضوع:** القوانين الثلاث لنيوتن ومفهوم التسارع وشرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي	**الأستاذ:** ..... **الثانوية:** ..... **الموسم الدراسي:** 2022/2021 **المدة الزمنية:** 4 حصص مدة كل حصة 60 دقيقة
مؤشرات الكفاءة: 1- التعرف على قوانين كبلر وكتابة قوانين نيوتن. 2- يدرس حركة الكواكب أو الاقمار الاصطناعية باستعمال قانون نيوتن الثاني. 3- عرض محاكاة حول حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية مع إبراز خواص الحركة الدائرية المنتظمة.	**النشاطات المقترحة:** 1- نشاط توثيقي يتناول تاريخ ميكانيك نيوتن والتطرق لبعض المفاهيم. 2- محاكاة حول حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية.

المدة	مراحل سير الدرس
	عناصر الدرس:
60 د	**1-مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن** - القوانين الثلاثة لكبلر
60 د	- القوانين الثلاثة لنيوتن
	2-شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي
60 د	2-1-خواص الحركة الدائرية المنتظمة.
60 د	2-2-تفسير حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية بقوانين نيوتن وكبلر.

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	نشاط الأستاذ
1- استرجاع المعلومات والكفاءات القبلية للسنة الأولى ثانوي 2- دراسة وثيقة تاريخية ص242 3- يحلل نصا تاريخيا متعلق بمجال الميكانيك. 4- يتذكر شعاع الموضع وشعاع السرعة والقانونين الأول والثالث لنيوتن ويمثل شعاع التسارع. 5- يتذكر خواص الحركة الدائرية المنتظمة. 6- يطبق قانون 2 لنيوتن على حركة الكواكب أو الأقمار الاصطناعية. 7- يكتب قوانين نيوتن وكبلر	1- يطرح بعض الإشكاليات حول تاريخ ميكانيك نيوتن. 2- يعطي قوانين نيوتن الأول والثالث المدروسة في الجذع المشترك 3- يقدم قانون نيوتن الثاني ويعرف شعاع التسارع ويوجه الإجابات ويصححها. 4- يفسر للتلاميذ حركة الكواكب أو الأقمار الاصطناعية بالقانون الثاني لنيوتن.
المراجع: الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	**الوسائل المستعملة:** محاكات لحركة قمر اصطناعي – حاسوب محمول – جهاز عرض

وثيقة التلميذ أنشطة لا صفية ومكتسبات قبلية

1-مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن: عرف تاريخ الميكانيك بأربع مراحل أساسية تخللتها بعض أهم الاعمال منها:

- أعمال أرسطو: لكل من الميكانيك الفلكية والأرضية قوانين خاصة بها والأرض مركز الكون وكانت قوانينه معتمدة على الحدس.
- أعمال كوبرنيك: وضع فرضية النظام الهيليومركزي ووضع 48 مسار دائري لحركة الكواكب بسرعة ثابتة.
- أعمال كبلر: عمل بالنظام الهيليومركزي ورسم الكواكب بسبعة مدارات اهليليجية لا دائرية بسرعة غير ثابتة.
- أعمال نيوتن: وحد الميكانيك الفلكية والميكانيك الأرضية ووضع قانون الجذب العام وقوانينه الثلاث تدرس لاحقا.

2-المفاهيم الأساسية في الميكانيك:

- النقطة المادية: هي كل جسم مهمل الأبعاد الهندسية بالنسبة للمرجع الذي يدرس فيه.
- الجملة المادية: هي مجموعة من النقاط المادية المرتبطة فيما بينها (مطرقة، كرسي، قسم، سيارة ...).
- مركز العطالة: هو نقطة من الجسم أو الجملة المادية وتسمى كذلك مركز الكتلة تتبعه في كل تنقلاته.
- أنواع المعالم:

المعلم الخطي	المعلم المستوي	المعلم الفضائي
يتكون من مستقيم موجه له مبدأ وشعاع وحدة (O,x) تدرس فيه الحركات المستقيمة	يتكون من تعامد مستقيمين موجهين (O,x,y) تدرس فيه الحركات (المنحنية).	يتكون من تعامد 3 مستقيمات موجهة (O,x,y,z) تدرس فيه الحركات الفضائية.

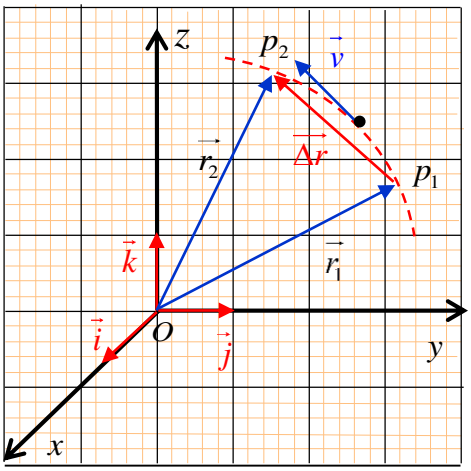
- أنواع المراجع العطالية:

1-المرجع هيليومركزي (مركزي شمسي) مركزه الشمس ومحاوره تتجه الى ثلاث نجوم نعتبرها ساكنة وهو مرجع عطالي بامتياز لأن مدة حركة دوران الشمس صغيرة جدا (تكاد تكون ساكنة) أمام حركة دوران الأرض حول الشمس

2-المرجع المركزي الأرضي معلم له مبدأ في مركز الأرض ومحاوره تتجه الى ثلاث نجوم نعتبرها ساكنة وهو مرجع غاليلي.

3-المرجع السطحي الأرضي وهو معلم مرتبط بسطح الأرض ويسمح بدراسة معظم الحركات الجارية على الأرض خلال مدات زمنية قصيرة مقارنة بمدة دوران الأرض.

شعاع الموضع: هو الشعاع الذي يشير إلى الجسم أثناء تنقله في معلم وتتغير



مركباته بحسب المعلم ويعطى في المعلم الفضائي بالعلاقة: $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + zk$

شعاع السرعة: يعرف كما يلي $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d(x\vec{i}+y\vec{j}+zk)}{dt} = \frac{dx}{dt}i + \frac{dy}{dt}j + \frac{dz}{dt}k$

وقيمتها تعطى بالعلاقة $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

شعاع التسارع: يعبر عن تغير السرعة خلال مدة زمنية معينة

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2r}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}j + \frac{d^2z}{dt^2}k \Rightarrow a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

مثال:

تتغير وضعية نقطة مادية من $\vec{P_2} = (4\vec{i} - \vec{j} - 3k)m$ الى $\vec{P_1} = (3\vec{i} - 2\vec{j} - k)m$

خلال مدة زمنية قدرها $t = 2s$

شعاع السرعة اللحظية. لدينا

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}k$$

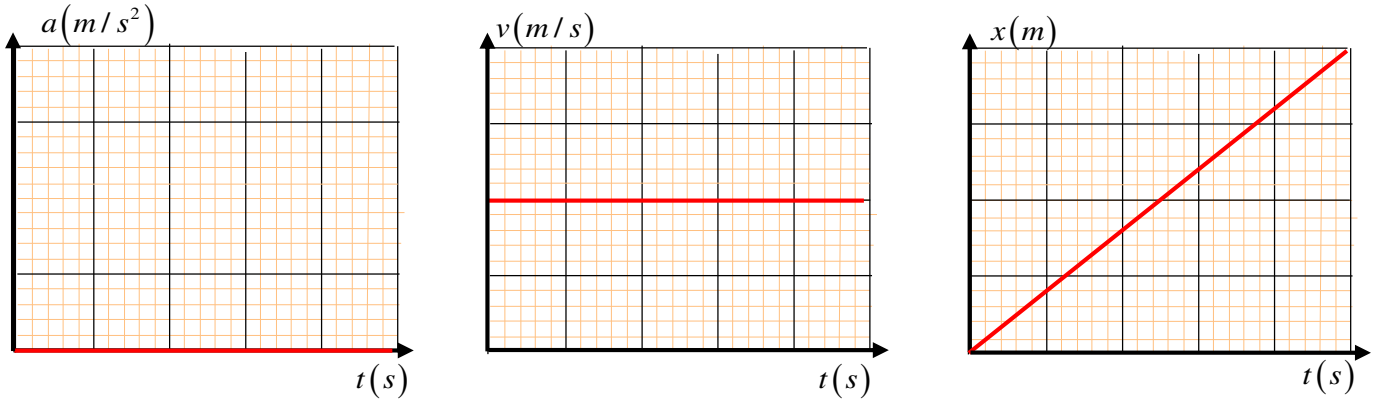
$$\vec{v} = \frac{(4-3)}{2}\vec{i} + \frac{(-1+2)}{2}\vec{j} + \frac{(-3+1)}{2}k = \frac{1}{2}i + \frac{1}{2}i - k$$

طويلة السرعة تعطى بالعلاقة $\|v\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ اذن $\|v\| = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + (1)^2} = 1,22m/s$

3-الميكانيك والحركة:

الحركة المستقيمة المنتظمة:

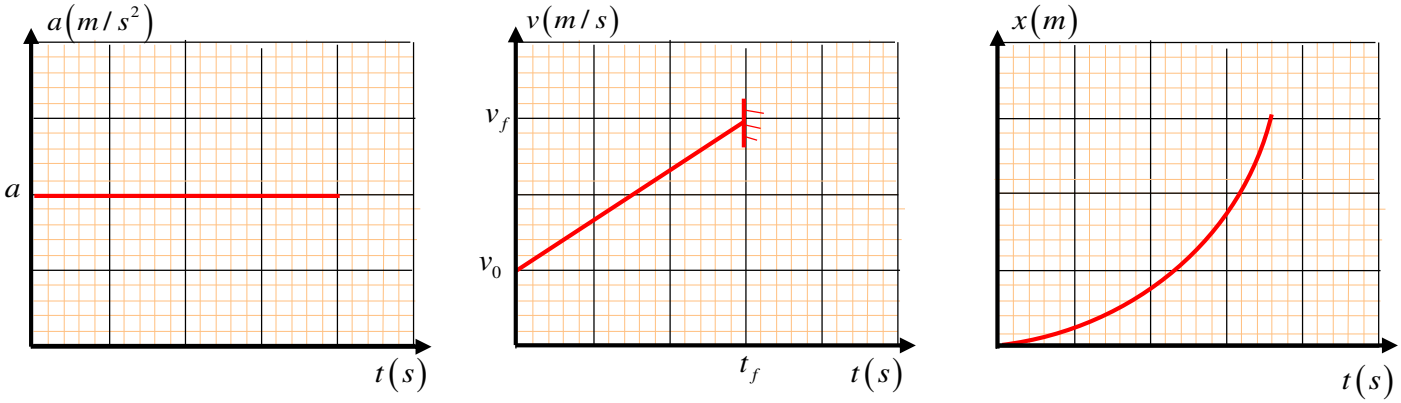
معادلة المسافة	السرعة ثابتة	التسارع معدوم
$x(t)=v.t$	$v_0 \neq 0$	$a=0$
بيان المسافة	بيان السرعة	بيان التسارع



ملاحظة: نستطيع حساب السرعة من بيان المسافة بدلالة الزمن وتساوي قيمة ميل البيان عند أي لحظة زمنية $v=\frac{dx}{dt}$

الحركة المستقيمة المتغيرة:

معادلة المسافة	معادلة السرعة	التسارع غير معدوم
$x(t)=\pm\frac{1}{2}a.t^2+v_0.t+x_0$	$v(t)=\pm a.t+v_0$	$a\neq 0$
بيان المسافة (حركة متسارعة)	بيان السرعة (حركة متسارعة)	بيان التسارع (حركة متسارعة)



بعض القوانين والحسابات البيانية المهمة في الحركة المستقيمة المتغيرة:

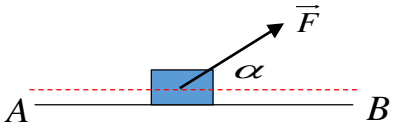
1-لحساب المسافة المقطوعة من بيان السرعة نحسب مساحة الحيز المحصور بين اللحظات الزمنية المعطاة.

2-لحساب التسارع من بيان السرعة نقوم بحساب ميل البيان $a=\frac{dv}{dt}$

3-تعطى العلاقة بين السرعتين الابتدائية والنهائية والتسارع والمسافة المقطوعة بالعبارة: $v^2-v_0^2=2.a.(x-x_0)$ (علاقة محذوفية الزمن).

4-الميكانيك والطاقة:

1-عمل قوة ثابتة (حالة حركة انسحابية): $W_{AB}(\vec{F})=F.AB.\cos\alpha$



حالات خاصة:

عمل الثقل (لا يتعلق بالانتقال): $W_{AB}(\vec{p})=\pm m.g.h$ عمل رد الفعل: $W_{AB}(\vec{R})=0$ عمل الاحتكاك (مقاوم): $W_{AB}(\vec{f})=-f.AB$

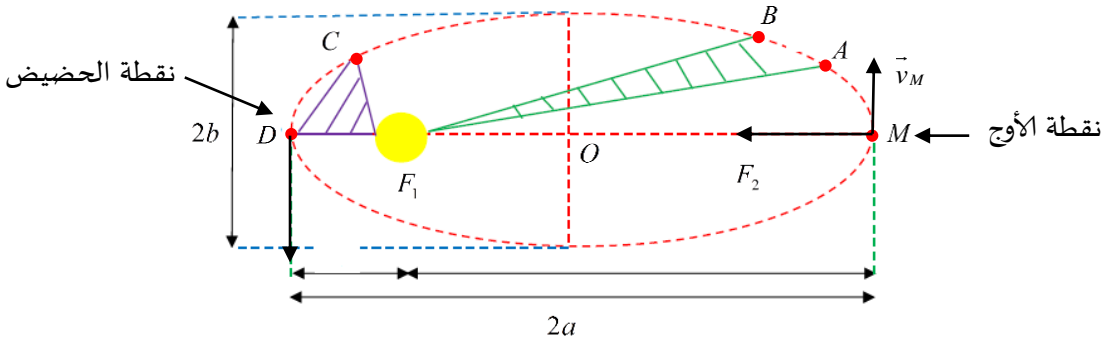
2-مبدأ انحفاظ الطاقة: أولا عبارات بعض أشكال الطاقة

عبارة الطاقة الحركية: $E_C=\frac{1}{2}mv^2$ عبارة الطاقة الكامنة الثقالية: $E_{pp}=m.g.h$ عبارة الطاقة الكامنة المرونية: $E_{pe}=\frac{1}{2}kx^2$

نص المبدأ: الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلة (المكتسبة) – الطاقة المقدمة(المفقودة) = الطاقة النهائية

1-مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن: ارجع للوثيقة المرفقة المقدمة.

1-1-القوانين الثلاثة لكبلر:



القانون الأول: تتحرك الكواكب في مدارات إهليلجيه (مسار بيضوي) يتميز بمحرقين F_1, F_2 توجد الشمس في أحدهما.

القانون الثاني: المستقيم بين الكوكب والشمس يمسح مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية. أي المساحة الممسوحة بين النقطتين A و B تساوي المساحة الممسوحة بين النقطتين C و D

القانون الثالث: مربع الدور لمدار الكوكب يتناسب طردا مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس ويعطى بالعلاقة: $T^2 = ka^3$

حيث k ثابت كيبلر $k = \frac{4\pi^2}{G.M}$ نبرهن عليه لاحقا

بعض خصائص المسار الاهليليجي:

- يمثل الطول $2a$ طول المحور الكبير والطول $2b$ طول المحور الصغير.
- تكون السرعة أصغرية في نقطة الأوج M وتكون السرعة أعظمية في نقطة الحضيض D
- شعاع السرعة عمودي على القوة ومماسي للمسار وشعاع القوة يكون موجه نحو مركز عطالة الشمس.
- جهة السرعة تكون عكس عقارب الساعة (جهة دوران الأرض)

1-2-القوانين الثلاثة لنيوتن:

أ-القانون الأول: (مبدأ العطالة) إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على جسم معدومة فإن الجسم يكون ساكن أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ويعرف بمبدأ العطالة $\sum \vec{f} = \vec{0}$

ب-القانون الثاني: (المبدأ الأساسي للتحريك) إذا أثرت قوة على جسم فإن ذلك يتسبب في تغير سرعته (اكتساب تسارع) يعبر في كل أنواع المعالم العطالية عن قانون نيوتن الثاني بالعلاقة: $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$

التسارع هو التغير في سرعة متحرك بالنسبة للزمن ويرمز لشعاع التسارع بالرمز a ووحدته m/s^2 ونميز أنواع من التسارع بحسب معلم الدراسة.

التسارع المماسي: يظهر هذا النوع في الحركات المستقيمة ويمثل مشتق السرعة بالنسبة للزمن ونكتب $\left(a = \frac{dv}{dt}\right)$

التسارع الناظمي: يظهر هذا النوع في الحركات المنحنية ويعطى بالعلاقة: $\left(a_n = \frac{v^2}{r}\right)$ حيث (r) نصف قطر انحناء المسار

ج-القانون الثالث: ويعرف بمبدأ الفعلين المتبادلين وينص على أنه إذا أثر جسم A على جسم B بقوة $F_{A/B}$ فإن الجسم B يؤثر بدوره على الجسم A وآنيا بقوة $F_{B/A}$ حيث $F_{A/B} = -F_{B/A}$

2-شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي:

2-1-خواص الحركة الدائرية المنتظمة:

تكون الجملة في حالة حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الابتدائية ثابتة وكانت خاضعة لقوة مركزية عمودية على شعاع السرعة

ومن خصائص الحركة الدائرية المنتظمة ما يلي:

- مسارها دائري، وتسارعها ناظمي $a_n = v^2/r$
- دورها والدور هو الزمن اللازم لإنجاز دورة واحدة كاملة (مسافة $2\pi.r$) يعطى بالعلاقة: $T = 2\pi.r/v$ وحدته الثانية (s)

2-2-تفسير حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية بقوانين نيوتن وكبلر:

أ-حركة كوكب يدور حول الشمس: نختار معلما بحيث يكون أحد محاوره ناظمي كما في الشكل ونعتبر حركة الكوكب دائرية منتظمة حيث يخضع في الحركة الدائرية المنتظمة إلى قوة جاذبة مركزية $F_{S/P}$ وهي قوة تأثير الشمس (S) على الكوكب (p) وتعطى بالعلاقة $F_{S/P}=G.\frac{m.M_S}{r^2}$.

حيث $G=6,67.10^{-11}\,SI$ ثابت الجذب العام. و r البعد المتوسط بين الكوكب والشمس. اذن لدينا:

الجملة: كوكب كتلته m.

القوى المؤثرة: قوة الجذب العام $F_{S/P}$.

المرجع: هيليومركزي.

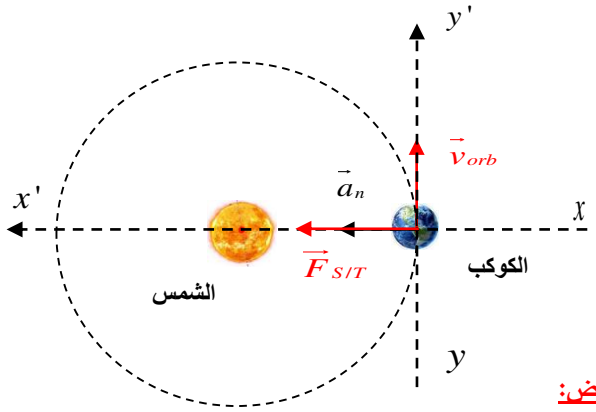
بتطبيق قانون نيوتن الثاني $\sum\vec{f}=m.\vec{a}$ اذن $\overrightarrow{F_{S/P}}=m.a$ بالإسقاط على محور الحركة (xx')

نجد $F_{S/P}=ma_n=m\frac{v^2}{r}\Rightarrow G.\frac{m.M_S}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$ اذن $v=\sqrt{\frac{G.M_S}{r}}$

تسمى المقدار v السرعة المدارية ونرمز لها بالرمز $v_{orb}=\sqrt{\frac{G.M_S}{r}}$

حيث M_S كتلة الشمس تقدر بـ kg و r البعد المتوسط بين الشمس والأرض بالمتر m

عبارة الدور: من القانون $T=2\pi.r/v$ نجد أن $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_S}}$



ب-حركة قمر اصطناعي يدور حول الأرض:

الجملة: قمر اصطناعي كتلته (m).

القوى المؤثرة: قوة الجذب العام $F_{T/S}$ وهي قوة تأثير الأرض (T) على القمر الاصطناعي (S)

المرجع: مركزي أرضي.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: $\sum\vec{f}=m.\vec{a}$ اذن $\overrightarrow{F_{T/S}}=m.a$

بالإسقاط على محور الحركة (xx') نجد $F_{T/S}=ma_n=m\frac{v^2}{r}\Rightarrow G.\frac{m.M_T}{r^2}=m\frac{v^2}{r}$

$v=\sqrt{\frac{G.M_T}{r}}\rightarrow v_{orb}=\sqrt{\frac{G.M_T}{(R+h)}}$

M_T كتلة الأرض تقدر بـ kg و r البعد المتوسط بين الأرض و القمر بالمتر (m) ويساوي $r=(R+h)$

حيث R نصف قطر الأرض و h ارتفاع القمر عن سطح الأرض.

عبارة الدور: من القانون $T=2\pi.r/v$ نجد أن $T=2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{G.M_T}}$

ملاحظة: يمكن اعتبار القمر الاصطناعي جيو مستقر إذا كان يدور في مستوى خط الاستواء في نفس اتجاه دوران الأرض حول محورها (خط الاستواء) ودوره يساوي دور الأرض $24h$

ملاحظة: هناك بعض المعلومات الإضافية يتعرف عليها التلميذ في التقويم لربح الوقت

البطاقة التربوية للدرس 2

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب.	**الأستاذ:** .....
المجال: التطورات الرتيبة.	**الثانوية:** .....
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.	**الموسم الدراسي:** 2022/2021
الموضوع: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.	**المدة الزمنية:** 3 حصص مدة كل حصة 60 دقيقة

مؤشرات الكفاءة:	**النشاطات المقترحة:**
1- دراسة القوى المؤثرة على جسم صلب خلال سقوطه في الهواء. 2- يفسر بواسطة قانون نيوتن الثاني معادلة تفاضلية حركة جسم صلب في الهواء وخاضع لاحتكاك والسقوط الحر.	تقديم وثيقة لنتائج حركة سقوط جسم في الهواء

المدة	مراحل سير الدرس
60 د 60 د 60 د	**عناصر الدرس:** **3-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:** - قوة الثقل - قوة الاحتكاك - دافعة أرخميدس نموذج السقوط الحر أ-السقوط الحر ب-حركة مركز عطالة جسم في سقوط حر

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	**نشاط الأستاذ**
1- يعرف ويمثل القوى المؤثرة على جسم صلب خلال سقوطه في الهواء. 2- يرسم بيان تغيرات السرعة بدلالة الزمن ويميز نظامي البيان ويحسب الزمن المميز للسقوط والتسارع الابتدائي للجملة. 3- يكتب المعادلة التفاضلية المميزة للسرعة. 4- يبحث عن الشروط الواجب توفيرها للوصول لنموذج السقوط الحر. 5- يحل المعادلة التفاضلية المبسّطة لحركة السقوط الحر. 6- يحدد السرعة الحدية بيانيا 7- يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.	1- يساعد التلميذ في القيام بالتجربة ويذلل بعض الصعوبات التي يصطدم بها التلميذ. 2- تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني واستنتاج المعادلة التفاضلية للحركة وعبارة السرعة الحدية. 3- يصوب الإجابات. 4- يطرح تساءل في حالة اهمال جميع قوى الاحتكاك.

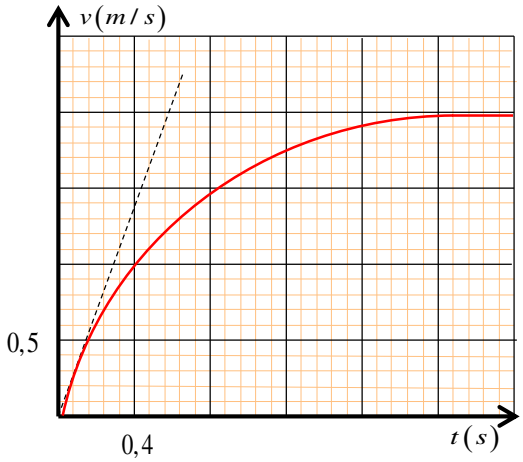
المراجع:	**الوسائل المستعملة:**
الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	4 بالونات – جسم خفيف -برنامج *Avistep* -كامرا رقمية -حاسوب

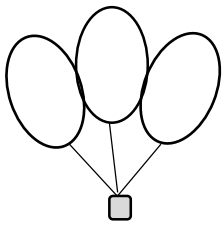
3-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:

الأدوات المستعملة: 4 بالونات -جسم خفيف -برنامج *Avistep* -كامرا رقمية -حاسوب.

نشاط تجريبي: نترك جسم خفيف الوزن كتلته $m=19g$ مربوط به بالونات (أنظر الشكل-1) يسقط حرا في الهواء ثم نصوره تصويرا متعاقبا وبعد تحليل الصور بواسطة برمجية *Avistep* وحساب سرعات خلال المواضع المتتالية نحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي:

$t(s)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2
$v(m/s)$	0	0,65	1	1,25	1,5	1,64	1,75	1,85	1,92	1,97	2	2





الشكل-

تحليل النتائج:

1-مثل المنحنى البياني الممثل لتغيرات سرعة الجسم بدلالة الزمن؟ أنظر البيان

2-حدّد مراحل حركة الكرة؟

المرحلة 1: تتزايد فيها السرعة تدريجيا ويسمى هذا النظام بالنظام الانتقالي.

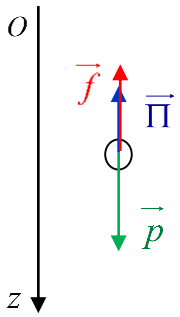
المرحلة 2: تثبت فيها السرعة الى قيمة واحدة تسمى السرعة الحدية (v_l) ويسمى هذا النظام بالنظام الدائم.

3-حدد بيانيا كل من السرعة الحدية و الزمن المميز للسقوط؟

من خلال البيان وفي النظام الدائم نجد أن $v_l=2m/s$

ومن خلال البيان أيضا وباستعمال المماس عند الزمن $(t=0)$ نجد $\tau=0,6s$

3-ما هي القوى المؤثرة على جسم أثناء حركته ؟ مثلها على رسم واشرحها؟ القوى المؤثرة على الجسم هي:



قوة الثقل: هي قوة تتعلق بكتلة الجسم وجاذبية الأرض $\vec{p}=m.\vec{g}$

قوة الاحتكاك: تنشأ من مواجهة الجسم للهواء خلال حركته وهي قوة معاكسة لجهة الحركة حيث تزداد شدتها بزيادة السرعة وتعطى في الحركات ذات السرعات الضعيفة بـ: $f=kv$ وفي الحركات ذات السرعات الكبيرة بـ $f=k'v^2$ يسمى k',k ثابتا الاحتكاك.

دافعة أرخميدس: هي قوة يطبقها المائع (سوائل والغازات) على الجسم المغمور وتعطى بالعلاقة $\vec{\Pi}=-\rho_f.V.g$

حيث $g(m/s^2)$ جاذبية الأرض $V(m^3)$ حجم الجسم $\rho_f(kg/m^3)$ الكتلة الحجمية للمائع

4-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية للسرعة في حالة السرعات الضعيفة؟

الجملة: جسم كتلته m.

القوى المؤثرة: قوة الثقل $(\vec{p})$ وقوة الاحتكاك $(\vec{f})$ وقوة دافعة أرخميدس $(\vec{\Pi})$

المرجع: سطحي أرضي وهو غاليلي كفاية ومزود بمعلم خطي شاقولي (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابا.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$ فنجد $\vec{p} + \vec{f} + \vec{\Pi} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة (oz) نجد $m.g - f - \rho_f.V.g = m.a_z$ تصبح $m\frac{dv_z}{dt} = mg - \rho_f.V.g - f$

لما تكون السرعات ضعيفة نعوض $f = kv$

تصبح المعادلة السابقة $m\frac{dv_z}{dt} = mg - \rho_f.V.g - kv$ ولنبسط قليلا $\frac{dv_z}{dt} = g - \frac{\rho_f.V.g}{m} - \frac{k}{m}v$ ومنه $\frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_f.V}{m}\right)$

حيث نعلم أن $\rho_s = \frac{m}{V}$ اذن في الأخير نجد $\frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى وحلها من الشكل $v = \frac{mg}{k}\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)\left(1 - e^{-\frac{k}{m}.t}\right)$

5-عبارة السرعة الحدية:

في النظام الدائم تصبح العبارة السابقة $v_l = \frac{mg}{k}\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$

6-استنتج ثابت الاحتكاك (k)؟ من عبارة الزمن المميز للسقوط $\tau = \frac{m}{k}$ نجد $k = \frac{m}{\tau} = \frac{19.10^{-3}}{0,6} = 0,031SI$

7-أحسب التسارع الابتدائي للجملة؟

نستطيع حساب التسارع بيانيا في أي لحظة بحساب ميل البيان حيث $a = \frac{dv}{dt}$

حساب التسارع الابتدائي من التجربة السابقة: لدينا من البيان $a_0 = \left[\frac{dv}{dt}\right]_{t=0} = \frac{v_l}{\tau} = \frac{2}{0,6} = 3,3m/s^2$

8-أعد كتابة المعادلة التفاضلية بإهمال قوة الاحتكاك وقوة دافعة أرخميدس؟

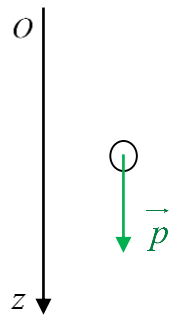
نحذف جميع الاحتكاكات من المعادلة $\frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m}v_z = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ تصبح المعادلة التفاضلية $\frac{dv_z}{dt} = g$

يعني يصبح التسارع يساوي تسارع الجاذبية الأرضية وهذا ما سندرسه في السقوط الحر لجسم صلب في الفراغ.

نموذج السقوط الحر:

أ-السقوط الحر: وهو السقوط في الفراغ المطلق وهو غير مرتبط بالكتلة. وفي غياب مقاومة الهواء كل الأجسام تسقط بالتسارع نفسه مهما كان شكلها أو حجمها.

ب-حركة مركز عطالة جسم في سقوط حر:



بعد تمثيل القوى بإهمال جميع قوى الاحتكاك ودافعة أرخميدس.

الجملة: جسم كتلته m.

القوى المؤثرة: قوة الثقل $\vec{p}$

المرجع: سطحي أرضي وهو غاليلي كفاية ومزود بمعلم خطي شاقولي (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابا.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$ اذن $\vec{P} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة نجد $mg = m.a$ وتصبح $mg = m.a$ معناه $a = g$

التسارع (a) ثابت معناه أن الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام

ج-إيجاد المعادلة الزمنية للحركة

لدينا حسب شروط البدء عند $t = 0$ يكون $v_0 = 0$ و $z_0 = 0$ (الجسم انطلق من السكون)

معادلة حركة مستقيمة متغيرة بانتظام من الشكل $z(t) = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t + z_0$ اذن بعد التعويض بالشروط الابتدائية تصبح $z(t) = \frac{1}{2}g.t^2$

د-إيجاد المعادلة الزمنية للسرعة

معادلة السرعة من الشكل $v(t) = a.t + v_0$ اذن بعد التعويض بالشروط الابتدائية تصبح $v(t) = g.t$

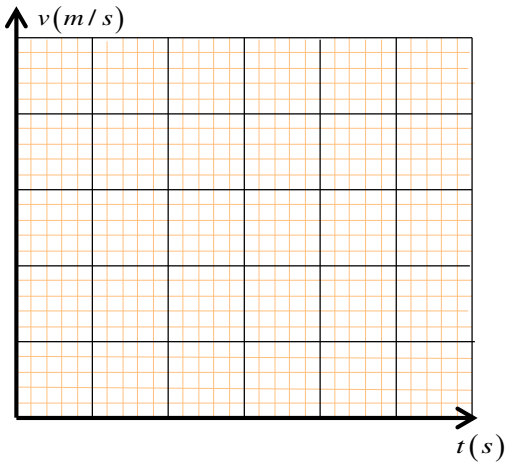
بطاقة النشاط التلميذ: ..... القسم: .....

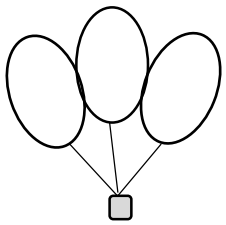
3-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:

الأدوات المستعملة: 4 بالونات -جسم خفيف -برنامج *Avistep* -كامرا رقمية -حاسوب.

نشاط تجريبي: نترك جسم خفيف الوزن كتلته $m=.....g$ مربوط به 4 بالونات (أنظر الشكل-1) يسقط حرا في الهواء ثم نصوره تصويرا متعاقبا وبعد تحليل الصور بواسطة برمجية *Avistep* وحساب سرعات خلال المواضع المتتالية نحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي:

$t(s)$												
$v(m/s)$												





الشكل-

تحليل النتائج:

1-مثل المنحنى البياني الممثل لتغيرات سرعة الجسم بدلالة الزمن؟ .....

2-حدّد مراحل حركة الكرة؟

.....

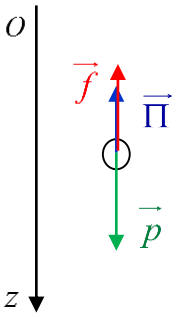
.....

3-حدد بيانيا كل من السرعة الحدية و الزمن المميز للسقوط؟

.....

.....

القوى المؤثرة على جسم أثناء حركته هي:



قوة الثقل: هي قوة تتعلق بكتلة الجسم وجاذبية الأرض $\vec{p}=m.\vec{g}$

قوة الاحتكاك: تنشأ من مواجهة الجسم للهواء خلال حركته وهي قوة معاكسة لجهة الحركة حيث تزداد شدتها بزيادة السرعة وتعطى في الحركات ذات السرعات الضعيفة بـ: $f=kv$ وفي الحركات ذات السرعات الكبيرة بـ $f=k'v^2$ يسمى k,k' ثابتا الاحتكاك.

دافعة أرخميدس: هي قوة يطبقها المائع (سوائل والغازات) على الجسم المغمور وتعطى بالعلاقة $\vec{\Pi}=-\rho_f.V.g$ حيث $g(m/s^2)$ جاذبية الأرض $V(m^3)$ حجم الجسم $\rho_f(kg/m^3)$ الكتلة الحجمية للمائع.

4-أوجد المعادلة التفاضلية للسرعة في حالة السرعات الضعيفة؟

الجملة: .....

القوى المؤثرة: .....

المرجع: .....

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5-أوجد عبارة السرعة الحدية:

.....

.....

6-استنتج ثابت الاحتكاك (k) ؟ .....

.....

7-أحسب التسارع الابتدائي للجملة؟

.....

.....

.....

8-أعد كتابة المعادلة التفاضلية بإهمال قوة الاحتكاك وقوة دافعة أرخميدس؟

.....

.....

.....

البطاقة التربوية للدرس 3

المستوى: السنة ثالثة ثانوي جميع الشعب. **المجال:** التطورات الرتيبة. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية. **الموضوع:** تطبيقات قانون نيوتن الثاني.	**الأستاذ:** ..... **الثانوية:** ..... **الموسم الدراسي:** 2022/2021 **المدة الزمنية:** 3 حصص مدة كل حصة 60 دقيقة
مؤشرات الكفاءة: يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.	**النشاطات المقترحة:**

المدة	مراحل سير الدرس
60 د 60 د	**عناصر الدرس:** **4-تطبيقات قانون نيوتن الثاني:** دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل أ-دراسة الحركة على المستوي الأفقي ب-دراسة الحركة على المستوي المائل

الأنشطة داخل القسم

نشاط التلميذ	نشاط الأستاذ
1- تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني 2- يدرس حركة جسم صلب كتلته (m) من السكون من على سطح أفقي أو مائل بزاوية (α) عن سطح الأرض وبوجود قوى احتكاك أو بعدمها	1- يصوب الإجابات. 2- تحديد طبيعة بعض الحركات واستخراج معادلاتها الزمنية. بواسطة قانون نيوتن الثاني (دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل.)
المراجع: الكتاب المدرسي، التدرج، دليل الأستاذ، الوثيقة المرافقة، وثائق من شبكة الأنترنت.	**الوسائل المستعملة:** حاسوب محمول – جهاز عرض

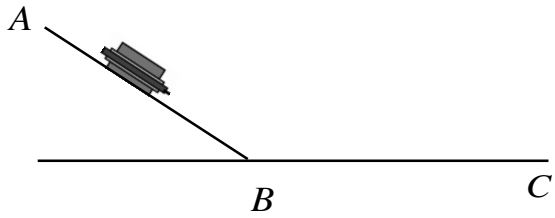
4-تطبيقات قانون نيوتن الثاني:

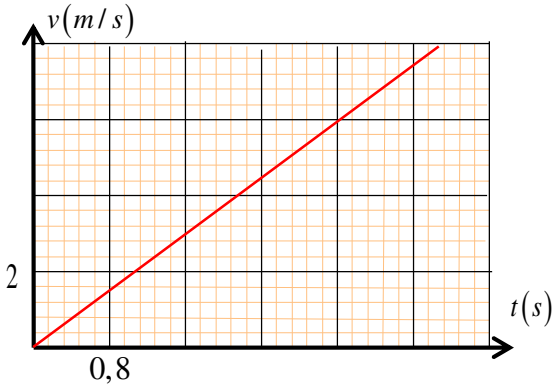
دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل:

يهدف النشاط الى دراسة الحركة المستقيمة لمتزحلق على الرمل ف مستويين مائل وأفقي في وجود قوى الاحتكاك.

المرحلة الأولى : الحركة على المستوي المائل

يتزلق المتزحلق كتلته $m=70kg$ على مسار مائل بزاوية $\alpha=41°$ انطلاقا من النقطة A دون سرعة ابتدائية. شريط الفيديو المصور بكاميرا والمعالج ببرمجية *Avistep* مكن من رسم بيان السرعة $v=f(t)$





1-أوجد قيمة تسارع مركز عطالة الجملة a_G واستنتج طبيعة الحركة ومعادلات الحركة الزمنية؟

قيمة التسارع تمثل ميل البيان $a_G=\frac{\Delta v}{\Delta t}=1,88m/s^2$ الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام لأن المسار مستقيم والتسارع ثابت

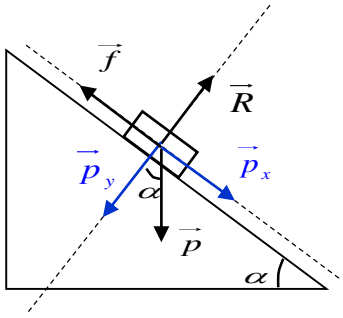
المعادلات الزمنية للحركة:

معادلة السرعة $v(t)=a.t+v_0$ اذن $v(t)=1,88.t$ ومعادلة المسافة: $x(t)=\frac{1}{2}a.t^2+v_0.t+x_0$ اذن $x(t)=0,94.t^2$

2-أحسب بيانيا المسافة المقطوعة بين الموضعين G_0 و G_4 ؟

بيانيا المسافة G_0 و G_4 قيمتها تساوي عدديا مساحة المثلث المحصور بين اللحظتين المذكورتين وبالتالي $G_0G_4=\frac{3,2.6}{2}=9,6m$

3-بوجود قوى الاحتكاك على المسار AB وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة التسارع؟



الجملة: متزحلق.

المعلم: سطحي أرضي نعتبره غاليلي.

القوى المأثرة: قوة الثقل $\vec{p}$ وقوة رد لفعل $\vec{R}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم $\vec{p}+\vec{f}+\vec{R}=m.a$

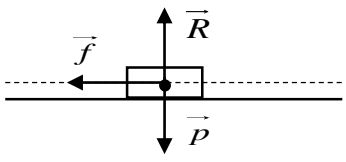
بالإسقاط على محوري الحركة:

$$\begin{cases} mg\sin\alpha - f = ma.....(xx') \\ R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

باختصار نجد $a=g\sin\alpha-\frac{f}{m}$

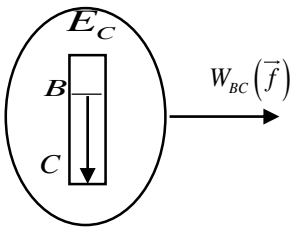
اذن عبارة التسارع $a=g\sin\alpha-\frac{f}{m}$

المرحلة الثانية : الحركة على المستوي الأفقي يصل المتزحلق الى النقطة B بسرعة $v_B=12m/s$ ويواصل حركته المستقيمة على المستوي الأفقي $BC=12m$ ليتوقف عند الموضع C في وجود قوى الاحتكاك المعيقة الثابتة الشدة $\vec{f}$.



1-مثل مختلف القوى الخارجية المطبقة على مركز عطالة الجملة G ؟

2-جد شدة القوة $\vec{f}$ بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة المدروسة؟

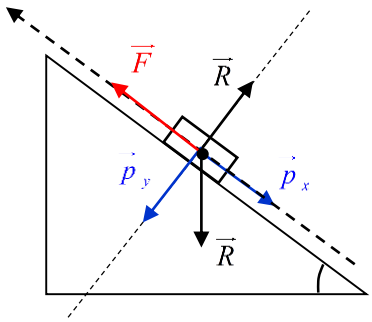


بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة نجد $Ec_B-W_{BC}(\vec{f})=Ec_C$

تصبح $Ec_B=W_{BC}(\vec{f})$ اذن $\frac{1}{2}mv_B^2=f.BC$ يعني أن $f=\frac{mv_B^2}{2BC}$

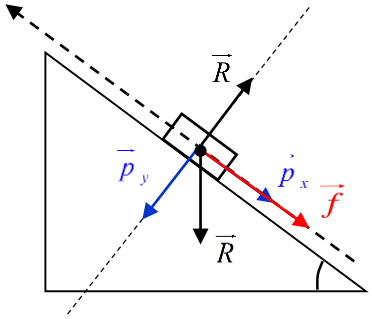
بالتعويض العددي نجد $f=\frac{70.(12)^2}{2.12}=420N$

جميع الحالات الممكنة للمستويين المائل والأفقي: وثيقة التلميذ



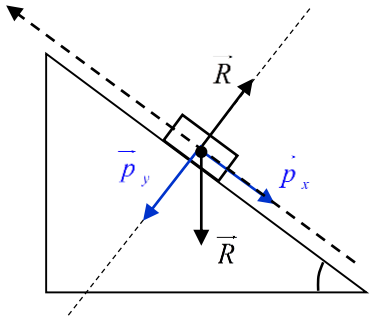
$$\begin{cases} -mg\sin\alpha + F = ma.....(xx') \\ R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha + \frac{F}{m}$



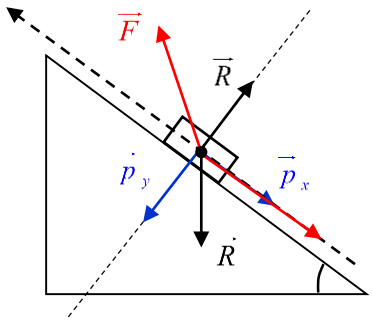
$$\begin{cases} -mg\sin\alpha - f = ma.....(xx') \\ R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha - \frac{f}{m}$



$$\begin{cases} -mg\sin\alpha = ma.....(xx') \\ R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

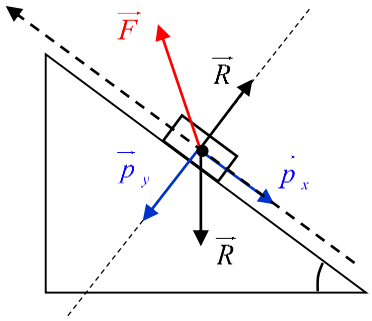
عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha$



$$\begin{cases} -mg\sin\alpha + F_x - f = ma.....(xx') \\ -F_y - R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha + \frac{F_x - f}{m}$

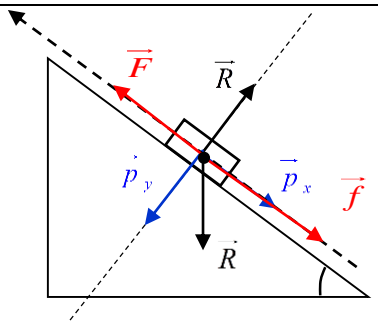
$a = -g\sin\alpha + \frac{F\cos\alpha - f}{m}$



$$\begin{cases} -mg\sin\alpha + F_x = ma.....(xx') \\ -F_y - R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

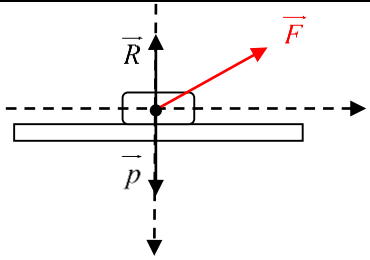
عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha + \frac{F_x}{m}$

$a = -g\sin\alpha + \frac{F\cos\alpha}{m}$



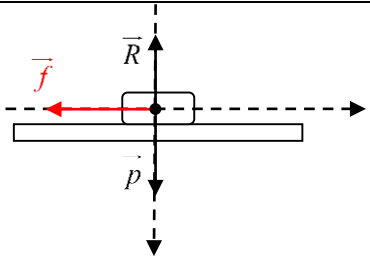
$$\begin{cases} -mg\sin\alpha + F - f = ma.....(xx') \\ R - mg\cos\alpha = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = -g\sin\alpha + \frac{F - f}{m}$



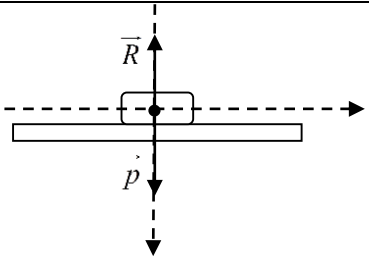
$$\begin{cases} Fx = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = \frac{F\cos\alpha}{m}$



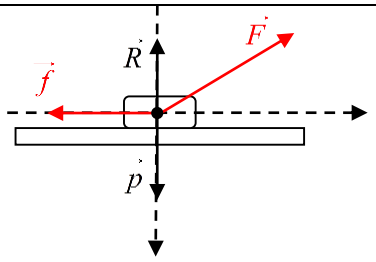
$$\begin{cases} -f = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = -\frac{f}{m}$



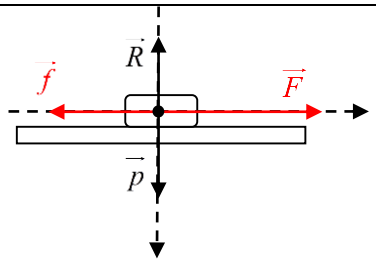
$$\begin{cases} 0 = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = 0$



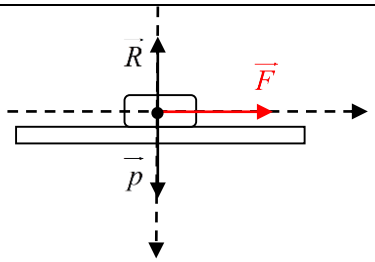
$$\begin{cases} Fx - f = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = \frac{F\cos\alpha - f}{m}$



$$\begin{cases} F - f = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = \frac{F - f}{m}$



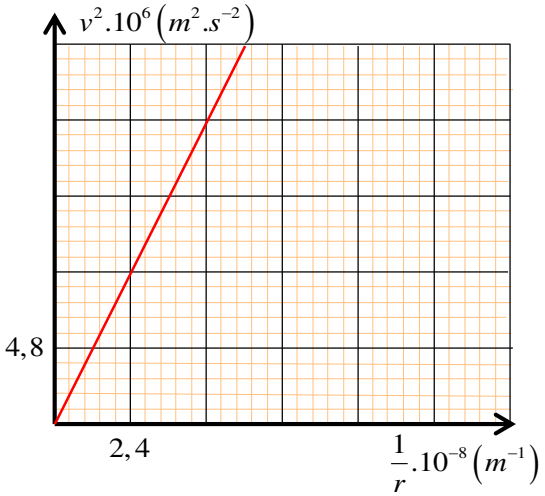
$$\begin{cases} F = ma.....(xx') \\ p - R = 0.....(yy') \end{cases}$$

عبارة التسارع $a = \frac{F}{m}$

التمرين رقم 01

تمرين يلخص حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية:

الكوم سات1 قمر اصطناعي جزائري تم تركيبه على مستوى مركز تطوير الأقمار الاصطناعية ببئر الجير ولاية وهران ومن شأنه توفير خدمة الاتصالات والانترنت وبث القنوات الاذاعية والتلفزيونية.



1-نعتبر قمرا اصطناعيا (S) كتلته m يدور حول الأرض على بعد (r) من مركزها بحركة دائرية منتظمة، لدراسة حركة هذا القمر الاصطناعي نختار معلما مرتبطا بمرجع عطالي مناسب.

1-1-ما هو هذا المرجع ولماذا نعتبره عطاليا ثم عرف المعلم المرتبط به.

1-2-انطلاقا من القانون الثاني لنيوتن بين أن حركة القمر حول الأرض دائرية منتظمة.

1-3-على ماذا ينص القانون الأول لكبلر.

1-4-مثل كيفيا شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ التي تطبقها الأرض (T) على القمر الاصطناعي (S)

1-5 عبر عن شدة شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة المقادير $r,m,M_T,G,\vec{u}$

1-6 بتطبيق قانون نيوتن 2 في المرجع المختار جد عبارة مربع سرعة مركز القمر الاصطناعي (v^2) بدلالة r,M_T,G.

2-يمثل المنحنى البياني المقابل تطور مربع السرعة المدارية للقمر الاصطناعي (S) بدلالة مقلوب البعد $v^2=f\left(\frac{1}{r}\right)$

2-1-أكتب معادلة البيان واستنتج قيمة كتلة الأرض M_T.

2-2-جد عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة r,M_T,G.

2-3-استنتج القانون الثالث لكبلر من خلال عبارة الدور.

3-يدور القمر الاصطناعي الكوم سات في مسار دائري نصف قطره $r=42400km$ في مستوى خط الاستواء باتجاه دوران الأرض حول محورها.

3-1-استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي الكوم سات اعتمادا على الشكل 1

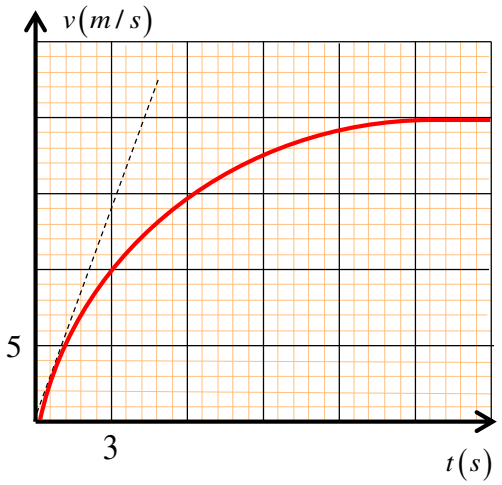
3-2-أحسب دور القمر الاصطناعي الكوم سات 1 وهل يمكن اعتباره جيو مستقر، برر؟ يعطى $G=6,67.10^{-11}SI$

4-أ-باستعمال قانون الجذب العام أوجد عبارة g قيمة الجاذبية الأرضية بدلالة G,M_T,h,R_T

ب-أثبت أن حقل التجاذب g عند ارتفاع h من سطح الأرض هي $g=\frac{g_0\times R^2}{(R_T+h)^2}$ حيث g_0 شدة الجاذبية على سطح الأرض

التمرين رقم 02

تمرين يلخص حركة السقوط الشاقولي الحقيقي والحر:



I-طيار من هليكوبتر مستقرة في السماء يترك علبة إغاثة كتلتها $m=2500g$ تسقط دون سرعة ابتدائية .ننمذج قيمة احتكاك للجملة علبة بـ $f=k.v^2$ وبفرض أنه لا توجد رياح. سجلنا حركة العلبة وذلك باستعمال كاميرا رقمية وعولج شريط الفيديو ببرمجية *Avistep* بجهاز اعلام الي فتحصلوا على البيان المقابل $v=f(t)$.

1-كيف يكون الجسم الصلب متميزا للحصول على حركة مستقيمة شاقولية انسحابية في نظامين انتقالي ودائم.

2-حدد مراحل وطبيعة حركة مركز عطالة الجسم في النظامين الانتقالي والدائم علل؟

3-مثل القوى المطبقة على مركز عطالة الجملة في بداية السقوط وفي النظام الدائم.

4-بتطبيق قانون نيوتن الثاني جد المعادلة التفاضلية للسرعة.

5-استخرج عبارة السرعة الحدية v_L

6-استنتج كل من السرعة الحدية وثابت الاحتكاك (k).

7-باستعمال التحليل البعدي حدد وحدة الثابت (k) في جملة الوحدات الدولية.

8-جدعبارة تسارع مركز عطالة الجملة a_0 عند اللحظة $(t=0)$ ثم أحسب قيمته.

9-باعتبار دافعة أرخميدس مهملة أعد كتابة المعادلة التفاضلية للحركة بدلالة السرعة.

II-إذا اعتبرنا السقوط حرا

1-عرف السقوط الحر

2-عين قيمة التسارع في هذه اللحظة .

3-إذا اعتبرنا ان العلبة تركت من ارتفاع $1000m$ من سطح الأرض، أحسب سرعة ارتطامها بالأرض ماذا تتوقع أن يحدث للعلبة في هذه الحالة مع التعليل وماذا تستنتج.

4-كيف تتوقع شكل البيانين بيان السرعة $v=f(t)$ وبيان التسارع $a=g(t)$ ارسمهما كيفيا

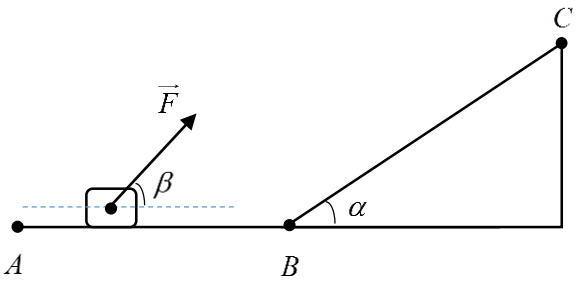
تعطى $g=9,8m/s^2, \Pi=13,3N$

التمرين رقم 03

تمرين يلخص حركة مركز عطالة على مستويين أفقي ومائل:

يتحرك جسم S كتلته $m=400g$ على مسار ABC حيث يبدأ حركته من الموضع A بسرعة v_A وذلك تحت تأثير قوة جر ثابتة F ويصنع حاملها مع الأفق زاوية $\beta=60°$.

يخضع الجسم S أثناء حركته لقوة احتكاك f شدتها $0,4N$ ثابتة على الجزء فقط AB



دراسة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء AB

1-أحص ومثل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم S

2-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم S

أ-بين أن المعادلة التفاضلية لسرعة مركز عطالة الجسم S تكتب على الشكل

$$\frac{dv}{dt}=\frac{-f+F\cos\beta}{m}$$

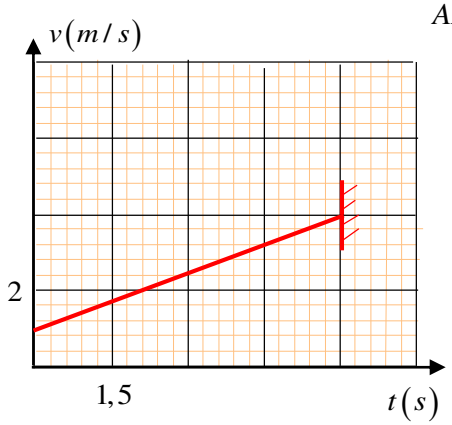
ب-استنتج العبارة الزمنية لسرعة مركز عطالة الجسم S

3-البيان المقابل في الشكل يمثل مخطط سرعة مركز عطالة الجسم S على الجزء AB

أ-اعتمادا على البيان أوجد قيمة كل السرعة الابتدائية v_A وتسارع مركز عطالة الجسم a ثم استنتج شدة قوة الجر F

ب-أحسب المسافة المقطوعة AB

جـ-بالاعتماد على النتائج المتحصل عليها استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء AB



دراسة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء BC

نعتبر $\alpha=45°, BC=0,85m, g=10m/s^2$

يواصل الجسم حركته على الجزء BC دون احتكاك ودون قوة جر ليصل الى الموضع C **بسرعة** v_C

1-مثل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم S

2-أحسب شدة القوة R التي تطبقها الطريق على الجسم في هذا الجزء.

3-بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) بين أن $v_C=2m/s$

حل التمرين رقم 01

1-1-المرجع المناسب: هو المرجع المركزي أرضي ونعتبره عطالي لأن مدة دراسة حركة القمر صغيرة أمام حركة دوران الأرض حول الشمس

تعريف المعلم المرتبط به: معلم مبدأه مركز الأرض ومحاوره متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة.

2-1-تبيين أن حركة القمر حول الأرض دائرية منتظمة

الجملة: قمر اصطناعي كتلته (m).

القوى المؤثرة: قوة الجذب العام $F_{S/T}$.

المرجع: مركزي أرضي

بتطبيق قانون نيوتن الثاني $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$ اذن $\overrightarrow{F_{S/T}} = M_S.a$

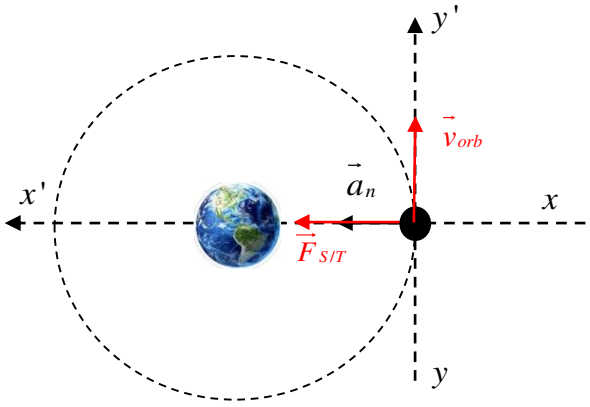
بالإسقاط ناظميا نجد $G\frac{M_S.M_T}{r^2} = M_S.a_n$ بالتبسيط نجد $a_n = G\frac{M_T}{r^2}$ اذن تملك تسارع ناظمي (يعني المسار دائري)

بالإسقاط مماسيا نجد $0 = M_S.a_T$ ومنه $a_T = 0$ يعني أن السرعة v ثابتة

اذن بما أن مسار الحركة دائري والسرعة ثابتة فان حركة الكوكب دائرية منتظمة حول الشمس

3-1-نص القانون الأول لكبلر تتحرك الكواكب في مدارات اهليلجية تكون الشمس في أحد محرقيها

4-1-تمثيل شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ أنظر الشكل المقابل



5-1 التعبير عن شدة شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ **بدلالة المقادير** r, m, M_T, G

تعطى من الشكل $F_{T/S} = G.\frac{M_T.m}{r^2}$

6-1 عبارة مربع سرعة مركز القمر الاصطناعي (v^2) **بدلالة** r, M_T, G.

بتطبيق قانون نيوتن 2 نجد $\overrightarrow{F_{T/S}} = ma$ وبالإسقاط على محور

الحركة الناظمي $F_{T/S} = ma_n \Rightarrow G.\frac{M_T.m}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ اذن $v^2 = \frac{G.M_T}{r}$

1-2-معادلة البيان واستنتج قيمة كتلة الأرض M_T.

البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته الرياضية من الشكل $v^2 = a\frac{1}{r}$

حيث a ميل البيان $a = 4.10^{14} m^3/s^2$ ومنه $v^2 = 4.10^{14}.\frac{1}{r}$

استنتاج قيمة كتلة الأرض M_T.

نطابق العلاقة $v^2 = \frac{G.M_T}{r}$ مع العلاقة $v^2 = 4.10^{14}.\frac{1}{r}$ فنجد $G.M_T = 4.10^{14} \Rightarrow M_T = \frac{4.10^{14}}{G} = 6.10^{24} kg$

2-2-عبارة الدور T **للقمر الاصطناعي** (S) **بدلالة** r, M_T, G

من خلال العلاقة $T = \frac{2\pi r}{v}$ نجد $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}}$

3-2-استنتاج القانون الثالث لكبلر من خلال عبارة الدور.

لدينا $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}}$ نربع الطرفين $T^2 = 4\pi^2\frac{r^3}{G.M_T}$ وتصبح $T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M_T}.r^3$ اذن $T^2 = K.r^3$ حيث $K = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$

1-3-استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي

طريقة 1 لدينا $r = 42400km$ اذن $\frac{1}{r} = 2,4.10^{-8} m^{-1}$ نسقط هذه القيمة على البيان فنجد $v = 3,1.10^3 m/s$

أو بطريقة أخرى بتعويض الارتفاع في عبارة السرعة $v^2 = \frac{G.M_T}{r}$

2-3-حساب دور القمر الاصطناعي لدينا من العلاقة $T = \frac{2\pi r}{v}$ اذن $T = \frac{2.3,14.42400}{3,1.10^3} = 85894s = 23,86H$

يمكن اعتبار القمر جيو مستقر والتعليل

- يدور في مستوى خط الاستواء
- في نفس اتجاه دوران الأرض حول محورها (خط الاستواء)
- دوره يساوي دور الأرض

4-أ-عبارة g قيمة الجاذبية الأرضية بدلالة G, M_T, h, R_T

بتطبيق فانون الجذب العام على القمر الاصطناعي نجد: $F_{T/S} = p = G\frac{m_S.M_T}{(R+h)^2}$ اذن تصبح $m_S g = G\frac{m_S.M_T}{(R+h)^2}$

$$g = G\frac{M_T}{(R+h)^2}$$

ب-أثبات أن حقل التجاذب g عند ارتفاع h من سطح الأرض هي $g = \frac{g_0 \times R^2}{(R+h)^2}$

لدينا عبارة شدة الجاذبية الارضية: $g = G\frac{M_T}{(R+h)^2}$ وشدة الجاذبية على سطح الأرض $g = G\frac{M_T}{(R)^2}$ بقسمة $\frac{g}{g_0}$ نجد $g = \frac{g_0 R^2}{(R+h)^2}$

حل التمرين رقم 02

-I

1-للحصول على حركة مستقيمة شاقولية انسحابيه يجب أن يكون الجسم متميزا في الشكل والحجم والكتلة

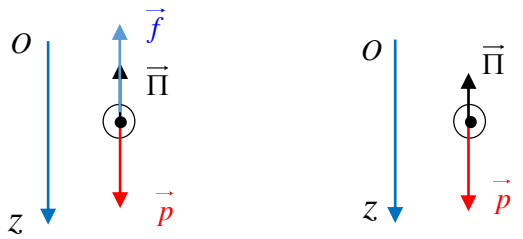
2-طبيعة حركة مركز عطالة الجسم في النظامين الانتقالي والدائم علل؟

نميز في البيان $v = f(t)$ نظامين أحدهما انتقالي والأخر دائم

النظام الانتقالي $(0 \le t \le 10s)$ مسار مستقيم سرعات متزايدة اذن حركة مستقيمة متسارعة

النظام الدائم $(t > 10s)$ مسار مستقيم سرعات ثابتة اذن حركة مستقيمة منتظمة

3-تمثيل القوى المطبقة على مركز عطالة الجملة في بداية السقوط وفي النظام الدائم



في النظام الدائم $t = 0$

4-المعادلة التفاضلية للسرعة

الجملة: جسم كتلته (m).

القوى المؤثرة: قوة الثقل $(\vec{p})$ وقوة الاحتكاك $(\vec{f})$ وقوة دافعة أرخميدس $(\vec{\Pi})$

المرجع: سطحي أرضي وهو غاليلي كفاية ومزود بمعلم خطي شاقولي (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابا.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{f} = m.\vec{a}$ فنجد $\vec{p} + \vec{f} + \vec{\Pi} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة (oz) نجد $m.g - f - \Pi = m.a$ تصبح $m\frac{dv}{dt} = mg - \Pi - f$

تصبح المعادلة السابقة $m\frac{dv}{dt} = mg - \Pi - kv^2$ ولنبسط قليلا $\frac{dv}{dt} = g - \frac{\Pi}{m} - \frac{k}{m}v^2$ ومنه $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g - \frac{\Pi}{m}$

5-استخراج عبارة السرعة الحدية v_L

في النظام الدائم ومن المعادلة التفاضلية $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g - \frac{\Pi}{m}$ نضع $v = v_L \Rightarrow \frac{dv_L}{dt} = 0$ فنجد $v_L = \sqrt{\frac{mg - \Pi}{k}}$

6-استنتج كل من السرعة الحدية وثابت الاحتكاك (k)

من البيان وفي النظام الدائم نجد $v_L = 20m/s$ ومن عبارة الزمن المميز للسقوط $k = \frac{m}{\tau}$

إيجاد الثابت (τ) من البيان وباستعمال المماس عند $t=0$ نجد $(\tau=4,5s)$ نجد $k=\frac{m}{\tau}=\frac{2,5}{4,5}=0,55SI$

7-حدد وحدة الثابت k في جملة الوحدات الدولية

$$f=k.v^2 \Rightarrow k=\frac{f}{v^2} \Rightarrow [k]=\frac{[f]}{[v]^2}=\frac{kg.m.s^{-2}}{m^2.s^{-2}}=kg/m$$

$$f=ma \Rightarrow [f]=[m].[a]=kg.m.s^{-2}$$

8-تسارع مركز عطالة الجملة a_0 عند اللحظة $(t=0)$ وحساب قيمته

من المعادلة التفاضلية $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}v^2=\left(g-\frac{\Pi}{m}\right)$ نجد $\frac{dv}{dt}=-\frac{k}{m}v^2+\left(g-\frac{\Pi}{m}\right)$ اذن $a=-\frac{k}{m}v^2+\left(g-\frac{\Pi}{m}\right)$

وعند اللحظة $(t=0)$ تكون قوة الاحتكاك معدومة ومنه $a_0=g-\frac{\Pi}{m}$ وقيمتها $a_0=9,8-\frac{13,3}{2,5}=4,4m/s^2$

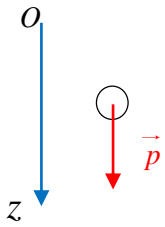
نستطيع حساب التسارع الابتدائي من البيان: لدينا من البيان $a_0=\left[\frac{dv}{dt}\right]_{t=0}=\frac{v_l}{\tau}=\frac{20}{4,5}=4,4m/s^2$

9-كتابة المعادلة التفاضلية للحركة بدلالة السرعة في حالة اهمال دافعة ارخميدس تصبح من الشكل $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}v^2=g$

II-اذا اعتبرنا السقوط حرا

1-السقوط الحر وهو السقوط في الفراغ المطلق وهو غير مرتبط بالكتلة. وفي غياب مقاومة الهواء كل الأجسام تسقط بالتسارع نفسه مهما كان شكلها أو حجمها.

2-تعيين قيمة التسارع



الجملة: جسم كتلته (m).

القوى المؤثرة: قوة الثقل $(\vec{p})$

المرجع: سطحي أرضي وهو غاليلي كفاية ومزود بمعلم خطي شاقولي (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابا.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم $\sum\vec{f}=m.\vec{a}$ اذن $\vec{P}=m.\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة نجد $p=m.a$ وتصبح $mg=m.a$ معناه $a=g$

3حساب سرعة ارتطام الكرة بالأرض

التسارع $(a=9,8m/s^2)$ ثابت معناه أن الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام ومعادلاتها من الشكل:

$$\begin{cases} z(t)=4,9.t^2 \\ v(t)=9,8.t \end{cases}$$

عندما يصل الجسم إلى الأرض يكون قد قطع مسافة: $Z=h=1000m$

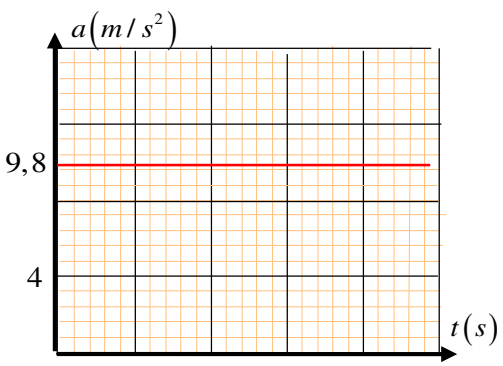
نستخرج الزمن من المعادلة $Z(t)=4,9.t^2$ نجد: $t=\sqrt{\frac{Z}{4,9}}=\sqrt{\frac{1000}{4,9}}=14,2s$

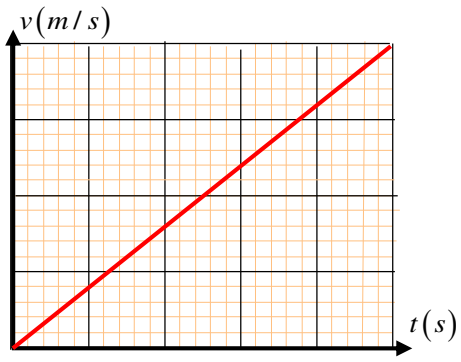
بالتعويض الزمن في معادلة السرعة $v_Z(t)=9,8.t$ نجد: $v(t)=9,8.14,2=140m/s$

ماذا تتوقع أن يحدث للعلبة في هذه الحالة مع التعليل وماذا تستنتج

السرعة كبيرة جدا وبالتالي ستتلف العلبة وبالتالي المظلة ضرورية للحفاظ عليها

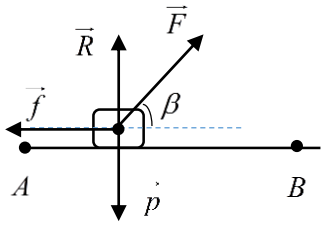
4-شكل البيانين:





حل التمرين رقم 03

دراسة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء AB



1-احصاء وتمثيل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم S

قوة الثقل $\vec{p}$ قوة رد الفعل $\vec{R}$ قوة الجر $\vec{F}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$

2-أ-المعادلة التفاضلية للسرعة:

الجملة: جسم S.

المعلم: سطحي أرضي نعتبره غاليلي.

القوى المأثرة: قوة الثقل $\vec{p}$ وقوة رد لفعل $\vec{R}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$ وقوة الجر $\vec{F}$

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم $\vec{p}+\vec{F}+\vec{f}+\vec{R}=m.a$ بالإسقاط على محوري الحركة:

$$\begin{cases} F\cos\beta - f = ma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (xx') \\ p - R = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (yy') \end{cases}$$ باختصار نجد $a=\dfrac{-f+F\cos\beta}{m}$ اذن المعادلة التفاضلية $\dfrac{dv}{dt}=\dfrac{-f+F\cos\beta}{m}$

ب-استنتاج العبارة الزمنية لسرعة مركز عطالة الجسم S

التسارع a مقدار ثابت والمسار مستقيم معناه أن الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام ومعادلة السرعة من الشكل: $v(t)=a.t+v_0$ اذن نكتب

$$v(t)=\left(\frac{F\cos\beta - f}{m}\right)t+v_A$$

3أ-ايجاد قيمة كل السرعة الابتدائية v_A وتسارع مركز عطالة الجسم a

البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $v(t)=A.t+B$ حيث A يمثل التسارع و B تمثل السرعة الابتدائية

حيث $B=v_A=1m/s$ و $a=\dfrac{dv}{dt}=\dfrac{3}{6}=0,5m/s^2$

استنتاج شدة قوة الجر F

لدينا $a=\dfrac{-f+F\cos\beta}{m}$ اذن $F\cos\beta - f = a.m$ تصبح $F=\dfrac{a.m+f}{\cos\beta}$ تطبيق عددي $F=\dfrac{0,5.0,4+0,4}{\cos 60°}=1,2N$

ب-حساب المسافة المقطوعة AB

المسافة تمثل مساحة شبه المنحرف في البيان $d=\dfrac{(4+1)6}{2}=15m$

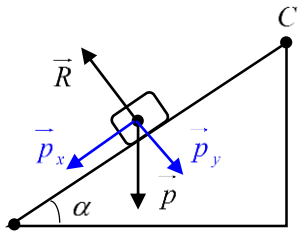
ج-استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء AB

a مقدار ثابت وموجب والمسار مستقيم معناه أن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام

دراسة حركة مركز عطالة الجسم S على الجزء BC

نعتبر $\alpha=45°, BC=0,85m, g=10m/s^2$

يواصل الجسم حركته على الجزء BC دون احتكاك ودون قوة جر ليصل الى الموضع C بسرعة v_C



1-تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم S

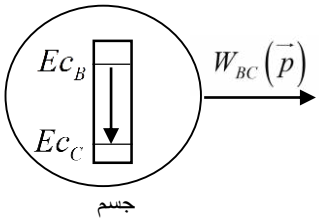
2-حساب شدة القوة R التي تطبقها الطريق على الجسم في هذا الجزء.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم $\vec{p}+\vec{R}=m.a$ بالإسقاط على محوري الحركة:

$$\begin{cases} -p_x = ma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (xx') \\ p_y - R = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (yy') \end{cases}$$ اذن $R=p_y=m.g.\cos\alpha=0,4.10.\cos 45=2,82N$

3-بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) بين أن $v_C=2m/s$

من الحصيلة الطاقوية لدينا $Ec_B - W_{BC}(\vec{p}) = Ec_C$



اذن $\dfrac{1}{2}mv_C^2=\dfrac{1}{2}mv_B^2-m.g.h$ بالتبسيط نجد $v_C^2=v_B^2-2.g.h$ اذن $v_C=\sqrt{v_B^2-2.g.h}$

$v_C=\sqrt{v_B^2-2.g.BC\sin\alpha}$ تطبيق عددي $v_C=\sqrt{16-2.10.0,85\sin 45}\approx 2m/s$

انتهت الوحدة 01

المجموع 4حصة + 3 حصص + 3 حصص = 10 حصة أي 10 ساعة

تبقت تقريبا 6 ساعات للتقويم

التقويم سلسلة من التمارين الهادفة وهي غير كافية لكل الوحدة لذا وجب على التلميذ الاجتهاد أكثر من المراجع الخاص.

أتمنى أن تنال هاته المذكرة اعجابكم، نلتقي مع مذكرة الوحدة 3 المرة القادمة بحول الله فقط تابعونا على مجموعة محفظة أستاذ العلوم الفيزيائية.

رابط المجموعة: https://www.facebook.com/groups/1072315489617219/?ref=group_header

دعواتكم القلبية الصادقة

اعداد الأستاذ ملكي علي ...