

تمارين

تمرين 1:

مزهرية موضوعة على سطح أفقى يبعد مركز ثقلها عن الأرض بمقدار $m=4,5\text{kg}$, كتلتها $4,5\text{m}$

1/ أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للمزهرية باعتبار مبدأ الفوائل :

(ا) - على سطح الأرض

ب) - أسفل من مركز الثقل وعلى بعد $0,2\text{m}$.

2/ أحسب التغير في الطاقة الكامنة في حالة سقوط المزهرية عندما يصل مركز ثقلها إلى نقطة ترتفع بمقدار $0,5\text{m}$ بالنسبة لسطح الأرض في كل من الحالتين السابقتين .
 $g = 9,8\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

الحل:

1/ عبارة الطاقة الكامنة الثقالية

$$E_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot Z_G$$

حيث نوجه المحور الشاقولي (oz) نحو الأعلى

(ا) مبدأ المحور على الأرض :

$$E_{\text{pp}} = 4,5 \times 9,8 \times 4,5$$

$$E_{\text{pp}} = 198,5\text{J}$$

ب) مبدأ المحور على بعد $0,20\text{m}$

$$E_{\text{pp}} = 4,5 \times 9,8 \times 0,20$$

$$E_{\text{pp}} = 8,82\text{J}$$

2/ التغير في الطاقة الكامنة هو :

$$\Delta E_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1) \quad \text{الحالة الأولى:}$$

$$Z_2 = 0,5\text{m} \quad , \quad Z_1 = 4,5\text{m} \quad \text{مع}$$

$$\Delta E_{\text{pp}} = 4,5 \times 9,8 \times (0,5 - 4,5)$$

$$E_{\text{pp}} = -176,4\text{J}$$

الحالة الثانية :

$$Z'_1 = 0,2\text{m} ; \quad Z'_2 = -[4,5 - (0,2 + 0,5)] = -3,8\text{m}$$

$$\Delta E'_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot (Z'_2 - Z'_1)$$

$$\Delta E'_{\text{pp}} = 4,5 \times 9,8 \times (-3,8 - 0,2)$$

$$\Delta E'_{pp} = -176,4 \text{ J}$$

نستنتج أن التغير في الطاقة الكامنة لا يتعلّق بإختيار المستوى المرجعي .

تمرين 2:

مقصورة تيليفزيك كتلتها $m=1,2 \text{ t}$ تطلق من محطة ترتفع بمقدار 1385 m لتصل إلى محطة أخرى ترتفع بمقدار 1965 m

أحسب :

1/ أ - الطاقة الكامنة للمقصورة عند الإنطلاق ثم عند الوصول.

ب - التغير في الطاقة الكامنة بين هاتين الوضعين .

2/ أعط الحصيلة الطاقوية للمقصورة .

حل:

1/ أ) الطاقة الكامنة عند الانطلاق :

$$E_{pp_1} = m \cdot g \cdot z$$

$$E_{pp_1} = 1200 \times 9,81 \times 1385 = 1,63 \times 10^7 \text{ J}$$

الطاقة الكامنة عند الوصول :

$$E_{pp_2} = m \cdot g \cdot z'$$

$$E_{pp_2} = 1200 \times 9,81 \times 1965 = 2,3 \times 10^7 \text{ J}$$

ب- حساب التغير في الطاقة الكامنة

$$\Delta E_{pp} = E_{pp_2} - E_{pp_1}$$

$$\Delta E_{pp} = 10^7 (2,3 - 1,63)$$

ومنه :

$$\Delta E_{pp} = 0,67 \times 10^7 \text{ J}$$

2/ الحصيلة الطاقوية

تمرين 03:

نابض من حلقاته غير متلاصقة كتلته

$$k = 100 \text{ N/m}$$

مهملة ثابت مردنته

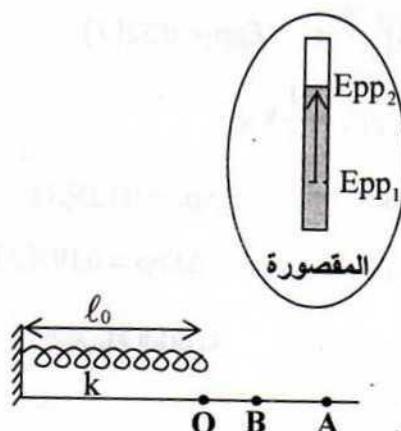
في وضع أفقى كما في الشكل :

نزير نهاية النابض حتى تصل إلى النقطة A

حيث $OA = x = 8 \text{ cm}$:

1/ ما هو مقدار العمل المنجز من طرف قوة شد النابض بين الوضعين

A و O



ب- بين إذا كان هذا العمل محركاً أو مقاوماً .
 / ترك نهاية النابض لحالها فتعود إلى وضعها الأصلي .

أ- أحسب التغير في الطاقة الكامنة المرونية بين الوضعين A و B

حيث : $OB = 5\text{cm}$

ب- أعط الحصيلة الطاقوية للنابض .

الحل:

1- مقدار العمل المنجز

$$W = -\frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$$

$$W = -\frac{1}{2} \times 10^2 [(0,08)^2 - (0)^2] \quad \text{ومنه :}$$

$$W = -0,32\text{J}$$

ب/ بما أن العمل المنجز من طرف قوة الشد سالب ($W < 0$)
 فهو مقاوم .

2- حساب التغير في الطاقة الكامنة المرونية :

$$Epp_1 = \frac{1}{2}kx_1^2$$

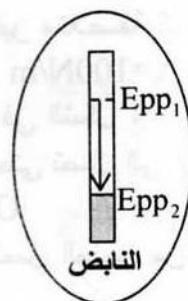
$$Epp_1 = \frac{1}{2} \times 10^2 (0,08)^2 \Rightarrow Epp_1 = 0,32(\text{J})$$

$$Epp_2 = \frac{1}{2}kx_2^2$$

$$Epp_2 = \frac{1}{2} \times 10^2 (0,05)^2 \Rightarrow Epp_2 = 0,125(\text{J})$$

$$\Delta Epp = Epp_2 - Epp_1 \Rightarrow \Delta Epp = 0,195(\text{J})$$

ب- الحصيلة الطاقوية



شرين 4:

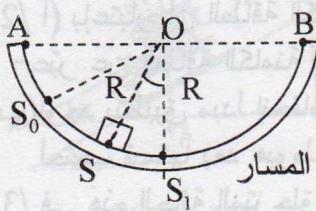
جسم صلب $m=40\text{g}$ يمكنه الإنزلاق دون إحتكاك على سطح نصف قطره $R=60\text{cm}$

1/ عن الطاقة الكامنة التقالية E_{pp} للجسم بدلالة الزاوية α التي يصنعها مع الشاقول باعتبار أن الطاقة الكامنة معدومة في O .

2/ الجسم يترك دون سرعة ابتدائية من S_0 حيث (OS_0) يصنع زاوية $\alpha = 60^\circ$ مع الشاقول حسب الطاقة الكامنة للجسم في الوضع S_0 .

3/ بآلة سرعة V , للجسم يمر بأخفض نقطة (S_1) من المسار

$$g=10\text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$$



حل:

1/ لتكن النقطة H المسقط العمودي للنقطة S_1 على OS_0

باختيار مبدأ الطاقات الكامنة O فإن عبارة الطاقة الكامنة E_{pp} :

$$E_{pp} = m.g.z$$

$$\text{حيث أن : } Z = -R \cdot \cos \theta$$

$$\text{ومنه : } E_{pp} = -m.g.R \cdot \cos \theta$$

2/ عند النقطة S_0 تأخذ الزاوية القيمة $\alpha_0 = 60^\circ$

$$E_{pp} = m.g.R \cdot \cos \alpha_0$$

$$E_{pp} = -40 \times 10^{-3} \times 10 \times 0,60 \times 0,5$$

$$E_{pp} = -0,12\text{J}$$

3/ حساب سرعة الجسم

بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة:

$$Ec_1 + E_{pp_1} = Ec_0 + E_{pp_0}$$

$$\frac{1}{2}m.V_1^2 + (-m.g.R \cdot \cos \alpha_1) = 0 + (-m.g.R \cdot \cos \alpha_0)$$

$$\frac{1}{2}V_1^2 = g.R.(Cos \alpha_1 - Cos \alpha_0) \quad \text{بعد التبسيط :}$$

ومنه عبارة V تكون كالتالي :

$$\alpha = 60^\circ, \alpha_1 = 0 \quad \text{حيث :}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 0,60 \times (Cos(0^\circ) - Cos(60^\circ))} \Rightarrow V_1 = 2,4\text{m.s}^{-1}$$

تمرين 05:

متزحلق على الجليد كتلته 36Kg ينطلق دون سرعة ابتدائية وفق خط الميل الأعظم حيث $\alpha = 30^\circ$.

أعط رسم تخطيطي للجملة المدروسة. ثم مثل مختلف القوى المطبقة عليها باعتبار أن قوى الإحتكاك مهملة.

أ) بإعتبار أن الطاقة الكامنة معروفة عند نقطة الإنطلاق .

- عبر عن الطاقة الكامنة القالبة للمتزحلق بعد هبوط مسافة L .

ب) أوجد بتطبيق مبدأ إنفاذ الطاقة للجملة العبرة الحرافية لسرعة المتزحلق ثم أحسب قيمتها بعد هبوط قدره 80m

3/ في هذه الحالة المتزحلق يهبط من نفس الطريق المغطاة بالثلوج حيث المركبة الأفقية للإحتكاك في نقطة تماس ثلج - متزحلق هي $f = K.P$ حيث $K = 0,12$ تهمل مقاومة الهواء .

أ) مثل مختلف القوى المؤثرة على المتزحلق .

ب) ما هي القوى التي تؤدي لتغيير الطاقة الحركية للمتزحلق ؟ .

ج) أحسب الطاقة الحركية للجسم المدروس وهذا :

1. عند الإنطلاق من قمة المنحدر .

2. عند الوصول إلى أدنى نقطة منه حيث $m=80\text{m}$.

د) عين قيمة سرعة الجسم عند الوصول . $g=9,8\text{N}.\text{kg}^{-1}$

الحل :

(1) أنظر الرسم

أ) عباره الطاقة الكامنة

$$E_{pp} = m.g.z$$

بأخذ مبدأ المحور OZ الموجه نحو الأعلى

$$Z_G(0) = 0$$

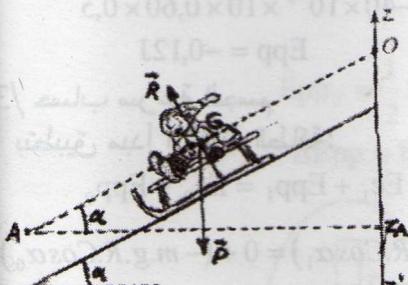
$$E_{pp} = -L \sin \alpha \cdot m \cdot g$$

ب/ عباره السرعة

بتطبيق مبدأ إنفاذ الطاقة

$$E_{pp_1} + E_{c_1} = E_{pp_2} + E_{c_2}$$

$$0 = -m.g.h + \frac{1}{2} m V_2^2$$



$$-m.g.L.\sin\alpha + \frac{1}{2}m.V_2^2 = 0 \quad : \text{ومنه}$$

$$V_2^2 = 2.g.L.\sin\alpha \quad : \quad \text{فان}$$

حساب سرعة المتر حلقة

$$V_2^2 = 2 \times 9,8 \times 80 \times 0,5 \Rightarrow V_2 = 28 m \cdot s^{-1}$$

أ) أنظر الرسم

الإحتكاك موجود : نحل \vec{R} إلى مركبتين

هـ موازية للانتقال ومعاكسة لجهة السرعة

مركبة \vec{N} عمودية على خط الميل الأعظم.

بـ-القوة المؤدية الى تغير الطاقة الحركية لـ

لمرتبط - ثلج) والمركبة المماسية

في أعلى المنحدر: $E_{Cl} = 0$ / ١
٢ / من النقطتين A و B حسب مبدأ انحفاظ الطاقة:

$$W(\vec{f}) + W(\vec{P}) + E_C = E_C$$

$$E_C = m.g.\ell \cdot \sin\alpha - f.\ell + E_{C_0}$$

$$E_{C_2} = m.g.\ell.Sina + k.p.\ell$$

$$E_{C_2} = 36 \times 9,8 \times 80 (0,5 - 0,12) \Rightarrow E_{C_2} = 1,07 \times 10^4 \text{ J}$$

$$E_C = \frac{1}{2} m V^2 \quad : \text{حساب السرعة}$$

$$V = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 \times 1,07 \times 10^4}{36}} \simeq 24,4 \text{ m.s}^{-1}$$

٦:

مطرقة فولاذية كتلتها $m=15\text{kg}$ يمكنها الانتقال شاقوليا بواسطة رباط حيث ترتفع بمقدار $1,8\text{m}$ عن السطح المخصص لطرقه ثم تحرّر فتسقط سقوطاً حراً على هذا السطح.

١١- أحسب مقدار التغير في الطاقة الكامنة التقالية عند الوضع العلوي ثم السفلي.

٢- ما هو مقدار التغير في الطاقة الحركية من أجل هذا الانتقال؟

٣. أصب سرعة وصول المطرقة التي أخفض نقطة من السقوط.

4. في الحقيقة المطرقة تصل بسرعة مساوية لـ 75% من القيمة النظرية المحسوبة سابقا.

أ- أحسب الطاقة الحركية للجسم لحظة الوصول .

ب- عين قيمة عمل القوة المعاينة لحركة المطرقة أثناء هذا الإنقال

الحل :

(1) مقدار التغير في الطاقة الكامنة

$$\Delta E_{pp} = m.g.\Delta Z$$

$$\Delta Z = -1,8\text{m}$$

$$\Delta E_{pp} = -15 \times 9,8 \times 1,8 \Rightarrow \Delta E_{pp} = -264,6\text{J}$$

$$E_{C1} + E_{pp1} = E_{C2} + E_{pp2} \quad (2)$$

$$\Delta E_C = -\Delta E_{pp} = 264,6\text{J} . \quad \text{إذن:}$$

(3) حساب سرعة وصول المطرقة

$$\Delta E_C = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$v^2 = \frac{2}{m} \cdot \Delta E_C \quad \text{إذن}$$

$$v^2 = \frac{2}{15} \times 264,6 \Rightarrow v = 5,9\text{m.s}^{-1}$$

$$v' = \frac{3}{4}v \quad (4)$$

$$\Delta E'_C = \frac{9}{16} \Delta E_C \Rightarrow E'_{C2} = \frac{9}{16} \times 264,6 \Rightarrow E'_{C2} = 149\text{J}$$

$$E'_{C2} = E'_{C1} + W(\vec{p}) + W(\vec{f}) \quad (b)$$

$$W(\vec{f}) = E'_{C2} - E'_{C1} - W(\vec{p})$$

$$W(\vec{f}) = 149 - 0 - 15 \times 9,8 \times 1,8$$

$$W(\vec{f}) = -115,6\text{J}$$

التمرين 7

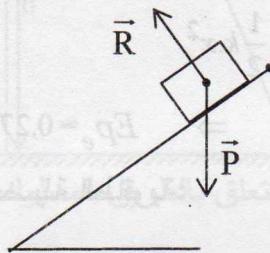
تحقق الجملة الموضحة في الشكل .

1/ مثل القوى المطبقة على الجسم قبل ملامسته للنابض

2/ يترك الجسم لينزلق دون احتكاك على خط الميل الأعظم دون سرعة ابتدائية

- فيتصدم النابض .
- أ- أحسب الطاقة الحركية للجسم لحظة الإصطدام بالنابض .
- ب- ما هي سرعته عندئذ؟ .
- ج- بتطبيق مبدأ إنفاذ الطاقة .
- د- أحسب مقدار الإنضغاط الأعظمي للنابض (x_0) .
- ـ ما هي الطاقة الكامنة المرونية التي يخزنها النابض عندئذ .
- ـ أعط الحصيلة الطاقوية للجملة (نابض - جسم) بعد الإصطدام حتى بلوغ الإنضغاط الأعظمي.

حل :



أنظر الرسم .

ـ حساب الطاقة الحركية لحظة الإصطدام:

ـ بتطبيق مبدأ إنفاذ الطاقة :

$$E_{C_2} = E_{C_1} + W(\vec{p})$$

ـ ومنه :

$$E_{C_2} = 0 + m \cdot g \cdot h$$

ـ إذن :

$$E_{C_2} = m \cdot g \cdot d \cdot \sin \alpha$$

$$E_{C_2} = 0,05 \times 10 \times 1 \times 0,5 = 0,25 \text{ J}$$

ـ حساب سرعة الجسم

$$E_{C_2} = \frac{1}{2} m \cdot V^2$$

$$V = \sqrt{\frac{2E_{C_2}}{m}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 \times 0,25}{0,05}} = 3,16 \text{ m/s}$$

ـ حساب مقدار الإنضغاط الأعظمي للنابض :

$$E_{pp_3} + E_{C_3} = E_{pp_2} + E_{C_2}$$

ـ اختيار المستوى المرجعي للطاقة الكامنة التمددية المستوى الأفقي المار من

ـ لحظة إصطدام الجسم بالنابض ومنه : $E_{pp_2} = 0$:

$$- m \cdot g \cdot h' + \frac{1}{2} k \cdot x^2 + 0 = E_{C_2}$$

$$50x^2 - 0,25x - 0,25 = 0$$

بضرب طرف المعادلة (4×)

$$200x^2 - x - 1 = 0$$

$$\sqrt{\Delta} = 28,3$$

$$x_1 = \frac{1 - 28,3}{400} = -0,068m \quad \text{مروض}$$

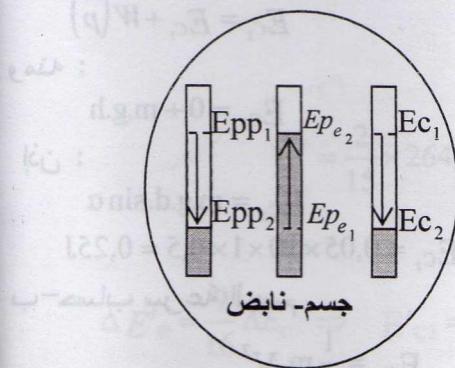
$$x_2 = \frac{1 + 28,3}{400} = 0,073 \text{ m}$$

ينضغط النابض بمقدار أعظمي قدره
د) حساب الطاقة الكامنة المروضية للنابض

$$Ep_e = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$Ep_e = \frac{1}{2} \times 100 \times (0,073)^2 \Rightarrow Ep_e \approx 0,27(J)$$

هـ) الحصيلة الطاقوية:



التمرين 8:

حجر صغير كتلته $m=50g$ يقذف من سقف عمارة بسرعة \vec{V}_0 حيث

$V_0 = 4,0 \text{ m/S}$ وتصنع مع المستوى الأفقي زاوية α

أ) أحسب قيمة V التي يصل بها الحجر إلى سطح الأرض الواقع أسفل السقف

وعلى بعد $h=15m$

ب) هل هذه القيمة V مستقلة عن زاوية القذف α وكتلة الجسم m ؟

($g = 9,8 \text{ N/kg}$)

ج) أعط الحصيلة الطاقوية للحجر.

الحل:

حساب قيمة V :

تطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة

$$E_{pp_1} + E_{C_1} = E_{pp_2} + E_{C_2}$$

واعتبار سطح الأرض المستوى المرجعي للطاقة الكامنة التقالية

$$E_{pp_2} = 0$$

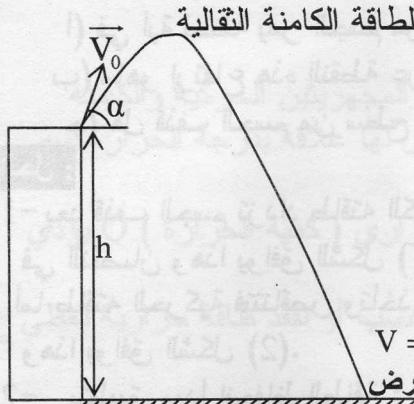
$$E_{C_2} = m.g.h + \frac{1}{2}mV_0^2$$

$$\frac{1}{2}m.V^2 = m.g.h + \frac{1}{2}m.V_0^2$$

$$V = \sqrt{2.g.h + V_0^2}$$

$$V = \sqrt{2 \times 9,8 \times 15 + 16} \Rightarrow V = 17,6 \text{ m.s}^{-1}$$

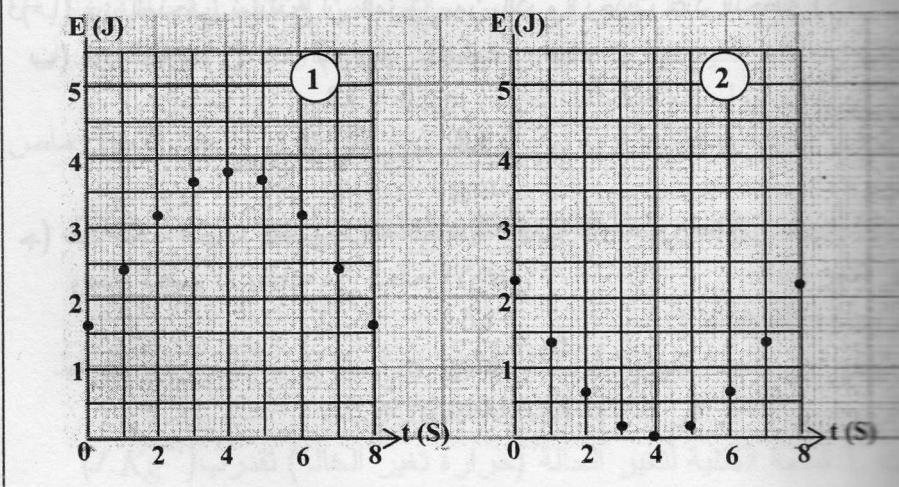
الأرض



(+) تعم V مستقلة عن α زاوية القذف لأنها لا تتعلق بالطريق المسلوك و
مستقلة عن الكتلة m لأنها تخترل.

تسرين 9:

الشكلان الموضحان في الرسم يمثلان الطاقة الكامنة والطاقة الحركية لجسم
 $m = 100g$ نعتبره نقطة مادية. يقذف شاقوليا نحو الأعلى في اللحظة $t = 0$ ونعتبر سطح الأرض كمستوى مرجعي للطاقة الكامنة التقالية.



1. حدد الطاقة التي يمتلكها كل منحنى مع التبرير.
2. عين سرعة الجسم عند مروره بأعلى نقطة من مساره.
3. إعتماداً على المنحنيين:
 - (أ) في أية لحظة يمر الجسم من أعلى نقطة من مساره.
 - (ب) ما هو إرتفاع هذه النقطة عن سطح الأرض؟.
 - (ج) هل قذف الجسم من سطح الأرض؟

الحل :

- 1- بعد قذف الجسم تزداد طاقته الكامنة الثقالية حتى تأخذ قيمة عظمى ثم تبدأ

في النقصان وهذا يوافق الشكل (1).

أما طاقته الحركية فتتناقص وتأخذ قيمة صغرى عند ذروة المسار ثم تزداد وهذا يوافق الشكل (2).

- 2- بتطبيق مبدأ إنحفاظ الطاقة :

$$E_{C_1} + E_{pp_1} = E_{C_2} + E_{pp_2}$$

$$E_{C_1} = E_{C_2} + E_{pp_2}$$

$$\underbrace{E_{C_1} - E_{pp_2}}_{=0} = E_{C_2}$$

$$E_{C_2} = 0 \Rightarrow V_2 = 0$$

- 3- (أ) من المنحنى نستنتج أن المرور من الذروة يحدث عند اللحظة $t = 4S$

ب) من البيان (1) عند الذروة $E_{pp_2} = 3,8J$ $m.g.h = 3,8$

$$h = \frac{3,8}{m.g} \Rightarrow h = 3,8m$$

ج) عند قذف الجسم كانت طاقته الكامنة الثقالية $E_{pp_1} = 1,6J$ (من البيان 1)

ومنه الجسم لم يقذف من سطح الأرض .

$$h_0 = \frac{1,6}{m.g}$$

$$h_0 = 1,6m$$

طاقة الداخليّة

ملخص نظري

١/ المركبة الحرارية E_{th} للطاقة الداخليّة:

كل جملة مادية تملك بالإضافة إلى الطاقتين المجهريتين الحركية والكامنة تكويناتها (الجزيئات) مركبة طاقوية أخرى لها علاقة بدرجة الحرارة تسمى طاقة حرارية.

عمل قوى الاحتكاك W أو كل تحول حراري (كمية الحرارة) Q يؤدي إلى تغير في الطاقة الداخليّة للجملة.

كل جملة يطرأ عليها تحول حراري فإنها تتسب أو تفقد طاقة حرارية تعطى

$$\Delta E_{th} = m.c(T_f - T_i)$$

$$\Delta E_{th} = m.c.\Delta T$$

حيث ΔE_{th} : مقدار التغير في الطاقة الحرارية للجملة تقدر ب $[J]$

m : كتلة الجملة تقدر ب $[Kg]$

C : السعة الحرارية الكتليلية $[J.Kg^{-1}.^{\circ}C^{-1}]$

ΔT : التغير في درجة حرارة الجملة $[^{\circ}C]$

/ فعل جول :

التحول الحراري لجملة يؤدي إلى تغيير حالتها الفيزيائية (صلبة، سائلة، غازية) و تغيير حالتها الكيميائية (تحطيم روابط الجزيئات) و يمكن لهذا التحول أن ينتج عن فعل جول (الاحتكاكات).

أخذت الجملة طاقة حرارية من الوسط الخارجي نقول أن هذا التحول ماص للحرارة .

ما إذا ما فقدت الجملة طاقة حرارية للوسط الخارجي نقول أن هذا التحول يشرّد حرارة .

/ طاقة التماسك :

التغير في الحالة الفيزيائية لجملة كتلتها m تحت درجة حرارة و ضغط

$$\Delta E = m.L$$

حيث L : السعة الكتليلية للتغير الحالة (حرارة تغير الحالة) تقدّر ب $(J.Kg^{-1})$

IV / التفسير المحرّي لتغيير الحالة الحرارية المرافقة لتحويل فيزيائي أو كيميائي

يرافق التحول الحراري لجملة زيادة أو نقصان في حرکية جزيئات المادة مما يؤدي إلى تحول حالتها الفيزيائية .
كما أن التحول الكيميائي يمكن أن يرافقه انتشار أو إمتصاص للطاقة الحرارية.

تمارين

التمرين 1

أ- أحسب الطاقة الحرارية اللازمة لإعطاؤها لـ :

أ- مائة غرام (100 g) من الماء كي ترتفع درجة حرارته 20°C

ب- 500 g من الماء من أجل الحصول على 500 g من التجار

2- ماهي جهة و قيمة التحويل الحراري عند ما تتحول 500 g من البخار عند 100°C إلى سائل .

3- هل تتغير الطاقة الداخلية للماء في الحالات الثلاثة السابقة؟.

$$L_V = 2,26 \times 10^3 \text{ kJ.kg}^{-1} ; \quad C_{\text{ماء}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.C^{-1}$$

الحل :

$$\Delta E_{th} = m.c.\Delta t \quad (أ/1)$$

$$\Delta E_{th} = 0,1 \times 4,18 \times 10^3 \times 20$$

$$\Delta E_{th} = 8,4 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta E_{th} = m.Lv \quad (ب)$$

$$\Delta E_{th} = 0,5 \times 2,26 \times 10^6$$

$$\Delta E_{th} = 1,13 \times 10^6 \text{ J}$$

2/ إن تحول الماء من حالته الغازية إلى حالته السائلة يعطي حرارة للوسط

الخارجي فتكون قيمة هذا التحول الحراري $1,13 \times 10^6 \text{ J}$

3/ في كل الحالات تتغير الطاقة الداخلية للماء .

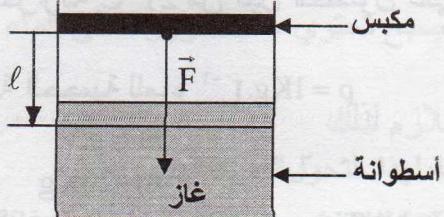
تتغير الطاقة الحرکية المجهرية بتغيير درجة الحرارة .

كما تتغير الطاقة الكامنة للجزيئات عندما نبخر أو نكثف الماء .

教训 02:

الجملة الممثلة في الشكل هي عبارة عن غاز موجود داخل أسطوانة مغلقة بواسطة مكبس نحفي تحول طاقوي بواسطة عمل ميكانيكي حيث يضغط الغاز على قوة ثابتة \vec{F} شدتها $F=500\text{N}$. تؤدي إلى إنتقال المكبس بمسافة $l=10\text{cm}$ و خلال هذه العملية يحدث تحول حراري حيث يسخن الغاز ثم يُبرد يعطي 20J للوسط الخارجي.

أعط القيم الجبرية في الطاقة المكتسبة من طرف الغاز و كذلك التحول الحراري ثم أحسب التغير في الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول.



الخط:

- باعتبار الجملة هي الغاز وكل ما يحيط بها الوسط الخارجي
أثناء عملية ضغط الغاز يكتسب طاقة ميكانيكية (العمل)

$$W = F \cdot l \Rightarrow W = 500 \times 0,1 \Rightarrow W = 50\text{J}$$

- تبريد الغاز يعطي طاقة حرارية للوسط الخارجي قيمتها الجبرية

$$\Delta E_{th} = -20\text{J}$$

التغير في الطاقة الداخلية هو :

$$\Delta U = W + \Delta E_{th}$$

$$\Delta U = 50 - 20 \Rightarrow \Delta U = 30\text{J}$$

الطاقة الداخلية للغاز ترتفع .

الخط:

من أجل نفس التحول الحراري الذي يطرأ على كتلتين متساويتين من الزئبق Hg والماء .

ستكون التغير في درجة حرارة السائلين

$$C_{\text{ماء}} = 4,18 \text{KJ} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C}^{-1}; \quad C_{Hg} = 0,14 \text{KJ} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

الخط:

يمكن Q هو المقدار التحول الحراري لكل سائل

$$Q = m \cdot C_{\text{ماء}} \cdot \Delta T_{\text{ماء}} = m \cdot C_{Hg} \cdot \Delta T_{Hg}$$

$$\frac{\Delta T_{\text{ماء}}}{\Delta T_{\text{Hg}}} = \frac{C_{\text{Hg}}}{C_{\text{ماء}}}$$

$$\frac{\Delta T_{\text{Hg}}}{\Delta T_{\text{ماء}}} = \frac{4,18}{0,14} \Rightarrow \frac{\Delta T_{\text{Hg}}}{\Delta T_{\text{ماء}}} = 29,9$$

نلاحظ أن التغير في درجة حرارة الزئبق Hg أكبر بكثير منه في الماء.

تمرين 04:

ما هو حجم الماء الساخن عند الدرجة 60°C الواجب إضافته إلى 20L الماء درجة حرارته 21°C من أجل الحصول على مزيج درجة حرارته

الحل:

نعلم أن الكثافة الحجمية للماء $\rho = 1\text{Kg.L}^{-1}$

$$m = \rho \cdot V \quad \text{ومنه :}$$

$$m = 20\text{Kg}$$

التحول الحراري للماء الساخن هو: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T_1$

التحول الحراري للماء البارد هو: $Q = m' \cdot c \cdot \Delta T_2$

إن التحول الحراري الذي يفقد الماء الساخن هو نفسه الذي يتلقاه الماء البارد إذا: $m \cdot c \cdot \Delta T_1 = m' \cdot c \cdot \Delta T_2$

$$m = \frac{m' \cdot \Delta T_2}{|\Delta T_1|}$$

$$m = \frac{20 \times (32 - 21)}{|32 - 60|} = 7,9\text{kg}$$

وبالتالي حجم الماء اللازم: $V = 7,9\text{L}$

تمرين 05:

كتب المعلومات التالية على كرة للماء الساخن: السعة 47L ، الضياع في الحرارية عند التوقف 112W

تملاً الكرة بالماء حيث تكون درجة حرارته 60°C .

بعد كم من الزمن منذ توقف التسخين تصبح درجة حرارة الماء 40°C ؟

$$C_{\text{ماء}} = 4,18\text{kJ.kg}^{-1}\text{C}^{-1}$$

الحل:

التحول الحراري $Q = P \cdot t$ حيث: $Q = P \cdot t$

$$\frac{\Delta T_{\text{ماء}}}{\Delta T_{\text{Hg}}} = \frac{C_{\text{Hg}}}{C_{\text{ماء}}}$$

$$\frac{\Delta T_{\text{Hg}}}{\Delta T_{\text{ماء}}} = \frac{4,18}{0,14} \Rightarrow \frac{\Delta T_{\text{Hg}}}{\Delta T_{\text{ماء}}} = 29,9$$

نلاحظ أن التغير في درجة حرارة الزئبق Hg أكبر بكثير منه في الماء .

تمرين 04:

ما هو حجم الماء الساخن عند الدرجة 60°C الواجب إضافته إلى 20L من الماء درجة حرارته 21°C من أجل الحصول على مزيج درجة حرارته 32°C

الحل :

نعلم أن الكثافة الحجمية للماء $\rho = 1 \text{ Kg.L}^{-1}$

ومنه : $m = \rho \cdot V$

$$m = 20 \text{ Kg}$$

التحول الحراري للماء الساخن هو : $Q = m \cdot c \cdot \Delta T_1$

التحول الحراري للماء البارد هو : $Q = m' \cdot c \cdot \Delta T_2$

إن التحول الحراري الذي يفقد الماء الساخن هو نفسه الذي يتلقاه الماء البارد .

إذا : $m \cdot c \cdot \Delta T_1 = m' \cdot c \cdot \Delta T_2$

$$m = \frac{m' \cdot \Delta T_2}{|\Delta T_1|}$$

$$m = \frac{20 \times (32 - 21)}{|32 - 60|} = 7,9 \text{ kg}$$

وبالتالي حجم الماء اللازم : $V = 7,9 \text{ L}$

تمرين 05:

كتبت المعلومات التالية على كرة للماء الساخن : السعة 47L ، الضياع في الطاقة الحرارية عند التوقف 112W

تملاً الكرة بالماء حيث تكون درجة حرارته 60°C .

بعد كم من الزمن منذ توقف التسخين تصبح درجة حرارة الماء 40°C ؟

تعطى : $C_{\text{ماء}} = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

الحل :

التحول الحراري $Q = P \cdot t$ حيث :

وهو يمثل الطاقة التي تتخلى عنها الكوة (47L) حيث تتغير درجة الحرارة من 40°C إلى 60°C

$$P.t = m.c.\Delta T$$

$$\Delta T = 40 - 60$$

$$t = \frac{m.c|\Delta T|}{P} \Rightarrow t = \frac{47 \times 4,18 \times 10^3 \times 20}{112} \Rightarrow t = 35 \times 10^3 \text{ s}$$

تسرين 06:

تخرج من ثلاجة قارورة بلاستيكية تحتوي 1kg من الجليد درجة حرارتها 10°C وبعد 3 ساعات تصبح تحتوي هذه القارورة على الماء درجة حرارتها 18°C

ما هي الاتجاهات الضرورية لتحول ذلك
الحاجة إلى القدرة المتوسطة لهذا التحول؟

$$C_{\text{جليد}} = 2,10 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C}^{-1}; C_{\text{ماء}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot {}^{\circ}\text{C}^{-1}; L_{f(\text{جليد})} = 335 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

نفترض هذا التحول إلى ثلاثة أجزاء

الجزء الأول: ارتفاع درجة حرارة 1kg من الجليد من 0°C إلى 10°C

$$Q_1 = m.C_{\text{جليد}} \cdot \Delta T_1$$

$$Q_1 = 1 \times 2,1 \times 10^3 \times 10 \Rightarrow Q_1 = 21 \text{ kJ}$$

الجزء الثاني: تحويل الحالة الفيزيائية للماء عند 0°C إلى ماء درجة حرارة 10°C

$$Q_2 = m.L_{f(\text{جليد})}$$

$$Q_2 = 1 \times 335 \times 10^3 \Rightarrow Q_2 = 335 \text{ kJ}$$

الجزء الثالث:

ارتفاع درجة حرارة الماء من 0°C إلى 18°C يوافقه التحول الحراري Q_3

$$Q_3 = m.C_{\text{ماء}} \cdot \Delta T_2$$

$$Q_3 = 1 \times 4,18 \times 10^3 \times 18 \Rightarrow Q_3 = 75,2 \text{ kJ}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 431 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{Q}{t} \quad \text{حساب القدرة المتوسطة:}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$P = \frac{431 \times 10^3}{3 \times 3600} \Rightarrow P = 39,9W$$

التمرين 07:

1/ درجة حرارة جدار من الأجرور معرض لأشعة الشمس تتغير من 5°C إلى 50°C . كتلة الجدار $2,45\text{t}$

أ- على أية شكل يخزن الجدار الطاقة التي يكتسبها .

ب- ما هو مقدار التحويل الحراري الذي يكتسبه الجدار؟

2/ أثناء الليل تخضع درجة حرارة الجدار من 50°C إلى 16°C خلال 10 ساعات

أ- أحسب الإستطاعة المتوسطة للتحول الحراري نحو الوسط الخارجي

ب- على أية شكل تفقد هذه الإستطاعة.

3/ أعط الحصيلة الطاقوية للجدار في الحالتين السابقتين

$$C_p = 0,84 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \quad \text{تعطى : اجرة}$$

الحل:

1/ أ) يؤدي هذا التحويل الحراري إلى إرتفاع الطاقة الداخلية للجدار

ب) مقدار التحويل الحراري:

$$\Delta E_{th} = m \cdot C \cdot \Delta T$$

$$\Delta E_{th} = 2,45 \times 10^3 \times 0,84 \times 10^3 \times 35$$

$$\Delta E_{th} = 7,2 \times 10^7 \text{ J}$$

الجدار يتلقى هذه الطاقة على شكل إشعاع.

2/ حساب الإستطاعة:

$$\Delta E'_{th} = m \cdot C \cdot \Delta T_2$$

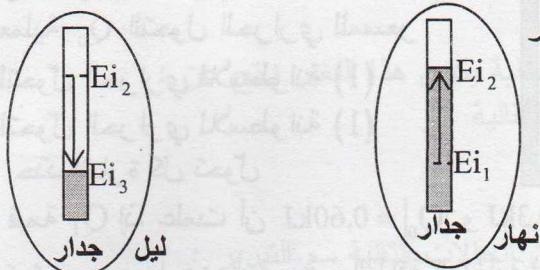
$$p = \frac{\Delta E'_{th}}{t}$$

$$P = \frac{m \cdot C \cdot |\Delta T_2|}{t} \quad \therefore \quad \text{ومنه}$$

$$P = \frac{2,45 \times 10^3 \times 0,84 \times 10^3 (50 - 16)}{10 \times 3600} \Rightarrow p = 1,9 \text{ kW}$$

ـ قاء الليل الجدار تخفض درجة حرارته ويتم تحويل الطاقة إلى الوسط الخارجي (الهواء) على شكل إشعاعات تحت الحمراء وعن طريق الحمل

ـ الحصيلة الطاقوية للجدار



教训 08:

ـ حن 50CL من الحليب في إناء معدني يوضع فوق صفيحة مسخنة سعها 2,2kW و تستغل فقط 60% من هذه الإستطاعة لتسخين الحليب
ـ كيف يتم هذا التحول:

(أ) في الحليب ، (ب) في مادة الإناء

ـ حب مدة التسخين اذا أردنا أن ترتفع درجة حرارة الحليب 30°C
ـ حب مقدار التسخين اذا أردنا أن ترتفع درجة حرارة الحليب 30°C ، نقبل أن كتلة الحليب هي 50g

ـ يتم التحول الحراري في الحليب عن طريق الحمل.

ـ يتم التحول الحراري في مادة الإناء عنه طريق النقل.

ـ حب مدة التسخين :

$$P = \frac{\Delta E_{th}}{t} \Rightarrow t = \frac{\Delta E_{th}}{P}$$

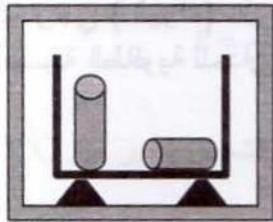
$$t = \frac{m.c.\Delta T}{P} \quad : \quad \text{ذلك}$$

$$t = \frac{50 \times 10^{-3} \times 4,25 \times 10^3 \times 30}{2,2 \times 10^3} \times \frac{60}{100} \Rightarrow t = 49S$$

教训 09:

ـ سعر حراري درجة حرارته الإبتدائية $T_0 = 20^\circ C$ نضع أسطوانتين حلبتين (1)، (2) درجة حرارتهما $T_1 = 20^\circ C$ ، $T_2 = 80^\circ C$ كما في الشكل
ـ ترك الجملة حتى يحدث توازن حراري باعتبار أن التبادل مع الوسط الخارجي سطحه .

1/ ما هي القيم الحدية لدرجة حرارة التوازن الحراري في المسرع؟



2/ نرمز للتحولات الحرارية خلال

هذه العملية Q_0 التحول الحراري للمسرع

Q_1 : التحول الحراري للأسطوانة (1)

Q_2 : التحول الحراري للأسطوانة (1)

حدد إشارة كل تحول

$$|Q_2| = 20,3 \text{ kJ} \quad |Q_0| = 0,60 \text{ kJ}$$

3/ حدد قيمة Q_1 إذا علمت أن

4/ ماذا يتربّط مجهرياً عن التغير في الطاقة الداخلية للأسطوانة (1)؟

الحل:

1/ الجسمين الباردين درجة حرارتهما 20°C والجسم الساخن درجة حرارته 80°C ومنه نستنتج أن درجة التوازن الحراري تكون محصورة بين هاتين القيمتين $20^\circ\text{C} < T_e < 80^\circ\text{C}$

2/ الجسم الساخن يعطي طاقة عن طريق تحول حراري إلى الجسمين الباردين ومنه $Q_1 > 0$, $Q_2 < 0$, $Q_0 > 0$

3/ بإعتبار أن الجملة لا تحول أية طاقة للوسط الخارجي فإن:

$$Q_0 + Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = -(Q_0 + Q_2) \Rightarrow Q_1 = -(0,60 - 20,3) \Rightarrow Q_1 = 19,7 \text{ KJ}$$

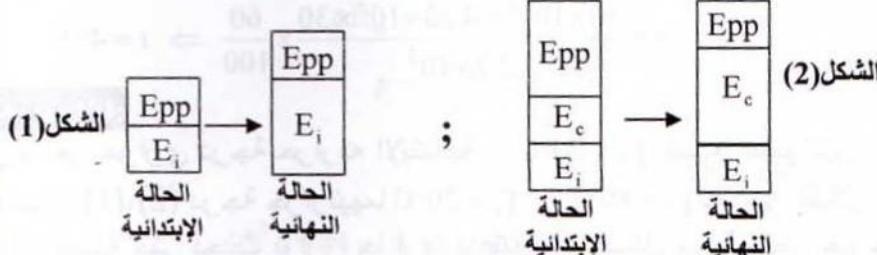
4/ الطاقة الداخلية للأسطوانة (1) تزداد

$$\Delta U = Q_1$$

ويُنْتَج عن ذلك حركة حرارية لنرأت النحاس

التمرين 10:

الشكلان يمثلان الطاقة الإبتدائية والطاقة النهائية لجملتين



1/ ما هي الجملة التي :

- أ- لا تتغير طاقتها الكامنة التقالي
- ب- تتغير طاقتها الداخلية

2/ في حالة تغير الطاقة الداخلية يكون هذا التغير ناتج عن :

- أ- تحول للطاقة الكامنة التقالي

- ب- تحول للطاقة الحركية

ج- تحول حراري

3/ أرفق بكل مخطط حالة من الحالات التالية مع التبرير :

- أ- سقوط بسرعة ثابتة

- ب- إناء معدني فوق صفيحة مسخنة

- ج- سقوط حر .

حل:

1/ أ- الطاقة الكامنة تتغير في الجملة (2) ، تتناقص

ب- الطاقة الداخلية تتغير في الجملة (1) ، ترداد

2/ أ- في الشكل (1) لا يمكن للتغير في الطاقة الداخلية أن يكون نتيجة تحول الطاقة الكامنة التقالي لأنها تبقى ثابتة .

ب) التغير في الطاقة الداخلية ناتج عن تحول للطاقة الحركية .

ج) التحول الحراري يمكن أن يتسبب في تغير الطاقة الكلية للجملة

$$E_C + E_{PP} + E_i$$

$$Q = \Delta(E_C + E_{PP} + E_i)$$

لكن كل من E_{PP}, E_C ثابتين

ومنه : $Q = \Delta E_i$

وبالتالي التغير في الطاقة الداخلية يكون نتيجة تحول حراري

3/ أ- السقوط بسرعة ثابتة يوافق نصان في الطاقة الكامنة التقالي وبقاء الطاقة الحركية ثابتة و هذا لا يوافق أية جملة .

ب- الإناء الموضوع فوق الصفيحة ترتفع طاقته الداخلية و تبقى كل من E_C و E_{PP} ثابتين . و هذه الحالة توافق الشكل (1) .

ج- أثناء السقوط الحر الطاقة الداخلية لا تتغير و الجسم لا يتلقى طاقة حرارية

$$Q = 0 = \Delta E_{PP} + \Delta E_C + \Delta E_i$$

و بالتالي : $\Delta E_C = -\Delta E_{PP}$ وهذا يوافق الشكل (2)

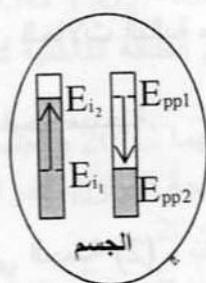
التمرين 11 :

ينزل على طريق مائل طوله $\ell = 100\text{m}$ جسم بحركة منتظمة سرعته 95km.h^{-1} كتلته $m = 360\text{kg}$. ميل الطريق 12% .
1/ مثل الحصيلة الطاقوية للجسم .

2/ أحسب الإستطاعة الحرارية التي تحول إلى الجسم أثناء النزول بإعتبار ضياعها مهم . $g = 9,81\text{N.kg}^{-1}$

الحل:

1/ الحصيلة الطاقوية للجسم



2/ حساب الإستطاعة المتوسطة

$$P = \frac{\Delta E_{th}}{t}$$

حسب مبدأ إنفاذ الطاقة

$$\Delta E_{i1} + E_{PP1} = E_{i2} + E_{PP2}$$

$$\Delta E_i = -\Delta E_{PP}$$

$$P = \frac{\Delta E_i}{t}$$

$$P = \frac{m.g.h}{t}$$

ونعلم أن: $V = \frac{\ell}{t}$ و $h = \ell \cdot \sin\alpha$

ومنه: $p = m.g.v \cdot \sin\alpha$

$$P = 360 \times 9,8 \times 95 \times \frac{1000}{3600} \times 0,12$$

$$P = 11172\text{W}$$

المجال الثاني : الضواهر الكهربائية

01 - مفهوم الحقل المغناطيسي

02 - مقاربات الأفعال المتبادلة الكهرومغناطيسية

03 - التحرير الكهرومغناطيسي

مفهوم الحقل المغناطيسي

ملخص نظري

I- الحقل المغناطيسي

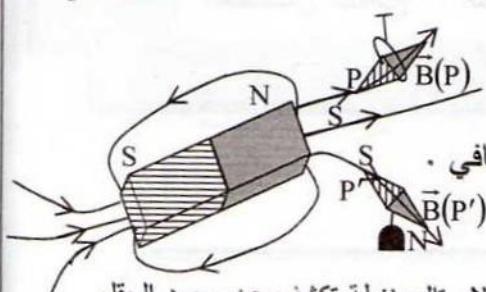
القطب الشمالي لإبرة مغفطة هو نهايتها الموجهة نحو الشمال المغناطيسي (القريب من الشمال الجغرافي)

والقطب الجنوبي هو النهاية الأخرى

إذا إنحرفت الإبرة عن هذا الاتجاه

فهي موجودة في حقل مغناطيسي إضافي .

* المغناط تنتج حقولاً مغناطيسياً



الإبرة المغفطة تكشف عن وجود الحقل

المغناطيسي والمحور S-N للإبرة يتجه

باتجاه الحقل \vec{B}

II- شعاع الحقل المغناطيسي

الحقل المغناطيسي في نقطة P من الفراغ يُمثل بمقدار شعاعي $(\vec{B}(P))$ يدعى

شعاع الحقل المغناطيسي يتميز بما يلي :

- حامله محور الإبرة المغفطة الموضوعة في النقطة P.

- جهته هي جهة المحور N → S للإبرة المغفطة .

- طولته (أو شدته) B وحدته التسلا (T) .

- تقاس شدة الحقل المغناطيسي B بجهاز يسمى التسلاتر .

- تتغير شدة الحقل المغناطيسي الأرضي بين $70 \mu T$ و $25 \mu T$.

III- الطيف المغناطيسي وخطوط الحقل

يكون شعاع الحقل المغناطيسي مماسياً لخطوط الحقل في كل نقطة من نقاطه،

وتكون هذه الخطوط موجهة في نفس اتجاه \vec{B} حيث لا تتقاطع هذه الخطوط .

- بالنسبة لقضيب مغناطيسي مستقيم تخرج

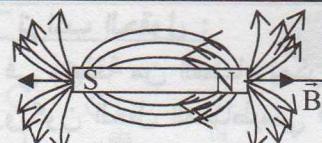


اتجاه خطوط الحقل

خطوط الحقل من قطبه الشمالي متباينة وتحيط به في كل الاتجاهات لتنقارب

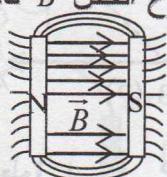
نحو القطب الجنوبي له.

تزداد شدة الحقل \vec{B} مع كثافة خطوط الحقل



الطيف المغناطيسي لمغناطيس مستقيم

بالنسبة لمغناطيس على شكل حرف U تكون خطوط الحقل متوازية بين القطبين، ويكون الحقل المغناطيسي منتظم أي يكون شعاع الحقل \vec{B} ثابت في هذه المنطقة.



الحقل المغناطيسي المنتظم

التماثل (مغناطيس -شيعة)

يتولد حقل مغناطيسي بجوار وشيعة يمر فيها تيار كهربائي فتسلك سلوك مغناطيس وتنتمي الوشيعة بوجهين شمالي وجنوبي.

IV الحقل المغناطيسي الأرضي :

في كل نقطة من الفضاء يكون شعاع الحقل

المغناطيسي الأرضي \vec{B}_T موجود في مستوى الزوال المغناطيسي وينتمي

- بزاوية ميل \hat{I}

- بمركبته الأفقية \vec{B}_h

- في نصف الكرة الأرضية الشمالي

تكون النهاية الشمالية للإبرة المغنة موجهة نحو الأسفل.

- قيمة B_h تقارب $0,2 \times 10^{-4} T$

- وقيمة B_T تقارب $0,5 \times 10^{-4} T$

- زاوية الإنحراف \hat{D} هي الزاوية بين

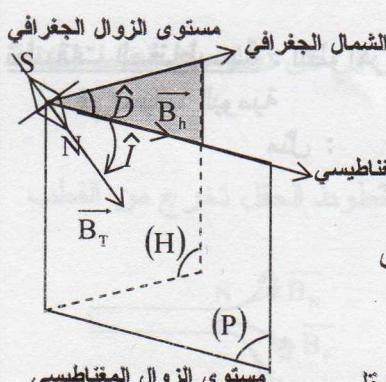
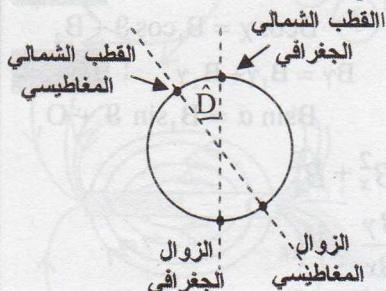
مستوى الزوال المغناطيسي ومستوى الزوال

الجغرافي في كل مكان . ويمكن لها أن

تكون شرقية أو غربية أو معدومة

في منطقة محددة من الفضاء يمكن اعتبار الحقل

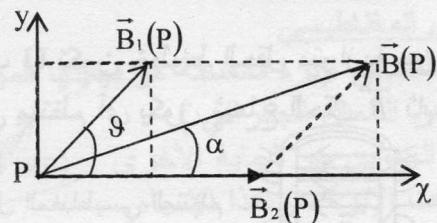
المغناطيسي الأرضي \vec{B}_T منتظم



V تراكب الحقول :

في منطقة من الفضاء يمكن وجود عدة حقول مغناطيسية في نفس الوقت ويكون الحقل المغناطيسي المحصل لهذه الحقول هو المجموع الهندسي لأشعة الحقل المغناطيسي في نقطة ما (P) من الفضاء.

$$\vec{B}(P) = \sum \vec{B}_i(P)$$



في المعلم (j, i, a) بالإسقاط على المحورين

$$B_x = B_{1x} + B_{2x} : P_x$$

$$B \cos \alpha = B_1 \cos \theta + B_2$$

$$B\gamma = B_1\gamma + B_2\gamma : P\gamma$$

$$B \sin \alpha = B_1 \sin \theta + 0$$

$$B^2 = B_x^2 + B_y^2$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{B_y}{B_x}$$

تطبيقات المغناطيسية : للظواهر المغناطيسية عدة استعمالات

في حياتنا اليومية

مثل : - البوصلة

- المغناطيس

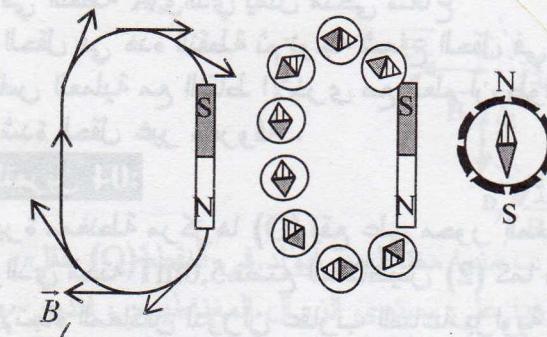
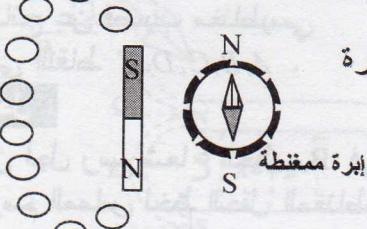
تسارين

تمرين 01 :

بالقرب من مغناطيس ثبت في مركز كل دائرة إبرة مغناطة على طول خط الحقل

- أرسم على الشكل خط الحقل

- مثل شعاع الحقل \vec{B} في مختلف نقاط خط الحقل والإبرة المغناطة.



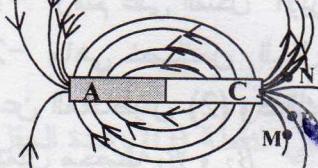
حل :

إن شعاع الحقل \vec{B}
مماسي لخط الحقل

الذي يمر بمركز الدوائر
الإبرة الممغنطة تأخذ إتجاه
الحقل \vec{B} في نقطة من الفضاء

تمرين 02 :

الشكل المقابل يمثل خطوط الحقل لقضيب
مغناطيسي ليكن \vec{B}_M , \vec{B}_N , \vec{B}_P الحقل المغناطيسي في النقاط



1- حدد القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس؟ .

2- رتب الحقول الثلاثة حسب تزايدتها .

3- عين على الشكل حامل وجهاً شعاع الحقل في كل نقطة من النقاط الثلاثة

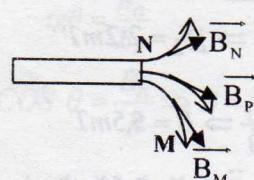
M, N, P

حل :

1) القطب الشمالي للقضيب هو القطب C لأن خطوط الحقل تخرج من القطب الشمالي وتصل للقطب الجنوبي (A)

2- تزداد شدة الحقل مع زيادة كثافة خطوط الحقل لذلك $B_M < B_P < B_N$

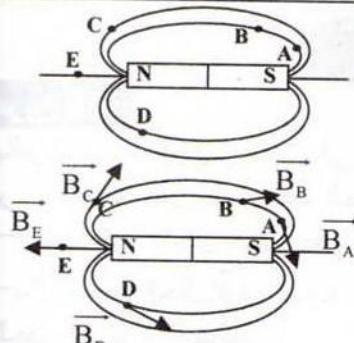
3- شعاع الحقل يكون دائماً مماسياً لخطوط الحقل وموجه في نفس جهتها.



التمرين 03:

مثل على الشكل شعاع الحقل المغناطيسي الناتج عن قضيب مغناطيسي في النقاط A, B, C, D, E .

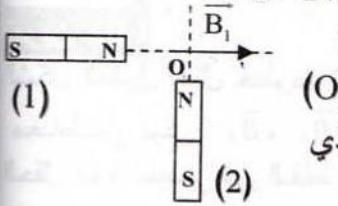
الحل :



من أجل رسم شعاع الحقل \vec{B}_A في النقطة A نرسم المماس لخط الحقل المغناطيسي في النقطة A والذي يمثل منحي شعاع الحقل في هذه النقطة ثم نوجه شعاع الحقل في نفس جهة خط الحقل. ثم نكرر نفس العملية مع النقاط الأخرى مع العلم أن طول الشعاع يكون كافي لأن شدة الحقل غير معروفة.

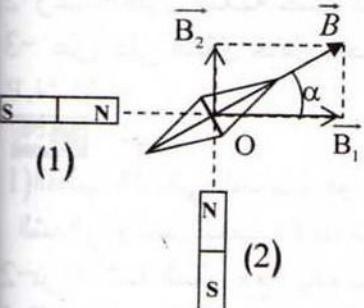
التمرين 04:

إبرة مغناطيسية مركزها (O) يقع على محور المغناطيس (1) فتتجه باتجاه \vec{B}_1 والذي شدته $5,0 \text{ mT}$ نضع المغناطيس (2) كما في الشكل، فتدور الإبرة في الإتجاه المعاكس لدوران عقارب الساعة بزاوية $\alpha = 24^\circ$



- أرسم على الشكل الإبرة الممغنطة $(S-N)$ (1)
- ما هي خصائص الحقل \vec{B}_2 الناتج في النقطة (O) عن المغناطيس (2) وكذلك خصائص الحقل \vec{B} الذي يمثل محصلة \vec{B}_1 و \vec{B}_2
- ندير المغناطيس (1) بزاوية 180° ونعتبر أن \vec{B}_1 يحافظ على نفس الشدة في النقطة (O).

عيّن إتجاه الإبرة وشدة الحقل المحصل \vec{B}



الإبرة الممغنطة تتجه باتجاه محصلة

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\tan \alpha = \frac{B_2}{B_1} \Rightarrow B_2 = 2,2 \text{ mT}$$

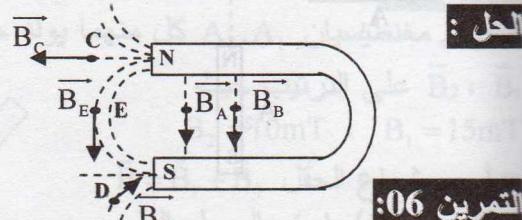
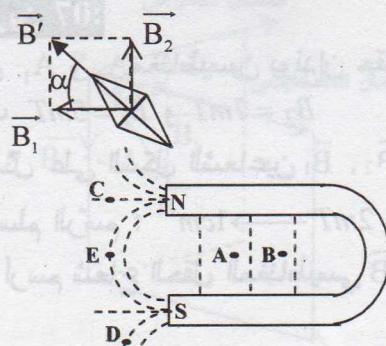
$$\cos \alpha = \frac{B_1}{B} \Rightarrow B = 5,5 \text{ mT}$$

في هذه الحالة الحقل \vec{B}_1 يغير جهة ويكون للحقل \vec{B} نفس شدة الحقل

\vec{B}_2 ويناظره بالنسبة لـ

التمرين 05:

مثل شعاع الحقل المغناطيسي في النقطة
A.B.C.D.E وذلك باستعمال سلم كيفي



التمرين 06:

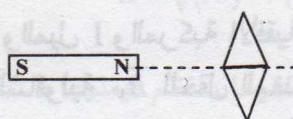
إبرة مغناطيسية مركزها (O). نقرب منها مغناطيس فيولد في النقطة (O) حقل
مغناطيسي \vec{B}_a أفقى موجه عموديا على مستوى الزوال المغناطيسي، فتدور
الإبرة بزاوية $\theta = 65^\circ$

1- ما السبب في انحراف الإبرة المغناطيسة؟.

2- ما هو المنحى الذي تأخذه الإبرة؟.

3- أحسب شدة الحقل \vec{B}_a المتولد عن المغناطيس في النقطة (O) وشدة الحقل
المغناطيسي \vec{B} محصلة \vec{B}_a ، \vec{B}_h تعطي المركبة الأفقية للحقل المغناطيسي
الأرضي $B_h = 21\mu T$

الحل :



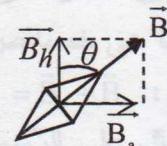
1- تحرف الإبرة المغناطيسة لتأخذ

اتجاه الحقل المغناطيسي \vec{B} محصلة \vec{B}_a ، \vec{B}_h .

2- ينطبق منحى الإبرة المغناطيسة مع منحى الحقل المغناطيسي \vec{B} .

$$\tan \theta = \frac{B_a}{B_h} \quad B_a = B_h \tan \theta \Rightarrow B_a = 45 \mu T \quad -3$$

$$\cos \theta = \frac{B_h}{B} \Rightarrow B = \frac{B_h}{\cos \theta} ; \quad B = 50 \mu T$$



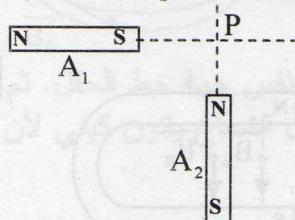
التمرين 07:

ليكن A_1 و A_2 مغناطيسين يولدان حقلين \vec{B}_1 و \vec{B}_2 على الترتيب في النقطة (p) حيث $B_2 = 7mT$ و $B_1 = 5mT$

1- مثل على الشكل الشعاعين \vec{B}_1 ، \vec{B}_2 في النقطة (p) بإستعمال

سلم الرسم : $2mT \rightarrow 1\text{cm}$

• أرسم شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B} محصلة \vec{B}_1 و \vec{B}_2 في النقطة (p)



أحل :

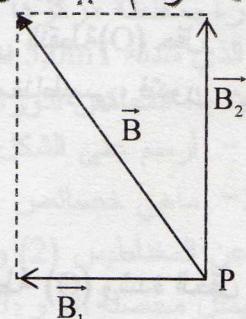
- الرسم : بإستعمال سلم الرسم

$$2,5\text{cm} \rightarrow B_1 = 5mT$$

$$3,5\text{cm} \rightarrow B_2 = 7mT$$

من الشكل نستنتج أن الحقل \vec{B} يمثل بـ

$$B = 8,6mT \quad \text{ومنه:}$$



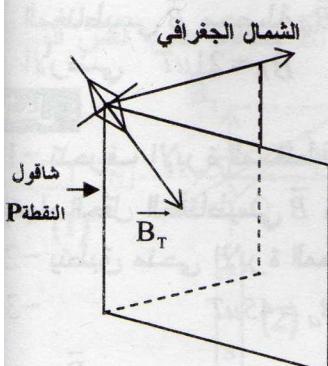
التمرين 08:

1- أنقل الشكل وعين عليه زاويتي الإنحراف D والميل I والمركبة الأفقية \vec{B}_h و المركبة الشاقولية \vec{B}_v للحقل المغناطيسي الأرضي .

2- في نقطة من الفضاء حيث زاوية الميل 60° وزاوية الإنحراف شرقية قيمتها 5° وشدة المركبة الأفقية $B_h = 22\mu T$ أحسب :

أ- شدة المركبة الشاقولية \vec{B}_v

ب- شدة الحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B}_T

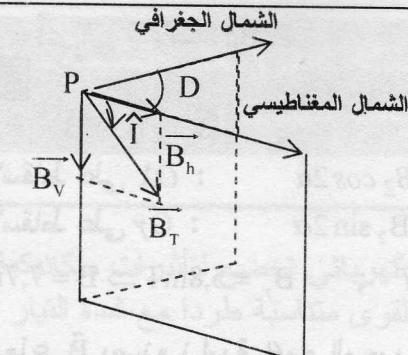


الحل :

1- انظر الرسم.

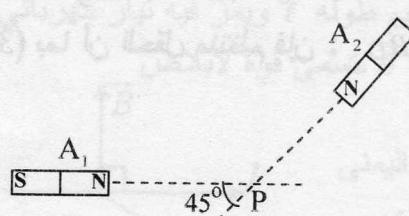
$$\tan I = \frac{B_v}{B_h} \Rightarrow B_v = 38 \mu T \quad (1) \quad -2$$

$$\cos I = \frac{B_h}{B_T} \Rightarrow B_T = 44 \mu T \quad (2)$$



التمرين 09:

قضيبان مغناطيسيان A_1, A_2 كل منهما يولد حقل مغناطيسي في النقطة (P)



على الترتيب حيث

$$B_2 = 10 \text{ mT} , \quad B_1 = 15 \text{ mT}$$

1- أرسم شعاع الحقل \vec{B} في النقطة (P) باستخدام سلم الرسم حيث النقطة (P) وحدة شدته بيانيا .

2- أوجد شدة \vec{B} حسابيا في النقطة (P)

الحل :

$$B_1 = 15 \text{ mT} \rightarrow 3 \text{ cm} \quad (1)$$

$$B_2 = 10 \text{ mT} \rightarrow 2 \text{ cm}$$

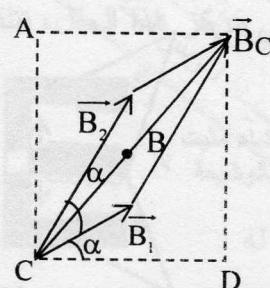
$$B = 10.2 \text{ mT} \rightarrow 2.1 \text{ cm}$$

$$\text{بيانيا: } B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1 B_2 \cos \alpha} : \quad (2)$$

$$B = \sqrt{(10)^2 + (15)^2 + 2 \cdot 10 \cdot 15 \cos 135^\circ} \Rightarrow B = 10.6 \text{ mT}$$

التمرين 10:

في منطقة من الفضاء يوجد حقلان مغناطيسيان كل منهما منتظم قيمتهما



$$B_2 = 5 \text{ mT} , \quad B_1 = 3.0 \text{ mT}$$

حيث الزاوية $(\vec{B}_2, \vec{B}_1) = 30^\circ$ كما في الشكل
1- أنقل الشكل

2- ما هي خصائص الحقل المغناطيسي \vec{B}_C

$$\text{حيث: } \vec{B}_C = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

3- مثل على الرسم الحقل المحصل للحقلين

A.B.D في النقاط \vec{B}_2, \vec{B}_1

الحل :

$$\vec{B}_C = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 \quad (2)$$

بالإسقاط على OX : $B_x = B_1 \cos \alpha + B_2 \cos 2\alpha$

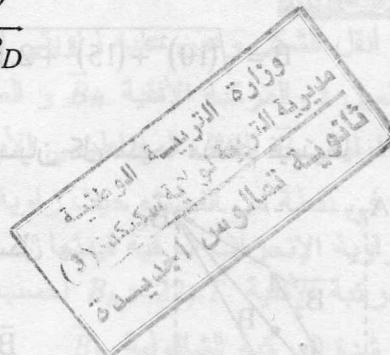
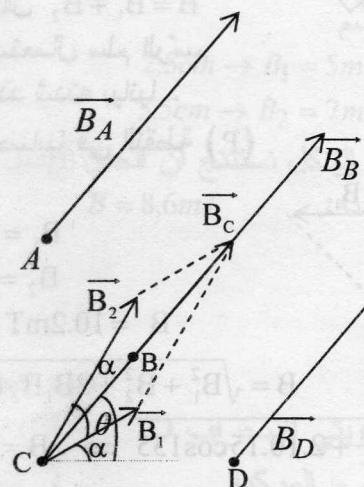
بالإسقاط على $O\gamma$: $B_\gamma = B_1 \sin \alpha + B_2 \sin 2\alpha$

$$B_x = 5,1mT ; \quad B_\gamma = 5,8mT \Rightarrow B = 7,7mT$$

والشعاع \vec{B} يصنع زاوية θ مع المحور OX حيث : $\tan \theta = \frac{B_\gamma}{B_x}$

$$\theta \approx 49^\circ \text{ : ومنه :}$$

(3) بما أن الحقل منتظم فإن :



مقاربات الأفعال المترادفة الكهرومغناطيسية (المظاهر المغناطيسية)

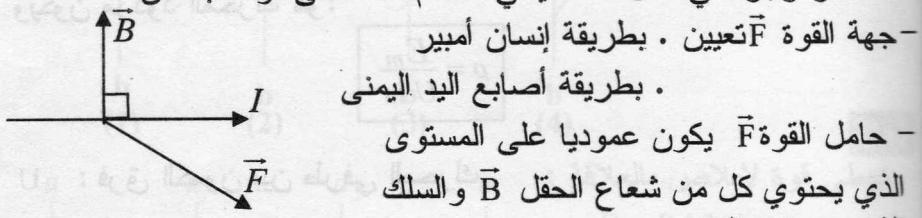
ملخص نظري

كل دارة كهربائية موجودة في حقل كهربائي تخضع لتأثيرات ميكانيكية تسمى قوى كهرومغناطيسية تكون هذه القوى متناسبة طرداً مع شدة التيار الذي يمر في الدارة

I / قانون لا بلاص :

القوة \vec{F} التي يخضع لها جزء من سلك مستقيم طوله l وتمر فيه تيار كهربائي شدته I موجود في حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} . تسمى قوة لا بلاص

- جهة القوة \vec{F} تعين . بطريقة إنسان أمير . بطريقة أصابع اليد اليمنى



- حامل القوة \vec{F} يكون عمودياً على المستوى الذي يحتوي كل من شعاع الحقل \vec{B} والسلك الذي يمر فيه التيار

- نقطة تطبيق \vec{F} هي النقطة A منتصف الجزء من السلك الموجود داخل الحقل

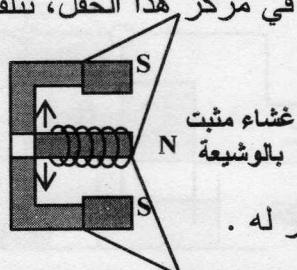
$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin \alpha$$

α : هي الزاوية المحصورة بين السلك وحامل الحقل \vec{B}

* الوحدات : $F(N)$ ، $B(T)$ ، $l(m)$ ، $I(A)$

الربط الكهروميكانيكي

1 - مكير الصوت : مبدأ إستغاله هو تحويل الإهتزازات الكهربائية إلى إهتزازات صوتية يتكون عادة من مغناطيس (الحديد اللين) يولد حقل مغناطيسي بالقرب من وسیعة صغيرة قابلة للإنزلاق في مركز هذا الحقل، تتألق إشارات كهربائية مضخمة بواسطة جهاز إستقبال (مذيع ، تلفاز ، ...) وتكون الوسیعة مثبتة على غشاء من الورق المقوى فعندما يمر بالوسیعة تيار متغير تخضع لتأثير قوة لا بلاص فتستجيب بحركات جانبية فيتحرك الغشاء ويهتز الهواء المجاور له .



2 - المردود الطاقوي لمحرك كهربائي :

يتكون المحرك من جزء دوار يسمى Rotor وهو عبارة عن إطار مستطيل من النحاس مثبت حول أسطوانة يمر فيه تيار كهربائي مستمر. يولد حقل مغناطيسي فيه بواسطة مغناطيس. كما يتكون من جزء ثابت يسمى Stator، فتكون أسلاك هذا الإطار خاصة دوماً لقوه لا يلتصق مما يؤدي إلى دورانه وتكون الطاقة المستهلكة فيه هي :

$$U.i.t = r.i^2 \cdot t + E_m$$

E_m : العمل الميكانيكي المنجز من طرف المحرك

r : المقاومة الداخلية للمحرك

i : شدة التيار الكهربائي الذي يمر فيه خلال المدة الزمنية (t)

ويكون مردود المحرك هو:

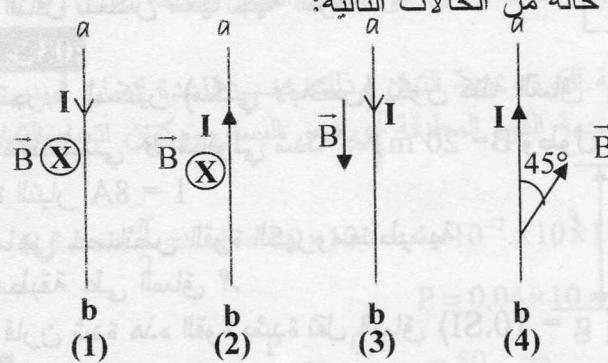
$$\rho = \frac{E_m}{U.i.t}$$

U : فرق الكمون بين طرفي المحرك

تمارين

التمرين 01:

ناقل مستقيم ab طوله $ab = l = 0,3m$ يمر فيه تيار كهربائي شدته $I = 15A$ و موجود في حقل كهربائي منتظم \vec{B} شدته $T = 0,03$. مثل شعاع قوة لابلاص (القوة الكهرومغناطيسية) المطبقة على الناقل وأحسب شدتها في كل حالة من الحالات التالية:



الحل:

تعطى قوة لابلاص بالعلاقة :

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \sin \alpha$$

$$F_1 = 0,03 \cdot 0,3 \cdot 15 \cdot 1 \quad -1$$

$$F_1 = 0,135N$$

$$F_2 = 0,03 \times 0,3 \times 15 \times 1 \quad -2$$

$$F_2 = 0,135N$$

$$F_3 = B \cdot l \cdot I \cdot \sin 0 = 0 \quad -3$$

$$F_4 = 0,03 \times 0,3 \times 15 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \quad -4$$

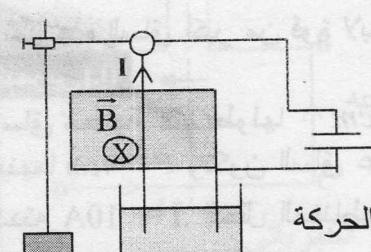
$$F_4 = 0,095N$$

التمرين 02:

تحقق التجهيز المجاور ، حيث جزء من ساق شاقولية يوجد في حقل مغناطيسي \vec{B}

ويمر فيه تيار كهربائي شدته I كما في الشكل

النهاية السفلی للساق مغمورة في الزئبق وحرة الحركة

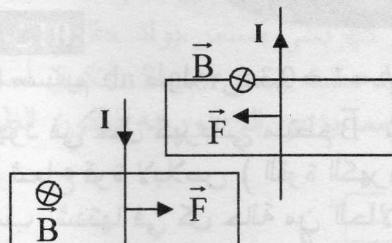


1- مثل القوة الكهرومغناطيسية المطبقة على الساق

إذا عكسنا الربط مع قطبي المولد

- مثل شعاع القوة المطبقة على الساق

الحل:



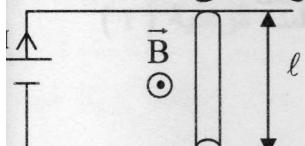
1- تمثيل القوة المطبقة على الساق

إذا عكسنا جهة التيار في

الناقل تعكس معها جهة القوة .

التمرين 03:

في تجربة السكتين (سكتي لابلás) تكون كتلة الساق 100g الموجودة في حقل مغناطيسي \bar{B} شاقولي شدته : $B = 20 \text{ mT}$ وطول الساق :



$$\text{شددة التيار } I = 8 \text{ A}$$

1- ما هي خصائص القوة الكهرومغناطيسية المطبقة على الساق ؟ .

2- قارن شدة هذه القوة بشدة نقل الساق ($g = 10 \text{ SI}$)

الحل:

1- خصائص القوة :

- نقطة التطبيق : هي النقطة (O) منتصف الساق

- الحامل : هو المستقيم العمودي على كل من الساق وشعاع الحقل \bar{B}

- الجهة : تعين بإستعمال إنسان أمير

- الشدة :

$$F = B \cdot l \cdot I \cdot \sin \alpha$$

$$F = 20 \times 10^{-3} \times 0,1 \times 8 \times 1 = 16 \times 10^{-3} \text{ N}$$

2 - المقارنة بين F ، F

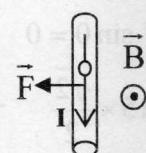
$$P = 62,5F \quad \text{إذا} \quad \frac{P}{F} = \frac{0,1 \cdot 10}{0,016} = 62,5$$

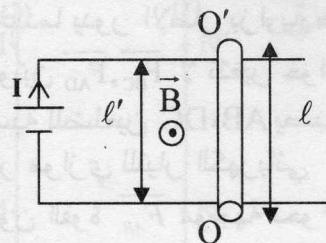
نقل هذه الساق أكبر من قوة لابلás بـ 62,5 مرة

التمرين 04:

ساق معدنية 'OO' طولها $\ell = 5 \text{ cm}$ حرارة الحركة على سكتين أفقين البعدين بينهما $\ell' = 4 \text{ cm}$ وتكون الساق عمودية على السكتين ، يمر في المجموعة تيار

شدته $I = 10 \text{ A}$. الحقل المغناطيسي المنتظم \bar{B} شدته 20 mT





1- حدد جهة التيار على الرسم حتى تتحرك الساق نحو اليسار

2- مثل على الرسم شعاع قوة لابلاص (القوة الكهرومغناطيسية) المطبقة على الساق وقارن شدتها مع ثقل الساق إذا كانت كتلتها $m = 40 \text{ g}$

3- أحسب عمل هذه القوة عندما تؤدي إلى إنتقال الساق مسافة $x = 10\text{cm}$

لحل:

1/ توجد علاقة بين جهة القوة وجهة التيار وذلك حسب قاعدة إنسان أمبير. حيث تتحرك الساق في جهة القوة المطبقة أي نحو اليسار ويكون اتجاه التيار من (O') إلى (O).

$$F = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow F = 20 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2} \times 10 \times 1 \Rightarrow F = 8 \times 10^{-3} \text{ N} \quad /2$$

$$P = 0,04 \times 10 = 0,4 \text{ N}$$

$$\frac{P}{F} = \frac{0,4}{8 \times 10^{-3}} = 50 \Rightarrow P = 50F \quad \text{المقارنة:}$$

3/ العمل المنجز

$$\alpha = 0 \quad W = F \times x \times \cos \alpha$$

$$W = 8 \times 10^{-3} \times 0,1 \times 1$$

$$W = 0,8 \times 10^{-3} \text{ Joule}$$

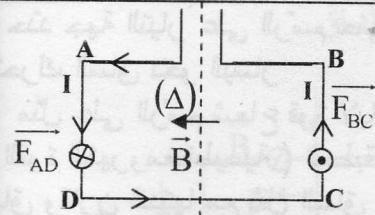
التمرين: 05

نضع في حقل مغناطيسي منتظم وأفقي، سلك معدني على شكل إطار $ABCD$ قابل للدوران حول محور (Δ)

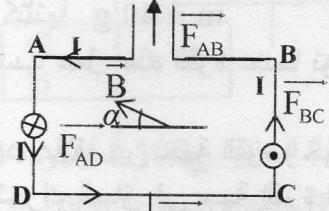
1- مثل على الرسم أشعة القوى الكهرومغناطيسية المطبقة على الأضلاع DA, CD, BC, AB .

2- بعدها يدور الإطار بزاوية $\alpha = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ حول (Δ). مثل أشعة القوى المطبقة على أضلاعه

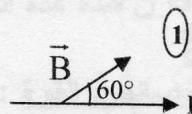
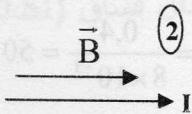
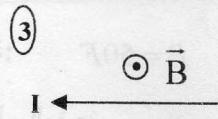
لحل:
1- على الأضلاعين DC, AB لا تطبق أي قوة كهرومغناطيسية لأن شعاع الحقل موازي لتيار الكهربائي.



2- عندما يدور الإطار بزاوية ما .
 القوتين $\vec{F}_{BC}, \vec{F}_{AD}$ لا تتغير خواصهما
 بالنسبة للصلعين AB, DC يصبح الحقل
 غير موازي للتيار الكهربائي
 وتكون القوة \vec{F}_{AB} موجهة نحو الأعلى
 أما القوة \vec{F}_{DC} ف تكون موجهة
 نحو الأسفل .



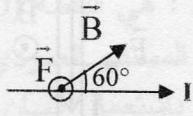
التمرين 06:
 حدد في كل حالة من الحالات الثلاثة الآتية خصائص قوة لابلاص المؤثرة على
 ناقل مستقيم طوله $l = 30\text{cm} = 0,3\text{m}$ يمر فيه تيار كهربائي شدته $I = 2\text{A}$ و موجود في
 حقل مغناطيسي شدته $B = 15\text{mT}$



الحل:

$$F = 15 \times 10^{-3} \times 0,3 \times \sin 60^\circ$$

$$F = 7,8 \times 10^{-3} \text{ N}$$



الشكل 2: شعاع الحقل \vec{B} موازي لتيار الكهربائي

$$F = 0$$

$$F = 15 \times 10^{-3} \times 0,3 \times 2 \times 1$$

$$F = 9 \times 10^{-3} \text{ N}$$

الشكل 3



التمرين 07:
 تياران كهربائيان لهما نفس الشدة ونفس الجهة يمران في ناقلين متوازيين بعد
 بينهما $D = 8\text{cm}$ وشدتا هما $I = 5\text{A}$

1- ما هي جهة ومنحى شعاع الحقل المغناطيسي \vec{B}_1 المتولد عن الناقل الأول
 في كل نقطة من نقاط الناقل الثاني

2- إذا كانت شدة الحقل المغناطيسي المتولد عن التيار المار في الناقل الأول

$$\text{على بعد } 8\text{cm} \text{ منه هي } B_1 = 20\mu\text{T}$$

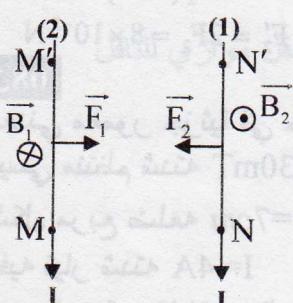
- فما هي خصائص قوة لابلاص \vec{F}_1 المؤثرة على الجزء MM' من الناقل الثاني.
- مثل هذه القوة يعطى $MM' = 40\text{cm}$
- 3- ما هي خصائص الحقل المغناطيسي \vec{B}_2 المتولد عن الناقل الثاني في كل نقطة من نقاط الجزء $NN' = 40\text{cm}$ من الناقل الأول
- 4- ما هي خصائص قوة لابلاص \vec{F}_2 المؤثرة على الجزء NN' الموجود في الحقل \vec{B}_2 مثل هذه القوة

- 5- عندما تصبح شدة التيار في الناقل الأول $I_1 = 2I$ دون أن تتغير شدة التيار في الناقل الثاني
- أحسب قيم كل من $\vec{F}_2, \vec{F}_1, \vec{B}_2, \vec{B}_1$

الحل:

1. يكون منحى الحقل \vec{B}_1 عمودي على الناقل الثاني وجهه تعين بطريقة إنسان أمبير وتكون شدته نفسها في كل نقطة من نقاط السلك الثاني

2. خصائص \vec{F}_1 المؤثرة على الجزء MM' :



- نقطة التأثير: هي منتصف MM'

- الحامل: هو المستقيم العمودي على الناقل (2) الموجود في مستوى السلكين
- الجهة: من السلك (2) نحو السلك (1)

$$\bullet \text{ الشدة : } F_1 = B_1 (MM') I \sin \frac{\pi}{2}$$

$$F_1 = 20 \times 10^{-6} \times 0,4 \times 5 \times 1 = 4 \times 10^{-5} \text{ N}$$

3. خصائص الحقل \vec{B}_2

- الحامل: عمودي على مستوى السلكين

- الجهة: تعين بطريقة إنسان أمبير

$$\bullet \text{ الشدة : } I = I_2 = I_1 = 20 \mu\text{T} \text{ لأن } B_2 = 20 \mu\text{T}$$

- يكون للحقل \vec{B}_2 نفس الشدة في كل نقاط السلك (1)

4. خصائص القوة \vec{F}_2 المؤثرة على الجزء NN' من الناقل (1)

- الحامل: هو المستقيم العمودي على الناقل (1) و الموجود في مستوى السلكين.
- الجهة: تعين بطريقة إنسان أمير ويكون موجه نحو الناقل (2)
- نقطة التأثير هي منتصف الجزء NN'

$$F_2 = B_2(NN')I \cdot \sin \frac{\pi}{2} : \text{الشدة}$$

$$\vec{F}_2 = 20 \times 10^{-6} \times 0,4 \times 5 \times 1 = 4 \times 10^{-5} N$$

5. عندما تصبح $I_1 = 2I$

يتغير كل من شدة الحقل \vec{B}_1 , شدتي القوتين \vec{F}_2, \vec{F}_1

أما شدة الحقل \vec{B}_2 فلا تتغير

$$B'_1 = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I_1}{d} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{2I}{d} \Rightarrow B'_1 = 2 \left[2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d} \right] = 2B_1 = 40 \mu T$$

$$F'_1 = B'_1 \times (MM') \times I \times \sin 90 = 2B_1 \times (MM') \times I \times \sin 90$$

$$F'_1 = 2F_1 = 8 \times 10^{-5} N$$

$$F'_2 = B_2(NN') \times I_1 \times \sin 90 = B_2(NN') \times 2I \times \sin 90$$

$$F'_2 = 2F_2 = 8 \times 10^{-5} N$$

التمرين 08:

إطار معدني معمور جزئيا في حقل مغناطيسي منتظم شدته $B=30mT$. الإطار

على شكل مربع ضلعه $a=7cm$

ويمر فيه تيار شدته $I=4A$

1- أحسب شدة قوة لابلاص المؤثرة على الأجزاء CD, BC, AB

2- إذا كان الإطار حر الحركة . يستنتج الجهة التي يتحرك نحوها الإطار

الحل:

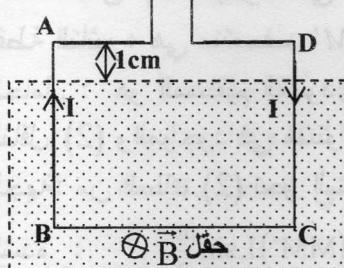
-1 • شدة القوة المؤثرة على الجزء BC

$$F_{BC} = B \times (BC)I \sin 90$$

$$F_{BC} = 30 \times 10^{-3} \times 7 \times 10^{-2} \times 4 \times 1 = 8,4 \times 10^{-3} N$$

شدّة القوّة المؤثّرة على كُلّ من الجزيئين DC و AB

نلاحظ أن هذين الجزيئين يوجد جزءاً من كُلّ منها في الحقل المغناطيسي



فقط (6cm = ℓ) من كل منها)

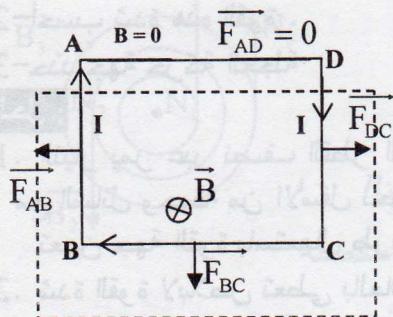
$$F_{DC} = F_{AB} = B\ell I \sin 90^\circ$$

$$F_{DC} = F_{AB} = 3 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-2} \times 4 \times 1$$

$$F_{DC} = F_{AB} = 7.2 \times 10^{-3} N$$

2- القوتين \vec{F}_{AB} و \vec{F}_{DC} متساوين في الشدة و متعاكستين في الجهة لذلك فإن الإطار لا يتحرك أفقياً ويتحرك شاقولياً نحو الأسفل تحت تأثير القوة التي لا تعاكسها أي قوة أخرى .

التمرين 09:



ناقل مستقيم يمر فيه تيار كهربائي شدته I و موجود في حقل مغناطيسي منتظم \vec{B} عمودي عليه.

هل العبارة التالية صحيحة أم خاطئة ؟

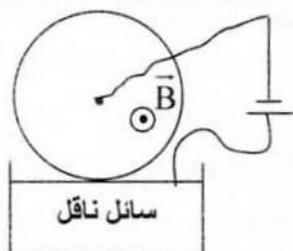
- 1- شدة القوة تكون عظمى عندما يكون الحقل موازى للناقل
- 2- شدة القوة تتعلق بجهة التيار
- 3- شدة القوة تكون معدومة عندما يكون الحقل موازى للناقل
- 4- شعاع القوة يكون عمودي على الناقل
- 5- شدة القوة تتناسب طرداً مع شدة التيار I
- 6- شعاع القوة عمودي على شعاع الحقل
- 7- منحى القوة يتعلق بجهة التيار
- 8- شدة القوة تتناسب طرداً مع شدة الحقل
- 9- شعاع القوة موازى لشعاع الحقل
- 10- جهة القوة تتعلق بجهة التيار

الحل:

- 1- خطأ ، 2- خطأ ، 3- صحيح ، 4- صحيح ، 5- صحيح ، 6- صحيح
- 7- خطأ ، 8- صحيح ، 9- خطأ ، 10- صحيح

التمرين 10:

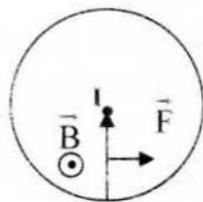
عجلة بارلو (دولاب بارلو) من مادة ناقلة نصف قطرها $R = 2cm$. قابلة للدوران حول محور أفقى دون إحتكاك. تلامس بحافتها السفلية سائل ناقل . إذا كان



- المولد يعطي تيار شدته $I = 10A$ والتجهيز مغمور في حقل مغناطيسي شدته $B = 0,2T$
- 1- مثل شعاع قوة لابلاص المطبق على العجلة
 - 2- أحسب شدة هذه القوة .
 - 3- حدد جهة حركة العجلة
- الحل:**

1. التيار يمر عبر نصف القطر الرابط بين مركز العجلة ونقطة تلامس العجلة مع السائل وجهته من الأسفل نحو الأعلى

تعين جهة القوة باستعمال طريقة إنسان أمير



2. شدة القوة لابلاص تعطى بالعلاقة:

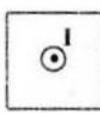
$$F = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin 90^\circ \quad (\alpha = 90^\circ)$$

$$F = 0,2 \times 2 \times 10^{-2} \times 10 \times 1 \Rightarrow F = 4 \times 10^{-2} N$$

3. العجلة تدور تحت تأثير القوة F ويكون دورانها في الإتجاه المعاكس لدوران عقارب الساعة

التمرين 11:

سلك ناقل لتيار الكهربائي طویل عمودي على مستوى الورقة يمر فيه تيار كهربائي شدت I فيتولد بجواره حقل مغناطيسي



1- ارسم ثلاثة خطوط حقل نصف

قطرهم على الترتيب $R_3=12cm$, $R_2=8cm$, $R_1=4cm$

نعتبر ثلاثة نقاط من هذه الخطوط N_1, N_2, N_3 , حيث يكون شعاع الحقل

المغناطيسي \bar{B} في النقطة N_1 طوله على الورقة $4cm$ مثل على الرسم

كل الأشعة $\bar{B}_1, \bar{B}_2, \bar{B}_3$ و الموافقة للخطوط الثلاثة في النقاط N_1, N_2, N_3 .

على الترتيب .

2- إذا كان السلك الأول يمر عبر الورق في النقطة A والسلك ثان يمر عبر الورقة في النقطة B ويواري السلك الأول ويمر فيه نفس التيار I حيث



لتكن النقاطين N و P من سطح الورقة

$$AB=8cm \quad BP=8cm \quad 4cm=BN$$

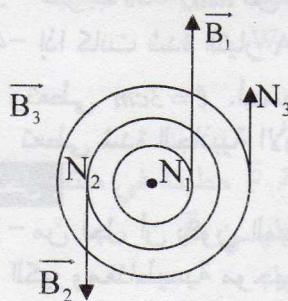
مثل شعاع الحقل المغناطيسي المترافق مع

التيارين في النقاطين N ، P ، \bar{B}_N, \bar{B}_P

3- مثل قوتي لابلاص المطبقتين على السلكين.

الحل :

- 1- خطوط الحقل تكون عبارة عن دوائر يكون شعاع الحقل مماسيا لها في كل نقطة منها إتجاهه يعين بـ استعمال إنسان أمير لدينا : $R_3 = 3R_1$ $R_2 = 2R_1$.



شدة الحقل تتناسب عكسا مع نصف القطر R

$$\text{إذا : } B_3 = \frac{B_1}{3} ; \quad B_2 = \frac{B_1}{2} ; \quad B_1 = \frac{KI}{R_1}$$

- 2- في كل نقطة يكون الحقل المغناطيسي هو محصلة الحقلين \vec{B}_1 و \vec{B}_2 الناتجين عن التيارين .

• في النقطة N يكون للحقلين نفس الحامل ونفس الشدة لكن جهتين متعاكستين

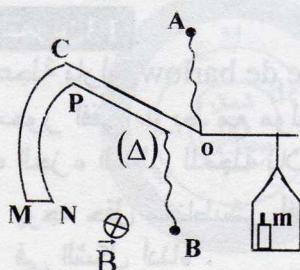
$$\vec{B}_N = \vec{B}_{IN} + \vec{B}_{2N} = \vec{0}$$

• في النقطة P يكون

$$\vec{B}_P = \vec{B}_{IP} + \vec{B}_{2P} \quad 60^\circ = \hat{P} = \hat{B} = \hat{A} : \text{إذا :}$$

- المثلث ABP متتساوي الأضلاع
3- بما أن التيارين لهما نفس الجهة فإن السلكين يتذاذبان

التمرين 12:



الرسم يبين ميزان كوتون قابل لدوران حول المحور (Δ) الأفقي والمدار من النقطة (O) النقطتان A و B توصل بقطبي مولد لتيار المستمر شدته I. يوجد حقل مغناطيسي أفقي \vec{B} و قوسين لهما نفس المركز (O). يمر التيار في الناقل $ACMNPB$ حيث $MN = \ell$

يكون الميزان في حالة توازن تحت تأثير القوة الكهرومغناطيسية المطبقة على الجزء MN و نقل الكتلة m .

1- حدد جهة التيار في الجزء MN .

2- أثبت أن القوتين الكهرومغناطيسيتين المطبقتين على الجزيئين \vec{MC} ، \vec{NP}

ليس لهما أي تأثير على دوران الميزان حول (Δ).

-3 عَبَر بدلالة $I \cdot \ell \cdot B$ عن القوة الكهرومغناطيسية المطبقة عن الجزء MN

-4 إذا كانت شدة التيار $I = 5A$ يتوزن الميزان باستعمال كتلة $m = 3g$

وتعطى $\ell = 3cm$. أحسب شدة الحقل المغناطيسي B

تعطى شدة الجاذبية الأرضية: $g = 9,8 SI$

الحل:

1- من أجل أن يكون الميزان في حالة توازن يجب أن تكون القوة الكهرومغناطيسية موجهة نحو الأسفل و بتطبيق قاعدة إنسان أمير نجد أن جهة التيار تكون من نحو M .

2- لكل من القوتين \vec{F}_{NP} و \vec{F}_{MC} حامل يتقاطع مع محور الدوران (Δ) المار من (O) لذلك لا يكون لكل منها أي تأثير على دوران الميزان.

3- عبارة القوة الكهرومغناطيسية $: F_{MN} = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin 90^\circ$

$$F_{MN} = B \cdot \ell \cdot I \cdot \sin 90^\circ \quad \sin 90^\circ = 1$$

$$F_{MN} = B \cdot \ell \cdot I$$

4- عند التوازن تكون :

$$F_{MN} = m \cdot g \quad \text{ومنه :}$$

$$F_{MN} = 3 \times 10^{-3} \times 9,8$$

$$F_{MN} = 29,4 \times 10^{-3} N$$

$$B = \frac{F_{MN}}{\ell I} = \frac{29,4 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-2} \times 5} = 0,196 T$$

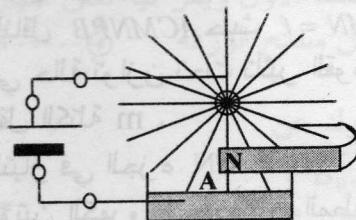
التمرين 13:

عجلة بارلو la Roue de barlow مكونة من قرص نحاسي قابلة للدوران حول

محور أفقي. تربط مع مولد كهربائي يعطي تيار كهربائي شدته I

• الجزء السفلي للعجلة يلامس الزئبق الموجود في حوض .

يوجد حقل مغناطيسي أفقي B ناتج عن مغناطيس على الشكل حرف L كما في الشكل أدناه .



- 1- العجلة تدور بصفة مستمرة . فسر ذلك وحدّد جهة الدوران
 2- القوة الكهرومغناطيسية \vec{F} شدتها $F = 10^{-3} N$ ونقطة تأثيرها J حيث
 $W = 20 \text{ tr/mn}$ وتكون سرعة العجلة $OJ = 10 \text{ cm}$
 ما هي إمكانية هذه القوة \vec{F}

الحل :

- 1- الجزء الذي طوله L يخضع لقوة كهرومغناطيسية \vec{F} مطبقة في منتصفه J
 نتيجة مرور تيار كهربائي عمودي على الحقل المغناطيسي \vec{B}
 تكون جهة هذه القوة محددة بطريقة إنسان أمبير شدتها
 $\sin(\vec{I} \cdot \vec{B}) = 1$ حيث $F = I\ell B \sin(\vec{I} \cdot \vec{B})$
 ومنه $F = I\ell B$

- وتشكل العجلة دائمة الدوران وهذا هو مبدأ تشغيل المحرك الكهربائي
 2- إمكانية هذه القوة تعطى بالعلاقة :

$$p_{\vec{F}} = M_{\vec{F}} \cdot W$$

إذا كان الاتجاه الموجب هو جهة الدوران

$$M_{\vec{F}} = F \cdot OJ \quad W = \frac{1}{3} \text{ tr/s} = \frac{2\pi}{3} \text{ rd/s}$$

$$p_{\vec{F}} = 2,09 \times 10^{-4} \text{ Wat}$$

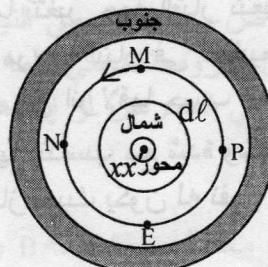
وهي إمكانية المحركة للmotor الكهربائي

التمرين 14:

الرسم المجاور يمثل مقطع لمكبر الصوت

- 1- حدّد جهة الحقل المغناطيسي في مختلف النقاط من الحلقة M.N.P.E

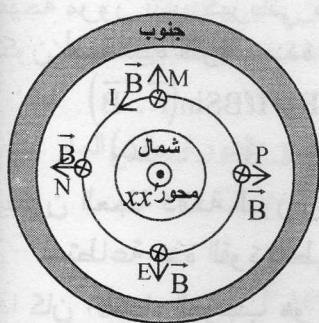
- لماذا يسمى هذا الحقل بالحقل القطري؟.



- 2- ما هي جهة قوى لابلاص العنصرية $d\vec{F}$ المطبقة على العنصر dl في كل نقطة M,N,P,E من الحلقة التي يمر فيها تيار شدته I
 إذا كان D هو قطر الحلقة
 ما هي القوة المحسوبة المطبقة على كل حلقة؟

- 4- الوشيعة تحتوي (حلقة $N=100$) قطرها 2cm وتكون القوة المطبقة على كل حلقة عندما يمر فيها تيار شدته $0,4\text{A}$ هي $0,98\text{N}$
- أحسب شدة الحقل المغناطيسي المطبق على الحلقة
- 5- ماذا يحدث عندما يغير التيار جهته ؟
- 6- إشرح طريقة عمل مكبر الصوت .

الحل :



- 1- الحقل المغناطيسي غير منتظم وله تناظر أسطواني ويوجد في المستوى وحامله يمر من المركز وشدته نفسها في كل نقاط الحلقة الواحدة لذلك يسمى حقل قطري
- 2- حسب طريقة إنسان أمبير تكون القوة \vec{F} موجهة حسب 'XX' وخلف الشكل الموضح لذلك في كل نقطة من الحلقة

$$dF = I \cdot d\ell \cdot B$$

- 3- محصلة القوى العنصرية هي مجموعها

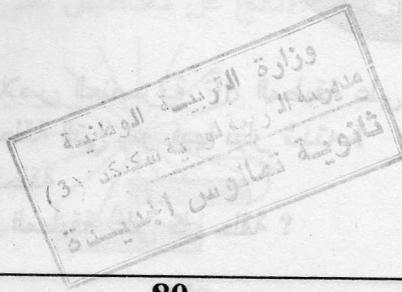
$$F = B \cdot I \cdot \ell = B \cdot I \cdot \pi \cdot D$$

- 4- القوة المحصلة المطبقة على الوشيعة :

$$B = \frac{0,98}{\pi \times 2 \times 10^{-2} \times 100 \times 0,4} \approx 0,4\text{T}$$

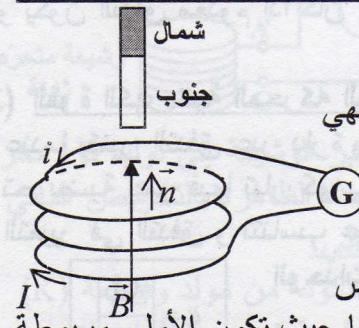
- 5- عندما تتغير جهة التيار تتغير جهة القوة \vec{F} .

- 6- عند مرور التيار في الوشيعة تكون خاضعة لقوة لابلاص مما يؤدي إلى انزلاقها حسب محورها 'xx' فيتحرك الغشاء وتكون جهة \vec{F} وشدتها تناسب مع شدة وجهاً التيار I الذي يمر في الوشيعة فينتشر الصوت من الجهاز حيث يكون له نفس التواتر مع التيار I .



التحريض الكهرومغناطيسي

ملخص نظري



1- ظاهرة التحريض :

عندما نقرب أحد قطبي مغناطيس من أحد وجهي وشيعة يربط بين طرفيها جهاز غلفاني نلاحظ أنها تصبح مقرا لقوة حركة كهر بائية حيث يشير الجهاز إلى مرور تيار كهربائي ينعدم مع توقف حركة المغناطيس أما إذا وضعنا وجهي وشيعتين بجوار بعضهما حيث تكون الأولى مربوطة بين طرفي مقياس غلفاني و الثانية مربوطة مع مولد ، قاطعة و معدلة (مقاومة متغيرة) فإن الجهاز الغلفاني يدل على مرور تيار كهربائي متجرّد في الوشيعة الأولى عند :

- فتح أو غلق الدارة الثانية باستعمال القاطعة

- إنتقال إحدى الوشيعتين بالنسبة للأخرى حسب محورهما المشترك

- وضع مغناطيس داخل الوشيعة الثانية

- تغيير شدة التيار المار في الوشيعة الثانية باستعمال المعدلة

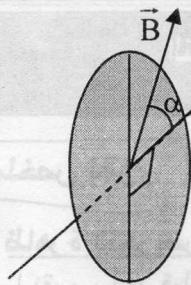
ملاحظة : نسمي الوشيعة المربوطة مع الجهاز الغلفاني بالمتجرّد أما المغناطيس أو الوشيعة الثانية تسمى بالمحرّض و التيار يسمى التيار المتجرّض . وبصفة عامة نحصل على تحريض كهرومغناطيسي كلما تغير سطح الدارة المتجرّضة أو شدة الحقل المغناطيسي المحرّض أو إتجاهه بالنسبة للنظام على سطح الدارة المتجرّضة

2 - التدفق المغناطيسي :

دارة كهر بائية مغلقة سطحها S توجد في حقل مغناطيسي شعاعي \bar{B} يصنع مع الناظم على سطح الدارة زاوية α . يكون تدفق هذا الحقل عبر السطح S

$$\Phi = \|\bar{B}\| \times S \times \cos\alpha \quad \text{يعطى بالعلاقة :}$$

وحدة التدفق هي : ويبر (wb)



ملاحظة : من أجل $\alpha = 0$ يكون التدفق أعظمي

$$\Phi = \|\vec{B}\| \times S$$

و يكون التدفق معدوم إذا كان : $\vec{S} \perp \vec{B}$

3) القوة الكهربائية المحرّكة التحرّيضية :

عندما يتغير التدفق عبر دائرة مغلقة تصبح مقداراً لـ القوة الكهربائية المحرّكة التحرّيضية ثيّر فيها تيار كهربائي متّحدّث تتناسب هذه القوّة مع مقدار التغيير في التدفق وتناسب عكساً مع المدة الزمنية لحدوث هذا التغيير

الوحدات : Volt (v)
second (s)
weber (s) هي وير (ΔΦ)

$$e = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

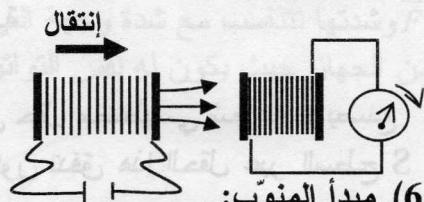
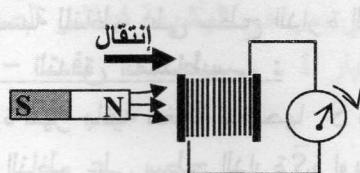
4) قانون لenz

توصل (لنز) إلى أن التيار المتّحدّث يعاكس بأفعاله السبب الذي أدى إلى حدوثه

- الحقل المغناطيسي المتّحدّث لا يعاكس الحقل المغناطيسي المحرّض ولكن يعاكس التغيير في هذا الحقل.

5) توليد قوة كهربائية محرّكة تحرّيضية :

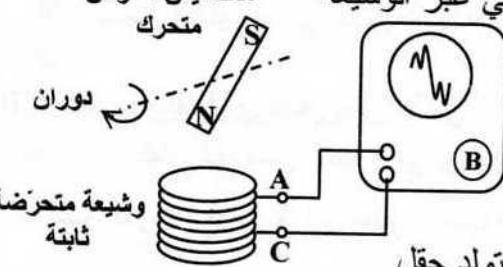
تتولد قوة محرّكة كهربائية تحرّيضية عندما يتغير التدفق عبر دائرة مغلقة ويتم ذلك بإنتقال المحرّض أو المتحرّض وكذلك إذا تغيّر سطح الدارة (S) أو الزاوية α بين شعاع الحقل المغناطيسي المحرّض والنظام (\vec{S}) على السطح (S).



6) مبدأ المنوّب:

يشتغل المنوّب على الشكل التالي: جزء ساكن وهو الجزء المتحرّض عبارة عن وشيعة يوجد أمامها جزء متحرّك وهو عبارة عن قضيب مغناطيسي يدور حول محور ثابت بالقرب من أحد وجهيه الوشيعة بسرعة زاوية ثابتة

وبتوانر (N) فيتغير التدفق المغناطيسي عبر الوشيعة



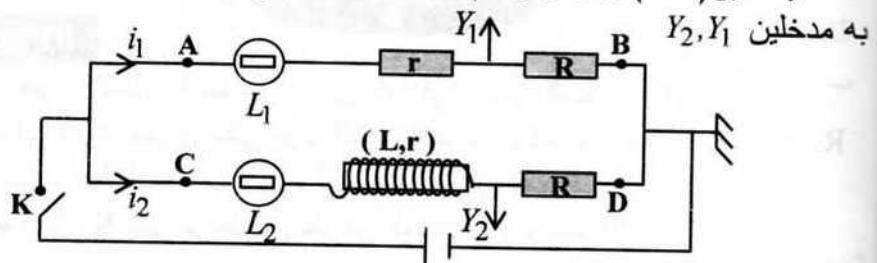
فتصبح مقرّاً لقوة كهربائية تحريرية متداوّبة ويتولّد تيار كهربائي متداوّب توازنه هو توانر حركة القطب المغناطيسي.

7) التحرير الذاتي:

كل وشيعة يمر فيها تيار كهربائي يتولّد حقل مغناطيسي يؤدي التغيير في تدفق هذا الحقل عبر الوشيعة إلى توليد قوة محركة كهربائية متداوّبة ذاتية في الوشيعة تسمى هذه الظاهرة بالتحرير الذاتي

8) الدراسة التجريبية لظاهرة التحرير الذاتي:

نحقق الدارة الكهربائية المبينة في الرسم والمكونة من مولد وقاطعة (K) مصباحين (L_1, L_2)، مقاومات (r, R) وشيعة توجد بداخلها توازنة من الحديد اللين (L) وجهاز راسم الإهتزاز المهبطي (oscilloscope) به مدخلين Y_1, Y_2 .



عند غلق القاطعة : يشتعل المصباح L_1 لحظياً ونلاحظ على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي بأن قيمة i_1 تتغير فجأة من الصفر إلى i_0 .

أما المصباح L_2 المربوط على التسلسل مع الوشيعة يشتعل تدريجياً ونلاحظ على الشاشة أن الشدة i_2 تتردّد ببطء نحو القيمة i_0 .

عند فتح القاطعة : تحدث شرارة عند القاطعة كما نلاحظ تأخّر في انطفاء المصباح الثاني L_2 .

9) التدفق الذاتي:

عندما يمر تيار كهربائي في وشيعة ينتج حيلاً مغناطيسياً يتناسب طرداً مع شدة التيار I المار في الوشيعة وتكون العلاقة التالية محققة $\phi = L I$: ثابت يميز الوشيعة ويسمى ذاتية الوشيعة (Inductance) وحدتها الهنري (H) رمزها (Henry)

Φ : يسمى التدفق الذاتي للوسيعة لأنها ناتج عن الحقل المغناطيسي للوسيعة ذاتها

10) التفسير الطافوي للتحريض الذاتي :

عند مرور تيار كهربائي شدته i في وسبيعة ذاتيتها (L) تخزن طاقة مغناطيسية

$$\text{تناسب طردا مع مربع } i \text{ وتعطى بالعلاقة : } E_m = \frac{1}{2} L i^2$$

حيث وحدة E_m هي الجول (J).

وحدة L هي الهنري (H)

وحدة i هي الأمبير (A)

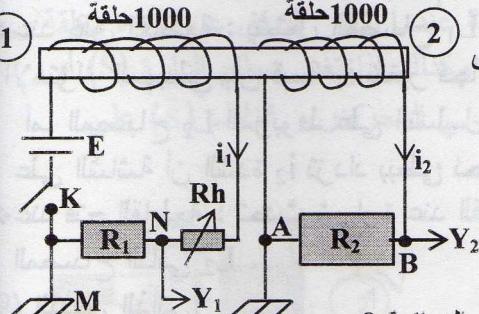
عند فتح القاطعه تظهر هذه الطاقة مما يؤدي إلى حدوث الشارة الكهربائية أو الإنطفاء البطئ للمصباح

تمارين

تمرين 01 :

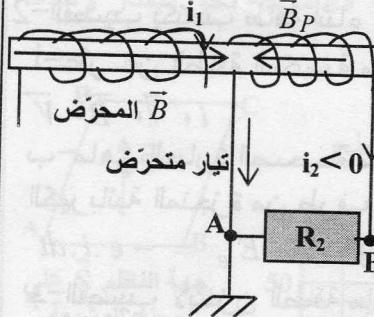
على نفس الأسطوانة نلف وسبيعين كما في الشكل المجاور، الوسبيعة 1 توجد في دائرة تحتوي على مولد للتيار المستمر وقاطعه ومعدلة ومقاومة R_1 تربط بين طرفيها المدخل y_1 لراس الإهتزاز المهبطي الوسبيعة 2 تربط مع مقاومة R_2 التي تربط بين طرفي المدخل y_2 لراس الإهتزاز المهبطي.

- 1-أ) ما هي المقاييس التي يشير لها كل مدخل للراس؟
- ب) ماذا نشاهد على الشاشة إذا كانت القاطعه k مفتوحة؟
- 2-تغلق القاطعه:
- أ) ماذا يحدث نتيجة مرور التيار؟
- في الوسبيعة [حتى يستقر عند قيمته النهائية] ؟
- ب) ماذا نشاهد على شاشة الراس المهبطي وعلى كل مدخل؟
- 3-ترك القاطعه k مغلوفة ونزيد بسرعة من قيمة مقاومة المعدلة بطريقة منتظمة أ) ما هي الظاهرة التي تحدث؟
- ب) ماذا نشاهد على المدخل 2؟



الحل:

1-أ) راسم الإهتزاز المهبطي يعطي قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي كل مقاومة $R_1 i_1 = U_{NM}$ على المدخل 1



$$U_{BA} = R_2 i_2 \text{ على المدخل 2}$$

ب) عند فتح القاطع k نشاهد أن :

$$U_{BA} = 0 ; U_{NM} = 0 \text{ لأن الدارة مفتوحة .}$$

2-أ) عند غلق القاطع k يمر تيار كهربائي في الوشيعة 1 (المحرّضة) يتولد عنه

حقل مغناطيسي \vec{B} شدته متزايدة بسرعة

فتصبح الوشيعة (المتحرّضة) مقرّاً لقوة كهربائية تحرّيقية (f,e,m)

وبحسب قانون لنز Lenz فإن التيار المتحرّض يتولد حقل مغناطيسي

متحرّض \vec{B}' جهته معاكسة لجهة \vec{B} الذي قيمته تزداد .

التيار المتحرّض i_2 يمر في الإتجاه السالب

ب) على المدخل 1 التوتر $R_1 i_1 = U_{NM}$ يمر بسرعة من الصفر إلى قيمة

موجبة ثابتة

$$U_{BA} = R_2 i_2 \text{ على المدخل 2 يظهر توتر سالب ينعدم بسرعة}$$

$$\text{حيث : } i_2 < 0$$

3-أ) عند زيادة قيمة مقاومة المعدلة تتناقص شدة التيار i_1 في المقاومة R_1

(التيار المحرّض) فيتناقص الحقل المغناطيسي المحرّض \vec{B} عبر الوشيعة 2

(المتحرّض) وبحسب قانون لنز Lenz فإن التيار المتحرّض i_2 يكون في

الإتجاه الموجب ويكون الحقل المتحرّض \vec{B}' في إتجاه \vec{B}

ب) أثناء زيادة قيمة مقاومة المعدلة نلاحظ توتر موجب على المدخل 2

$$U_{BA} = R_2 i_2 \text{ حيث : } i_2 > 0$$

وتكون قيمة هذا التوتر كبيرة كلما كان تغيير قيمة المقاومة أسرع

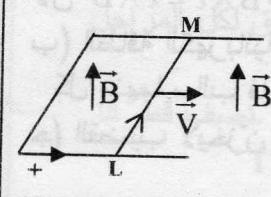
تمرين 02 :

قضيب LM طوله ℓ يتحرك بسرعة ثابتة \bar{v} على

سكتين أفقيتين موجودتين في حقل مغناطيسي

منتظم \vec{B} موجه نحو الأعلى

1- باستعمال الشكل والإتجاه المبين عليه (\vec{LM}) . عين :



- إشارة تدفق المحرّض ، وتغييره
 - إشارة التيار المتحرّض والقوة المحرّكة الكهربائية المتحرّضة f, e, m
 2- القصيبي يكتسب طاقة أثناء الحركة E_m
 أ- عبر عن الطاقة المكتسبة من طرف القصيبي خلال فترة زمنية dt بدلالة i, \vec{B}, \vec{V}
 ب- ماهي العبارة الصحيحة من بين العبارتين التاليتين التي تعطي الطاقة الكهربائية المنجزة من طرف القصيبي خلال الزمن dt ?
 $E_e = e \cdot i \cdot dt$ أو $E_e = -e \cdot i \cdot dt$
 ج- القصيبي لا يخزن الطاقة ماذا يمكنك قوله عن $E_m + E_e$?
 يستنتج عبارة القوة المحرّكة الكهربائية المتحرّضة $f \cdot e \cdot m$ (e) بدلالة الأشعة

الحل:

1- من أجل الإتجاه (\overline{LM}) يكون الناظم على السطح \bar{S} موجه نحو الأعلى ويكون التدفق المحرّض $\bar{B} \cdot \bar{S} = \phi$ موجباً. ونرداد مساحة السطح S يؤدي ذلك إلى زيادة التدفق المحرّض . وحسب قانون لنز (Lenz) فإن شدة التيار المتحرّض i تكون سالبة (من M نحو L) و تكون القوة المحرّكة $f \cdot e \cdot m$ من نفس جهة i أي سالبة.
 2- من أجل أن يحافظ القصيبي على سرعة ثابتة يجب أن تطبق عليه قوة \bar{F} في الإتجاه المعاكس لفورة لابلاص الناتجة عن التيار المتحرّض

$$\vec{F}' = i \cdot \vec{l} \wedge \vec{B} \quad \text{حيث } (i < 0)$$

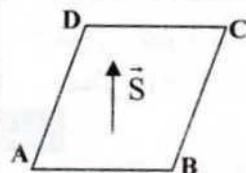
 والموجه نحو اليسار على الرسم ومساوية لها في الشدة .
 أ) الطاقة التي يكتسبها القصيبي موجبة خلال الزمن dt وينتقل مسافة قدرها $\vec{V} \cdot dt$. ويكون عمل القوة المطبقة

$$E_m = (i \cdot \vec{B} \cdot \vec{l}) \vec{v} dt \quad E_m = w = (-i \cdot \vec{l} \cdot \vec{B}) \vec{v} dt$$

 لأن $\vec{l} \wedge \vec{B} = -\vec{B} \wedge \vec{l}$ (من خواص الجداء الشعاعي)
 ب) الطاقة الكهربائية المنجزة من طرف القصيبي سالبة وبما أن e وكل منها سالب فإن عبارة هذه الطاقة هي:
 $E_e = -e \cdot i \cdot dt$
 ج) القصيبي لا يخزن الطاقة ومنه:

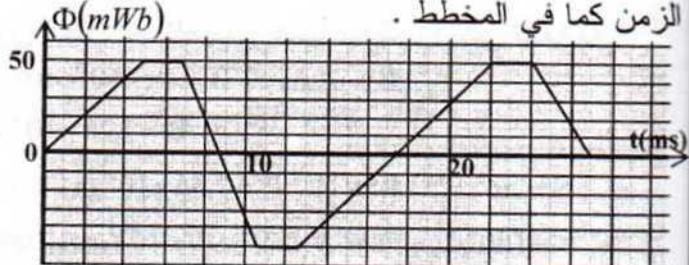
$$E_m + E_e = 0 \Rightarrow (\vec{i} \cdot \vec{B} \wedge \vec{\ell}) \vec{V} \cdot dt = e \cdot i \cdot dt$$

ومنه: $e = (\vec{B} \wedge \vec{\ell}) \vec{V}$ نلاحظ أن الجداء $\vec{B} \wedge \vec{\ell}$ أنه موجه نحو اليسار وجداه $e < 0$ مع \vec{V} يكون سالب وهذا ما يعطي :

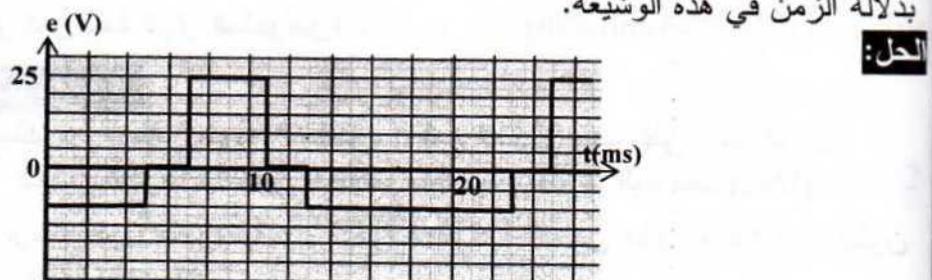


جهة النظام \vec{S} على سطح الوسائط

تمرين 03 : تعطى قيمة التدفق المغناطيسي المحرّض عبر سطح وسائط مسطحة شكلها مستطيل ABCD بدلالة الزمن كما في المخطط .



(e) أرسم البيان الذي يعطى تغير القوة المحرّكة الكهربائية المترّ�لة بدلالة الزمن في هذه الوسائط.



الحل:

عندما يزداد التدفق Φ يكون التغير فيه $\Delta\Phi$ موجباً في المرحلة الأولى $5ms \geq t \geq 0$ ومنه: $\Delta\Phi = 50mwb$

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} ; e = -\frac{50mwb}{5ms} ; e = -10V$$

عندما لا يتغير التدفق $\Phi = 0$ فإن $e = 0$ وعندما يتناقص Φ فإن $e > 0$. فنحصل على المخطط الموضح في الشكل أعلاه والموافق لكل المراحل

تمرين 04 :

وسائط طويلة (حلزونية) تحتوي 1000 حلقة في كل متر . نصف قطرها

$$i = 0.1 \cos(1000t) \text{ آمبير بـها تيار شدته : } r = 5\text{cm}$$

وشيعة مسطحة شكلها دائري مكونة من 100 حلقة نصف قطرها $R = 8\text{cm}$ ملفوفة حول المنطقة المركزية للوشيعة الطويلة .

1- ما هي عبارة التدفق المحرّض بدلالة الزمن عبر الوشيّعة المسطحة ؟

2- الوشيّعة المسطحة تشكّل دارّة مغلقة مقاومتها $0,2\Omega$

- ما هي عبارة شدة التيار الذي يجتازها ؟

تعطى $I = 4\pi \times 10^{-7} \mu_0 \text{ A}$ في الجملة الدوليّة

الحل:

1- داخل الحلزونية يكون الحقل المغناطيسي عملياً منتظم ويعطى بالعلاقة

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times 10^3 \times 0,1 \times \cos(1000t)$$

$$B = 1,26 \times 10^{-4} \cos(1000t)$$

يكون سطح كل حلقة : $S = \pi r^2 = 3,14 \times (5 \times 10^{-2})^2 = 7,85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

عبارة التدفق : $\Phi = N \cdot B \cdot S = 9,9 \times 10^{-5} \cos(1000t)$ حيث

2- القوة المحرّكة : $e = -\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow e = 9,9 \times 10^{-2} \sin(1000t)$

وتكون شدة التيار المتحرّض : $i = \frac{e}{r} = 0,49 \sin(1000t)$

تمرين 05 :

سلك من النحاس طوله P وقطره d (مع العازل) يلف على أسطوانة من الخشب قطرها D تكون الحلقات متلامسة وقطرها المتوسط $(D+d)/2$.

نرمز لطول الحلزونية X والمقاومة النوعية للنحاس $\rho = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ فيكور عدد الحلقات N

1- ما هي عبارة ذاتية الوشيّعة L المحصل عليها :

أ- بدلالة p و x

ب- بدلالة D, d, N

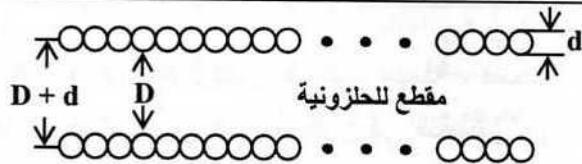
2- عّبر عن مقاومة الوشيّعة السابقة بدلالة D, d, N, ρ

3- كيف تتغير كل من المقاومة وذاتية الوشيّعة عندما يتغيّر كل من X, D, d

$$X' = 2X, \quad d' = 2d, \quad D' = 2D$$

الحل:

أ- لدينا حلزونية عدد حلقاتها N وطولها X مساحة كل حلقة



$$S = \pi \frac{(D+d)^2}{4}$$

الطول الكلي للسلك: $P = N\pi(D+d)$

تعطي ذاتية هذه الو شيعة: $L = \mu_0 \frac{N^2 S}{X}$

$$L = \mu_0 \cdot N^2 \left(\pi \frac{(D+d)^2}{4} \right) \frac{1}{N \cdot d}$$

$$\frac{P}{N\pi} = D + d \Rightarrow L = \mu_0 = \frac{P^2}{4\pi \cdot N \cdot d} \quad \text{نعرض}$$

$$L = 10^{-7} \frac{P^2}{X} ; \quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7}$$

ب) نعرض كل من $X = N \cdot d$ و $P = N\pi(D+d)$

$$L = 10^{-7} \pi^2 N \frac{(D+d)^2}{d} \quad \text{تصبح عبارة الذاتية:}$$

$$R = \rho \frac{P}{S} \quad \text{2- عبارة مقاومة السلك:}$$

$$R = \rho \frac{N\pi(D+d)}{\frac{\pi d^2}{4}} \Rightarrow R = 4\rho \cdot N \frac{(D+d)}{d^2}$$

3- من أجل القيم الجديدة لكل من d, D, X لا يتغير عدد الحلقات N

$$L' = 10^{-7} \pi^2 N \frac{4(D+d)^2}{2d}$$

$$L' = 2 \times 10^{-7} \pi^2 N \frac{4(D+d)^2}{d} = 2L \Rightarrow L' = 2L$$

$$R' = 4 \cdot \rho N \frac{2(D+d)}{4d^2} = \frac{1}{2} 4 \cdot \rho N \frac{(D+d)}{d^2} = \frac{1}{2} R \Rightarrow R' = \frac{1}{2} R$$

تمرين 06 :

لتكن سكتين 'XX' و 'yy' متوازيتين مقامتها ممكمة . قضيب عمودي عليهما يتحرك بسرعة \vec{V} حيث ينزلق على السكتين في النقطتين C و D. هذه المجموعة توجد داخل حقل مغناطيسي منتظم شعاعه \vec{B} عمودي على مستوى السكتين.

1- أحسب $V_C - V_D$ فرق الكمون (التوتر الكهربائي) بين النقطتين C و D تعطى : $CD = \ell = 0,1\text{m}$, $V = 0,5\text{ms}^{-1}$, $B = 0,1\text{T}$

2- نستعمل قضيب ثان 'C'D' و نعتبر مقاومة CD هي $r = 0,1\Omega$ و مقاومة ' $C'D'$ هي $r' = 0,1\Omega$ القضيب الأول CD يتحرك كما كان سابقاً فإذا كان القضيب ' $C'D'$ ثابت :

- ما هي شدة التيار المترعرض تتحقق من جهته بإستعمال قانون لنز (Lenz)

ب- إذا كانت سرعة حركة ' $C'D'$ هي $\vec{V}' = -\vec{V}$ ، عين التيار المترعرض ؟

ج- إذا كانت سرعة حركة ' $C'D'$ هي $\vec{V}' = \vec{V}$ ، عين التيار المترعرض ؟

الحل :

1- عند حركته يكون القضيب مقر لقوة محركة كهربائية تحربيضية e لكن $i = 0$ (دارة مفتوحة)

$$V_C - V_D = -e = V \cdot B \cdot \ell \quad \text{ومنه :}$$

$$V_C - V_D = 0,5 \times 0,1 \times 0,1 = 5 \times 10^{-3} \text{ Volt}$$

2- أحسب قانون بوبيه (Pouillet) :

$$e = -V \cdot B \cdot \ell = -5 \times 10^{-3} V$$

$$i = \frac{-5 \times 10^{-3}}{0,2} = -2,5 \times 10^{-2} A$$

إذا إشارة التيار المترعرض سالبة لأنها تعكس السبب الذي أدى إلى حدوثها حسب قانون لنز

ب) لدينا سابقاً $V = 5 \times 10^{-3} \text{ V}$ - $e = -5 \times 10^{-3} \text{ V}$ أما في القضيب ' $C'D'$ فإن $V = 0,5 \text{ V}$ بنفس الطريقة

$$i = \frac{e + e'}{r + r'} \Rightarrow i = -0,05 A \quad \text{وبحسب قانون بوبيه :}$$

التيار المترّض يكون في الإتجاه السالب

جـ- في هذه الحالة يكون التدفق عبر الدارة المغلقة $C'DC$ ثابت
ومنه : شدة التيار المترّض تكون معدومة

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} = 0 \quad ; \quad i = \frac{e}{r+r'} = 0$$

تمرين 07

طائرة في حالة حركة مستقيمة أفقية في الحقل المغناطيسي الأرضي \vec{B} الذي نعتبره منتظم مائل نحو الأسفل. بزاوية I بالنسبة للأفق. تكون الطائرة متوجة من الجنوب نحو الشمال . والمسافة بين نهايتي جناحيها المعدنيين $\ell = CD$.

- أحسب قيمة $V_C - V_D$

$$\text{تعطى } CD = \ell = 30\text{m} \quad B = 5 \times 10^{-5} \text{T} \quad I = 60^\circ$$

$$\left(\overrightarrow{CD} \perp \vec{V} \right) \quad V = 200\text{m/s}$$

الحل :

لدينا القوة المحركة الكهربائية المترّضة e تعطى بالعلاقة :

$$(I=0) \quad V_C - V_D = rI - e \quad ; \quad e = -V \cdot B \cdot \ell \cdot \sin I$$

$$V_C - V_D = -e$$

$$V_C - V_D = V \cdot B \cdot \ell \cdot \sin I$$

$$V_C - V_D = 200 \times 5 \times 10^{-5} \times 3 \sin 60^\circ \Rightarrow V_C - V_D = 0,26\text{V}$$

تمرين 08 :

وشيعة مسطحة مكونة من حلقة $N=20$ نصف قطرها $r=0,1\text{m}$

1- توضع الوشيعة في حقل مغناطيسي منتظم

حيث يكون مستواها عمودي على خطوط الحقل

الأفقية $B=0,1\text{T}$. تدور الوشيعة حول محور شاقولي

بزاوية 180° خلال $0,2\text{s}$. الوشيعة عبارة عن

دارة مفتوحة طرفيها C, D .

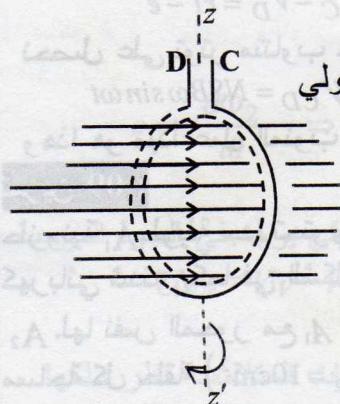
ما هي القيمة المتوسطة للتوتر الكهربائي

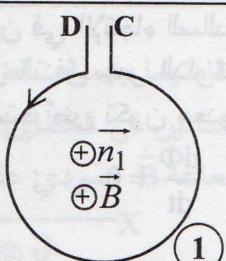
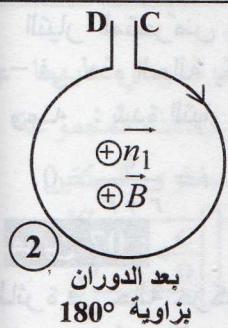
$$V_C - V_D = U_{CD}$$

1- إذا كانت الوشيعة تدور بسرعة زاوية

ثابتة $\omega = 314\text{rad/s}$ حول نفس المحور .

$$V_C - V_D = U_{CD}$$





الحل :

1- في الوضع الأول (1) :

$$\Phi_1 = NS\vec{n} \cdot \vec{B}$$

$$\Phi_1 = NSB$$

في الوضع الثاني (2) :

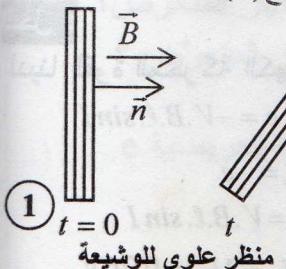
$$\Phi_2 = NS\vec{n} \cdot \vec{B} \quad \Phi_2 = -NSB$$

تكون (f.e.m) المترسبة في الوشيعة

$$e = -\frac{\delta\Phi}{\delta t} = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\delta t} = \frac{2NSB}{\delta t}$$

$$U_{CD} = V_C - V_D = rI - e = -\frac{2N\pi r^2 B}{\delta t} = -0,628V$$

2- نفرض أن في اللحظة $t=0$ كانت الوشيعة في الوضع (1)



السابق وفي اللحظة t تدور الوشيعة
بالزاوية ωt وهي الزاوية (\vec{B}, \vec{n}) في
هذه اللحظة يكون التدفق عبر الوشيعة
 $\Phi = N.S.\vec{n} \cdot \vec{B} = N.SB \cos(\vec{n}, \vec{B})$
 $\Phi = NSB \cos \omega t.$

و تكون (f.e.m) المترسبة في اللحظة في الوشيعة

$$e = -NSB (\cos \omega t) = NSB \omega \sin \omega t$$

$$V_{CD} = V_C - V_D = rI - e$$

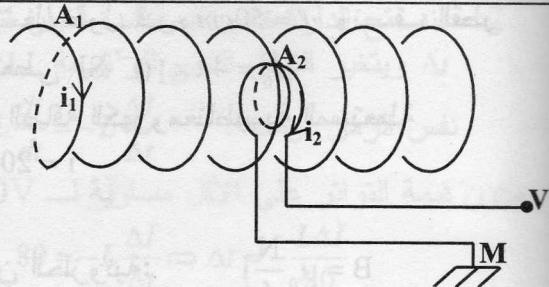
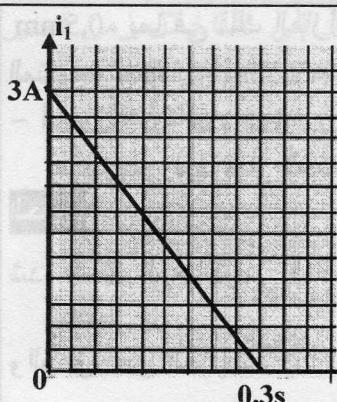
نحصل على توتر متذابب جيبي

$$V_{CD} = NSB \omega \sin \omega t$$

وهذا هو مبدأ عمل المندوب الكهربائي

تمرين 09 :

حليزونية A_1 طويلة جدا تحتوي عدد حلقاتها $n_1 = 2000$ في كل متر يمر فيها تيار كهربائي شدته I كما في الشكل. توضع داخل هذه الحليزونية وشيعة صغيرة لها نفس المحور مع A_1 الوشيعة الصغيرة تحتوي على (حلقة $N_2 = 1000$) مساحة كل حلقة ($S_2 = 10 \text{ cm}^2$). يتم لف السلكين في نفس الإتجاه



. توصل الو شيعة A_2 إلى طرف راسم إهتزاز مهبطي (M, V) بإمكانه أن يرسم التوتر U_{VM} بدالة الزمن t إذا علمت أن شدة التيار i_1 تتغير حسب البيانات اللحظتين

$t=0$ و $t=0.3s$. ماذا نلاحظ على شاشة الراسم ؟

الحل :

1- نلاحظ أن : $i_1 < 0$ من أجل $0.3 > t \geq 0$

إذا : i_1 يمر في الإتجاه الموجب في الحلوانية A_1

فيتولد حقل مغناطيسي \vec{B}_1 ثابت الجهة والحاصل شدته $B_1 = \mu_0 n_1 i_1$ ويكون التدفق عبر الو شيعة A_2 هو

$$\Phi_2 = N_2 S_2 \vec{B}_1 \cdot \vec{n}_2$$

$$\Phi_2 = N_2 S_2 B_1 \Rightarrow \Phi_2 = N_2 S_2 \mu_0 n_1 i_1$$

من البيان نجد عبارة الشدة i_1 هي :

معادلة مستقيم مائل لا يمر من المبدأ وتصبح عبارة التدفق

$$\Phi_2 = N_2 S_2 \mu_0 n_1 (-10t + 3)$$

وتكون $(f.e.m)$ في الو شيعة A_2 هي :

$$e = -\frac{d\Phi_2}{dt} \Rightarrow e = 10N_2 S_2 \mu_0 n_1 = 2.51 \times 10^{-2} V$$

نلاحظ أن : ثابت =

ومنه فإن راسم الإهتزاز يشير إلى خط مستقيم أفقي يوجد في الجهة الموجبة

$$U_{VN} = V_V - V_M = r i_1 - e = -e \Rightarrow V_M - V_C = e$$

تمرين 10 :

حلزونية ذاتيتها L مكونة من 10 طبقات من الحلقات المتلامسة قطر سلكها

بما في ذلك العازل وتشغل طول قدره $l = 50\text{cm}$ ونصف القطر $0,5\text{mm}$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ SI} \quad \text{المتوسط للحلقات } R = 2,5\text{cm}$$

- أحسب ذاتية هذه الحلوانية و الطاقة الكهرومغناطيسية المستعملة
عندما يمر فيها تيار شدته $i = 20\text{A}$

الحل :

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} i \quad \text{شدة الحقل المغناطيسي الناتج عن الحلوانية:}$$

$$\Phi = B \cdot S \cdot N = \mu_0 \frac{N^2}{l} S \cdot i \quad \text{و التدفق عبر الحلقات:}$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{l} S \quad \text{حيث:} \quad \Phi = L \cdot i \quad \text{ويكون:}$$

$$S = \pi R^2 \quad \text{ومساحة كل حلقة:} \quad N = 10 \frac{l}{d} \quad \text{عدد الحلقات:}$$

$$L = \mu_0 \frac{(10)^2 l^2}{ld^2} \pi \cdot R^2 = \frac{100l}{d^2} \pi R^2 \quad \text{إذا الذاتية } L:$$

$$L = 4\pi \times 10^{-7} \cdot \frac{100 \times (0,5)}{(0,5 \times 10^{-3})^2} \pi (2,5 \times 10^{-2})^2 = 0,49\text{H}$$

$$W = \frac{1}{2} 0,49(20)^2 = 98\text{Joule} \quad \text{إذا} \quad W = \frac{1}{2} L i^2 \quad \text{الطاقة المستعملة}$$

تمرين 11 :

وشيعة مقاومتها $4\Omega = R$ وذاتها $1\text{H} = L$ تربط بين طرفي مولد قوته

المحركة الكهربائية $E = 6\text{V}$ ومقاومته الداخلية $r = 2\Omega$.

1- ما هو فرق الكمون (التوتر الكهربائي) بين طرفي الشيوعة وشدة التيار الكهربائي ؟

2- تربط بين طرفي الشيوعة مصباح من النيون Neon يشتعل عندما يجتازه تيار توتره أكبر من 80V . عندما نفتح الدارة يشتعل المصباح.

- فسر هذه الظاهرة وحدد الزمن اللازم لإنعدام التيار

الحل :

$$I = \frac{E}{r + R} = \frac{6}{2 + 4} = 1\text{A.} \quad \text{حسب قانون بوبيه (Pouillet)}$$

$$U = 6 - 2 \times 1 = 4\text{V} \quad U = E - rI \quad \text{التوتر الكهربائي:}$$

2- عند فتح الدارة تتغير قيمة شدة التيار من $1A$ إلى $0A$ خلال زمن قصير Δt ويتغير التدفق الذاتي للو شيعة $= Li = \Phi$ من $1wb$ إلى $0wb$

$$e = -L \frac{di}{dt} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \text{نفس الزمن : ومنه :}$$

تكون قيمة التواتر على الأقل مساوية لـ $80V$

$$80 = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = -\frac{L \Delta I}{80}$$

$$\Delta I = -1A \quad \text{لأن} \quad \Delta t = +\frac{1 \times 1}{80} = 0,0125 \text{ S}$$

تمرين 12 :

دارة كهربائية مكونة من مولد ($r=0$, $E=12V$) ووشيعة ذاتيتها $L=1,5 \cdot 10^{-2} H$ وقاومتها $R=10\Omega$ وقاطعة

-غلق الدارة خلال $2,5 \text{ S}$ فتتغير قيمة شدة التيار من صفر إلى قيمتها العظمى $1,5A$ خلال نفس الزمن بعلاقة خطية .

1- ما هي القوة المحركة الكهربائية التحريرية التي تتولد في الدارة؟ .

2- ما هي الطاقة المخزنة في الو شيعة عندما تبلغ شدة التيار أقصى قيمة لها ؟

حل :

1-حسب معطيات التمرين فان $b = at + b$ وهي العلاقة الخطية لتغير شدة التيار

لدينا عند $t=0$: $i=0$ وعند $t=2,5 \text{ S}$: $i=1,5 A$ ومنه :

$$1,5 = a \cdot 2,5 \Rightarrow a = 0,6$$

$$i = 0,6t \quad \text{إذا :}$$

وتكون القوة المحركة التحريرية :

$$e = -L \frac{di}{dt} \quad ; \quad |e| = L \frac{di}{dt} = 1,5 \times 10^{-2} \times 0,6$$

$$|e| = 0,9 \times 10^{-2} V$$

2-الطاقة المخزنة من طرف الو شيعة :

$$W = \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} 1,5 \times 10^{-2} (1,5)^2$$

$$W = 1,7 \times 10^{-2} J$$

المجال الثالث : الضواهر الضوئية

01 – الصورة المعطاة من طرف عدسة

02 – الضوء والحياة اليومية

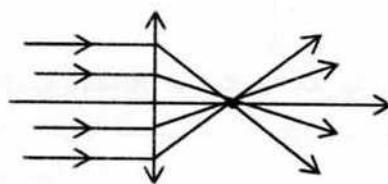
الصورة المعطاة من طرف عدسة

ملخص نظري

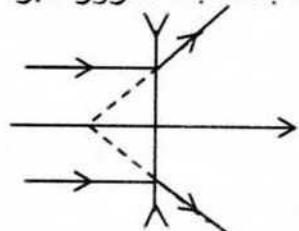
I- العدسة المقرية و العدسة المبعدة:

أ- **العدسة المقرية** : تحول الحزمة الضوئية المتوازية الى حزمة ضوئية متقاربة بعد المرور عبرها (الشكل 1)

ب- **العدسة المبعدة** : تحول الحزمة الضوئية المتوازية الى حزمة ضوئية متباينة بعد المرور عبرها (الشكل 2)



الشكل(1) عدسة مقرية



الشكل(2) عدسة مبعدة

* كل عدسة تتميز بما يلي :

Δ : المحور البصري للعدسة

O: المركز البصري للعدسة

F: المحرق الجسي

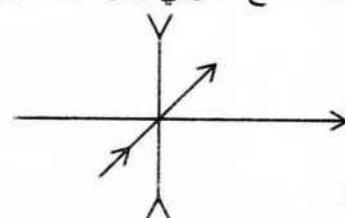
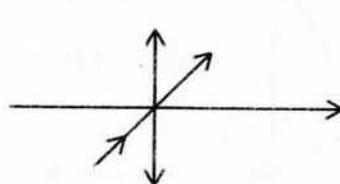
F' : المحرق الصوري

$f = OF' = OF$: البعد المحري

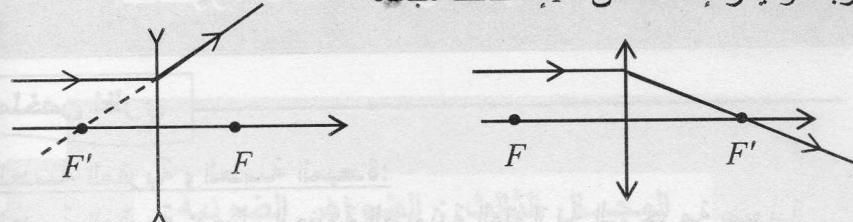
$$C = \frac{1}{f} : \text{تقريب العدسة إذا كانت: } f \text{ مقدرة بالمتر (m)}$$

فإن : التقريب يقدر بالكسيرة (dioptrie) رمزها δ

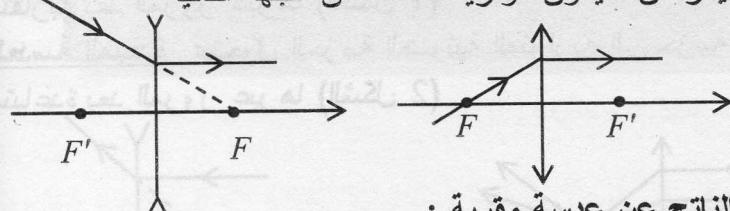
- كل شعاع ضوئي يمر من المركز البصري (O) لا يعاني أي انحراف



- كل شعاع موازي للمحور الرئيسي ينكسر بحيث يمر من F' إذا كانت العدسة مقربة أو يمر إمتداده من F' إذا كانت مبعدة



- كل شعاع يمر من F يكون موازياً للعدسة من الجهة الثانية

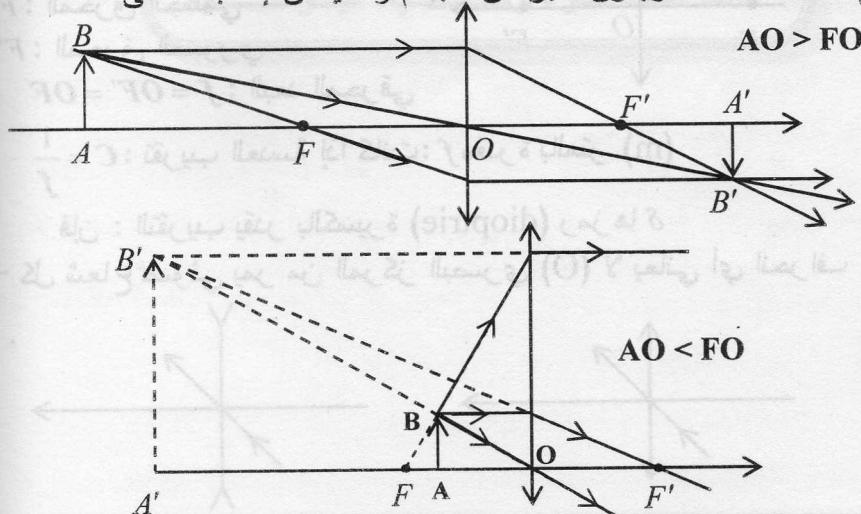


II - الخيال الناتج عن عدسة مقربة :

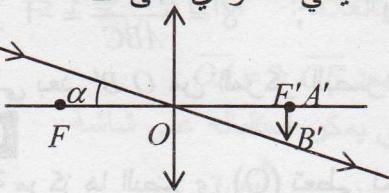
العدسة المقربة تعطي لجسم بعيد جداً عنها ($AO \rightarrow \infty$) خيال عند البؤرة الخيالية لها F'

إذا اقترب هذا الجسم من العدسة يتشكل له خيال مقلوب ويبعد عن العدسة ويزداد طوله. يمكن إستقباله على شاشة.

أما إذا كان الجسم يقع عند F فإن خياله يقع في ما لا نهاية على Δ
إذا كان الجسم يقع بين F و O فخياله يكون غير مقلوب ومن نفس الجهة مع الجسم بالنسبة للعدسة ويكون أكبر من الجسم ولا يمكن إستقباله على شاشة



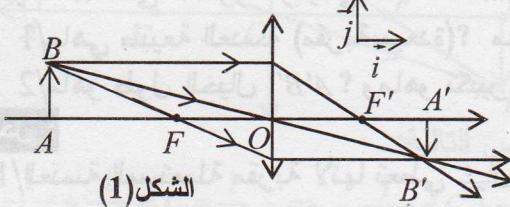
حالة جسم بعيد عن العدسة يمكن رؤيته من خلال الزاوية α
خياله يتشكل في المستوى البؤريخيالي العمودي على $A'B'$ عند F' بحيث:



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{A'B'}{f} = \alpha(\text{rad})$$

III-العلاقات الرياضية الخاصة بالعدسات :

نعتبر معلم (o, i, j) حيث i موجه بإتجاه إنتشار الضوء j موجه نحو الأعلى



الشكل (1)

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = C$$

$$\lambda = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

في الشكل (01) لدينا

$$A'B' > 0, AB > 0, OF' = f > 0, OA' > 0, OA > 0$$

يكون التكبير: $\lambda > 0$ إذا كان الخيال غير مقلوب

$\lambda < 0$ إذا كان الخيال مقلوب

البعد البؤري $f < 0$ إذا كانت العدسة مقربة و $f > 0$ إذا كانت بعيدة

تمارين

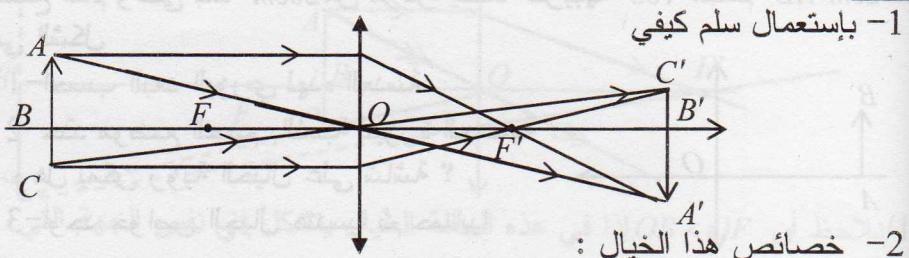
التمرين 01:

نضع أمام عدسة مقربة جسم ABC بحيث $OB = 2 \cdot OF$

1- مثل باستعمال الرسم الخيال الناتج $A'B'C'$ عن هذه العدسة

2- ماهي خصائص هذا الخيال؟

الحل :



1- باستعمال سلم كيفي

2- خصائص هذا الخيال :

- الخيال الناتج مقلوب بالنسبة للجسم ولهما نفس الطول
- التكبير $\delta = \frac{A'B'C'}{ABC} = -1 < 0$ لأن الخيال مقلوب
- يقع على بعد $O B'$ من المركز البصري للعدسة حيث $\overline{OB} = \overline{OB'}$

التمرين 02:

عدسة رقيقة مركزها البصري (O) تعطي لجسم حقيقي طوله $AB = 3\text{ cm}$ وعمودي على محور العدسة. خيال $A'B'$ على شاشة C ويكون كل من A وخياله A' على المحور الرئيسي للعدسة. $OA' = 120\text{ cm}$ $OA = 30\text{ cm}$.

1/ ما هي طبيعة العدسة (مقربة، مبعدة)؟ ما هو بعدها البؤري؟ وما هو تقريبها؟
 2/ ما هو طول الخيال $A'B'$ ؟ وما هو تكبير هذه العدسة؟

الحل :

1/ العدسة المستعملة مقربة لأنها تعطي خيال حقيقي $A'B'$ على الشاشة لجسم حقيقي AB وهذا لا يتحقق إلا بإستعمال عدسة مقربة. بإستعمال العلاقة الرياضية يمكن الحصول على البعد البؤري f لهذه العدسة وتقريبها C

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} \Rightarrow C = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,2} - \frac{1}{0,3} \Rightarrow C = \frac{1}{f} = \frac{1}{1,2} + \frac{1}{0,3}$$

$$C = 4,17 \Rightarrow f = 0,24\text{ m}$$

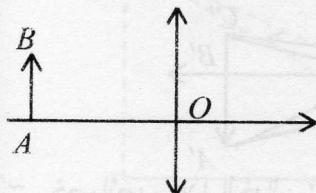
$$C = \frac{1}{A'B'} - \frac{1}{AB} \Rightarrow \frac{1}{A'B'} = C + \frac{1}{AB} /2$$

$$\frac{1}{A'B'} = 4,17 + \frac{1}{-0,3} \Rightarrow A'B' = -3,43\text{ cm}$$

$$\delta = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow \delta = -\frac{3,43}{3} = -1,14$$

التمرين 03:

تصع أماماً وعلى بعد 20 cm من مركز عدسة تقريبها 10δ . جسم AB طوله 2 cm في الشكل



- 1- أحسب البعد البؤري لهذه العدسة.
- 2- حدد موضع الجسم بالنسبة للبؤرة الجسمية. وهل يمكن رؤية الخيال على شاشة؟
- 3- أوجد خواص الخيال هندسياً ثم حسابياً.

الحل :

1- البعد المحرقي (البؤري) يعطي بالعلاقة: $f = \frac{1}{C} \Rightarrow f = \frac{1}{10} = 0,1m$

2- الجسم يوجد أمام العدسة وعلى بعد $\overline{OF} = 2$ و $\overline{OF'} = 3,33cm$
ومنه الخيال يكون مقلوبا و حقيقي يمكن إستقباله على شاشة

3- خواص الخيال هي :

$$OA = OA' = 20cm$$

$$A'B' = AB = 2cm$$

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = -1$$

الخيال مقلوب و حقيقي

- العلاقات الرياضية تعطي الخواص التالية:

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = C = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{OA'} = C + \frac{1}{OA} = 10 + \frac{1}{-0,20}$$

$$\frac{1}{OA'} = 5 \Rightarrow OA' = 0,2m \Rightarrow \overline{OA'} = -\overline{OA}$$

إذا الخيال مقلوب و حقيقي

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = -1 \quad \text{و يكون التكبير} \quad \overline{A'B'} = -\overline{AB}$$

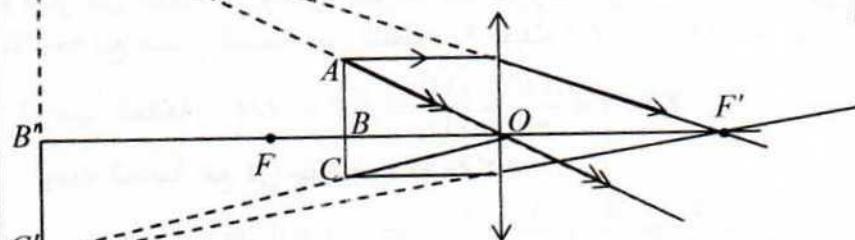
التمرين : 04

نضع أمام عدسة مقربة جسم ABC بحيث تكون $\overline{OB} = \frac{2}{3}\overline{OF}$

1- أوجد هندسيا الخيال $A'B'C'$ الناتج عن هذه العدسة للجسم ABC

2- ما هي خواص الخيال $A'B'C'$ ؟

الحل :



1/ نلاحظ أن $OB < OF$ إذا في هذه الحالة الخيال يتشكل في نفس الجهة التي

يوجد بها الجسم بالنسبة للعدسة.

2/ الخيال الناتج غير مقلوب ، وهمي طوله يساوي ثلاثة مرات طول الجسم ويقع على بعد OB' من مركز العدسة ويساوي ثلاثة مرات بعد الجسم عن المركز (O). التكبير موجب

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = 3$$

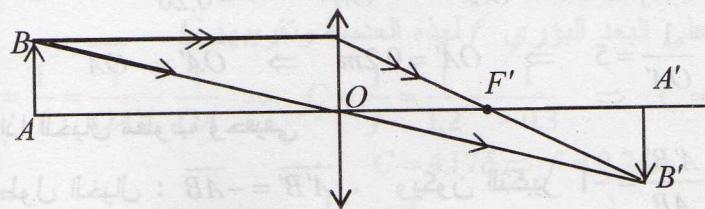
التمرين 05:

تعطي عدسة مقربة لجسم حقيقي AB خيال حقيقي $A'B'$ بعد بينهما $AA' = 80\text{cm}$ مع العلم أن تكبير هذه العدسة $\gamma = -1$

- 1- عين هندسياً موضع العدسة وبعدها البؤري f .
- 2- باستعمال العلاقات الرياضية . عين موضع العدسة وبعدها البؤري

الحل :

باستعمال السلم $(1\text{cm} \rightarrow 10\text{cm})$
لدينا $-1 = \gamma$ نستنتج أن طول الخيال مساوي لطول الجسم .



الشعاع الضوئي المار من B ومرمى العدسة لا يعاني أي إنحراف فيمر بالنقطة خيال النقطة B' . نرسم هذا الشعاع ف تكون نقطة تقاطعه مع محور العدسة هو النقطة (O) مركزها . فنلاحظ أن العدسة تقع في منتصف المسافة أي :

$$OA = -40\text{cm} , OA' = 40\text{cm}$$

أما بالنسبة لتعيين البعد البؤري للعدسة فنرسم الشعاع الموازي لمحور العدسة والمار من النقطة B والذي ينحرف عند خروجه من العدسة ليمر من نقطة B' تقاطعه مع محور العدسة هي النقطة F' حيث :

$$OF = -OF' = f$$

لدينا العلاقة : $\gamma = -1 = \frac{A'B'}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{OA'} = -\overline{OA}$

ومنه العدسة تقع في منتصف القطعة AA'

$$\frac{1}{OA} - \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,4} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = 0,2\text{m} = 20\text{cm}$$

التمرين 06:

عدسة مقربة مركزها (O) بعدها البؤري $f = 40\text{mm}$ يوضع أمامها جسم AB طوله 2cm عمودي على محورها الرئيسي في النقطة A ويبعد عنها بمسافة 9cm

1- أرسم الشكل الهندسي الذي يعطي الخيال $A'B'$ لهذا الجسم

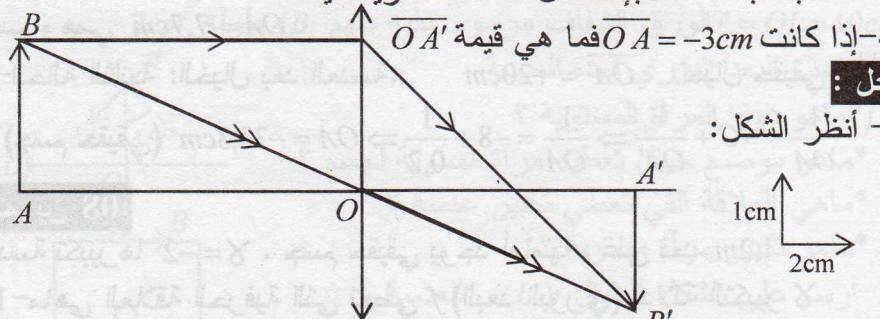
2- ما هي خصائص هذا الخيال؟

3- أحسب البعد OA' بـاستعمال العلاقات الرياضية.

4- إذا كانت $OA' = -3\text{cm}$ فما هي قيمة OA ؟

الحل :

1- أنظر الشكل:



2/ بـاستعمال السلم نجد أن: طول الخيال $A'B' = 1,6\text{cm}$
وهو خيال مقلوب بالنسبة للجسم يقع على بعد $OA' = 7,2\text{cm}$

$$\frac{1}{OA'} = C + \frac{1}{OA} \Rightarrow \frac{1}{OA'} = \frac{1}{0,04} - \frac{1}{0,09} /3$$

$$\frac{1}{OA'} = \frac{500}{36} \Rightarrow OA' = \frac{36}{500} = 0,072\text{m} \quad OA' = 7,2\text{cm}$$

4- بـاستعمال نفس العلاقة من أجل :

$$OA = -3\text{cm} \quad OA' = -12\text{cm} \quad \text{ومنه: } \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{OA}$$

يكون الخيال في هذه الحالة وهي غير مقلوب بالنسبة للجسم وهذا يتحقق كلما كان الجسم بين العدسة والبؤرة الجسمية ($OA < f$)

التمرين 07:

عدسة تقريبها $C = 8\delta$

1- ما هو بعدها البؤري

2- يتشكل خيال على بعد 20cm من مركزها. على أي بعد من العدسة يوجد الجسم المناسب وهذا في الحالتين؟

أ- الخيال أمام العدسة ، ب- الخيال بعد العدسة

الحل :

$$C = \frac{1}{f} = 8\delta \Rightarrow f = 12,5\text{cm} \quad -1$$

-الحالة الأولى: الخيال أمام العدسة $\overline{OA}' = -20\text{cm}$ خيال وهمي

$$\frac{1}{\overline{OA}'} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f} \Rightarrow -\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f} - \frac{1}{\overline{OA}'} \Rightarrow -\frac{1}{\overline{OA}} = 8 - \frac{1}{-0,2}$$

$$\overline{OA} = 7,7\text{cm}$$

جسم وهمي

-الحالة الثانية: الخيال بعد العدسة: خيال حقيقي $\overline{OA}' = +20\text{cm}$

$$\frac{1}{\overline{OA}} = -C + \frac{1}{\overline{OA}'} \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA}} = -8 + \frac{1}{0,2} \Rightarrow \overline{OA} = -33,3\text{cm}$$

(جسم حقيقي)

التمرين 08:

عدسة تكبيرها $\lambda = 2$. جسم حقيقي يوجد أمامها وعلى بعد $1,2\text{m}$

1-ما هي العلاقة الحرفية التي تعطي f (البعد البؤري) بدلالة التكبير λ والفاصلة $\overline{OA} = x$ ؟

2-أحسب البعد البؤري f للعدسة .

3-أحسب البعد $\overline{OA}' = y$ الذي يحدد موضع الخيال .

4-استنتج المسافة \overline{AA}' بين الجسم والخيال .

5-هل يمكن القول بأنه إذا ضاعفنا المقدار \overline{OA} يتضاعف التكبير λ ؟

الحل :

1-من العلاقات الخاصة بالعدسات يمكن الحصول على العلاقة التي تربط بين

$$f = \frac{\lambda \cdot x}{1 - \lambda} \quad \text{ومنه} \quad \lambda = \frac{f}{x + f} \quad : x, \lambda, f$$

$$f = \frac{-2(-1,2)}{1 - (-2)} = \frac{2,4}{3} = 0,8\text{m} \quad : f \quad -2$$

$$\lambda = \frac{y}{x} = \frac{\overline{OA}'}{\overline{OA}} \Rightarrow y = x \cdot \lambda \quad -3$$

$$y = -1,2(-2) \quad y = 2,4\text{m}$$

$$\overline{AA}' = \overline{AO} + \overline{OA}' \Rightarrow -x + y = \overline{AA}' \quad : \text{المسافة} \quad -4$$

$$+1,2 + 2,4 = 3,6\text{m}$$

5- من العلاقة $\frac{f}{x+f} = \infty$ نلاحظ أنه لا يوجد تناسب طردي بين المقدارين

لأن $x \neq -f$ لذلك نقول أنه إذا تضاعف المقدار x فإن المقدار f لا ينبع

التمرين 09:

الجهاز العاكس يحتوي على عدسة L تقريبها $C = 2,7\delta$ ويعتبر الورق الشفاف

على بعد $OA = 42\text{cm}$ من هذه العدسة والمرأة المستوية (M) على بعد

$OI = 10\text{cm}$ الورق الشفاف مرسوم عليه سهم AB طوله 2cm

1/ أحسب البعد البؤري لهذه العدسة.

2/ ما هو دور المرأة المستوية؟

* ما هو موضع خيال تعطيه مرآة مستوية لجسم؟

* ما هي العلاقة التي تعطي تكبير عدسة؟

* ما هو تكبير مرآة مستوية؟

3- أرسم على الشكل الخيال (L_1) للعدسة

والخيال $A'B'$ للجسم AB الناتجين عن المرأة المستوية

4/ حدد على أي بعد (x) من النقطة (I) من سطح المرأة يجب وضع شاشة لمشاهدة الخيال

5/ أوجد طول وإتجاه السهم $A''B''$ خيال AB على الحاجز

الحل :

1/ يعطى تقريب العدسة بالعلاقة $\frac{1}{C} = \frac{1}{f}$ حيث f هو البعد البؤري للعدسة

$$f = \frac{1}{C} = \frac{1}{2,7} = 0,37\text{m} = 37\text{cm}$$

2/ دورها هو إنعكاس الأشعة الضوئية التي تسقط على سطحها

حيث تكون زاوية الورودة متساوية لزاوية الإنعكاس ($i = r = 45^\circ$) لذلك

يكون الشعاع المنعكss عند النقطة (I) أفقى.

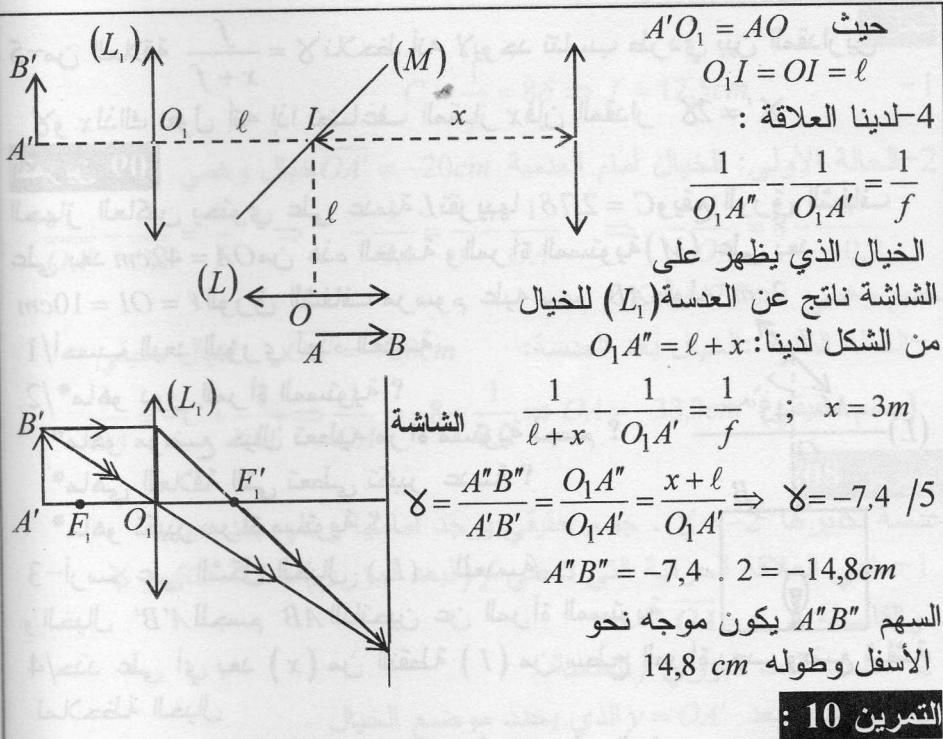
الخيال الناتج عن مرآة مستوية يكون دائماً مناظراً للجسم المناسب له

التكبير يعطى بالعلاقة: $\frac{A'B'}{AB} = \infty$

تعطى المرأة خيالاً طوله مساوياً لطول الجسم ومنه فإن تكبير المرأة $= 1$

3- يكون الخيال (L_1) على تنازل مع العدسة (L) بالنسبة للمرأة M والخيال $A'B'$

على تنازل مع السهم AB بالنسبة للمرأة M



نعتبر جملة صوتية مكونة من عدستين L_1, L_2 تقربيهما $C_1 = 5\delta$ و $C_2 = 6,3\delta$ البعد بينهما 48 cm لها نفس المحور البصري يوضع جسم AB أمام العدسة L_1 ويبعد عنها بـ 44 cm بحيث يكون عمودي على المحور البصري للعدستين وطوله 16 cm والنقطة A تقع على المحور المذكور.

- 1- أحسب البعد البؤري لكل عدسة (f_2, f_1)
- 2- أوجد هندسياً الخيال $A'B'$ للجسم AB والناتج عن العدسة L_1
- 3- بقياس البعد O_1A' و $A'B'$. إستنتج λ لتكبير العدسة L_1
- 4- تأكيد بالحساب من قيم O_1A' و $A'B'$ و λ المحصل عليهم هندسياً
- 5- الخيال $A'B'$ يصبح جسماً بالنسبة للمرآة L_2 أنشئ الخيال $A''B''$ الناتج عن العدسة L_2 لـ $A'B'$
- 6- بقياس O_2A'' و $A''B''$. إستنتاج λ لتكبير العدسة L_2
- 7- بإستعمال العلاقات الرياضية. أحسب O_2A'' و $A''B''$ و λ_2
- 8- أحسب λ لتكبير الكلي لهذه الجملة الضوئية، وما هي العلاقة بين λ_1, λ_2 ؟

التي يمكن استنتاجها من النتائج المحصل عليها؟.

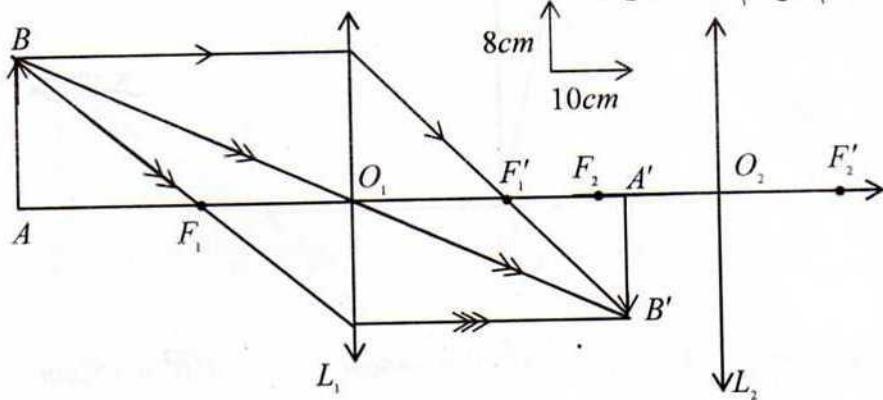
الحل :

1- تقريب العدسة يعطى بالعلاقة : $C = \frac{1}{f}$ وبالتالي بعدها البؤري $f = \frac{1}{C}$

ويكون البعد البؤري للعدسة L_1 هو : $f_1 = \frac{1}{C_1} \Rightarrow f_1 = \frac{1}{5} = 0.2m$

ويكون البعد البؤري للعدسة L_2 هو : $f_2 = \frac{1}{C_2} \Rightarrow f_2 = \frac{1}{6.3} = 0.16m$

2- سلم الرسم المستعمل :



3- بالقياس نجد : $O_1A' = 36cm$ ، $\overline{A'B'} = -13cm$

$$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{36}{-44} = -0.82$$

4- باعتبار x وباستعمال العلاقة : $O_1A' = \frac{x f_1}{x + f_1}$

$$O_1A' = \frac{-44 \cdot 20}{-44 + 20} = 37cm$$

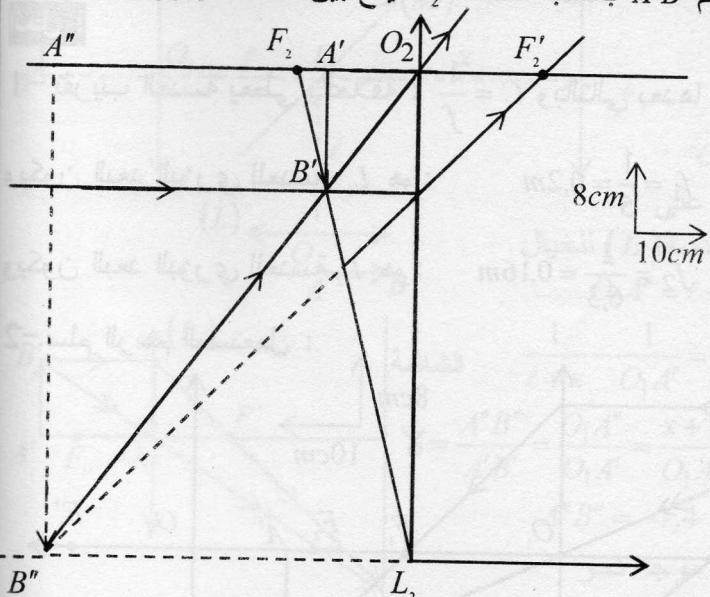
$$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{37}{-44} = -0.83$$

$$\gamma_1 = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \gamma \times \overline{AB}$$

$$\overline{A'B'} = -0.83 \times (16) = -13cm$$

نلاحظ أن النتائج المحصل عليها بالطريقتين متقاربتين

5- نلاحظ أن الجسم $A'B'$ بالنسبة للعدسة L_2 يقع بين العدسة وبؤرتها الجسمية



6- من الشكل

$$\gamma_2 = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = 4 \quad ; \quad \overline{O_2A''} = -48\text{cm} \quad ; \quad \overline{A''B''} = -52\text{cm}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{O_2A'} + \frac{1}{O_2A''} \Rightarrow f_2 = 16 \quad O_2A' = -12\text{cm} \quad \text{لدينا /7}$$

$$\Rightarrow O_2A'' = -48\text{cm}$$

$$\frac{O_2A''}{O_2A'} = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} \Rightarrow \overline{A''B''} = \frac{-48}{-12} (-13) = -52\text{cm} \Rightarrow \gamma_2 = 4$$

نلاحظ أن النتائج المحصل عليها بالطريقتين متقاربة

$$\gamma = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{AB}} = \frac{-52}{16} = -3.25 \quad /8$$

$$\gamma = -3.25 \approx -0.83 \times 4$$

نلاحظ أن :

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 \quad \text{ومنه نتحقق من العلاقة :}$$

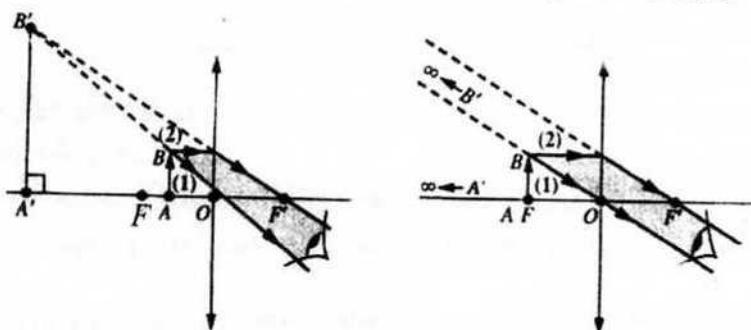
الضـوء والـحـيـاة الـيـوـمـيـة

ملخص نظري

I- المكـبـرة مـفـهـوم التـضـخـيم :

المكـبـرة تـسـمـح بـتـضـخـيمـ الجـسـمـ أيـ نـرـاهـ منـ خـلـالـ زـاوـيـةـ أـكـبـرـ منـ الزـاوـيـةـ التيـ نـرـاهـ منـ خـلـالـهاـ بـالـعـيـنـ المـجـرـدـةـ.ـ وـهـيـ عـبـارـةـ عنـ عـدـسـةـ مـقـرـبةـ بـعـدـهاـ بـؤـرـيـ صـغـيرـ (ـcmـ)ـ وـيـجـبـ أـنـ يـكـونـ الجـسـمـ مـوـضـوـعاـ بـيـنـ مـرـكـزـهـاـ

بـصـرـيـ Oـ وـبـؤـرـتـهـاـ جـسـمـيـةـ Fـ



مفهوم التـضـخـيم : التـضـخـيمـ هوـ النـسـبـةـ بـيـنـ زـاوـيـتـيـنـ

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

حيـثـ α' ـ الزـاوـيـةـ التـيـ نـرـىـ مـنـ خـلـالـهاـ صـورـةـ جـسـمـ باـسـتـعـالـ المـكـبـرـةـ

وـ α ـ الزـاوـيـةـ التـيـ نـرـىـ مـنـ خـلـالـهاـ جـسـمـ بـالـعـيـنـ المـجـرـدـةـ

التـضـخـيمـ لـيـسـ لـهـ وـحدـةـ

II- الأـدـوـاتـ الـبـصـرـيـةـ وـالـرـؤـيـةـ :

1- الرـؤـيـةـ بـالـمـنـظـارـ الفـلـكـيـ :

الـمـنـظـارـ الفـلـكـيـ مـكـوـنـ مـنـ :

- عـدـسـةـ جـسـمـيـةـ L_1 ـ التـيـ تـعـطـيـ لـجـسـمـ AB ـ بـعـدـ جـداـ صـورـةـ إـبـتـانـيـةـ A_1B_1

- عـدـسـةـ عـيـنـيـةـ L_2 ـ التـيـ تـعـطـيـ لـجـسـمـ صـورـةـ نـهـائـيـةـ A_2B_2

الـعـدـسـتـيـنـ جـسـمـيـةـ (objectif)ـ وـعـيـنـيـةـ (oculaire)

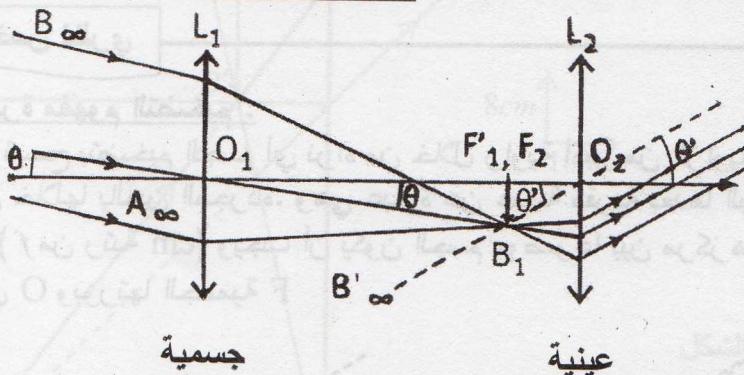
عـبـارـةـ عنـ عـدـسـتـيـنـ مـقـرـبـيـنـ بـؤـرـتـيـهـماـ عـلـىـ التـرـتـيبـ f_1 ـ،ـ f_2 ـ

مـنـ أـجـلـ ضـبـطـ الـجـهـازـ يـجـبـ وـضـعـ الصـورـةـ الإـبـتـانـيـةـ فـيـ بـؤـرـةـ جـسـمـيـةـ F_2

للهدسة العينية L_2 لذلك يجب تغيير البعد O_1O_2 بين العدستين بتحريك العدسة

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f_1}{f_2}$$

العينية ويعطي التضخيم بالعلاقة:



2- الرواية بالمجهر :

المجهر مكون من :

- عدسة جسمية (objectif) التي تعطي لجسم صورة إبتدائية
- عدسة عينية (oculaire) التي تعطي للجسم صورة في مala نهاية

صورة نهائية في مala نهائية $\xrightarrow{\text{عدسة عينية}} \text{صورة ابتدائية} \xrightarrow{\text{عدسة جسمية}} \text{جسم AB}$

* الصورة الابتدائية تكون عبارة عن جسم بالنسبة للعدسة العينية

*تنمذج العدستين العينية والجسمية بعدهما مقربتين بعديهما البؤريان f_1 ، f_2

* البعد البؤري لكل من العدستين يكون صغيراً من رتبة الملمتر (mm)

العدسة العينية تلعب دور المكروة للصورة الابتدائية

نسمى البعد $\Delta = F_1'F_2$ المجال البصري للمجهر وهو مقدار ثابت

ومن أجل ضبط الجهاز يجب تحريك العدسات معاً لجعل الصورة الإبتدائية

في الموضع F_2 والحصول على صورة نهائية في ما لا نهاية

* البعد Δ يكون كبير بالنسبة لكل من f_1 ، f_2 ،

* تضخيم المجهر يعطى بالعلاقة:

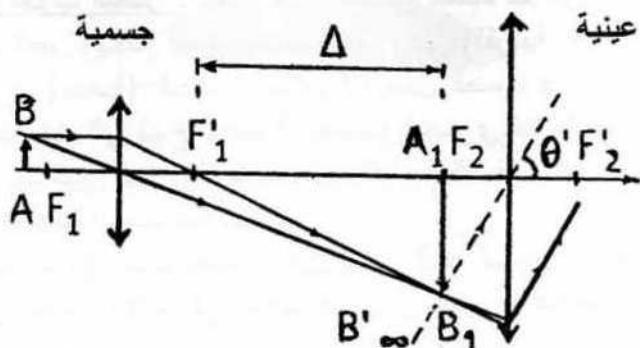
حيث: θ هو القطر الظاهري للجسم AB دون استعمال الجهاز على بعد

$$d = 25\text{cm} \quad \text{متوسط}$$

θ' : القطر الظاهري للصورة النهائية A_2B_2

$$d = 25\text{cm} \quad \text{متوسط}$$

θ' : القطر الظاهري للصورة النهائية A_2B_2



3-الرؤية بالتلسكوب:

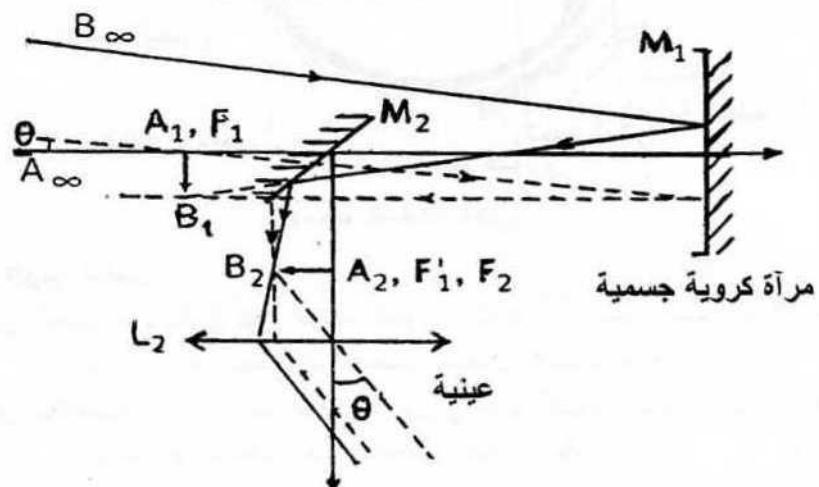
التلسكوب يعطي بعدي جدا صورة في ما لا نهاية ويكون من:

- الجسمية (objectif) هو مرآة كروية مقربة تعطي صورة إبتدائية
- مرآة مستوية تعكس الصورة الإبتدائية على محور العدسة العينية التي هي عبارة عن عدسة رقيقة مقربة L_2

يضبط الجهاز بتحريك العدسة العينية لوضع الصورة الإبتدائية على البؤرة الجسمية F_2 للعدسة العينية L_2

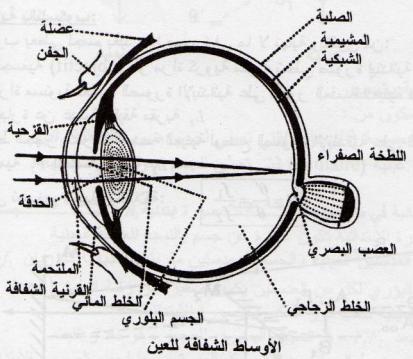
$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f_1}{f_2}$$

يعطى تضخيم الجهاز بالعلاقة:



4- الروية وعيوب البصر : العين جملة ضوئية معقدة تتم الروية عندما يسقط ضوء على العين ويختار عدة أوساط شفافة وهي (القزبية -الخلط المائي - الجسم البوليوري (عسفة)-الخلط الزجاجي) يصل الضوء في الأخير إلى الشبكية ثم تنقل المعلومات إلى الدماغ بواسطة العصب البصري فتشكل صورة للجسم الواقع على بعد كبير جداً (اللاتهاريا) على اللطخة الصفراء من الشبكية والتي هي البورة الخالية للجسم البوليوري .

عندما يتغير موقع الجسم بالنسبة لعين يتغير بعد البورة للجسم البوليوري من أجل أن تبقى الصورة دوماً في مكانها فنقول أن العين « طبقة »



The diagram illustrates the internal structure of the eye. Light rays from an external object pass through the cornea, pupil, and lens to form an inverted image on the retina. Labels include: عضلة (Muscle), الجفن (Eyelid), القزبية (Ciliary body), العدقة (Conjunctiva), العصب البصري (Optic nerve), الخلط المائي (Aqueous humor), الجسم البوليوري (Vitreous body), الخلط الزجاجي (Cochlear humor), الشبكية (Retina), اللطخة الصفراء (Macula), العصب البصري (Optic nerve), and الأوساط الشفافة للعين (Transparent media of the eye).

- عيوب البصر :

- العين الحسيرة :** يكون فيها الجسم البوليوري شديد التقرير وتعطي خيالاً أمام الشبكية ولتصحيح هذا العيب تستعمل عدسات مبددة
- العين الطامسة :** يكون فيها الجسم البوليوري شديد التبعيد وتعطي خيالاً خلف الشبكية ولتصحيح ذلك تستعمل عدسات مفربة
- العين القاذعة :** يخص هذا العيب في البصر الأشخاص المسنين ، تكون العين في هذه الحالة قد فقدت ظاهرة المطابقة .

تمارين

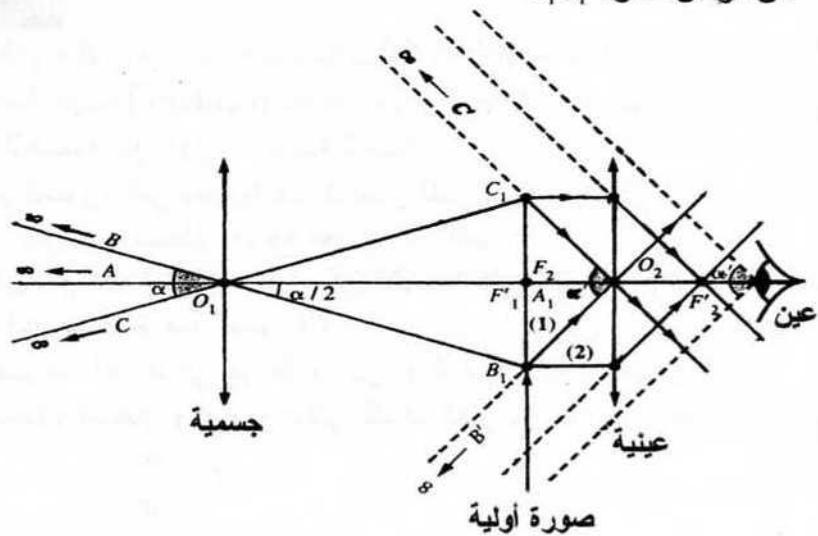
التمرين 01:

منظار فلكي مكون من عدسة جسمية L_1 (objectif) بعدها البؤري $f_1 = 50\text{cm}$ وعدها عينية L_2 (oculaire) بعدها البؤري $f_2 = 10\text{cm}$ لهما نفس المحور الرئيسي والبؤرة الخيالية F'_1 للعدسة الأولى ينطبق مع البؤرة الجسمية F_2 للعدسة الثانية باستعمال هذا المنظار نشاهد القمر حيث يكون محوره موجه نحو مركز القمر الذي يمكن رؤيته من سطح الأرض تحت زاوية $\alpha = 32'$

- 1- حدد موضع وطول الصورة التي تعطيها العدسة L_1 للقمر
 - 2- حدد الصورة التي يعطيها هذا المنظار للقمر أين تتشكل ؟ هل تتمكن العين الموجودة خلف المنظار من رؤية هذه الصورة
 - 3- ما هي الزاوية التي نرى من خلالها صورة القمر باستعمال هذا المنظار ؟
- ملاحظة: إذا كانت الزاوية θ صغيرة فإن: $\tan \theta = \theta (\text{rad})$

الحل :

- 1) الجسم بعيد جداً لذلك الصورة تتشكل عند البؤرة الخيالية F'_1 للعدسة L_1 والتي تنطبق مع البؤرة الجسمية F_2 إذا العدسة L_1 تعطي صورة تقع خلفها وعلى بعد 50cm منها وهي عبارة عن قرص قطره B_1C_1



$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{A_1 B_1}{O_1 A_1} = \frac{A_1 B_1}{f_1} \Rightarrow B_1 C_1 = 2 A_1 B_1 = 2 f_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha (\text{rad}) \quad \alpha : \text{زاوية صغيرة}$

ومنه نحصل على قطر الصورة

$$\alpha = \frac{32 \cdot \pi}{180 \times 60} = 9,3 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$$

$$B_1 C_1 = 50 \times 9,3 \times 10^{-3} = 4,65 \text{ mm}$$

الصورة النهاية $B'C'$ تقع أمام العدسة L_1 في الاتجاه $O_2 B_1$ و $O_2 C_1$

الزاوية α' التي نرى من خلالها الصورة النهاية $B'C'$ لدينا :

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha'}{2} = \frac{A_1 B_1}{O_2 F_2} = \frac{A_1 B_1}{f_2} \Rightarrow B_1 C_1 = 2 A_1 B_1 = 2 f_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha'}{2} = f_2 \alpha'$$

$$\operatorname{tg} \alpha' \approx \alpha' \quad \alpha' = \frac{B_1 C_1}{f_2} = \frac{0,465}{10} = 4,65 \times 10^{-2} \text{ rad}$$

$$\alpha' = \frac{4,65 \times 10^{-2} \times 180}{\pi} = 2,7^\circ$$

قيمة α' لا علاقة لها بموضع العين لأن المنظار أنجز تضخيم 5

التمرين 02:

منظار فلكي مكون من عدسة جسمية L_1 (objectif) بعدها البؤري $f_1 = 1,00 \text{ cm}$ ومن عدسة عينية (oculaire) بعدها البؤري $f_2 = 2,0 \text{ cm}$ حيث تتطابق البؤرة الخيالية للجسمية مع البؤرة الجسمية للعينية

1- أرسم الصورة التي يعطيها هذا المنظار لقمر يشاهد من الأرض من خلال زاوية α ويكون المنظار موجه نحو مركز القمر .

- أين تقع هذه الصورة ، هل يمكن إلتقاطها على شاشة ، أين توجد العين من أجل مشاهدة هذه الصورة ؟

2- تضخيم المنظار الفلكي هو النسبة بين α' الزاوية التي شاهد من خلالها بإستعمال المنظار والزاوية α التي شاهد القمر من خلالها بالعين المجردة

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

أوجد العلاقة التي تعطي تصخيم المنظار بدلالة f_1 , f_2 البعد البؤري للجسمية والعينية . نفرض أنه من أجل مشاهدة القمر يجب أن تقع العين في البؤرة الخيالية F'_2 للعينية

الحل :

- حاول تشكيل الصورة بالاستعانة برسم التمرين السابق ويتم ذلك برسم الصورة الإبتدائية الناتجة عن الجسمية ثم الصورة النهائية التي تعطى العينية . عندما تكون F'_1 منطبقا مع F_2 يعطي المنظار صورة نهائية في اللانهاية من الجهة اليسرى للمنظار لا يمكن إستقبالها على شاشة لكن يمكن مشاهدة هذه الصورة بشرط أن تقع العين خلف المنظار وان تكون سليمة .
- من الشكل نلاحظ أن $\alpha' = B_1O_2C_1$

$$B_1C_1 = 2A_1B_1 = 2f_1 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \approx f_1 \alpha \text{ (rad)}$$

$$B_1C_1 = 2A_1B_1 = 2f_2 \cdot \tan \frac{\alpha'}{2} \approx f_2 \alpha' \text{ (rad)}$$

$$B_1C_1 = f_1 \alpha = f_2 \alpha' \Rightarrow G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{100}{2} = 50$$

إذن هذا المنظار يضخم صورة القمر 50 مرة

التمرين 03:

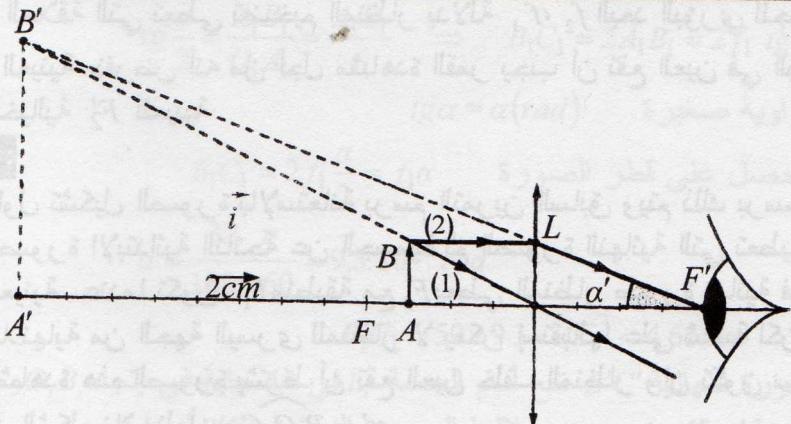
نستعمل كمكيرة عدسة مقربة رقيقة بعدها البؤري $f = 8,0\text{cm}$ الجسم هو عبارة عن حشرة طولها $2,5\text{mm}$ تتوضع أمام العدسة على بعد 6cm وعلى محورها

- ضع رسميا لصورة هذه الحشرة وأين تقع ؟
- العين الموجودة في البؤرة الخيالية F' للمكيرة من خلال أي زاوية تشاهد الحشرة
- إمكانية المكيرة هي النسبة بين الزاوية α' التي يشاهد من خلالها الجسم بإستعمال المكيرة وطول الجسم AB

- أحسب هذه الإمكانية وحدّد وحدتها

الحل :

1- إنشاء صورة الجسم :



الصورة تنتج من تقاطع إمتدادات الأشعة في النقطة B' وهي صورة النقطة B من الجسم. من هذا الرسم نلاحظ أن الصورة $A'B'$ تقع أمام العدسة وعلى بعد 24cm منها لتأكد بإستعمال العلاقات الرياضية :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{OA}$$

$$OA' = \frac{f \times OA}{f + OA} = \frac{-8 \times 6}{8 - 6} = -24\text{cm}$$

وهي نفس النتيجة

2- من الرسم نجد أن الزاوية α' التي نشاهد من خلالها صورة الجسم عبر المكرونة هي :

$$\alpha' = O'FL$$

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{OL}{OF'} = \frac{AB}{f} = \frac{0,25}{8} \approx 0,031$$

$$\Rightarrow \alpha' = 1,7^\circ ; \quad \alpha' = 0,031\text{rad}$$

3- حساب قيمة الإستطاعة للمكرونة

$$p = \frac{\alpha'}{AB} = \frac{0,031}{2,5 \times 10^{-3}} \Rightarrow p = 12\delta$$

وحدة الإستطاعة هي: $\text{dioptre} \delta \text{ m}^{-1}$ أي الكسيرة

التمرين 04:

مكرونة عبارة عن عدسة رقيقة مقربة تقريباً $\delta = 20$ يستعملها شخص عينه ترى بدون تعب الأجسام الموجودة في اللانهاية
1- أين يجب أن يوضع جسم حتى يراه هذا الشخص بكل وضوح؟

2- إذا توفرت شروط السؤال (1) أرسم الشكل الذي يعطي صورة الجسم وحدد الزاوية α' التي يرى من خلالها صورة الجسم عبر المكيرة باعتبار العين تقع على البؤرة الخيالية للعدسة F'

3- إذا كان تضخيم المكيرة هو النسبة بين الزاوية α' والزاوية α التي يرى من خلالها الجسم دون مكيرة و الواقع أمام العين على بعد $d = 25\text{cm}$

$$\text{أي : } G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

- أحسب تضخيم هذه المكيرة وحدّد وحدته.

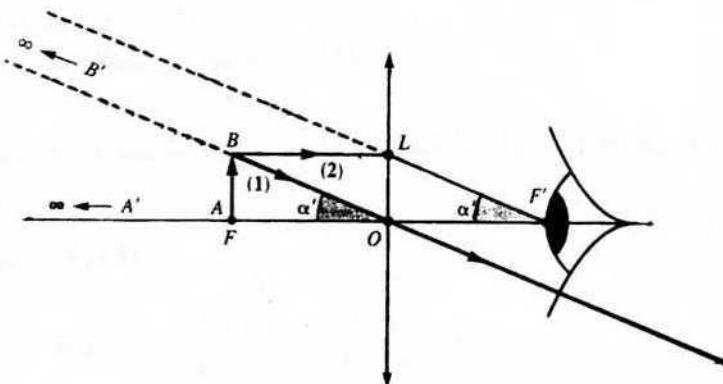
الحل :

1- لدينا تقرير العدسة $C = 20$

$$\text{البعد البؤري لهذه العدسة : } f = \frac{1}{20} = 5\text{cm}$$

يجب أن يتشكل الخيال في اللانهاية ومن أجل ذلك يجب أن يوضع الجسم في البؤرة الحسمية للعدسة أي أمامها وعلى بعد 5cm منها .

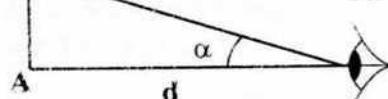
2- لرسم الصورة نستعمل شعاعين أحدهما موازي لمحور الرئيسي والأخر يمر من المركز البصري



$$\alpha' = \angle LFO = \angle BOA$$

$$\tan \alpha' = \frac{AB}{OA} = \frac{AB}{f}$$

لأن : α' صغيرة $\approx \alpha'$



$$\therefore \tan \alpha = \frac{AB}{d} \approx \alpha$$

ويكون التضخم : $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{AB}{d}$

$$G = \frac{d}{f} = \frac{25}{5} = 5$$

ليس له وحدة

الشخص يرى الجسم من خلال المكرونة أكبر خمسة مرات

التمرين 05:

جهاز عارض الشفافيات (diapositives) مكون من مكثف وعدسة جسمية

- 1- ما هو دور كل من المكثف والجسمية في هذا الجهاز ؟
- 2- الجسمية بعدها البوري $f = 10\text{cm}$ والصورة تتشكل على شاشة تبعد عن الجسمية بـ 4m : أين يجب وضع الجسم (diapositi) AB ؟
- 3- لبعد الجسم هي : $36\text{mm} \times 24\text{mm}$. ماهي لبعد الصورة الناتجة ؟
- 4- كيف يكون وضع هذه الصورة $A'B'$ بالنسبة للجسم AB ؟
- 5- نحصل على جهاز العرض الخلفي rétroprojecteur باستعمال مرآة مستوية في مسار الأشعة الضوئية بعد الجسمية وتصنع مع محورها البصري زاوية 45°
- أطْلِرْسَمَا لِلصُّورَةِ النَّهَائِيَّةِ $A''B''$.

الحل :

1/ المكثف دوره إضافة الجسم بصفة منتظمة أما الجسمية فتعطي صورة للجسم على الشاشة

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{OA} = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{f}$$

$$OA = \frac{f \cdot OA'}{f - OA'} = \frac{0,1 \times 4}{0,1 - 4} \approx -10,3\text{cm}$$

ومنه : $OA = -10,3\text{cm}$

إذاً الجسم يوضع بالقرب من البورة الجسمية أي أمامها على بعد 3mm

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{400}{-10,3} = -38,8$$

إذاً : لبعد الصورة تكون

$$36\text{mm} \times 38,8 \approx 140\text{cm}$$

$$24 \times 38,8 \approx 93,2\text{cm}$$

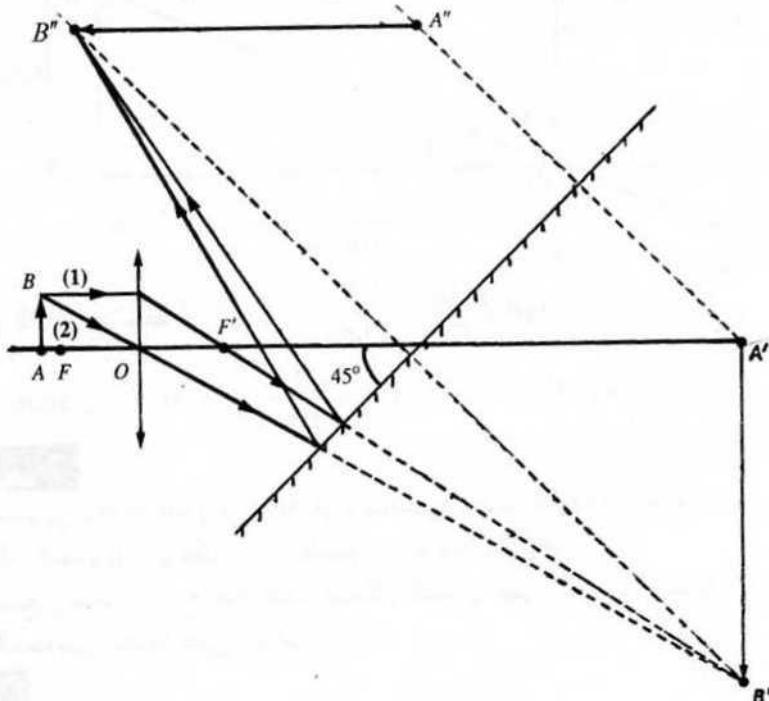
$$140\text{cm} \times 93,2\text{cm}$$

4/ لدينا التكبير سالب <0 لا إذا الصورة تكون مقلوبة بالنسبة للجسم وللحصول

على صورة في الإتجاه الصحيح على الشاشة يجب أن يكون الجسم مقلوبًا

5/ لتكن $A'B'$ هي الصورة الناتجة عن الجسمية والصورة النهائية $A''B''$ هي صورة $A'B'$ الناتجة عن المرأة المستوية وتكون مناظرة لـ $A'B'$ بالنسبة لمستوى المرأة .

إذا كان الجسم شاقولي فإن الصورة تكون على الشاشة أفقية .



التمرين 06:

آلة تصوير تكون من عدسة مقربة بعدها البؤري $f = 5\text{cm}$

1- ما هو البعد اللازم بين مركز العدسة والفيلم من أجل الحصول على صورة واضحة عندما نأخذ جسم بعيد جداً؟ بذر إجابتك؟ .

2- نقوم بتصوير جسم نعتبره جدًّا بعيد طوله 50m ويعود على بعد 1000m من مركز العدسة . ما هو طول الخيال(الصورة) المحصل عليها في الفيلم.

الحل :

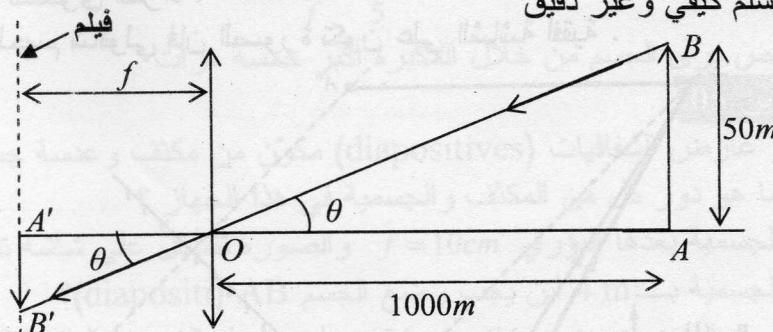
عندما يكون الجسم بعيداً جداً يتشكل خيال عند البؤرة الخيالية أي عند النقطة 'F

من العلاقة : $\frac{1}{OA} \approx 0$ حيث $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = C$

نحصل على : $OA' = \frac{1}{C} = f$ ومنه $C = \frac{1}{OA'}$

إذا : $OA' = 5\text{cm}$ وبالتالي الفيلم يوضع على بعد 5cm

2- السلم كافي وغير دقيق



من الشكل نلاحظ أن : $\tan \theta = \frac{AB}{OA} = \frac{A'B'}{OA'}$

$$A'B' = \frac{AB}{OA} \times OA' \Rightarrow A'B' = \frac{50}{1000} \times 5 \times 10^{-2} = 2.5\text{mm}$$

التمرين 7 :

آلة تصوير بعدها البؤري 4cm نقوم بتصوير جسم طوله 2m يوجد على بعد 4m من آلة التصوير. بإعتبار آلة التصوير عدسة مقربة.

- صنع رسمًا توضح فيه كيف يتشكل الخيال على الفيلم وأحسب طول الصورة المحصل عليها على الفيلم .

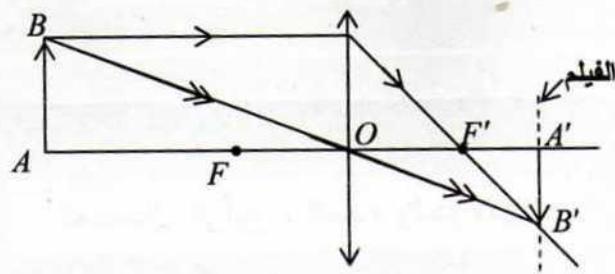
الحل :

موقع الخيال OA' نحصل عليه من العلاقة :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = C = \frac{1}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f} + \frac{1}{OA}$$

$$\frac{1}{OA'} = \frac{1}{0.04} - \frac{1}{4} \Rightarrow OA' \approx 4\text{cm}$$



من هذه النتيجة نقول أن الخيال يقع في المستوى البؤري الخيالي أي A' ينطبق مع النقطة F' ويكون طول الخيال :

$$A'B' = AB \times \frac{OA'}{OA}$$

$$A'B' = 2 \times \frac{0,04}{4} = 2\text{cm}$$

ويكون التكبير : $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{-0,04}{4} = -0,01$

إذا : الخيال مقلوب و حقيقي

المجال الرابع : المادة وتحولاتها

01 – قانون الغاز المثالي

02 – قياس النافورة

03 – تحديد كمية المادة بالمعاييرة

04 – مدخل إلى كيمياء الكربون

قانون الغاز المثالي

طريقة لتعيين كمية المادة في الحالة الغازية

ملخص نظري

تستعمل الغازات في التفاعلات الكيميائية لذلك وجب دراستها من حيث درجة حرارتها والضغط الذي تخضع له وكمية المادة الموجودة في حجم معين من هذا الغاز.

I- المقاييس المستعملة في الغازات:

المقادير المستعملة هي درجة الحرارة ، الضغط ، وكمية المادة وهي المقاييس التي تؤثر في تغير حالة الغاز وإن تغيير أي عامل منها يؤدي إلى تغيير عامل آخر أو أكثر .

تجربة:

-عندما نضع كمية من الهواء في كيس مطاطي نلاحظ أن حجم الكيس يزداد مع زيادة كمية المادة من الهواء التي نضعها في الكيس ويزداد معها ضغط الهواء داخل الكيس .

-عندما نضع كمية معينة من الهواء داخل الكيس ويربط هذا الكيس بإحكام ثم يعرض لأشعة الشمس فنلاحظ أن الهواء يتمدد ويزداد حجمه مما يؤدي إلى انفجار الكيس في بعض الأحيان وهذا يدل على أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة الحجم ومعها ارتفاع ضغط الغاز .

-إذا وضعنا كمية من غاز داخل كيس ثم ندخل هذا الكيس في الماء حيث تكون درجة الحرارة ثابتة .

نلاحظ أن حجم الكيس (حجم الغاز) ينقص وكلما كان الغطس أعمق كلما كان حجم الغاز أقل (لأن ضغط الماء على الكيس يزداد بزيادة العمق).

II- التفسير المجهري لدرجة حرارة و ضغط غاز:

الضغط يساوي عددياً لمقادير القوة المطبقة على وحدة السطح من طرف المادة وينتج من تصادم جزيئات الغاز في ما بينها و مع جدار الإناء الموجود فيه . يكون هذا الضغط كبيراً كلما كان التركيز المولى كبيراً عند درجة حرارة ثابتة. أما إذا ارتفعت درجة الحرارة فيؤدي ذلك إلى زيادة حركة الجزيئات

ما يؤدي إلى ارتفاع الضغط.

n: كمية المادة

P: الضغط ، C: التركيز المولى

ثوابت: k.k'

V : حجم الغاز ، T : درجة الحرارة المطلقة

$$P = R \frac{n}{V} T \quad (1), (2)$$

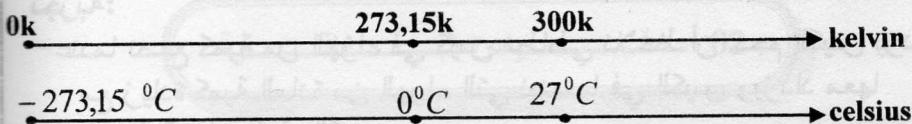
تسمى هذه العلاقة بقانون الغاز المثالى .

حيث R : ثابت الغازات المثالية.

* درجة الحرارة المطلقة :

يمكن إستعمال سلم (k.kelvin) لدرجة الحرارة والتي تسمى بدرجة الحرارة المطلقة حيث (OK) هي درجة الصفر في هذا السلم وتناسب لحجم معنوم للغاز وتكون عندها الأفعال المتبادلة بين جزيئات الغاز منعدمة .ويقابلها في

$$OK = -273,15^{\circ}C \left(^0C.Celsius \right)$$



العلاقة بين درجة الحرارة المطلقة ودرجة الحرارة المئوية

$$T(k) = t(^{\circ}C) + 273$$

III- نموذج الغاز المثالي:

يتميز الغاز المثالي بالخواص التالية:

-جزئاته متماثلة وبعيدة عن بعضها فيكون التأثير المتبادل بينها معدوم

- لا يتمتع (لا يتحول إلى سائل) إلا عند (0°K) وينعد حجمه و ضغطه عندئذ

-معامل التغير الحجمي أو الضغطي لكل درجة حرارة واحدة = $\frac{1}{273}$

يمكن أن نقول عن غاز حقيقي أنه غاز مثالي إذا أخذ عند ضغط ضعيف جداً أو عند درجة حرارة عالية بعيدة عن درجة حرارة تمييعه.

IV - الحجم المولى:

الحجم المولى هو الحجم الذي يشغل واحد مول من غاز في شروط معينة من ضغط و درجة حرارة

فمثلا عند درجة حرارة $(273\text{K}, 0^\circ\text{C})$ وضغط قيمته واحد ضغط جوي (10^5Pa) يكون حجم واحد مول من أي غاز هو $V_m = 22,4 \text{ l}$ نسمى الشرطين $(0^\circ\text{C}, 1 \text{ atm})$ بالشرطين النظاميين.

تمارين

التمرين 1:

كمية من الأكسجين حجمها 672 l توضع في حجرة صغيرة سعتها 1000 l في الشرطين النظاميين من الضغط و درجة الحرارة $(0^\circ\text{C}, 1 \text{ atm})$.

1- ما هي قيمة ضغط الغاز في هذه الغرفة؟

2- ما هو التركيز المولى لهذا الغاز في الغرفة؟

3- ما هي قيمة التركيز المولى و ضغط الغاز عندما نضغطه داخل الحجرة حتى يصبح حجمه 500 l وتكون درجة الحرارة 0°C

الحل:

1- لدينا من قانون الغازات

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P V}{T} \quad \text{ومنه} \quad P = \frac{P_0 V_0}{T_0} \quad \text{ثابت} = nR = \frac{P V}{T}$$

$$P = \frac{P_0 V_0}{T_0} \cdot \frac{T_0}{V} \quad P = \frac{P_0 V_0}{V}$$

$$P = \frac{1.672}{1000} = 0,672 \quad \Rightarrow \quad P = 0,672 \text{ atm}$$

ضغط جوي

التركيز المولى لغاز:

$$C = \frac{n}{V} ; \quad n = \frac{V_0}{V_m} = \frac{672}{22,4} = 30 \text{ mol}$$

$$C = \frac{30}{1000} = 0,03 \text{ mol/l}$$

$$C' = \frac{n}{V'} = \frac{30}{500} = 0,06 \text{ mol/l}$$

التركيز الجديد:

نلاحظ أن حجم الحجرة يقسم على إثنان $v' = \frac{v}{2}$

و عدد المولات يبقى ثابت ومنه الترکيز يضاعف من قانون الغاز المثالي في درجة حرارة ثابتة $P'v' = Pv$

$$P' = \frac{Pv}{v'} = \frac{0.672 \times 1000}{500} = 1.344$$

أ.ص.جوي $1.344 = P$.

التمرين 2:

إذاء يحتوي غاز الأكسجين في درجة حرارة عادية وتحت ضغط 150 جوي سمعته 40 لتر

ما هو حجم غاز الأكسجين الذي نحصل عليه عند نفس درجة الحرارة وضغط جوي نظامي

الحل:

لدينا العلاقة بين الضغط و الحجم لغاز عندما تكون درجة حرارته ثابتة

$$P_1v_1 = P_2v_2$$

$$v_2 = \frac{P_1v_1}{P_2} = \frac{150 \cdot 40}{1} = 6000 \text{ لتر}$$

التمرين 3:

إن الضغط النظامي هو 760 mm زئبق

نحل كهربائياً 500g من الماء

1ـ ما هو حجم الأكسجين الناتج عن ذلك إذا كانت درجة الحرارة 0°C و الضغط 760mm زئبق

2ـ ما هي كمية المادة من غاز الأكسجين الناتج .

الحل:

1ـ كثافة الماء المتخللة : $m_{\text{ماء}} = \rho_{\text{ماء}} \cdot v_{\text{ماء}}$

$$m_{\text{ماء}} = 1 \times 500 = 500 \text{ kg} = 5 \times 10^5 \text{ g}$$

معادلة التحليل الكهربائي: $H_2O \longrightarrow \frac{1}{2}O_2 + H_2$

$$\frac{18g}{5 \times 10^5 g} = \frac{\frac{1}{2}V_m}{v}$$

$$V = \frac{5 \times 10^5 \times \frac{1}{2} v_m}{18}$$

$$P_0 v_0 = P v_m \Rightarrow v_m = \frac{760 \times 22,4}{700} = 24,32 \ell / mol$$

$$v = \frac{5 \times 10^5 \times \frac{1}{2} \times 24,32}{18} = 337,5 \times 10^3 \ell = 337,5 m^3$$

$$n = \frac{v}{v_m} = \frac{337,7 \times 10^3}{24,32} = 13890 mol$$

2- كمية المادة :

التمرين 4:
 جمعنا كمية من الأكسجين الناتج من تفاعل كيميائي في قارورتين حيث كانت درجة الحرارة $0^\circ C$ القارورة (1) يوجد بها $2,5\ell$ من غاز الأكسجين تحت ضغط 2 ضغط جوي $(2 \cdot 10^5 Pa)$ و القارورة (2) يوجد بها 1ℓ من غاز الأكسجين تحت ضغط 5 ضغط جوي $(5 \cdot 10^5 Pa)$.

- قارن بين كمياتي المادة الموجودة في القارورتين.
- في نفس درجة الحرارة $(0^\circ C)$ نصل بين القارورتين بواسطة أنبوب ماهي قيمة الضغط في القارورتين.

الحل:

1- لدينا قانون الغازات

$$n_1 = \frac{P_1 v_1}{RT} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 273} = 0,22 mol$$

$$n_2 = \frac{P_2 v_2}{RT} = \frac{5 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 273} = 0,22 mol$$

كمية المادة متساوية في القارورتين

2- الحجم الكلي

$v = v_1 + v_2$

كمية المادة الكلية

$n = n_1 + n_2$

فيكون الضغط الجديد: $P = \frac{nRT}{V}$

$$P = \frac{0,44 \times 8,31 \times 273}{3,5} = 285,2 \Rightarrow P = 285,2 \text{ (ضغط جوي)}$$

التمرين 5:

يوجد غاز درجة حرارته 0°C و تحت ضغط اضغط جوي (1Patm) يخفف ضغط هذا الغاز ويسمح له بالتمدد حتى يصبح حجمه أكبر من قيمته الأولى بنصفها و عند نفس درجة الحرارة .

1- ما هي قيمة ضغط الغاز في حالته الجديدة؟

2- إذا كان حجم الغاز 6ℓ فيزيداد ضغطه بالنصف فما هو حجمه الجديد في نفس درجة الحرارة (0°C) .

3- ما هي كمية مادة هذا الغاز؟

الحل:

1- من قانون الغازات لدينا: $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} ; \quad V_2 = \frac{3}{2} V_1$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{\frac{3}{2} V_1} = \frac{2P_1}{3} \Rightarrow P_2 = 0,67 \text{ Patm}$$

2- من العلاقة السابقة:

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} ; \quad P_2 = \frac{3}{2} P_1$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{\frac{3}{2} P_1} ; \quad V_2 = \frac{2}{3} V_1$$

$$V_2 = \frac{2}{3} \cdot 6 = 4\ell$$

3- قانون الغازات يعطي بالعلاقة: $PV = nRT$

$$n = \frac{P_1 V_1}{RT} \quad \text{كمية المادة } n \text{ تعطى بالعلاقة:}$$

$$n = \frac{10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 273} \Rightarrow n \approx 0,249 \text{ mol}$$

التمرين 6:

إذا كانت كمية المادة من غاز الهيدروجين قيمتها 1mol يكون حجمها تحت ضغط 1,1Patm و درجة حرارة 20°C هو 22ℓ ثم تتم له التحولات التالية

1-نخفف ضغطه ليصبح 0,7Patm . ما هي درجة حرارته من أجل أن يكون حجمه 22ℓ ؟

2-تضغطه حتى يصبح ضغطه 10Patm ما هو حجمه تحت نفس درجة الحرارة.

3-هل تتغير كمية المادة عند حدوث هذه التحولات ؟

الحل:

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت} \quad 1-\text{من العلاقة:}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad V_1 = V_2$$

$$T_1 = 273 + 20 = 293K$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{0,7 \cdot 293}{1,1}$$

$$T_2 = 173,7K \approx 0^\circ C$$

2-زيادة الضغط تؤدي إلى نقصان في الحجم عند نفس درجة الحرارة.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{1,1 \cdot 22}{10} \Rightarrow V_2 = 2,42\ell$$

3-إن تغير كل من درجة الحرارة وضغط غاز لا علاقة له بكمية المادة لذلك عندما يحدث تحول في الشروط التي يخضع لها الغاز لا يؤثر على كمية المادة.

التمرين 7:

يحدد المحتوى الأعظمي للجو من ثاني أكسيد الكبريت بـ 25mℓ في كل

1m³ من الهواء في الشروط العادية (الحجم المولى) $(V_m = 24\text{ l/mol})$

1- ما هي كمية المادة من ثاني أكسيد الكبريت الموجودة في 1m³ من الهواء مقدرة بـ (م مول).

2- إذا علمت أن خال يوم واحد يستنشق الإنسان 11m³ من الهواء.

- ما هي كمية المادة من ثاني أكسيد الكبريت التي يستنشقها الإنسان خلال يوم

الحل:

1- كمية المادة من ثاني أكسيد الكبريت الموجودة في 25l.

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{25 \cdot 10^{-3}}{24} = 1,0 \text{ mol}$$

إذا كل 1m³ من الهواء يحتوي 1,0mol من ثاني أكسيد الكبريت

2- كمية المادة من ثاني أكسيد الكبريت التي يستنشقها الإنسان خلال يوم : $n' = 11 \times 1,0 = 11 \text{ mol}$

التمرين 8:

قارورة حجمها 1,00l تحتوي على غاز مركب من ذرات الأزوت والأكسجين و لا نعرف صيغته الجزيئية كثلة هذا الغاز الموجود داخل القارورة هي 1,28g الحجم المولى $V_m = 24,0\text{ l/mol}$ في الشروط التجريبة.

1- ما هي الكثافة المولية لهذا الغاز؟

2- نفرض أن صيغة الغاز من الشكل NO_x حدد قيمة X

$$\text{O} = 16, \text{ N} = 14$$

الحل:

1- كمية المادة من الغاز في القارورة $1,00 \text{ l} = 1 \text{ mol}$

الكتلة المولية للغاز تعطى بالعلاقة : $M = \frac{m}{n}$

$$M = \frac{1,28}{4,17 \cdot 10^{-2}} = 30,7 \text{ g}$$

2- تعين قيمة X : $M = 14 + 16x \Rightarrow X = \frac{30,7 - 14}{16} = 1$

صيغة الغاز NO

التمرين 09:

- في غرفة الإنعاش بالمستشفى توجد قارورة من الفولاذ تحتوي غاز الأكسجين حجمه 20ℓ تحت ضغط $1,8 \cdot 10^7 \text{ Pa}$
- 1- ما هو حجم هذا الغاز عندما يصبح الضغط 10^5 Pa باعتبار درجة الحرارة ثابتة .
 - 2- إذا كانت درجة الحرارة هي 0°C فما هي كمية المادة من غاز الأكسجين في هذا الحجم .

الحل :

1- بحسب قانون الغازات المثالية .

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت} \quad \frac{P_1 V_1}{T} = \frac{P_2 V_2}{T}$$

$$V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} \quad V_2 = \frac{1,8 \cdot 10^7 \cdot 20}{10^5} 3600\ell$$

2- حجم الغاز في الشرطين النظاميين هو $V_2 = 3600\ell$

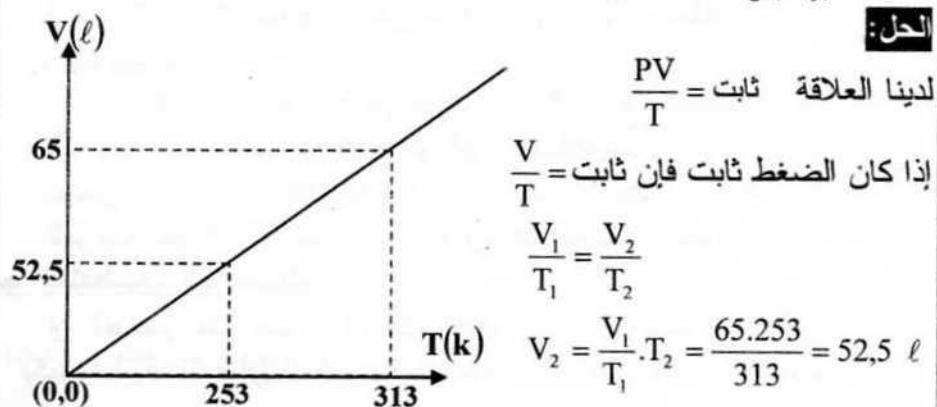
$$V_m = 22,4\ell / \text{mol} \quad \text{كمية المادة} = \frac{V_2}{V_m}$$

$$n = \frac{3600}{22,4} = 160,7 \text{ mol}$$

التمرين 10:

حدد بيانياً الحجم الذي يشغل غاز عند 20°C - إذا كان يشغل 65ℓ عند 40°C باعتبار الضغط ثابت .

الحل :



قياس السنة لـ

طريقة جديدة لقياس كمية المادة في المحاليل الشاردية

ملخص نظري

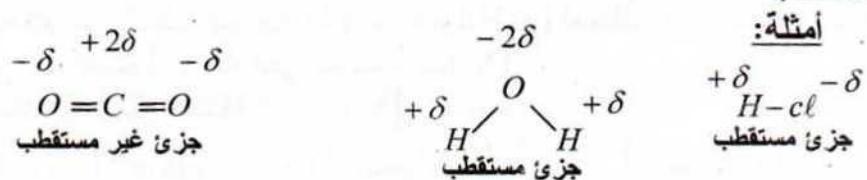
1-تمهيد:
بنية الاحيام الصلبة الشاردية:
يعود تماساك البليورات الشاردية إلى الأفعال المتناولة الكهربائية بين الشوارد الموجية و الشوارد السالبة، حيث كل شارد تكون ملائمة لشوارد من الإشارة المخالفة فنعطي هذه البنية المجهورية للمركب الشاردي بنية عينية مميزة لها تسمى البنية البليوية.

2-المحاليل المائية الشاردية:
أ-تضليلها:
التجربة الأولى:
عند إذابة كمية من غاز كلور الهيدروجين HCl في الماء يتم تحول كيميائي خالله بแตก الحجزي HCl إلى شاردين H^- Cl^- . فنحصل على محلول شاردي هو حمض كلور الماء.
التجربة الثانية:
عند وضع كمية من كلور الصوديوم في الماء تتแยก بليورات $NaCl$ لتعطي شارديني Cl^- Na^+ فنحصل على محلول شاردي لملح الطعام.
ب-بناتها:
المحاليل الشاردية تحتوي على نوعين من الشوارد «عاملات الشحنة»
الموجية تسمى كاتيون (cation) أو شوارد سالبة تسمى أنيون (Anion)
تحسن مرور التيار الكهربائي في هذه المحاليل حيث تتجه الشوارد الموجية نحو المهدئ كما تتجه الشوارد السالبة نحو المصعد.
ج-استقطاب الجزيئات:
إن العناصر مثل الفلور F والكلور Cl والأكسجين يتغير كل منها بكهروسلبية عالية أي تسعى ذرة كل منها لاكتساب إلكترونات لتعطي شاردة

132

سالبة) (anion) وفي المقابل توجد عناصر أخرى مثل الهيدروجين H والمعادن تتميز بكهروجاذبية عالية حيث تسعى ذراتها لفقدان الإلكترونات فتحول إلى شوارد موجبة (cation).

عندما تتشكل الجزيئات التي تدخل في تركيبها ذرات يوجد بينها فرقاً في الكهروسلبية يؤدي ذلك إلى ظهور قطبين (موجب، سالب) فنقول أن الجزء مستقطب



3- النقل الكهربائي في المحاليل الشاردية:

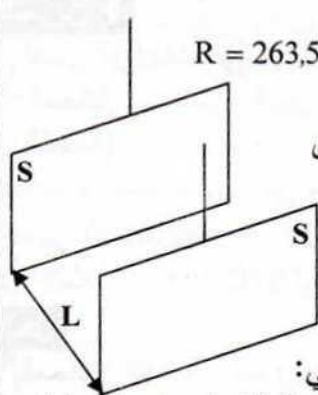
أ- الناقلة G لجزء من محلول شاردي:

كل محلول يحتوي شوارد ينقل التيار الكهربائي يسمى هذا النوع من المحاليل (المتحلل).

كل ناقل يتميز ب مقاومته الكهربائية R وحدتها الأوم (Ω) أو بناقليته G وحدتها

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{سيمنس (S) حيث :}$$

مثلاً بالنسبة لمحلول كلور البوتاسيوم (KCl) نجد $\Omega = 263,5 \Omega$ و $G = 3,795 \cdot 10^{-3} S$



إن قياس نقل محلول يتمثل في تعين ناقلة جزء من هذا محلول محصور بين صفحتين معدنيتين متوازيتين ومستويتين سطح كل منها (S)

والبعد بينهما (L) وتشكلان خلية قياس النقل.

ب- العوامل المؤثرة على ناقلة محلول شاردي:

إن المقادير المؤثرة في ناقلة المحاليل الشاردية هي:

- الشكل الهندسي لخلية قياس النقل (L.S). - نوعية الشوارد في محلول.
- تركيز الشوارد في محلول. - درجة حرارة محلول.

4- الناقلة النوعية σ لمحلول شاردي:

كل محلول شاردي يتميز بناقلته النوعية (σ) وحدتها سيمنس امتر ($S \cdot m^{-1}$)

$$\sigma = G \frac{L}{S} \quad \text{حيث :}$$

الناقلية النوعية لمحلول تتعلق بدرجة حرارته وبطبيعة الشوارد الموجودة فيه وتركيزها.

5- الناقلية النوعية المولية λ_i الشاردية:

عند درجة حرارة معينة يمكن حساب الناقلية النوعية لمحلول شاردي إنطلاقاً من الناقلية النوعية الشاردية المولية (λ_i) لمحظ الشوارد الموجودة في هذا محلول و التركيز المناسب لها $[X_i]$

$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i] \quad \text{وذلك بإستعمال العلاقة :}$$

$$\text{تقدر : } [X_i] (mol \cdot m^{-3}) , \quad \lambda_i (S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}) , \quad \sigma (S \cdot m^{-1})$$

ومن أجل تركيز ضعيف لشاردة ما فإن الناقلية النوعية الشاردية المولية لهذه الشاردة لا تتعلق إلا بدرجة الحرارة.

تمارين

التمرين 1:

أكمل الفراغات في الجمل التالية:

أ- المحاليل.....تمرر التيار الكهربائي لأنها تحتوي على(حاملات الشحنة)

ب- يوجد تناسب بين مقاومة محلول و ناقليته.

ج- في المحاليل يمر التيار الكهربائي نتيجة إنتقال في إتجاهين مختلفين.

د- الإيثanol (C_2H_6O) لا يمر التيار الكهربائي لأنه يتميز ب.....

الحل:

أ/ المحاليل الشاردية تمرر التيار الكهربائي لأنها تحتوي على شوارد (حاملات الشحنة).

ب/ يوجد تناسب عكسي بين مقاومة محلول و ناقليته.

ج/ في المحاليل يمر التيار الكهربائي نتيجة إنتقال الشوارد في إتجاهين مختلفين.

د/ الإيثanol (C_2H_6O) لا يمر التيار الكهربائي لأنه يتميز ببنية جزيئية.

التمرين 2:

أربط بسهم العبارات المتوافقة.

- أ-ينتج عن الفرق في الكهروسلبية.
- ب-ناقلتها معدومة.
- ج-يمرر التيار الكهربائي.
- د-مركبات شاردية.

- 1-المحلول الشاردي
- 2-الأملاح
- 3-إستقطاب الجزيئات
- 4-المركباتجزئية

الحل:

- أ-ينتج عن الفرق في الكهروسلبية.
- ب-ناقلتها معدومة.
- ج-يمرر التيار الكهربائي.
- د-مركبات شاردية.

التمرين 3:

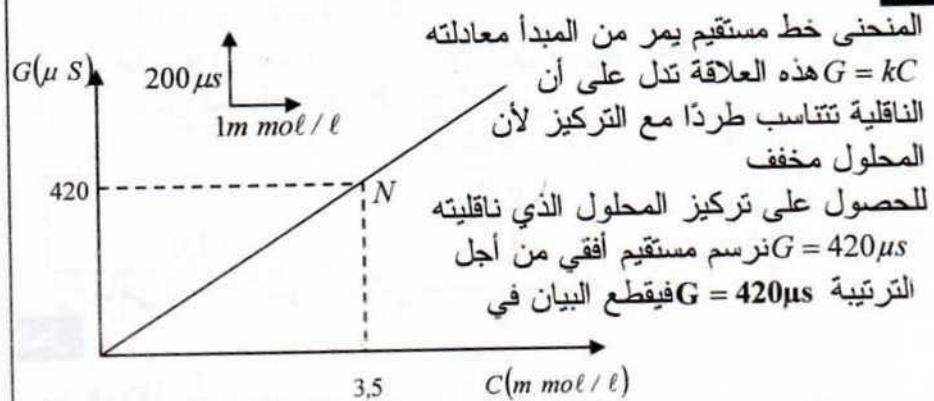
الجدول يعطي ناقلية محلول مائي لكlor الصوديوم حصلنا عليها بإستعمال خلية قياس نقل معينة من أجل تركيز مولية مختلفة.

$C(m\ mol/\ell)$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$G(\mu s)$	125	250	380	510	620	740

- أرسم منحنى المعايرة ($c = f(G)$) = ناقلية محلول بدالة تركيزه.

- يستنتج من البيان التركيز المولي لمحلول كلور الصوديوم ($NaCl$) ناقلته قيمتها $420 \mu s$ وباستعمال نفس الخلية.

الحل:



النقطة N التي فاصلتها تمثل تركيز محلول المطلوب

$$C = 3.5\ m\ mol/\ell$$

التمرين 4:

- شدة التيار الكهربائي الذي يمر عبر جزء من محلول كلور البوتاسيوم هي $I = 2,38mA$ وفرق الكمون بين طرفيه $U = 2,00V$
- ما هي ناقليّة هذا محلول؟
 - ما هي مقاومة هذا الجزء من محلول؟
 - ذا كان فرق الكمون بين طرفي هذا الجزء من محلول هو $U' = 1,00V$ ما هي شدة التيار I' التي تجتاز الخلية؟

الحل:

$$G = \frac{I}{U} ; G = \frac{2,38 \cdot 10^{-3}}{2} \\ G = 1,19 \cdot 10^{-3} S$$

أ- بـ استعمال العلاقة :

$$R = \frac{1}{G} ; R = \frac{1}{1,19 \cdot 10^{-3}} = 840 \Omega$$

بـ لدينا العلاقة بين المقاومة و الناقليّة :

$$I' = GU' = 1,19 \cdot 10^{-3} \times 1 \\ I' = 1,19 \cdot 10^{-3} A = 1,19 mA$$

جـ القيمة الجديدة لشدة التيار :

التمرين 5:

اللديـدة نوال تـريد تعـيـين التركـيز C_1 المـجهـول لمـحلـول مـائـي لـحمـض كـلـور الهـيدـروـجيـن (HCl) كـان بـحـوزـتها مـحلـول أـخـر لـحمـض كـلـور الهـيدـروـجيـن تركـيز $C_2 = 6,0 \cdot 10^{-3} mol/l$

قـامـت بـقـيـاس فـرقـ الكـمـون و شـدـةـ التـيـار بـيـن مـسـرـيـين مـغـمـورـيـن بـنـفـسـ الطـرـيقـةـ فيـ المـحـولـيـن فـحـصـلت عـلـى النـتـائـجـ التـالـيـةـ:

$C(mol/l)$	C_1 (مـجهـولـةـ)	$C_2 = 6,0 \cdot 10^{-3}$
$U(V)$	6,0	6,0
$I(mA)$	4,3	13,0

ـ ماـ هيـ قـيـمةـ التركـيزـ C_1 ـ الـتـيـ تحـصـلـ عـلـيـهاـ؟ـ.

الحل:

$$\text{من العلاقة } \frac{I}{U} = G \text{ نحصل على الناقليّة للمحلول}$$

لكـنـ النـاقـليـةـ تـنـتـابـ طـرـدـاـ معـ التـرـكـيزـ منـ أـجـلـ المـحـالـيـلـ المـخـفـفـةـ

$$G = \sigma \frac{S}{L} = \lambda \frac{S}{L} C = kC \quad \sigma = \lambda C \quad \text{حيث}$$

$$G_1 = \frac{4,3}{6} = 0,72 \text{ ms} \quad G_2 = \frac{13}{6} = 2,17 \text{ ms}$$

$$\left. \begin{array}{l} G_1 = kC_1 \\ G_2 = kC_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{G_1}{G_2} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow C_1 = C_2 \frac{G_1}{G_2}$$

$$C_1 = 6,0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,72}{2,17} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \quad C_1 = 2 \text{ mol/l}$$

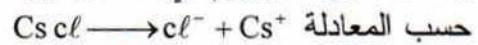
التمرين 6:

أحسب التركيز المولى لمحلول مائي لكلور السيلزيوم (Cs) ناقليته النوعية عند $25^\circ C$ تساوي $1,536 \cdot 10^{-4} \text{ s.m}^{-1}$ تعطى الناقليه النوعية المولية الشاردية :

$$\lambda_{Cl^-} = 76,3 \cdot 10^{-4} \text{ s.m}^2 \cdot mol^{-1}, \lambda_{Cs^+} = 77,3 \cdot 10^{-4} m^2 mol^{-1}$$

الحل:

إنحلال كلور السيلزيوم في الماء يحرر الشوارد



$$C = [CsCl] = [Cs^+] = [Cl^-]$$

و تكون الناقليه النوعية لهذا محلول

$$\sigma = \lambda_{Cs^+} [Cs^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] = (\lambda_{Cs^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

$$C = \frac{\sigma}{\lambda_{Cs^+} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{1,536 \cdot 10^{-4}}{(77,3 + 76,3) \cdot 10^{-4}} = 10^{-2} \text{ mol/m}^3$$

$$C = 10^{-4} \text{ mol/l}$$

التمرين 7:

بين طرفي خلية مغمورة داخل محلول مائي لكلور البوتاسيوم ومربوطة بين طرفي مولد لتيار متلاوب يوجد فرق في الكمون $13,7V$ و شدة تيار $89,3 A$.

-1 - أحسب مقاومة جزء محلول موجود بين المسربيين.

-2 - أحسب قيمة الناقليه مقدرة بالسيمنس (S).

-4 - إذا كانت الناقليه النوعية لهذا محلول هي $0,512 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ عند $20^\circ C$

- أحسب قيمة الثابت K للخلية حيث $G = k \cdot \sigma$

الحل:

1- العلاقة بين U, I, R هي قانون أوم $U = RI$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{13,7}{89,3 \cdot 10^{-3}} = 153\Omega$$

2- الناقلية هي مقلوب المقاومة :

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{153} = 6,53 \cdot 10^{-3} S$$

3- من العلاقة التي تربط بين الناقلية G و الناقلية النوعية σ لمحول

$$G = k\sigma$$

$$\text{نجد } k = \frac{G}{\sigma}$$

$$\sigma = 0,512 \cdot ms \cdot cm^{-1} = 0,512 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{+2} s \cdot m^{-1} = 0,512 \cdot 10^{-1} s \cdot m^{-1}$$

$$k = \frac{6,53 \cdot 10^{-3}}{0,512 \cdot 10^{-1}} = 0,128 m$$

التمرين 8:

الناقليّة النوعيّة لجزء من محلول موجود داخل مكعب ضلعه $a = 1,00 \text{ cm}$ عند

$$\sigma = 2,25 \cdot 10^{-2} s \cdot m^{-1}$$

أ- أحسب ناقليّة هذا الجزء من محلول.

ب- ما هو فرق الكمون بين طرفي المكعب إذا كانت شدة التيار الذي تجذّز محلول $I = 275 \mu A$ ؟

ج- تكون ناقليّة نفس محلول عند $30^\circ C$ هي $3,8 \cdot 10^{-4} s$

- ماذا تستنتج فيما يخص تأثير درجة الحرارة على ناقليّة محلول؟.

الحل:

$$A- لدينا العلاقة : G = \sigma \frac{S}{L}$$

في هذه الحالة الخلية عبارة عن مكعب أي :

$$G = \sigma \cdot a \quad : \quad \text{ومنه}$$

$$G = 2,25 \cdot 10^{-2} \cdot 1,00 \cdot 10^{-2} \Rightarrow G = 2,25 \cdot 10^{-4} s$$

بــ التوتر الكهربائي (فرق الكمون) يعطي بالعلاقة :

$$U = \frac{I}{G} \quad U = \frac{275 \cdot 10^{-6}}{2,25 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow U = 1,22V$$

جــ نلاحظ أن بين القيمتين C^{15} و C^{30} ناقلية محلول تزداد وهذا يعود إلى زيادة حركة الشوارد بسبب ارتفاع درجة الحرارة.

التمرين 9:

- أحسب الناقلية النوعية لمحلول ماءات الصوديوم ($NaOH$) تركيزه

$$C = 5 \cdot 10^{-3} mol/l$$

$$\text{تعطى: } \lambda_{OH^-} = 200 \cdot 10^{-4} s \cdot m^2 mol^{-1}, \quad \lambda_{Na^+} = 50 \cdot 10^{-4} s \cdot m^2 mol^{-1}$$

الحل:

تعطى الناقلية النوعية للمحلول بالعلاقة:

$$\sigma = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{OH^-} [OH^-]$$

$$[NaOH] = [Na^+] = [OH^-] = C \quad \text{لدينا:}$$

$$\sigma = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-}) C = (50 + 200) \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma = 1250 \cdot 10^{-7} = 12,5 \cdot 10^{-5} s \cdot m^2 \cdot l^{-1}$$

$$1 m^3 = 10^3 l \quad \frac{m^2}{l} = \frac{m^3}{m \cdot l} = \frac{10^3}{m}$$

$$\sigma = 12,5 \cdot 10^{-5} \cdot 10^3 s \cdot m^{-1} = 0,125 s \cdot m^{-1}$$

التمرين 10:

بــ استعمال خلية مكونة من صفيحتين من النحاس مساحة سطح كل منها $S = 5,0 cm^2$ والبعد بينهما $\ell = 2,5 cm$

1ــ أحسب النسبة $\frac{S}{\ell}$ بــ استعمال وحدات الجملة الدولية (S.I).

2ــ نــ استعمال الخلية السابقة في محلول لكلور الصوديوم فنحصل على قيمة $G = 820 ms$ لنــ اقلية هذا محلول.

أحسب الناقلية النوعية لهذا محلول محدداً الوحدات المستعملة.

3ــ أحسب التركيز المولي C لهذا محلول.
تعطى: الناقلية النوعية المولية الشاردية.

$$\lambda_{\text{Na}^+} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ s.m}^2 \text{mol}^{-1} \quad , \quad \lambda_{\text{Cl}^-} = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ s.m}^2 \text{mol}^{-1}$$

الحل :

نستعمل وحدات الجملة الدولية الدوالية

$$\frac{S}{\ell} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{2,5 \cdot 10^{-2}} \quad \text{في جملة الوحدات (S.I)}$$

$$\frac{S}{\ell} = 0,02 \text{ m}$$

$$G = \sigma \frac{S}{\ell} \quad \sigma = G \frac{\ell}{S} ; \quad \sigma = \frac{820 \cdot 10^{-3}}{0,02} = 41 \text{ S.m}^{-1}$$

$$3-\text{من العلاقة } [\text{Na}^+] + [\text{Cl}^-]$$

$$[\text{NaCl}] = [\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C$$

و بما أن فان التركيز المولى للمحلول يعطى بالعلاقة :

$$C = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{Cl}^-}} = \frac{41}{(5 + 7,6) \times 10^{-3}} = 3,25 \times 10^3 \text{ mol / m}^3$$

$$C = 3,25 \text{ mol.l}^{-1}$$

التمرين 11

- تتكون خلية من صفيحتين معدنيتين على شكل مربع ضلع كل منها a البعد بينهما $L=5 \text{ mm}$ هذه الخلية مغمورة في محلول مائي لكلور الصوديوم تركيزه المولى $C = 2,3 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ وقيمة الناقلة التي نحصل عليها

$$G = 589 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

- أحسب ضلع كل صفيحة a

تعطى الناقلة النوعية المولية الشاردية

$$\lambda_{\text{Na}^+} = 5,01 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2 \text{mol}^{-1} \quad \lambda_{\text{Cl}^-} = 7,63 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2 \text{mol}^{-1}$$

الحل :

الناقلاة تتناسب مع الناقلاة النوعية وتتغير بتغير أبعاد الخلية

(مساحة الصفيحتين والبعد بينهما)

$$G = \sigma \cdot \frac{S}{\ell} ; \quad G = \sigma \cdot \frac{a^2}{\ell} \Rightarrow a = \sqrt{\frac{G \ell}{\sigma}}$$

نحسب قيمة الناقلية النوعية σ

$$C = 2.3 \text{ mol/m}^3 \quad [NaCl] = [Na^+] = [Cl^-] = C \quad \text{لدينا}$$

$$\sigma = \lambda_{Na^+} [Na^+] + \lambda_{Cl^-} [Cl^-] = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

$$\sigma = (5,01 \cdot 10^{-3} + 7,63 \cdot 10^{-3}) 2,3 = 29,07 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

$$a = \sqrt{\frac{589 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{29,07 \cdot 10^{-3}}} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm} \quad \text{ومنه}$$

التمرين 12:

خلية مكونة من مسربين عبارة عن صفيفتين متوازيتين مساحة سطح كل منهما S والبعد بينهما ℓ مغمورة في محلول شاردي ناقليته النوعية σ

1- ما هي العلاقة بين المقادير التالية: G, σ, S, ℓ . وما هي وحدة كل منها؟

2- أحسب قيمة الناقلية G للمحلول . اذا كانت :

$$\ell = 1.00 \text{ cm} ; \sigma = 1,17 \cdot 10^{-3} \text{ s.cm}^{-1} ; S = 16.00 \text{ cm}^{-2}$$

3- إستنتاج مقاومة جزء المحلول بين المسربين .

الحل :

$$1- \text{العلاقة المطلوبة هي : } G = \sigma \cdot \frac{S}{\ell}$$

حيث تكون الوحدات في الجملة الدولية هي :

$$S(m^2) ; \sigma(S \text{ m}^{-1}) ; \ell(m) \quad \text{(السيemens s)}$$

2- قيمة الناقلية G هي حيث :

$$\ell = 10^{-2} \text{ m} \quad S = 16,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \sigma = 1,17 \cdot 10^{-1} \text{ S.m}^{-1}$$

$$G = 1,17 \cdot 10^{-1} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 1,87 \cdot 10^{-2} S$$

3- العلاقة بين الناقلية والمقاومة هي :

$$R = \frac{1}{G} \quad R = \frac{1}{1,87 \cdot 10^{-2}} = 53,4 \Omega$$

التمرين 13:

لدينا محلولين تركيزهما المولى $C = 10^{-3} \text{ mol/l}$ الناقلية النوعية لهما هي :

محلول حمض كلور الهيدروجين $\sigma_1 \cdot (H_3O^+ + Cl^-) = 42.6 \text{ mS} \cdot m^{-1}$

محلول ماءات الصوديوم $\sigma_2 \cdot (Na^+ + OH^-) = 25.0 \text{ ms} \cdot m^{-1}$

1- ماهي الناقليات النوعية المولية الشاردية لكل من Na^+ ; Cl^- ؟

2- يستخرج الناقليات النوعية المولية لمحلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$

تركيزه المولي $C = 10^{-3} \text{ mol/l}$

تعطى: $\lambda_{OH^-} = 200 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot m^2 \text{ mol} \ell^{-1}$; $\lambda_{H_3O^+} = 350 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot m^2 \text{ mol} \ell^{-1}$

الحل:

1- لدينا العلاقة $C = 10^{-3} \text{ mol/l} / l = 1 \text{ mol/m}^3$ و $\sigma_1 = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) C$:

$$\sigma_1 = \lambda_{H_3O^+} C + \lambda_{Cl^-} C \Rightarrow \lambda_{Cl^-} = \frac{\sigma_1}{C} - \lambda_{H_3O^+}$$

$$\lambda_{Cl^-} = \frac{42.6 \times 10^{-3}}{1} - 350 \times 10^{-4} = 76 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot m^{-2} \text{ mol} \ell^{-1}$$

2- ناقليات محلول كلور الصوديوم $(Na^+ + Cl^-)$

$$\sigma_2 = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-}) C \Rightarrow \lambda_{Na^+} = \frac{\sigma_2}{C} - \lambda_{OH^-}$$

$$\lambda_{Na^+} = 50 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot m^2 \cdot mol \ell^{-1}$$

3- تقرير 14: توضع خلية في محلول كلور البوتاسيوم KCl حيث تكون النتائج $U = 1.45 \text{ V}$, $I = 1.6 \text{ mA}$

1- احسب ناقليات جزء محلول .

2- احسب الناقليات النوعية للمحلول إذا علمت أن ثابت الخلية $\frac{\ell}{S} = K = 200 \text{ m}^{-1}$

3- احسب التركيز المولي للمحلول إذا كانت الناقليات النوعية المولية الشاردية.

$$\lambda_{K^+} = 7.4 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot m^2 \text{ mol} \ell^{-1} \quad \lambda_{Cl^-} = 7.6 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot m^2 \text{ mol} \ell^{-1}$$

الحل :

$$U = \frac{1}{G} I \quad \text{إذا :} \quad U = R I$$

$$G = \frac{I}{U} = \frac{1,6 \cdot 10^{-3}}{1;45}$$

ناقلية المحلول :

$$G = \sigma \frac{S}{\ell} \Rightarrow \sigma = \frac{\ell}{S} G \quad \sigma = K G$$

$$\sigma = 200 \cdot 1,1 \times 10^{-3} = 0,22 \text{ S.m}^{-1}$$

1- من العلاقة التي تربط بين التركيز و الناقلية النوعية والناقلية النوعية

$$C = \frac{\sigma}{\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}} = \frac{0,22}{(7,4 + 7,6) \cdot 10^{-3}} = 14,7 \text{ mol/m}^3$$

التمرين 15:

ناقلية جزء من محلول نترات البوتاسيوم تركيزه

$$G_1 = 22,9 \text{ ms} \quad C = 0,010 \text{ mol/l}$$

أ- ما هي عبارة الناقلية لهذا المحلول بدالة مميزات الخلية (ℓ, S) و التركيز المولي للمحلول C والناقلية النوعية المولية الشاردية لكل شوارد المحلول ؟

ب- بإستعمال نفس الخلية نحصل على الناقلية $G_2 = 23,7 \text{ ms}$ لمحلول كلور

البوتاسيوم و $G_3 = 20,0 \text{ ms}$ لمحلول كلور الصوديوم لهما نفس التركيز

$$C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} . \quad \text{ماهما عبارتي هاتين الناقليتين؟}$$

ج- أثبت أنه يمكن حساب الناقلية G_4 لمحلول نترات الصوديوم لها نفس التركيز إنطلاقاً من المعطيات السابقة. أحسب قيمة G_4 .

الحل :

$$G_1 = \sigma_1 \frac{S}{\ell} \quad , \quad \sigma_1 = \lambda_{K^+} [K^+] + \lambda_{NO_3^-} [NO_3^-]$$

$$G_1 = (\lambda_{K^+} [K^+] + \lambda_{NO_3^-} [NO_3^-]) \cdot \frac{S}{\ell}$$

$$[KNO_3] = [K^+] = [NO_3^-] = C$$

$$G_1 = (\lambda_{K^+} + \lambda_{NO_3^-}) C \frac{S}{\ell}$$

$$G_2 = (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) C \frac{S}{\ell} : \text{بنفس الطريقة}$$

$$G_3 = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) C \frac{S}{\ell}$$

$$G_4 = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{NO_3^-}) C \frac{S}{\ell} \quad \text{جـ عبارة الناقلية للمحلول الرابع:}$$

يمكن كتابة هذه العبارة :

$$G_4 = \left((\lambda_{K^+} + \lambda_{NO_3^-}) - (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) + (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) \right) C \frac{S}{\ell}$$

$$G_4 = G_1 - G_2 + G_3 \Rightarrow G_4 = 22,9 - 23,7 + 20,0 \Rightarrow G_4 = 19,2 \text{ms}$$

التمرين 16:

لديك الناقلية النوعية لبعض المحاليل لها نفس التركيز $C = 10^{-3} \text{ mol/l}$

$$\sigma(Na^+ + Cl^-) = \sigma_1 = 12,64 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

$$\sigma(K^+ + Cl^-) = \sigma_2 = 14,98 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

$$\sigma(Na^+ + OH^-) = \sigma_3 = 24,87 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

- أحسب الناقلية النوعية لمحلول ماءات البوتاسيوم KOH

$$(10^{-3} \text{ mol/l}) \text{ تركيزه } (K^+ + OH^-)$$

الحل :

لدينا معادلة انحلال كلور الصوديوم في الماء

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^- \Rightarrow [Na^+] = [Cl^-] = [NaCl] = C$$

وكذلك معادلة انحلال كلور البوتاسيوم تعطى C

انحلال ماءات الصوديوم $[Na^+] = [OH^-] = [NaOH] = C$

$$\sigma_1 = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

$$\sigma_2 = C\lambda_{K^+} + C\lambda_{Cl^-} \quad C\lambda_{K^+} = \sigma_2 - C\lambda_{Cl^-}$$

$$\sigma_3 = C\lambda_{Na^+} + C\lambda_{OH^-} \quad C\lambda_{OH^-} = \sigma_3 - C\lambda_{Na^+}$$

$$\Rightarrow C(\lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-}) = \sigma_2 + \sigma_3 - C(\lambda_{Cl^-} + \lambda_{Na^+})$$

$$\sigma = C(\lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-}) = \sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1$$

$$\sigma = 14,98 \cdot 10^{-3} + 24,87 \cdot 10^{-3} - 12,64 \cdot 10^{-3} \Rightarrow \sigma = 27,21 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$$

التمرين 17:

نستعمل نفس الخلية لقياس ناقليّة ثلاثة محاليل لها نفس التركيز المولى فكانت النتائج التالية :

KOH	Kcl	Nacl	المحلول
$G_3 = 150$	$G_2 = 85$	$G_1 = 70$	$G(\mu S)$

1- نلاحظ أن ناقليّة محلول (KOH) أكبر بكثير من ناقليّة محلول كلور البوتاسيوم لماذا ؟

2- قارن بين الناقليّة النوعيّة المولى الشارديّة لشارديّي Na^+, K^+

3- أحسب الناقليّة التي تحصل عليها باستعمال نفس الخلية في حالة استعمال محلول ماءات الصوديوم (NaOH) له نفس التركيز المولى السابق .

الحل :

1/ القياسات تمت باستعمال نفس الخلية $G_3 > G_2 > G_1$

$$\sigma_1(K^+ + OH^-) = \sigma_3 \frac{S}{\ell} > G_2(K^+ + Cl^-) = \sigma_2 \frac{S}{\ell}$$

إذن تحصل المقارنة التالية في ما يخص الناقليّة النوعيّة للمحلولين $\sigma_3 > \sigma_2$

$$\sigma = (\lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-}) C > (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) C$$

المحاليل لها نفس التركيز

$$\lambda_{OH^-} > \lambda_{Cl^-} \quad \lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-} > \lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}$$

إذا ناقليّة محلول KOH أكبر بكثير من ناقليّة KCl لأن الناقليّة النوعيّة المولى الشارديّة لشاردة OH^- أكبر بكثير من الناقليّة النوعيّة المولى الشارديّة لشاردة Cl^-

2/ من الجدول نلاحظ أن :

$$\sigma_{KCl} = (\lambda_{K^+} + \lambda_{Cl^-}) C > \sigma_{NaCl} = (\lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}) C \Rightarrow \lambda_{K^+} > \lambda_{Na^+}$$

ومنه الناقليّة النوعيّة المولى الشارديّة لشاردة Na^+ أصغر من الناقليّة النوعيّة المولى الشارديّة لشاردة K^+

$$G = \sigma \frac{S}{\ell} \quad \Rightarrow \quad \sigma = G \cdot \frac{\ell}{S} \quad /3$$

حيث : $K = \frac{\ell}{S}$ ثابت الخلية

ومنه :

$$\sigma = (\lambda_+ + \lambda_-) C$$

$$\frac{\sigma}{C} = (\lambda_+ + \lambda_-) = \frac{K G}{C}$$

$$\frac{K G_{KOH}}{C} = \lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-} , \quad \frac{K G_{NaCl}}{C} = \lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-}$$

$$\frac{K G_{KCl}}{C} = \lambda_{K^{++}} + \lambda_{Cl^-}$$

$$\frac{K G_{NaOH}}{C} = \lambda_{Na^+} + \lambda_{OH^-} = \lambda_{Na^+} + \lambda_{Cl^-} - \lambda_{Cl^-} - \lambda_{K^+} + \lambda_{K^+} + \lambda_{OH^-}$$

$$= \frac{K G_{NaCl}}{C} - \frac{K G_{KCl}}{C} + \frac{K G_{KOH}}{C}$$

بضرب كل الحدود في $\frac{C}{K}$ نحصل على

$$G_{NaOH} = G_{NaCl} - G_{KCl} + G_{KOH}$$

$$G_{NaOH} = 70 - 85 + 150 = 135 \mu s$$

التمرين 18:

نحضر محلول مخفف لحمض الأزوت ($H^+ + NO_3^-$)

$$C = 1.0 \cdot 10^{-2} mol/l$$

1- أحسب تراكيز مختلف الشوارد الموجودة في محلول مقداره ($mol m^{-3}$)

2- أحسب قيمة الناقلة النوعية لهذا محلول مقداره ($mS \cdot Cm^{-1}$) ثم بـ ($S \cdot m^{-1}$)

عند $25^\circ C$

3- أحسب المقاومة النوعية ρ لهذا محلول مقداره ($\Omega \cdot Cm$)

$\lambda_{NO_3^-} = 7,14 ms \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$, $\lambda_{H^+} = 34,98 ms \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$: $25^\circ C$ تعطى عند

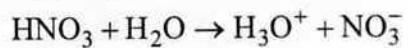
الحل :

1- تراكيز الشوارد الموجودة في محلول هي:

$$C = [H_3O^+] = [NO_3^-] = 1 \cdot 10^{-2} mol/l = 10^{-2} mol/10^{-3} m^3$$

$$[H_3O^+] = [NO_3^-] = 10 \text{ mol m}^{-3}$$

لأن معادلة اتحال حمض الأزوت في الماء هي :



2- الناقلة النوعية للمحلول تعطى بالعلاقة

$$\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{NO_3^-}) C = (34,98 + 7,14) 10^{-3} \cdot 10$$

$$\sigma = 42,12 \cdot 10^{-2} S \cdot m^{-1} = 4,212 ms \cdot cm^{-1}$$

3- المقاومة النوعية للمحلول هي مقلوب الناقلة النوعية له

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{1}{0,4212} = 2,37 \Omega \cdot m$$

$$\rho = 2,37 \Omega \cdot 10^2 cm = 237 \Omega \cdot cm$$

التمرين 19:

الناقلة G_1 لمحلول S_1 مقاسة بواسطة خلية مميزاتها:

$$G_1 = 159 \text{ ms} \quad S_1 = 2,00 \text{ cm}^2 \quad L_1 = 0,53 \text{ cm}$$

الناقلة G_2 لمحلول S_2 مقاسة بواسطة خلية مميزاتها:

$$G_2 = 169 \text{ ms} \quad S_2 = 1,51 \text{ cm}^2 \quad L_2 = 0,25 \text{ cm}$$

1- أحسب الناقلة النوعية σ_1 و σ_2 للمحلولين S_1 و S_2 .

2- ما هو المحلول من بين المحلولين أحسن تمريرا للتيار الكهربائي؟

الحل :

1- الناقلة النوعية للمحلول تعطى بالعلاقة :

$$\sigma = G \cdot \frac{L}{S}$$

ومنه تكون الناقلة النوعية للمحلول الأول S_1 هي :

$$\sigma_1 = G_1 \frac{L_1}{S_1} \Rightarrow \sigma_1 = 159 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,53 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-4}} = 4,21 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

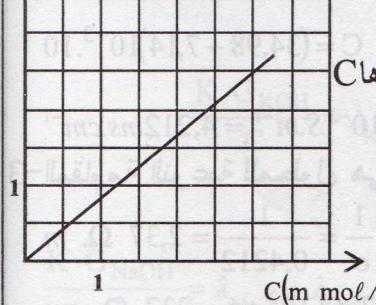
وتكون الناقلة النوعية للمحلول الثاني S_2 هي :

$$\sigma_2 = G_2 \frac{L_2}{S_2} \Rightarrow \sigma_2 = 169 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,25 \cdot 10^{-2}}{1,51 \cdot 10^{-4}} = 2,85 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

2- يمكن معرفة المحلول الأحسن تمرير للتيار الكهربائي بمقارنة قيمتي الناقلة النوعية للمحلولين حيث كلما كان المحلول ناقل جيد للتيار كلما كانت ناقليته

النوعية أكبر ومنه $\sigma_2 = 2,8 \text{ S.m}^{-1} < \sigma_1 = 4,21 \text{ S.m}^{-1}$
 اذا المحلول الأول S_1 أحسن تمرير للتيار
 لا يمكن إستعمال قيمتي G_1 ، G_2 للمقارنة بين المحلولين لأن الخلتين مختلفتين

التمرين 20:



1- ما هي العلاقة بين الناقلية والمقاومة؟

2- ندرس الناقلية لمحاليل يود الصوديوم تراكيزها مختلفة تتم الدراسة في نفس الشروط وباستعمال نفس الخلية النتائج تمكن من رسم البيان المقابل
 - أحسب ناقلية المحلول S . إذا كانت شدة التيار $I = 2,50 \text{ mA}$
 $U = 1,00 \text{ V}$ بين طرفي الخلية

بيان يمثل تغيرات الناقلية G من أجل تراكيز C مختلفة يستنتج :

أ- تراكيز المحلول السابق S

ب- ناقلية محلول يود الصوديوم تراكيزه $4,0 \text{ m mol/l}$

الحل :

$$1- \text{الناقليه تمثل مقلوب المقاومه} \quad G = \frac{1}{R}$$

$$2- \text{الناقليه تعطي بالعلاقه :} \quad G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{1}$$

$$G = 2,5 \cdot 10^{-3} S = 2,5 \text{ ms}$$

3- من البيان نلاحظ أن القيمة $G = 2,5 \text{ ms}$ تناسب التراكيز

بيان خط مستقيم يمر من المبدأ معادله $G = a \cdot c$

$$\text{حيث } a \text{ يمثل معامل توجيهه} \quad a = \frac{2,5 - 0}{3 - 0}$$

$$a = 0,83 \text{ S } \ell \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$C = \frac{G}{a} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{0,83} = 3,10^{-3} \text{ mol/l} \quad -1$$

ب- تكون ناقلية المحلول الذي تراكيزه $4,10^{-3} \text{ mol/l}$

$$G = a \cdot C \quad G = 0,83 \cdot 4,10^{-3} = 3,3 \cdot 10^{-3} S = 3,3 \text{ ms}$$

تعين كمية المادة بواسطة المعايرة

تحول كيميائي

ملخص نظري

I - التفاعل بين المحاليل الحمضية والأساسية :

أ- مفهوماً الحمض و الأساس حسب برونشتاد : Bronsted

الحمض: هو كل فرد كيميائي بإمكانه أن يتخلّى عن بروتون H^+ أو أكثر

الأساس: هو كل فرد كيميائي بإمكانه تثبيت بروتون H^+ أو أكثر .

ب- مفهوم الثنائية أساس/حمض:

نقول عن فرددين كيميايين أنهما يشكلان ثنائية أساس/حمض

إذا كان يحدث بينهما تبادل بروتوني .



أمثلة لبعض الثنائيات أساس/حمض:

الأحماض:

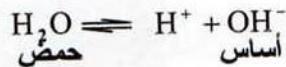
الثنائية	الاسم
HCl/Cl^-	حمض كلور الماء $(H_3O^+ + Cl^-)$
CH_3COOH/CH_3COO^-	حمض الإيثانويك(حمض الخل) CH_3COOH
$(CO_2 + H_2O)/HCO_3^-$	ثاني أكسيد الفحم المنحل $(CO_2 + H_2O)$
H_2SO_4/SO_4^{2-}	حمض الكبريت H_2SO_4

الأسس:

الثنائية	الاسم
NH_4^+ / NH_3	غاز النشادر NH_3
HCO_3^- / CO_3^{2-}	شاردة الكاربونات CO_3^{2-}
$CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$	ميثان أمين CH_3-NH_2

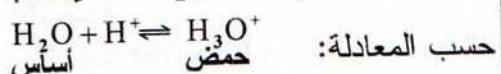
الثانيتان (أساس/حمض للماء:

الماء يسلك سلوك الحمض لأن في إمكانه أن يتخلّى عن بروتون H^+ حسب المعادلة:



و تكون الثنائية $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$

-الماء يسلك سلوك الأساس عندما يكتسب بروتون H^+



وَكُونُ الثَّانِيَةِ $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$

- يتميز الماء بالشكل الأساسي في الثنائيه (H_3O^+ / H_2O) و الشكل الحامضي في الثنائيه (H_2O / OH^-) .

لذلك نقول أن الماء جسم متذبذب

ليس الماء وحده الذي له هذه الخاصية بل توجد أفراد أخرى تسلك هذا السلوك مثل شاردة الكاريونات الهيدروجينية HCO_3^- حيث تنتمي للثنائيتين $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ و $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$

جـ-المعايير:

المعايير هي طريقة كيميائية تسمح بتعيين كمية المادة لفرد كيميائي من محل في الماء.

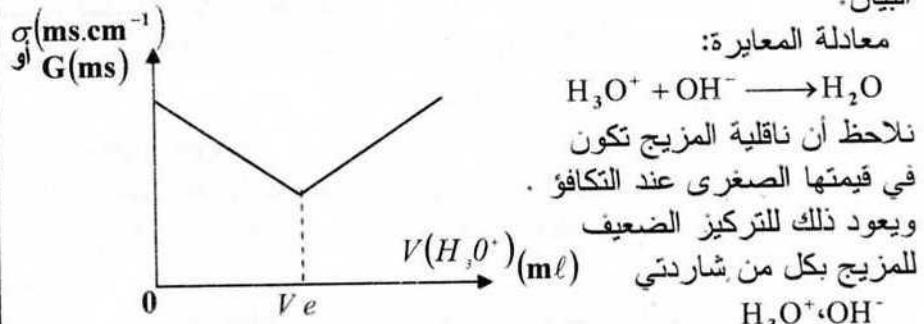
١-المعايير الـونـة:

نضع في كأس بيشر (becher) حجم V_0 من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولى مجهول، نضيف له قطرات من كاشف أزرق البروموتيمول الذي يتميز باللون الأخضر. فيصبح لونه أزرق. و باستعمال سحاحة burette graduate نضيف للمحلول السابق كلور الهيدروجين

($H_3O^+ + Cl^-$) ترکیزه C_1 معروف وبعد إضافه حجم V_1 من المحلول
الحمضي نلاحظ أن لون الكاشف يتتحول من الأزرق إلى الأخضر دلالة على
نکافؤ کمیتی ماده المتقاعلين ($n_A = n_B$) نسمی الحجم V_1 اللازم للحصول
على التکافؤ بحجم التکافؤ.

2-المعايير عن طريق قياس الناقلة :

أثناء المعايرة يمكن إستعمال مقاييس ناقلة محلول لمتابعة تغيرات الناقلة النوعية σ أو الناقلة G للمزيج حيث يمكن تعين حجم التكافؤ V_e بطريقة بيانية. كما في الشكل الذي يعطي تغيرات σ أو G بدلالة حجم محلول المضاف يكون حجم التكافؤ هو فاصلة نقطة تقاطع الجزأين المستقيمين من البيان.



3-مفهوم نقطة التكافؤ :

نقطة التكافؤ تتناسب تساوي كمية مادة الحمض وكمية مادة الأساس المتفاعلين أي ($n_A = n_B$).

من هذه العلاقة يمكن تعين تركيز محلول الذي نريد معايرته

$$n_A = n_B \Rightarrow C_A V_A = C_B V_B$$

إذا كان C_B هو المجهول فإن: $V_e = V_A$ حجم التكافؤ

$$\text{ومنه : } C_B = \frac{C_A V_e}{V_B}$$

II - تفاعل الأكسدة الإرجاعية:

1-مفهوم المؤكسد والمرجع:

***المؤكسد**: هو فرد كيميائي بإمكانه أن يكتسب إلكترون أو أكثر.

***المرجع**: هو فرد كيميائي بإمكانه أن يفقد إلكترون أو أكثر .

2-مفهوم الثنائية مرجع/مؤكسد (مر/مو):

الثنائية (مر/مو) تتكون من فردين كيميائيين يمكن الحصول على أحدهما إنطلاقاً من الآخر بإكتساب أو فقدان على الأقل إلكترون واحد.

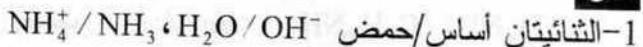
مر $\rightleftharpoons e^- + مو$ تسمى هذه العلاقة بالمعادلة النصفية للأكسدة الإرجاعية

3- أمثلة لبعض الثنائيات (حالة خاصة للمعادن)		
مرجع/موكد		
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$ $\text{Fe}^{3+} + 1\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$ $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$ $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$ $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$	معدن النحاس/شارة النحاس الثنائي معدن الزنك/شارة الزنك معدن الحديد/شارة الحديد الثنائي III شارة الحديد II/شارة الحديد شارة المangan/شارة البرمنغتان
4- المعايرة اللونية:		
<p>المعايرة محلول كبريتات الحديد الثنائي FeSO_4 بـ 5V من المحلول نضعه في كأس بيشر (Becher) ثم نضيف له قطرات من حمض الكبريت المركز.</p> <p>نضع في ساحة burette graduate محلول برمغنانات البوتاسيوم تركيزها بشوارد البرمنغتان MnO_4^- هو C معروف. يتميز هذا المحلول بلونه البنفسجي .</p> <p>نصب تدريجياً محلول KMnO_4 على محلول كبريتات الحديد الثنائي فلاحظ اختفاء اللون البنفسجي دلالة على حدوث التفاعل ومن أجل حجم V معين من محلول KMnO_4 نلاحظ بقاء اللون البنفسجي يسمى هذا الحجم التكافئ V.</p>		
ćamarins		
ćernin 1:		
<p>اكتب المعادلات النصفية البروتونية للثنائيات أساساً/حمض التالية:</p> $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{NH}_2$ ، $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ ، $\text{HSO}_4^- / \text{SO}_4^{2-}$ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ ، $\text{HS}^- / \text{S}^{2-}$ ، HCN / CN^-		
الحل:		
$\text{HCN} \rightleftharpoons \text{CN}^- + \text{H}^+$ $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{S}^{2-} + \text{H}^+$ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$	$\text{HSO}_4^- \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$ $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$ $\text{CH}_3\text{NH}_3^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}^+$	

التمرين 2:

- نحضر محلول بإذابة غاز النشادر في الماء.
- 1- ما هي الثنائيان أساس/حمض في هذا التفاعل.
 - 2- أكتب المعادلتين النصفيتين و المعادلة الكيميائية الموافقة
 - 3- ما هو إسم محلول الناتج.

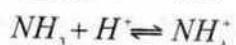
الحل:



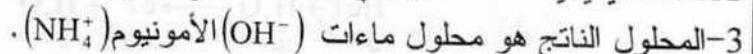
2- الماء يلعب دور الحمض لأنّه يفقد بروتون H^+



غاز النشادر NH_3 أساس يكتسب بروتون H^+ حسب المعادلة:



المعادلة الكيميائية :

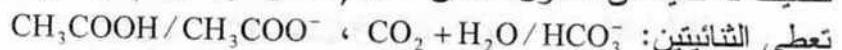


3- محلول الناتج هو محلول ماءات (OH^-) الأمونيوم (NH_4^+) .

التمرين 3:

ماء سعيدة المعدنى غني بشاردة البيكربونات (شاردة الفحمات الهيدروجينية (HCO_3^-)).

نضيف له كمية من محلول حمض الخل (حمض الإيثانويك) فينطلق غاز



1- أكتب معادلة التفاعل الحادث .

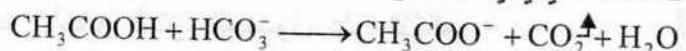
2- ما هو الغاز المنطلق.

الحل:

1- لدينا المعادلتين النصفيتين التاليتين:



المعادلة الكيميائية للتفاعل:



2- الغاز المنطلق هو غاز ثاني أكسيد الفحم الذي يتميز بانحلال ضعيف في الماء .

التمرين 4:

المركبات التالية هي أحماض أو أسس تتفاعل مع الماء.



أ-ما هو الفرد الحمقى؟

ب-أكتب معادلة تفاعل الماء مع كل مركب مع تحديد إن كان حمضاً أو أساساً.

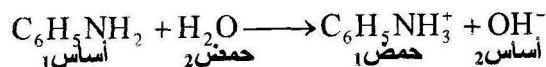
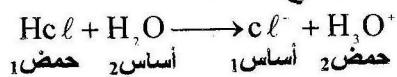
تعطى الثنائيات أساس/حمض $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ / \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ، HCl/Cl^-



الحل:

أ-الفرد الحمقى هو الذي يسلك سلوك حمض أو سلوك أساس و ذلك حسب الحاله.

ب-معادلات التفاعل مع الماء



التمرين 5:

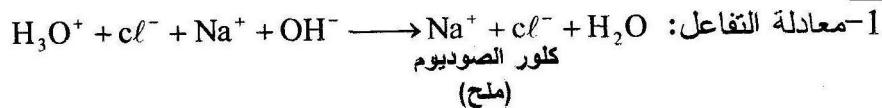
نأخذ $V_A = 10\text{ml}$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه $C_A = 0,1\text{mol/l}$. نضيف له تدريجياً محلول الصود (NaOH) تركيزه $C_B = 0,10\text{mol/l}$ و باستعمال كاشف متون مناسب.

1-أكتب معادلة التفاعل الحادث.

2-عرف التكافؤ في المعايرة؟.

3-ما هو حجم الأساس اللازم للحصول على التكافؤ.

حل:



2- التكافؤ يتحقق عندما تكون كمية المادة من شوارد OH^- المضافة في محلول الأساسي متساوية لكمية المادة من شوارد H_3O^+ الموجودة في محلول HCl .

3- عند التكافؤ تتحقق العلاقة :

$$\begin{aligned} C_A V_A &= C_B V_B \\ V_B &= \frac{C_A V_A}{C_B} = \frac{0,1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{0,1} \\ V_B &= 10^{-2} \ell = 10 \text{m}\ell \end{aligned}$$

التمرين 6:

ما هي الثنائيات مؤ/مر المشاركة في هذه المعادلة.

- | | |
|---|------|
| $\text{Cu}^{2+} + \text{Pb} \longrightarrow \text{Cu} + \text{Pb}^{2+}$ | - أ |
| $\text{Au}^{3+} + 3\text{Ag} \longrightarrow \text{Au} + 3\text{Ag}^+$ | - ب |
| $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \longrightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ | - ج |
| $2\text{H}^+ + \text{Mg} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{Mg}^{2+}$ | - د |
| $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ | - هـ |

الحل:

الثنائيات مؤكسد / مرجع : هي على الشكل مؤ/مر

- | | | | |
|---|---|------------------------------|------|
| $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ | , | $\text{Pb} / \text{Pb}^{2+}$ | - أ |
| $\text{Au} / \text{Au}^{3+}$ | , | Ag / Ag^+ | - بـ |
| $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ | , | I^- / I_2 | - جـ |
| H_2 / H^+ | , | $\text{Mg} / \text{Mg}^{2+}$ | - دـ |
| $\text{Cl}^- / \text{Cl}_2$ | , | $\text{Br}^- / \text{Br}_2$ | - هـ |

التمرين 7:

أكتب المعادلات النصفية للأكسدة والإرجاع .

- | | |
|---|------|
| $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ | - أ |
| $\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$ | - بـ |
| $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ | - جـ |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ | - دـ |

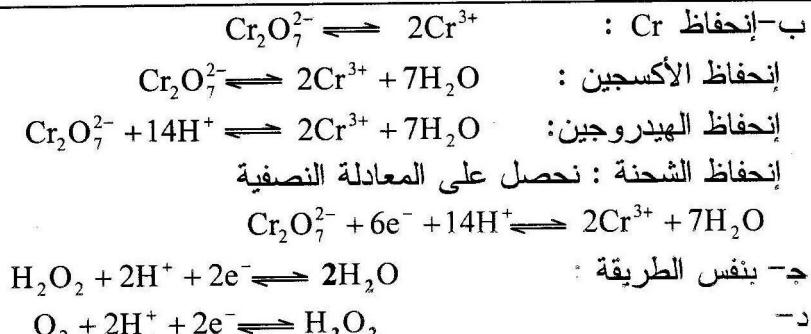
الحل:

أ- إحفظ ذرات الكبريت S



إحفظ الشحنة : نحصل على المعادلة النصفية





التمرين 8:

نضع في كأس محلول من كلور الأمونيوم NH_4Cl ونسكب عليه محلول الصود (ماءات الصوديوم) فينطلق غاز .

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث و ما هو الغاز المنطلق

2- تفاعل الغاز المنطلق مع محلول كلور الهيدرو فنحصل على دخان أبيض وهو كلور الأمونيوم NH_4Cl .
هل هذا التفاعل هو تفاعل حمض-أساس؟

تعطى الثنائيات أساس/حمض $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ، $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ ،

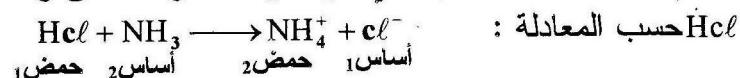
الحل:

1- معادلة التفاعل الحادث:



الغاز المنطلق هو غاز النشادر NH_3

2- يتم التفاعل بين الأساس الذي هو غاز النشادر المنطلق وحمض



هذا التفاعل هو تفاعل حمض أساس حيث يتم تبادل بروتوني بين HCl و NH_3

التمرين 9:

نمزج حجم $V_1 = 50\text{ml}$ من محلول الإيثيل أمين $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ تركيزه CH_3COOH مع حجم $V_2 = 10\text{ml}$ من محلول حمض الخل

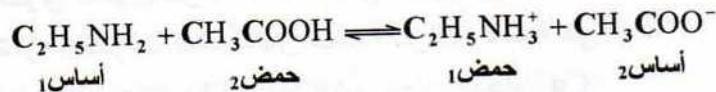
$$\text{C}_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

أـ- ما هي معادلة التفاعل الحادث ؟

بـ- أحسب تركيز الأفراد عند نهاية التفاعل.

الحل:

أ- معادلة التفاعل:



حدث التفاعل . كانت كمية المادة للحمض $V = C$

$$h_A = C_A v_A \quad 2 \cdot 10^{-2} \quad 10 \cdot 10^{-3} \quad 2 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2.10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 2.10^{-4} \text{ mol}$$

$$\mathbf{n}_B = \mathbf{C}_B \mathbf{V}_B \quad \text{للأساس}$$

$$n_{C_2H_5NH_2} = 1.10^{-2} \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

- عند نهاية التفاعل يكون الحجم الكمي من المادة $V = V_A + V_B = 10 + 50 = 60\text{ ml}$
يبقى من الأساس $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$

$$n'_{C_2H_5NH_2} = 5 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-4} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2] = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{60 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

اما الحمض فيكون تركيزه معدوم لأنه يتحول كله إلى شاردة الإيثانوات CH_3COO^- .

أما النواتج وهم شاردي الإيثيل أمونيوم $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ وشاردة الإيثانوات CH_3COO^- يكون تركيزهما متساوي

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+] = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{60 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

التمرين 10:

عندما نغمس قطعة من النحاس في محلول من نترات الفضة نلاحظ أن قطعة النحاس يتربّس عليها راسب معدني لونه فضي ويتحول لون المحلول تدريجياً إلى الأزرق.

- 1-ما هي الصيغة الكيميائية لمحلول نترات الفضة؟
 - 2-حدد المتفاعلات و النواتج لهذا التفاعل.
 - 3-ما هي الثنائيات مؤ/مر الداخلة في هذا التفاعل؟.
 - 4-أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة الإرجاعية ومعادلة التفاعل الحادث.

الحل:

1- يحتوي محلول نترات الفضة على الشاردينين Ag^+ شاردة الفضة و NO_3^- شاردة النترات لذلك تكون صيغة نترات الفضة هي $(\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-)$

2- المتفاعلات: شاردة الفضة Ag^+ و معدن النحاس Cu النواتج: معدن الفضة Ag و شاردة النحاس Cu^{2+}

3- الثنائيان الداخلان في التفاعل $\text{Ag}/\text{Ag}^+, \text{Cu}/\text{Cu}^{2+}$

4- المعادلة النصفية للأكسدة : $1 \times \text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

المعادلة النصفية للإرجاع : $2 \times \text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

معادلة التفاعل : $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$

التمرين 11:

من أجل تعيين كمية المادة n_0 لشاردة الهيدروجين الموجوده في محلول كلور الصوديوم، نحقق معايرة هذه الشوارد بمحلول ماءات الصوديوم تركيزها

$$C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

1- ما هو محلول الذي يجب وضعه في كأس بيسير؟ وما هو محلول الذي يوضع في السحاحة؟.

2- أكتب معادلة التفاعل الحادث في هذه المعايرة.

3- اقترح طريقتين لتعيين تكافؤ هذه المعايرة.

4- نحصل على التكافؤ من أجل حجم $V_1 = 5,3 \text{ ml}$ من محلول الصود ما هي كمية المادة من H_3O^+ في محلول الحمضى؟

الحل:

1- يوضع في كأس بيسير محلول الذي تريده تعيين كمية المادة فيه و يوضع في سحاحة محلول المستعمل للمعايرة، إذا نضع محلول كلور الهيدروجين في كأس بيسير و نضع محلول الصود في السحاحة.

2- يحدث في هذا التفاعل تبادل بروتوني بين شاردنى OH^- و H_3O^+ حسب المعادلة :



3- يمكن تعيين التكافؤ إما باستعمال كاشف ملون مثل أزرق البروموتيمول حيث يضاف للمزيج أو بطريقة متابعة ناقلية للمزيج أثناء المعايرة.

4- عند التكافؤ تتحقق العلاقة

$$n_A = n_B$$

$$n_0 = C_1 V_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \times 5,3 \cdot 10^{-3} = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

التمرين 12:

محلول تجاري مركز للصود الكاوبي (NaOH) تركيزه C_1 . من أجل تعين تركيزه نخفف هذا محلول 80 مرة نأخذ 10ml من المحلول المخفف ونضعها في بيشر ثم نضيف لها 200ml من الماء المقطر، ثم نغمر خلية قياس الناقالية في المزيج ونعاير المحلول بمحلول كلور الهيدروجين تركيزه $C_1 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$ نحصل على النتائج التالية.

22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	$\text{VH}_3\text{O}^+(\text{ml})$
$1,84$	$1,55$	$1,23$	$0,93$	$0,68$	$0,50$	$0,37$	$0,28$	$0,20$	$0,14$	$0,09$	$0,05$	$\sigma(\text{ms.cm}^{-1})$

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث في هذه المعايرة.

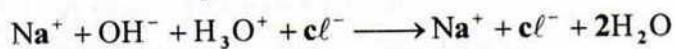
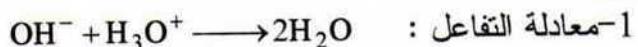
$$\sigma = f(V_{\text{H}_3\text{O}^+})$$

3- عين بيانياً حجم التكافؤ.

4- استنتج كمية مادة H_3O^+ عند التكافؤ.

5- ما هو التركيز المولى C_1 للمحلول التجاري؟.

الحل:



2- الرسم البياني :

$$\sigma = f(V_{\text{H}_3\text{O}^+})$$

3- من البيان نلاحظ أن التكافؤ يحدث من أجل حجم قدرة $V_e = 13\text{ml}$

$$V_e = 13\text{ml}$$

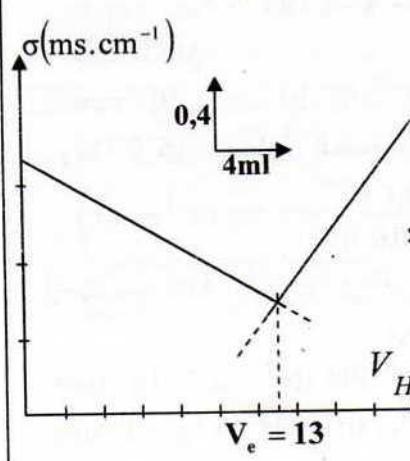
ويناسب لнакالية نوعية صغرى.

4- كمية المادة لشاردة H_3O^+ تعطى بالعلاقة:

$$n_0 = C_1 V_e = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 13 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

5- المحلول المخفف و المستعمل في المعايرة يكون تركيزه:

$$C' = \frac{n_0}{V_0} = \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 0,13 \text{ mol/l}$$



ويبقى تركيز المحلول الأساسي قبل التخفيف

$$C_0 = 80C' = 80 \times 0,13 = 10,4 \text{ mol/l}$$

التمرين 13:

الأسيبرين (aspirine) أو (حمض الأسيتيلساليسيليك) يرمز له $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.
 من أجل التبسيط كثافة المولية 180 g/mol نكتب على بطاقته أن قرص واحد يحتوي 500 mg من الحمض، و من أجل التحقق من ذلك نذب قرص واحد في الماء المقطر حتى نحصل على 500 ml . نأخذ منها $20,0 \text{ ml}$ نضع فيها قطرات من الفينول فثالين ونعايرها بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH).
 تركيزه $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ فيتغير لون الكاشف من أجل حجم الصود قدره $10,9 \text{ ml}$.

1- اكتب معادلة التفاعل الحادث.

2- أحسب تركيز محلول الأسيبرين C_0 .

3- استنتج كثافة الحمض الموجودة في القرص.

4- قارن هذه النتيجة بالكتلة المسجلة على البطاقة وأحسب الفرق النسبي (%)

حل:

1- معادلة التفاعل:

$$\text{A}-\text{COOH} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{A}-\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{A}-\text{COOH} + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{A}-\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$$

2- عند التكافؤ :

$$n_0 = C_1 V_1 = C_0 V_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \cdot 10,9 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

ومنه تركيز المحلول الحمضي :

$$C_0 = \frac{n_0}{V_0} = \frac{1,1 \cdot 10^{-4}}{20,0 \cdot 10^{-3}} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

3- حساب كثافة الأسيبرين في قرص واحد

$$m = n \cdot M$$

$$n = C_0 V = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-3} = 2,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m = 2,75 \cdot 10^{-3} \cdot 180 = 495 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 495 \text{ mg}$$

4- نلاحظ أن المعايرة تعطي قيمة للكثافة مقاربة لما هو مسجل على البطاقة

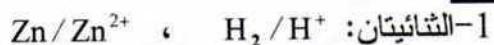
$$\text{ويكون الفرق النسبي هو: } \frac{500 - 495}{500} = \frac{5}{500} = 1\%$$

التمرين 14:

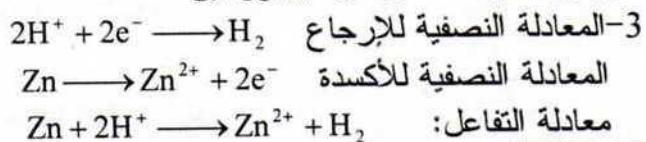
نغمي قطعة من الزنك Zn في محلول كلور الهيدروجين فينطلق غاز.

- 1- حدد الثنائيتين مؤ/مر في هذا التفاعل.
- 2- كيف تتمكن من التعرف على الغاز المنطلق؟.
- 3- أكتب المعادلتين النصفيتين و معادلة التفاعل.

الحل:

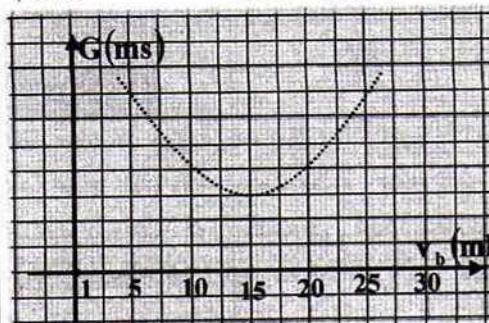


2- تقرب عود ثقاب مشتعل بالقرب من فوهة الأنبوة فتحدث فرقة دلالة على أن الغاز المنطلق هو الهيدروجين.



التمرين 15:

نأخذ حجم $V_a = 20.0\text{ml}$ من محلول كلور الهيدروجين تركيزه Ca غير معروف ب بواسطة سحاحة مدرجة نضيف تدريجياً محلول ماءات الصوديوم



$$C_b = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

-بيان الممثل لتغيرات الناقلة G للمحلول بدلاًلة حجم محلول

ماءات الصوديوم المضاف v_b

يكون كما في الشكل المقابل.

ما هو تركيز محلول الحمض C_a ؟

الحل:



عند التكافؤ $v_b = v_{be} = 15\text{ml}$ حيث يكون: $C_a v_a = C_b v_b$

$$C_a = \frac{C_b v_{be}}{v_a} = \frac{1,5 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 1,125 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$$

التمرين 16:

نعاير محلول يحتوي على شوارد Fe^{2+} بواسطة محلول فوق منغفات البوتاسيوم تركيزه $C_0 = 6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ نأخذ حجم $V_0 = 20 \text{ ml}$ من محلول الأول ونضعه في كأس بيشر. نلاحظ ظهور اللون البنفسجي في الكأس عند إضافة $V_0 = 16 \text{ ml}$ من محلول فوق المنغفات.

1- أكتب معادلة هذه المعايرة.

2- إستنتاج علاقة المعايرة.

3- ما هو تركيز محلول الأول بشوارد الحديد الثانية Fe^{2+} ؟

الحل:

1- المعادلة النصفية للإرجاع: $\text{MnO}_4^- + 5\text{e}^- + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

المعادلة النصفية للأكسدة: $(\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 1\text{e}^-) \times 5$

معادلة التفاعل: $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

2- علاقة المعايرة:

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 5n_{\text{MnO}_4^-} \quad \text{عند التكافؤ تكون العلاقة التالية محققة:}$$

3- حساب التركيز المولى للمحلول الإبتدائي الذي يحتوي شوارد Fe^{2+}

$$[\text{Fe}^{2+}]V = 5[\text{MnO}_4^-] \cdot V_0$$

$$[\text{Fe}^{2+}] = \frac{5 \times 6 \cdot 10^{-2} \cdot 16 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}} = 0,24 \text{ mol/l}$$

التمرين 17:

نضع قطعة من الرصاص (Pb) في $0,15 \text{ l}$ من محلول لكبريتات النحاس تركيزه $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/l}$ يحدث تفاعل ينتج عنه شوارد الرصاص Pb^{2+} ويترسب معدن النحاس حيث تكون كتلته في نهاية التفاعل $m = 0,72 \text{ g}$ وتخفي قطعة الرصاص.

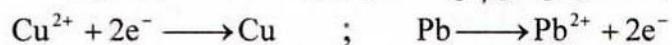
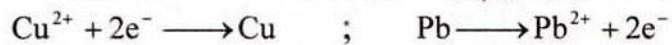
1- حدد الثنائيتين مؤ/مر في هذا التفاعل.

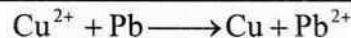
2- ما هو تركيز محلول الناتج بشوارد Pb^{2+} ؟

3- ما هي كتلة قطعة الرصاص المستعملة؟

الحل:

1- الثنائيتان: مؤ/مر





2- في نهاية التفاعل تكون كمية المادة من شوارد Pb^{2+} :

$$n_{\text{Pb}^{2+}} = n_{\text{Cu}} = \frac{0,72}{63,5} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

ومنه تركيز المحلول الناتج بشوارد Pb^{2+} :

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{n_{\text{Pb}^{2+}}}{V} = \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{0,15} = 7,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$$

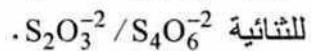
3- كمية المادة من الرصاص في القطعة الإبتدائية :

ومنه كتلة الرصاص في هذه القطعة

$$m = n \cdot M = 1,1 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 207,2 = 2,3 \text{ g}$$

التمرين 18:

شوارد ثيوکبريتات عديمة اللون في الوسط المائي تمثل الشكل المرجع



نمزح في كأس بيشر حجم $V_1 = 10 \text{ ml}$ من محلول برنتالي اللون لثنائي

اليد I_2 تركيزه $C_1 = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ مع محلول لثيوکبريتات الصوديوم

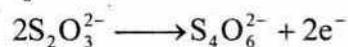
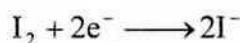
$$\text{ تركيزه } C_1 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} .$$

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث.

2- ما هو الحجم V_2 الواجب من المحلول ثيوکبريتات حتى يصبح المحلول
عديم اللون.

الحل:

1- الثنائيتان: مؤ/مر $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} / \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ I^- / I_2



2- عند التكافؤ :

$$n_2 = 2(C_1 V_1) = 2(2,0 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \cdot 10^{-3}) = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$V_2 = \frac{n_2}{C_2} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{5,0 \cdot 10^{-2}} = 8 \text{ ml}$$

التمرين 19:

ليكن محلول (S) لحمض الإيثانويك CH_3COOH تركيزه C . نذيب في 100ml من هذا محلول 5.10^{-4} mol من غاز النشار دون أن يتغير الحجم.

قياس الناقلية النوعية للمحلول (S') الناتج $\sigma = 228,8 \cdot 10^{-4} \text{ s} \cdot \text{m}^{-1}$

1- أكتب معادلة التفاعل الحادث.

2- ما هي كمية المادة لشاردي الإيثانوات CH_3COO^- والأمونيوم NH_4^+ ؟

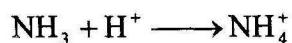
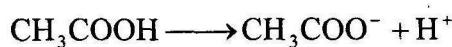
3- إستنتاج التركيز C للمحلول (S)

$$\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} = 40,9 \times 10^{-4} \text{ s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{NH}_4^+} = 73,5 \times 10^{-4} \text{ s} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

الحل:

1- معادلة التفاعل:



2- لدينا:

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{NH}_4^+]$$

حيث تكون الناقلية النوعية للمحلول

$$\sigma = \lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} \times [\text{CH}_3\text{COO}^-] + \lambda_{\text{NH}_4^+} \times [\text{NH}_4^+] = \text{NH}_4^+ [\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+}]$$

ومنه

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{\sigma}{\lambda_{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \lambda_{\text{NH}_4^+}} = \frac{228,8 \cdot 10^{-4}}{(40,9 + 73,5) \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$[\text{NH}_4^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

كمية المادة تعطى بالعلاقة

$$n' = C'V' \quad n' = 2 \cdot 10^{-3} \times 0,1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n_{\text{CH}_3\text{COO}^-}$$

3- الحجم لا يتغير لذلك فإن :

$$C = [\text{CH}_3\text{COOH}]_0 = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

مدخل إلى كيمياء الكاربون

ملخص نظري

* المركبات العضوية تحتوي دوماً عنصري الفحم والهيدروجين ولكن تحتوي كذلك عناصر أخرى مثل الأكسجين والأزوت والكبريت ، والكلور.

I - الكربون عنصر أساسى في الأنواع العضوية :

* عنصر الكربون:

الرقم الذري لنرة الكربون $Z = 6$ ، التوزيع الإلكتروني فيها $L^4 . K^2$ توجد أربعة إلكترونات في الطبقة الأخيرة . ذرتته تشارك في أربعة روابط تكافؤية بإستعمال إلكترونات التكافؤ . لأنه رباعي التكافؤ .

* إن وجود المركبات العضوية في الطبيعة يعد بعشرات الملايين منها المركبات العضوية الطبيعية و أخرى إصطناعية .

تتميز المركبات العضوية باحتوائها عنصر الكربون حيث لا يوجد مركب عضوي واحد لا يحتوى هذا العنصر .

* المركبات العضوية تتميز ببنيتها الجزيئية تكون ذراتها متراابطة فيما بينها بروابط تكافؤية .

* المركبات العضوية قليلة الثبات الحراري لأنها تخرب بالتسخين و تعطى عنصر الفحم .

II - الفحوم الهيدروجينية :

الفحوم الهيدروجينية هي مركبات عضوية تتكون جزيئاتها من عنصري الفحم والهيدروجين فقط . صيغتها العامة $C_x H_{2x+2}$ مثل غاز الميثان (CH_4) (Méthane)

غاز البيوتان ($C_4 H_{10}$) (butane) ، الإيثيلين (éthylène)

والأستيلين $C_2 H_2$ ، الجنر الألكيلي $-C_n H_{2n+1} -$ أو $-R-$

1- السلاسل الفحمية :

عندما تترابط مجموعة من ذرات الفحم فيما بينها تشكل سلاسل فحمية منها السلاسل الخطية و المتفرعة و أخرى حلقية

-السلالس الفحمية المشبعة:

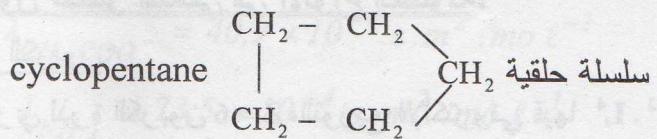
هي السلاسل التي تكون فيها الذرات مرتبطة فيما بينها بروابط بسيطة أو أحادية

السلالس الفحمية غير المشبعة: هي السلاسل التي تحتوي على الأقل رابطة مضاعفة (ثنائية أو ثلاثية) بين ذراتها.

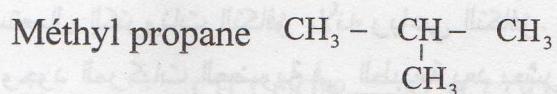
أمثلة :

سلالس مشبعة

سلسلة خطية: pentane $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



سلسة متفرعة



سلالس غير مشبعة

رابطة مضاعفة ثنائية but-1-ène $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$

رابطة مضاعفة ثلاثة. $\text{CH}_3 - \text{C} \equiv \text{CH}$

(propyne)

2- التماكب التسليلي- التماكب الوضعي. التسمية.

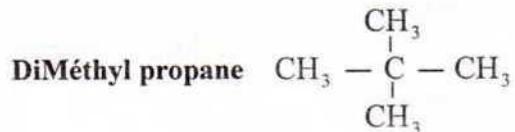
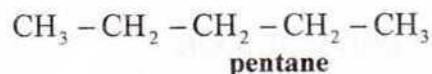
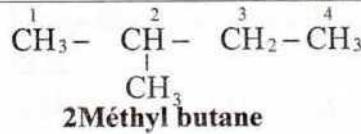
نقول عن المركبات العضوية أنها متماكبات إذا كان لها نفس الصيغة المجملة وصيغها المفصلة مختلفة.

- التماكب التسليلي: يتميز بأن المركبات نفس الصيغة المجملة وتختلف من حيث تسلسل ذرات الفحم فتكون صيغها المفصلة مختلفة.

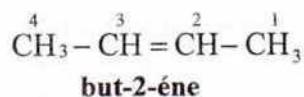
ويعود ذلك لعدد ذرات الفحم في السلسلة الرئيسية.

- التماكب الوضعي: في هذه الحالة يكون للمركبات نفس السلسة الفحمية الرئيسية لكن موضع الرابطة مضاعفة في هذه السلسلة يختلف.

أمثلة: * ما هي المماكبات الموافقة للصيغة المجملة C_5H_{12}



*مماكبات الصيغة المجملة C_4H_8



التسمية: الفحوم الهيدروجينية ثلاثة عائلات.

الألكانات صيغتها العامة C_nH_{n+2} مفردتها ألكان **alcano**.

الألسانات (الألكنات) صيغتها العامة C_nH_{2n} مفردتها ألكن **alcéne**.

الألسينات (الألكينات) صيغتها العامة $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ مفردتها ألكين **alcyne**.

ألكين		ألكن		ألكان		n
الاسم	الصيغة	الاسم	الصيغة	الاسم	الصيغة	
	/		/	Méthane	CH_4	1
éthyne	C_2H_2	éthéne	C_2H_4	Ethane	C_2H_6	2
Propyne	C_3H_4	Propéne	C_3H_6	Propane	C_3H_8	3
butyne	C_4H_6	buténe	C_4H_8	butane	C_4H_{10}	4
Péntyne	C_5H_8	Penténe	C_5H_{10}	Pentane	C_5H_{12}	5
héxyne	C_6H_{10}	hexéne	C_6H_{12}	hexane	C_6H_{14}	6

العائلات الأخرى:

1- مفهوم المجموعة المميزة (المجموعة الوظيفية).

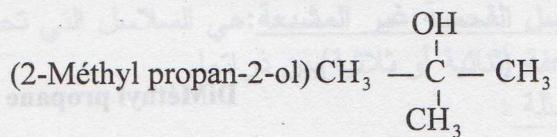
كل وظيفة كيميائية تميزها مجموعة وظيفية

$\left. \begin{array}{l} \text{R} - \text{OH} \\ \text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \text{OH} \end{array} \right\}$ *الكتوالات: المجموعة المميزة OH - الصيغة العامة

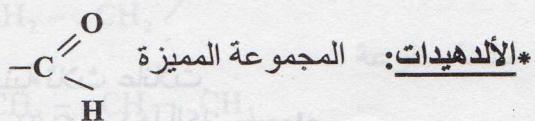
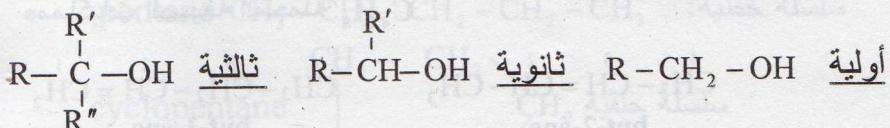
لتسمية الكحولات تضاف النهاية (-ol) لاسم الألkan الموافق في عدد ذرات

الفحم

(Ethanol) $C_2H_5 - OH$ (Methanol) $CH_3 - OH$: أمثلة



- للكحولات ثلاثة أصناف



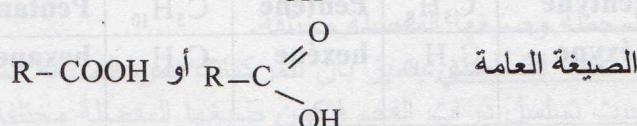
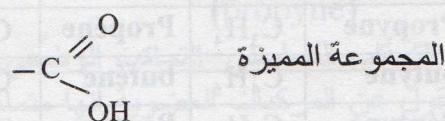
الصيغة العامة: $R - CHO$

تسمى الألدهيدات بإضافة النهاية (-al) لاسم الألkan الموافق.

3 2 1

(2-Méthyl propanal) $CH_3 - \begin{matrix} CH \\ | \\ CH - CHO \end{matrix}$ • Methanal $HCHO$: أمثلة

*الأحماض الكربوكسيلية:



تتم تسمية الأحماض كما يلي: حمض الكانيك (acide.....oique) حمض (الكتانويك).....(acide.....acétique).
- حمض الميثانويك (acide.....métanique) (acide.....acétique).

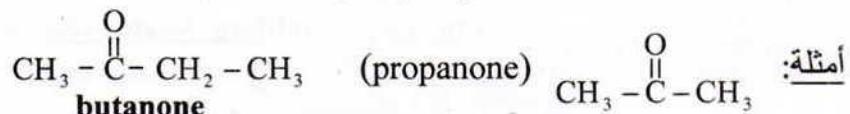
حمض الإيثانويك (acide.....éthanoïque) (حمض الخل).

. (حمض 2-Méthyl propanoique) $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{|}{\text{CH}}} - \text{COOH}$

*السيتونات (كينونات): المجموعة المميزة

$$\text{R}-\underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}}-\text{R}$$

تسمى الستونات بإضافة النهاية (one) لاسم الألkan الموافق



*الأمينات: هي مركبات تحتوي على عنصر الأزوت.

صيغتها العامة $N - C_n H_{2n+3}$ و هي على ثلاثة أصناف

الأمينات الأولية: المجموعة المميزة NH_2

الصيغة العامة R - NH₂

(éthyl amine) $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{NH}_2$ ‘(Méthylamine) $\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ ’ **أمثلة:**

الأمينات الثانوية

الأمينات الثالثية R'-N-R"

*المشتقات الهالوجينية للألكانات: المجموعة المميزة X - حيث X هو عنصر

. $\{F, I, Br, c \ell\}$ هالوجيني

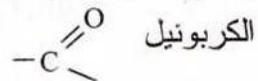
الصيغة العامة R - X

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{I}$ (Iode de Méthyl)		أمتله (di chlorure de éthyl)
--	--	---------------------------------

٢- الكشف عن المجموعات المميزة:

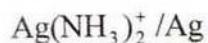
آ-کاشف D.N.P.H ۴-فینیل هیدرازین:

يعطي D.N.P.H راسب أصغر مع المركبات التي تحتوي مجموعة



هذه المركبات هي الألدهيدات والكيتونات (سيتونات).

بـ- كاشف طولينس (نترات الفضة النشارية) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{NO}_3^-$ كاشف طولينس يعطي راسب من الفضة (مرآة من الفضة) مع المركبات المرجعة مثل الألدهيدات.



جـ- محلول فهلنغ : Liqueur de fehling

يكشف محلول فهلنغ عن الألدهيدات حيث يعطي راسب أحمر أحوري من النحاس لأن الألدهيدات مرجعة.

دـ- كاشف شيف: يكشف عن الألدهيدات حيث يتلون باللون الوردي.

هـ- الأكسدة المقتصدة: تتم الأكسدة المقتصدة باستعمال محليل مخففة من فوق منغناط البوتاسيوم أو ثاني كرومات البوتاسيوم.

- الكحولات الأولية تتاكسد لتعطي ألدهيد يتاكسد بدوره ليعطي حمض كربوكسيلي.

- الكحولات الثانية تتاكسد لتعطي كيتون (سيتون)

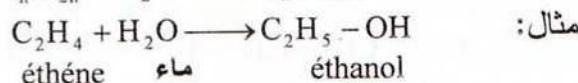
- الكحولات الثالثية لا تتم لها أكسدة مقتصدة.

وـ- $\text{PH} = 7$ في المحاليل الحمضية. $\text{Ph} < 7$ في المحاليل الأساسية.

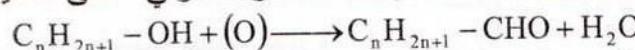
$\text{PH} = 7$ في المحاليل المعتدلة.

3- المرور من مجموعة مميزة إلى أخرى:

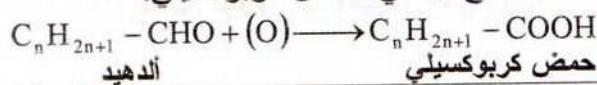
أـ- إماهة الإنسان: إن إماهة الإنسان (الكن) C_nH_{2n} هي ضم الماء إليه وينتج عن ذلك كحول.



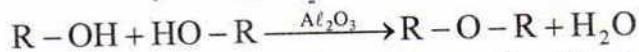
بـ- أكسدة الكحول: الأكسدة المقتصدة للكحول الأولى تعطي ألدهيد



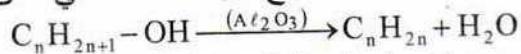
يتاكسد الألدهيد الناتج ليعطي حمض كربوكسيلي.



جـ-نزع الماء من الكحول: ينزع جزء ماء واحد من جزيئين من الكحول الأولى أو ثانية وينتج أكسيد إثير وذلك في ظروف معينة.

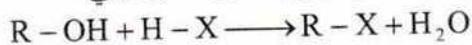


كل أصناف الكحولات ينزع منها الماء لتعطي إثير.



دـ- المرور من الكحول إلى المشتق الهالوجيني:

يمكن المرور من كحول إلى مشتق هالوجيني



X هو أحد العناصر الهالوجينية مثل (F,I,Br,Cl)

تمارين

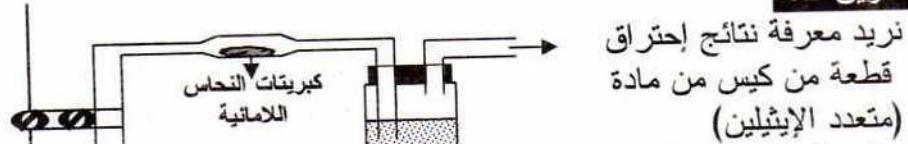
التمرين 01:

من بين المركبات التالية ما هي المركبات العضوية:
الماء، ثاني أكسيد الكبريت، متعدد الكلورو فينيل (PVC)، Poly chlorure de vingle (Poly chlorure de vingle)، الميثان، غاز الأزوت، الكلوروفيل، النشا، السيليلوز، الأسبرين، الكبريت، الكحول، حمض كلور الهيدروجين.

الحل:

المركبات العضوية (PVC)، الميثان، الكلوروفيل النشا، السيليلوز، الأسبرين، الكحول.

التمرين 02:



نريد معرفة نتائج احتراق
قطعة من كيس من مادة
(متعدد الإيثيلين)

تحقق التجربة المبنية في الشكل حيث
نقوم بحرق هذه المادة تحت قمع فيم الغاز
الناتج عن الاحتراق ليلامس كبريتات النحاس اللامائية ثم يمر عبر كمية من
ماء الجير.

- 1- ما هي الأنواع الكيميائية التي يمكن الكشف عنها.
- 2- لماذا يجب مرور الغاز بكبريتات النحاس قبل مروره من ماء الجير.
- 3- بعد مدة من الزمن نلاحظ أن كبريتات النحاس يتغير لونها إلى الأزرق
ويتعكر ماء الجير.

أ-ماذا تستنتج من ذلك.

ب-هل يمكن أن نقول متعدد الإيثيلين مركب عضوي.

الحل:

- 1-هذه التجربة تكشف عن الماء وثاني أكسيد الفحم
- 2-إن مرور الغاز بماء الجير قبل كبريتات النحاس لا يمكننا الكشف عن الماء الناتج عن الإحتراق.

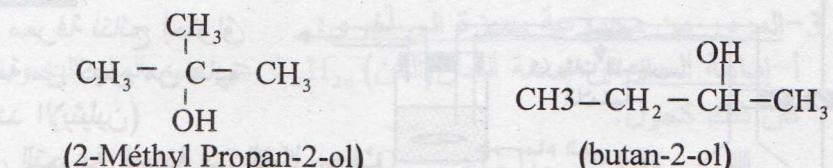
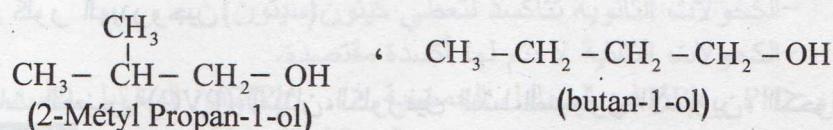
3-إن تحول لون كبريتات النحاس إلى اللون الأزرق يدل على أن الإحتراق ينتج عنه الماء. أما تعكر ماء الجير يدل على أن الإحتراق ينتج غاز ثاني أكسيد الفحم.

ب-إن متعدد الإيثيلين يحتوي على الفحم و الهيدروجين إذا هو مركب عضوي.

التمرين 03:

ما هي الصيغة النصف مفصلة المكونة لهذا المركب $C_4H_{10}O$ مع العلم أنه كحول.

الحل:



التمرين 04:

I- مادة الكوليستيرول (**CHolesterol**) صيغتها المجملة $C_{27}H_{46}O$

- 1- ما هي الكتلة المولية الجزيئية للكوليستيرول ؟
 - 2- لماذا نقول عن هذه المادة أنها مادة عضوية ؟
 - 3- ما هو التركيب المئوي الكتلي للعناصر المكونة لهذه المادة ؟
- II- مادة البنتان صيغتها الجزيئية المجملة C_5H_{12}

- 1- أكتب معادلة احتراق هذه المادة في الأكسجين.
- 2- أحسب النسبة المئوية الكلية للعناصر الكيميائية في هذه المادة.

الحل:

I- 1- الكتلة المولية الجزيئية لمادة الكوليستيرول
 $M = 27 \times 12 + 46 \times 1 + 16 = 386 \text{ g/mol}$

2- هذه المادة تحتوي على عنصر الفحم المتعدد مع عنصري الهيدروجين والأكسجين بالإضافة إلى وجودها في جسم الإنسان إذا هي مادة عضوية.

3- التركيب المئوي الكلي.

$$\%C = \frac{12 \times 27}{386} \times 100 = 84\% \quad \text{الفحم}$$

$$\%H = \frac{1 \times 46}{386} \times 100 = 12\% \quad \text{الهيدروجين}$$

$$\%O = \frac{1 \times 16}{386} \times 100 = 4\% \quad \text{الأكسجين}$$

II- 1- معادلة الاحتراق



يُنتج عن احتراق البنتان الماء و غاز ثاني أكسيد الفحم.

2- الكتلة المولية لهذه المادة $M = 12 \times 5 + 1 \times 12$

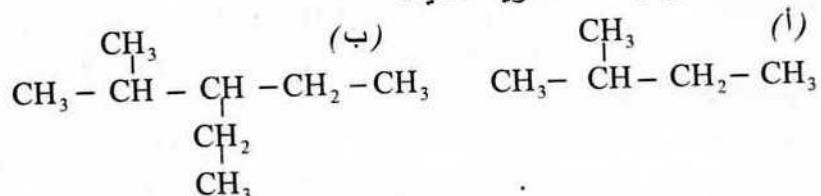
$$M = 72 \text{ g mol}^{-1}$$

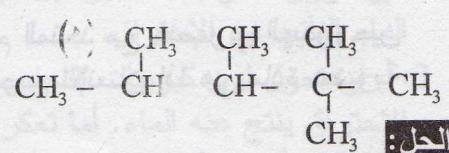
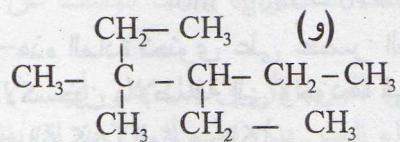
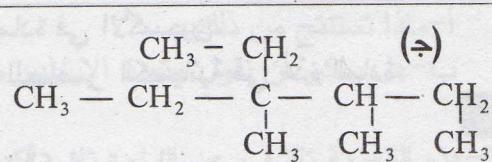
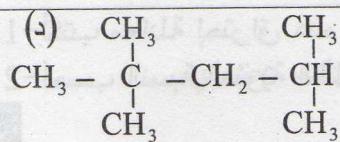
$$\text{نسبة الفحم } \%C = \frac{12 \times 5}{72} \times 100 = 83,33\%$$

$$\text{نسبة الهيدروجين } \%H = \frac{12 \times 1}{72} \times 100 = 16,67\%$$

التمرين 05:

أعط أسماء المركبات العضوية التالية:





الحل:

3-éthyl-2methyl pentane (ب)

2-Méthyl butane (أ)

2,2,4-trimethyl pentane (د)

3-éthyl 3,4-diméthyl hexane (ج)

3-éthyl,4,4dimethyl hexane (و)

2,2,3,4-quatri méthyl pentane (هـ)

التمرين 06:

أكمل الجدول:

الاسم	الصيغة المفصلة	الوظيفة
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} = \text{O} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	
3-Méthyl butan-2-ol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
3,3-diMéthyl pentanone	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{OH} \end{array}$	
Propane-2-Amine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

الحل:		
الاسم	الصيغة المفصلة	الوظيفة
2-Méthyl propanal	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} = \text{O} \\ \qquad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$	الدهيد
3-Méthyl butan-2-ol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \qquad \\ \text{OH} \quad \text{CH}_3 \end{array}$	كحول
2-Méthyl propane -2-Amine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	أمين
3,3-diMéthyl pentanone	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_3 \\ \diagup \quad \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	سيتون
3-Ethyl-3méthyl Heptan-4-ol	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{OH} \end{array}$	كحول
Propane-2-Amine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	أمين
حمض 2,3,3-tri méthyl butanoique	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ \quad \quad \diagup \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	حمض كربوكسيلي

التمرين 07:

مركب عضوي أكسجيني صيغته الجزيئية المجملة $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ يحتوي على النسب الكتلة التالية (الفحم 54,5%) (الهيدروجين 9,1%) و كتلة المولية الجزيئية $M = 44 \text{ g mol}^{-1}$

- 1 ما هي النسبة الكتبية للأكسجين في هذه المادة.
- 2 أوجد قيم (x, y, z) ثم استنتج الصيغة الجزيئية المجملة للمركب.

3- أكتب مختلف الصيغ النصف مفصلة لمماكماته.

الحل:

1- نسبة الأكسجين في المركب.

$$\%O = 100 - \%C - \%H$$

$$\%O = 100 - (54,5 + 9,1) = 36,4\%$$

-2

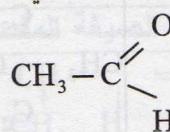
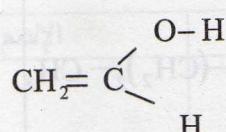
$$M = 12x + 1y + 16Z = 44 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\%C = \frac{12x}{M} \times 100 \Rightarrow x = \frac{54,5 \times 44}{1200} = 2$$

$$\%H = \frac{1.y}{M} \times 100 \Rightarrow y = \frac{9,1 \times 44}{100} = 4$$

$$44 = 12 \times 2 + 4 \times 1 + 16 \times Z \Rightarrow Z = \frac{44 - 28}{16} = 1$$

الصيغة المجملة للمركب هي C_2H_4O



3- الصيغة الممكنة

التمرين 8:

عند الاحتراق التام لـ $0,3 \text{ mol}$ من فحم هيدروجيني نحصل على $26,4 \text{ g}$ من ثاني

أكسيد الفحم و $5,4 \text{ g}$ من بخار الماء.

1- عرّف الفحم الهيدروجيني.

2- أحسب كمية المادة لنواتج الاحتراق.

3- أكتب معادلة الاحتراق وإستنتج الصيغة الجزيئية المجملة للفحم الهيدروجيني.

4- أعط الصيغة الجزيئية النصف مفصلة له.

الحل:

1- الفحم الهيدروجيني هو مركب عضوي يحتوي على عنصري الفحم والهيدروجين فقط.

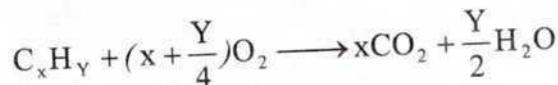
2- كمية المادة للمركبات الناتجة

$$n_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \quad ; \quad (M_{CO_2} = 44 \text{ g mol}^{-1})$$

$$n_{CO_2} = \frac{26,4}{44} = 0,6 \text{ mol}$$

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{5,4}{18} = 0,3 \text{ mol} ; \quad (M_{H_2O} = 18 \text{ g mol}^{-1})$$

- معادلة الاحتراق



$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & 44x & 18 \frac{y}{2} \\ (1) & (2) & (3) \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 0,3 \text{ mol} & 26,4 \text{ g} & 5,4 \text{ g} \\ (1) & (2) & (3) \end{array}$$

من (1) و (2) لدينا

$$x = \frac{26,4}{0,3 \times 44} = 2$$

من (1) و (3) لدينا

$$0,3 \times 18 \frac{y}{2} = 5,4 \times 1$$

$$C_2H_2 \text{ الصيغة المجملة} \quad y = \frac{5,4}{0,3 \times 9} = 2$$

- الصيغة النصف مفصلة تكون خطية (éthyne) $CH \equiv CH$ التمرin 9:

فحم هيدروجيني A صيغته $C_x H_y$ كتلة المولية $M = 114 \text{ g/mol}$. إحتراق 9,1g

من هذا المركب في الأكسجين يعطي 28g من ثاني أكسيد الفحم.

1- أحسب النسبة المئوية الكتيلية للعناصر المكونة له.

2- أحسب النسبة $\frac{x}{y}$.

3- أوجد الصيغة الجزيئية المجملة للمركب A.

الحل:

1- الكتلة المولية للمركب A هي $M = 12x + y = 114 \text{ g mol}^{-1}$

حساب كتلة الفحم الموجود في 9,1g = 9,1g من المركب.



$$12g \longrightarrow 44g$$

$$m_c \longrightarrow 28g$$

$$m_c = \frac{28 \times 12}{44} = 7,64g$$

$$\% C = \frac{7,64}{9,1} \times 100 = 84\% \text{ نسبة الفحم في المركب:}$$

$$\% H = \frac{1,46}{9,1} \times 100 = 16\% \text{ نسبة الهيدروجين في المركب}$$

$$\frac{M_A}{9,1} = \frac{12x}{7,64} = \frac{1y}{1,46} \quad -2 \text{ لدينا العلاقة}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{7,64 \times 1}{12 \times 1,46} = 0,44 \text{ منه}$$

$$x = \frac{114 \times 7,64}{9,1 \times 12} = 8 \quad -3$$

$$y = \frac{114 \times 1,46}{9,1} = 18$$

الصيغة المجملة C_8H_{18}

التمرين 10:

حدد العائلة التي ينتمي لها كل مركب من المركبات التالية: C_4H_8 , C_5H_{12}

C_8H_{14} , C_5H_{10} , C_6H_{14} , C_3H_8 , C_2H_4

الحل:

المركبات: C_6H_{14} , C_3H_8 , C_5H_{12} تنتهي لعائلة الألكانات.

المركبات: C_5H_{10} , C_2H_4 , C_4H_8 تنتهي لعائلة الألسانات.

المركبات: C_5H_{10} , C_4H_8 ينتميان لعائلة الألكانات الحلقي.

المركب: C_8H_{14} ينتمي لعائلة الألسانات الحلقي.

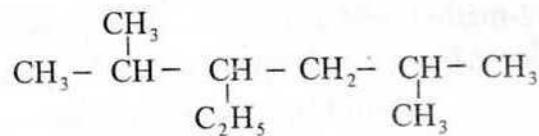
الألكانات لها صيغة C_nH_{2n+2}

الألسانات و الألكانات الحلقي صيغتها C_nH_{2n}

الألسانات الحلقي صيغتها C_nH_{2n-2}

التمرين 11:

أ- أعط إسم الألكان A الذي صيغته



ب- أعط الصيغ النصف مفصلة للمركيبات التالية:

2,2,5 triméthyl hexane -1

4-éthyl 3,5-diméthyl héx-2-éne -2

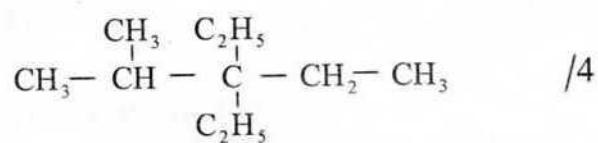
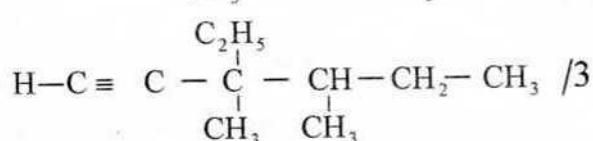
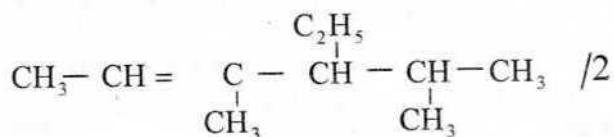
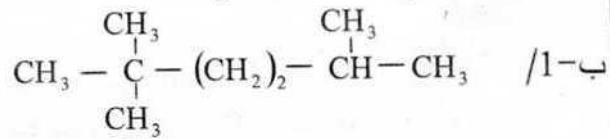
3,éthyl 3,4diméthyl héx-1-yne -3

3,3-diéthyl 2-methyl pentane -4

ج- من بين هذه المركيبات حدد المماكب المركب A

الحل:

3-éthyl-2,5 dimethyl hexane -1



ج- المركب 4 هو المماكب للمركب A

التمرين 12:

أ- أعط الصيغ النصف مفصلة للفحوم الهيدروجينية التالية:

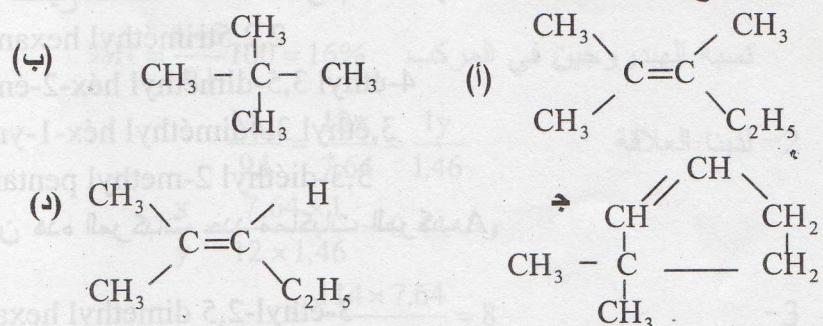
Diméthyl propane ب - 2,3-dimethyl pent-2-éne
2-méthyl pent-2- éne د - 3,3-dimethyl cyclo P éntene

ج- من بين الفحوم الهيدروجينية السابقة من يحقق الشروط التالية

-أسنان - غير حلقي - مماكب لـ 2-éthyl but-1-éne

الحل:

1- الصيغ النصف المفصلة:



2- الفحم الهيدروجيني الموافق هو (د)
لأن أسنان غير حلقي وجزئه يحتوي على ستة ذرات فحم أي مماكب لـ 2-éthyl but-1-éne

التمرين 13:

إماهة البروبن تعطي مركبين.

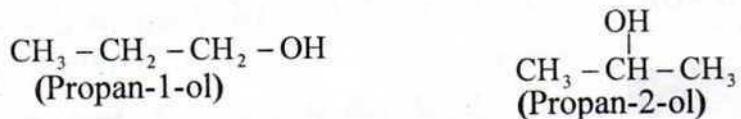
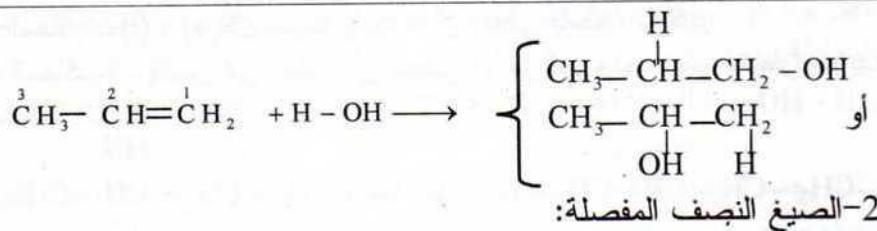
1- أكتب معادلة إماهة البروبن.

2- ما هي الصيغ النصف مفصلة للجسمين الناتجين.

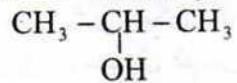
3- إذا علمت أن ذرة الهيدروجين أثناء الإماهة تتصل بذرة الفحم التي ترتبط مع أكبر عدد من ذرات الهيدروجين فما هو المماكب الناتج بأغلبية (بنسبة عالية).

الحل:

1- معادلة إماهة البروبن C_3H_6 ينتج عنها كحول.



3- في صيغة البروبين نلاحظ أن ذرة الفحم رقم 1 ترتبط مع ذرتين هيدروجين في حين الذرة رقم 2 لا ترتبط إلا مع ذرة هيدروجين واحدة ومنه المماكب الذي يكون إنتاجه أوفر هو (Propan-2-ol) الكحول الثنائي



التمرين 14:

لديك أنسان (الكان) كتلته المولية $M = 56\text{g/mol}$

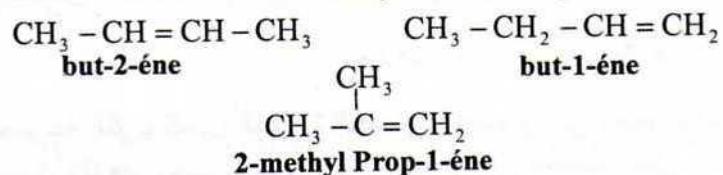
- 1- ما هي صيغته الجزيئية المجملة ؟
- 2- ما هي الصيغة النصف الممكنة له مع تسميتها .
- 3- عند إماماهه هذا الأنسان يتشكل ناتج واحد فقط أكتب معادلة تفاعل الإماماهه بإستعمال الصيغة نصف المفصلة و أستنتج إسم الأنسان المستعمل.

الحل:

1- الصيغة المجملة للأنسان

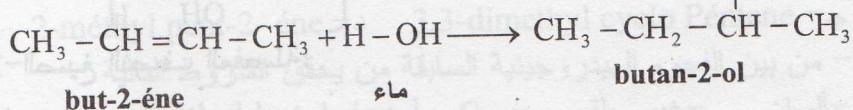
$$C_nH_{2n} \quad M = 12n + 2n = 14n = 56 \Rightarrow n = 4 \quad C_4H_8$$

2- هذا الأنسان له ثلاثة مماكبات



3- المماكبات (أ) و (ج) كل منها بإمكانه أن يعطي بإمامة مركبين.
أما المماكب (ب) فليس في إمكانه أن يعطي إلا مركب واحد نظرًا لتناظر جزيئه.

معادلة التفاعل:



الأسنان المستعمل هو but-2-ene

التمرين 15:

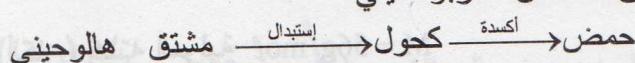
نريد المرور من مشتق هالوجيني و هو كلور البنزيل $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2\text{Cl}$ إلى حمض كربوكسيلي وهو حمض البنزويك.

1- كيف يمكن ذلك.

2- أحسب الكثافة المolare الجزيئية لكل من المشتق الهالوجيني و الحمض.

الحل:

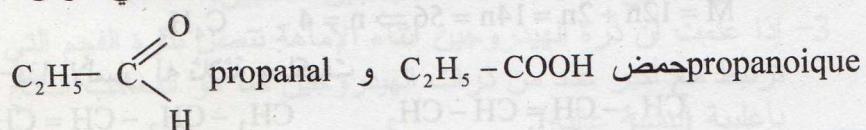
1- المرور مباشرة من مشتق هالوجيني إلى حمض عضوي غير ممكن لذلك يجب المرور من المشتق الهالوجيني إلى كحول عن طريق الإستبدال ثم من الكحول إلى الحمض الكربوكسيلي.



$$M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_2} = 122 \text{ g mol}^{-1} \quad M_{\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}} = 122 \text{ g mol}^{-1} - 2$$

التمرين 16:

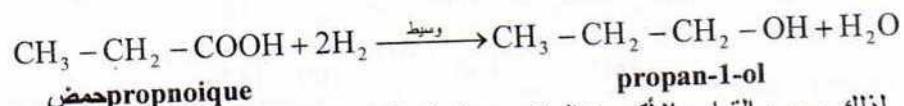
كيف يمكن الحصول على الألدهيد إنطلاقاً من حمض كربوكسيلي أدرس حالة



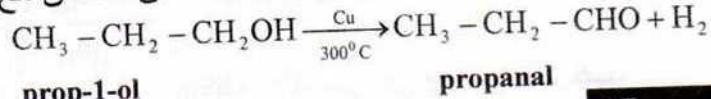
الحل:

للمرور من مجموعة الكربوكسيل المميزة للحمض العضوي إلى مجموعة الكربونيل المميزة للألدهيد يجب القيام بتفاعل إرجاع على الحمض مثل

الهدرجة الوسيطية إلا أن هذا التفاعل يعطي كحول وليس ألدهيد حسب المعادلة.



لذلك يجب القيام بالأكسدة المقتصدة لهذا الكحول للحصول على الألدهيد كنزع الهيدروجين من الكحول بوجود وسيط مثل معدن النحاس مع التسخين.



التمرين :17

نقوم بالحرق التام لـ 0,1g من مادة عضوية $C_xH_yO_z$ فينتج $m_1 = 0,245g$ من غاز ثاني أكسيد الفحم و $0,10g = m_2$ من الماء تعطي الكثافة المولية الجزئية لهذه المادة العضوية . $M = 72g/mol$

أ- أحسب النسبة المئوية الكلية لكل من الفحم و الهيدروجين و الأكسجين في هذه المادة.

ب- أحسب النسب

جـ- أوجـد الصيغـة الجـزيئـية المـجمـلـة لـهـذـهـ الـمـادـةـ.

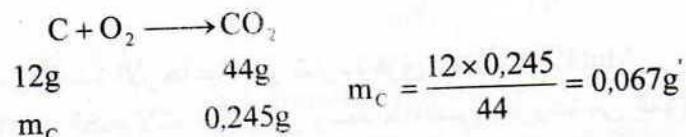
د- أكتب معادلة الاحتراق التام لهذه المادة.

٥- أحسب حجم الأكسجين المستهلك في هذه العملية.

تعطى حجم المولى $V_m = 24\ell/mol$ الحل:

الحل:

كثافة الفحم الموجودة في 0,1g من المركب.

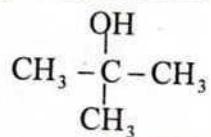
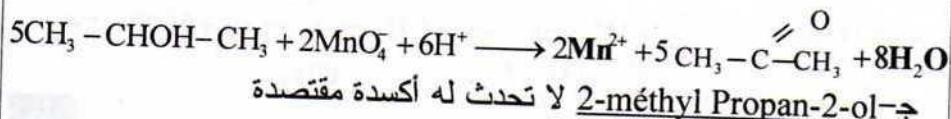
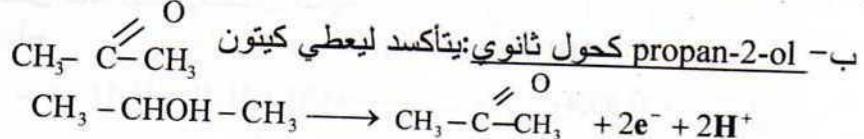
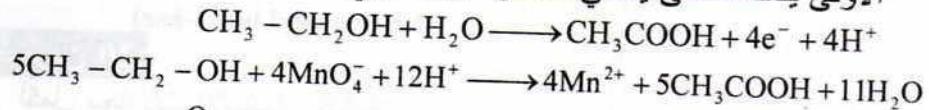


$$\%C = \frac{m_c}{m} 100 = 67\% \quad \text{نسبة الفحم}$$



$\frac{2g}{m_H} = \frac{0,1 \times 2}{18} = 0,011g$	$\%H = \frac{m_H}{m} \times 100 = \frac{0,011}{0,1} \times 100 = 11\%$	$\%O = 100 - (67 + 11) = 22\%$
$\frac{M}{m} = \frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16Z}{m_O}$		
ب- لدينا العلاقة كتلة الأكسجين في 0,1g من المركب.		
$m_0 = 0,022$		
$\frac{x}{z} = \frac{16 \times m_C}{12 \cdot m_O} = \frac{16 \times 0,067}{12 \times 0,022} = 4 \quad \boxed{\frac{x}{z} = 4}$		
$\frac{y}{z} = \frac{16 \times m_H}{m_O} = \frac{16 \times 0,011}{0,022} = 8 \quad \boxed{\frac{y}{z} = 8}$		
ج- الصيغة العامة للمركب $C_{4n}H_{8n}O_n$ كتلته المولية $M = (48 + 8 + 16)n = 72n$		
$n = \frac{72}{72} = 1$ ومنه الصيغة المجملة للمركب هي C_4H_8O		
د- معادلة الاحتراق $C_4H_8O + \frac{11}{2}O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 4H_2O$		
هـ حجم الأكسجين $\frac{72}{0,1} \cdot \frac{\frac{11}{2} \cdot 24}{V_{O_2}} = 0,18\ell$		
التمرين 18: أكتب معادلات الأكسدة الإرجاعية بين شاردة فوق المنغانات MnO_4^- / Mn^{2+} و الكحولات التالية في وسط حامضي وبزيادة من المؤكسد 2-méthyl Propan-2-ol ج- propan-2-ol ب- éthanol		
الحل: المعادلة النصفية للإرجاع: $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$		

أ- الإيثانول كحول أولى بما أن المؤكسد (MnO_4^-) موجود بزيادة فإن الكحول الأولى يتأكسد حتى يعطي حمض كربوكسيلي .



التمرين 19:

عملية نزع الماء للأكان A يمكن أن تعطي (2,3-dimethyl but-2-éne)

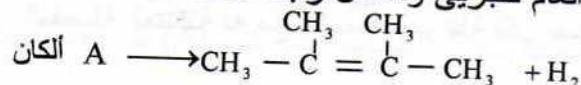
1- أعط الصيغة نصف مفصلة لـ (2,3-dimethyl but-2-éne)

2- يستنتج الصيغة النصف مفصلة للأكان A وأنكر اسمه.

3- ما هو مماكب المركب الناتج الذي يمكن الحصول عليه من عملية نزع الهيدروجين من A.

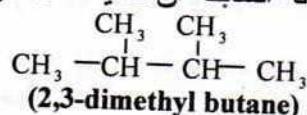
الحل:

1- عند نزع الهيدروجين من ألكان نحصل على ألكن حيث يحافظ على الهيكل العام للجزيء وتشكل رابطة مضاعفة.

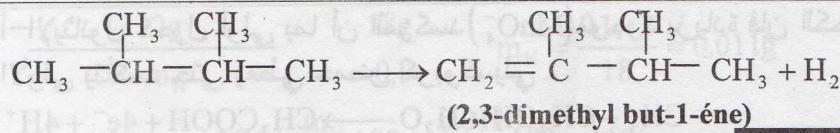


(2,3-dimethyl but-2-éne)

2- يستنتج من المعادلة السابقة أن صيغة الأكان A هي

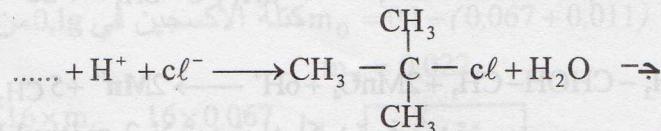
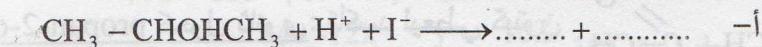


3- يمكن الحصول على مماكب ثان وهو

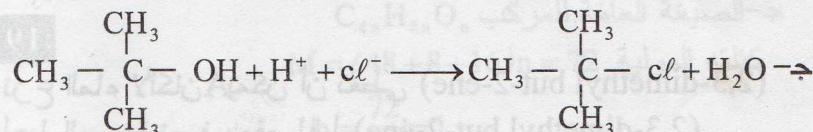


التمرين 20:

أكمل معادلات الإستبدال التالية:



الحل:



التمرين 21:

نذيب 6,08g من أمين أولي مشبع وغير حلقي في (l) 1 من الماء النقي، نعایر حجما $V = 40\text{cm}^3$ من هذا محلول بحمض كلور الماء تركيزه المولي $C = 0,2(\text{mol/l})$ يصل إلى نقطة التكافؤ بعد سكب $20,5\text{cm}^3$ من الحمض

أ-أكتب معادلة التفاعل

ب- أحسب الكتلة المولية للأمين ثم يستخرج صيغته المجملة

ج- ما هي الصيغ المفصلة الممكنة له مع التسمية الموقعة لكل صيغة

الحل:

أ- كتابة معادلة التفاعل



ب- عند التكافؤ :

$$\text{ن} = \text{n}_{\text{amine}} = \text{n}_{\text{acid}}$$

$$\text{C}_B \times V_B = \text{C}_A \times V_A$$

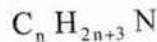
$$C_B = \frac{C_A \times V_A}{V_B} = \frac{0,2 \times 20,5}{40}$$

$$C_B = 0,103 \text{ mol/l}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_B = C_B \times V \\ n_B = \frac{m}{M} \end{array} \right\} C_B \times V = \frac{m}{M}$$

$$M = \frac{6,08}{0,103 \times 1} = 59 \text{ g/mol}$$

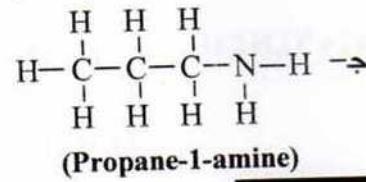
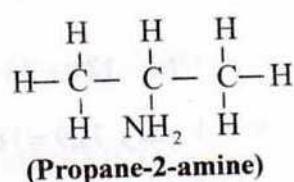
صيغة الأمين من الشكل :



$$M = 14n + 17$$

$$\text{ومنه } n = 3$$

أي أن صيغة الأمين هي :



التمرين 22:

التحليل الكمي لمركب عضوي أكسجيني (A) بين أن

$$\frac{m_2}{m_3} = \frac{1}{2} \quad \text{وأن} \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{6}$$

حيث m_1 : كتلة الفحم، m_2 : كتلة الهيدروجين، m_3 : كتلة الأكسجين

عند قياس كثافة بخاره بالنسبة للهواء وجدت 2,48.

1- يستخرج الصيغة الجزئية المجملة للمركب (A) ثم أعط الصيغ المفصلة الممكنة له

2- المركب (A) ذو سلسلة فحامية متفرعة.

- يرجع محلول فهلنج

- ناتج من أكسدة مقتضدة لمركب (B) بيرمنغنات البوتاسيوم المحمض بحمض الكبريت.

أ- ما هي عائلة المركبين (A) و (B) ثم أعط صيغهما المفصلة

بـ-أكتب معاقة الأكسدة الإرجاعية

جـ- أحسب كتلة المركب (A) الناتجة عن أكسدة 0,02(mol) من المركب (B)

الحل:

1- صيغة المركب تكون على الشكل

$$y = 2x \quad \text{ومنه} \quad \frac{y}{2x} = \frac{1}{6} \quad \text{أي أن} \quad \frac{\frac{m_2}{m_1}}{2} = \frac{1}{6}$$

$$y = 8z \quad \text{ومنه} \quad \frac{y}{16z} = \frac{1}{2} \quad \text{أي ان} \quad \frac{m_2}{m_3} = \frac{1}{2} \quad \text{ولدينا}$$

$$2x = 8z \Rightarrow x = 4z \quad \text{فيمكن إستنتاج أن}$$

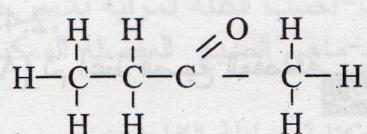
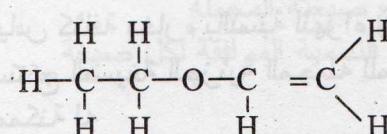
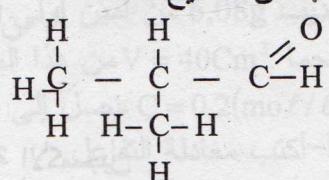
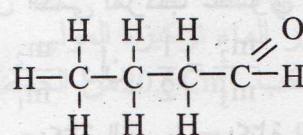
$$M = 29 \times d$$

$$M = 29 \times 2,48 = 71,9 \text{ g/mol}$$

$C_x H_{2x} O_{\frac{x}{4}}$ إدا

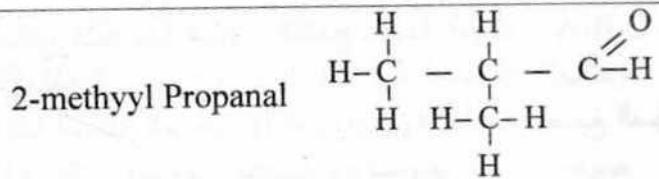
$$M = 12x + 2x + 16 \frac{x}{4}$$

$$x = 4 \text{ و منه } 71,9 = 18x$$

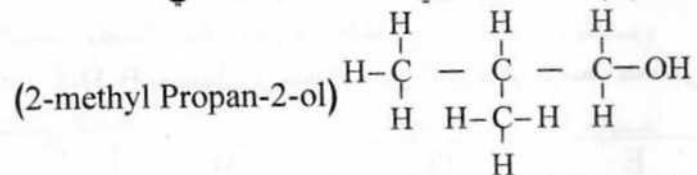


بعض الصيغ المفصلة

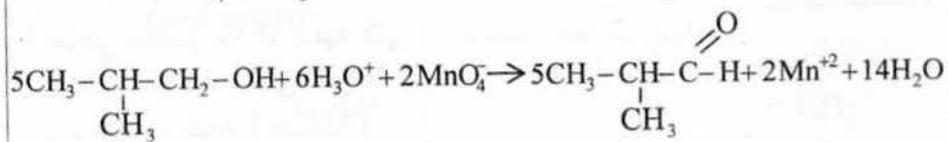
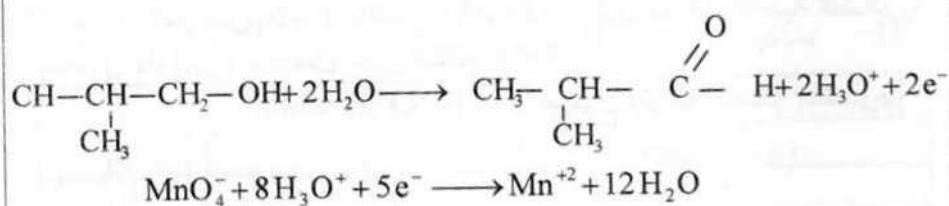
1- بما أن المركب (A) يرجع محلول فهلانج فهو الدهيد وبما أن المركب ذو سلسلة فحمية متقرعة فهو يوافق الصيغة



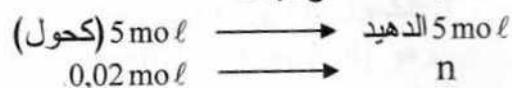
المركب (B) هو كحول أولي صيغته المفصلة هي :



بــ معادلة الأكسدة الإرجاعية:



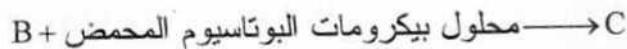
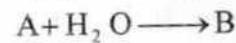
جــ حساب كثافة المركب A:



$$m = 1,44 \text{ g} \quad ; \quad n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = 0,02 \times 72$$

التمرين 23:

Iــ أجريت على ثلاثة مركبات عضوية A, B, C، التجارب التالية:



- 1- اعتماداً على النتائج التجريبية السابقة يستنتج طبيعة المركبات A, B, C.
- وسيغها الجزيئية العامة .
- 2- اذا علمت أن الكتلة المولية للمركب B هي 74 g/mol فأوجد الصيغة المجملة للمركبات A, B, C. ثم أكتب صيغها المفصلة مع تسميتها .
- II- المركب B له ثلاثة مماكبات أخرى نرمز لها بالرموز D, E, F .
أعط صيغها النصف مفصلة ذكر إسم كل منها
- 1- تعالج المماكبات E, D, B بمحلول برومنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي فنحصل على النتائج التالية:

E	D	B	المركب الناتج
E_1	لاشيء	B_1	

أي مماكب لا تحدث له أكسدة مقتضبة ، ماذا تستنتاج ؟

2- نخضع المركبين E_1, B_1 لكافي DNPH ومحلول نترات الفضة النشازيرية (محلول طولنس) فنحصل على النتائج التالية :

محلول نترات الفضة النشازيرية	D.N.P.H	كافي
-	+	B_1
+	+	E_1

أ-ماهي المجموعة الوظيفية التي تم الكشف عنها تجريبيا .

وماهي المركبات التي تميزها هذه المجموعة الوظيفية .

ب-ماهي الوظيفة الكيميائية لـ E_1

ج-إذا علمت أن E_1 لا يمتلك سلسلة فحمة متفرعة فما هي صيغته المفصلة وما إسمه.

الحل:

I-1- المركب A الكن(السان) صيغته العامة C_nH_{2n}

المركب B كحول ثانوي صيغته العامة $C_nH_{2n+1}-OH$

المركب C كيتون(سيتون) صيغته العامة $C_nH_{2n}O$

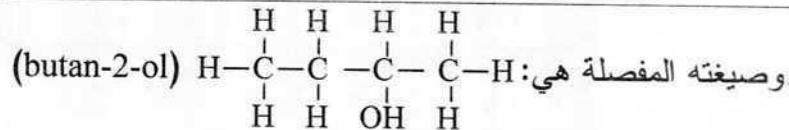
2- المركب B صيغته العامة من الشكل $C_nH_{2n+1}-OH$

$$\text{حيث أن } M = 14n + 18$$

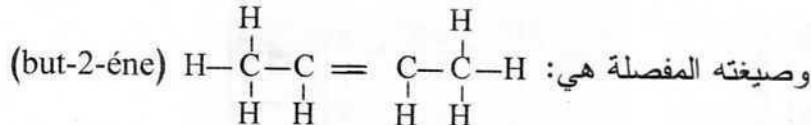
$$74 = 14n + 18$$

$$n = 4 \quad \text{إذا}$$

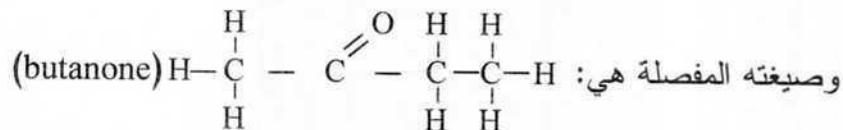
ومنه صيغة المركب B هي C_4H_9-OH



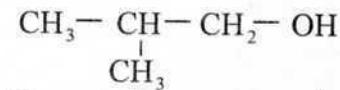
صيغة المركب A هي: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$



صيغة المركب C هي: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$



- مماكبات المركب B : II

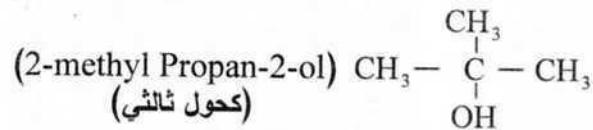


(2-methyl Propan-1-ol)

(كحول أولى)



(butan-1-ol)



(كحول ثالثي)

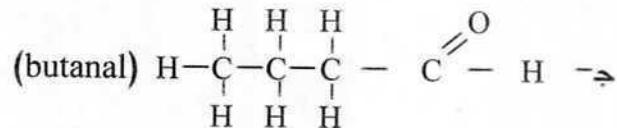
1- الكحول الثالثي لاتحدث له أكسدة مقتصدة فالمركب D كحول ثالثي

وهو (2-methyl Propan-2-ol)

2- أتم الكشف عن مجموعة الكربونيل $\text{C}=\text{O}$ - التي توجد في

الألديهيدات والكيتونات

بـ E₁- عبارة عن الدهيد



H	1.0079	1	1.0079	He	2.4030
Li	6.9211	3	6.9211	Be	9.0122
Na	22.9897	11	22.9897	Mg	24.3052
K	39.0984	19	39.0984	Ca	40.0784
Rb	85.4600	37	85.4600	Sr	87.6702
Cs	129.85	55	129.85	Ba	132.9035
Fr	223.00	73	223.00	La	140.9121
				Ac	142.0227
				Th	141.2224
				Pa	141.22104
				Nd	140.0203
				Pr	139.9203
				Eu	139.9203
				Tm	139.9203
				Dy	140.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203
				Er	141.0203
				Ho	140.0203
				Tm	140.0203
				Dy	141.0203
				Gd	140.0203
				Tb	140.0203
				Yb	141.0203
				Lu	142.0203