R

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على سيد المرسلين محمد أشرف المخلوقين وعلى آله وصحبه أجمعين

أما بعد ، في إطار سلسلة الكتب المرتبة والمفهرسة التي جمعت من مواقع الأنترنت التعليمية أقدم هذا الكتاب الذي يضم دروس وتمارين معظمها مع الحل في مادة الفيزياء والكيمياء للسنة **الأولى** بكالوريا شعب علوم رياضية وعلوم تجريبية ،والتي جمعت من موقع الأستاذ علال محداد

allalmahdade.ifrance.com

راجيا من الله أن ينفع به

لتصفح أي درس إضغط على عنوانه في الفهرس وكذلك التمارين ، وللرجوع للفهرس إضغط على R

تجميع وترتيب وفهرست

Almohannad

R

الفيزياء

الجزء الأول : الشغل الميكانيكي والطاقة

حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت	الدرس	التمارين	الحلول
شغل وقدرة قوة	الدرس	التمارين	الحلول
الشغل والطاقة الحركية	الدرس	التمارين	الحلول
الشغل وطاقة الوضع الثقالية ، الطاقة الميكانيكية	الدرس	التمارين	الحلول
الشغل والطاقة الداخلية	الدرس	التمارين	الحلول
الطاقة الحرارية : الإنتقال الحراري	الدرس	التمارين	الحلول

الجزء الثاني : الكهرباء التحريكية

المجال الكهرساكن	الدرس	التمارين	الحلول
طاقة الوضع الكهرساكنة	الدرس	التمارين	الحلول
انتقال الطاقة في دارة كهربائية	الدرس	التمارين	الحلول
التصرف العام لدارة كهربائية	الدرس	التمارين	
المغنطيسية	الدرس	التمارين	الحلول

الجزء الثالث : البصريات

قابلية رؤية شيء	الدرس	التمارين	
الصور المحصل عليها بواسطة مرآة مستوية	الدرس	التمارين	
الصور المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة مجمعة	الدرس	التمارين	الحلول
بعض الأجهزة البصرية	الدرس	التمارين	الحلول

الكيمياء

الجزء الأول : القياس في الكيمياء

أهمية القياس في الكيمياء	الدرس		
المقادير المرتبطة بكميات المادة	الدرس	التمارين	الحلول
التركيز والمحاليل الألكتروليتية وتتبع تحول كيميائي	الدرس	التمارين	الحلول
المواصلة والموصلية	الدرس	التمارين	
التفاعلات الحمضية القاعدية	الدرس	التمارين	
اختزال - التفاعلات أكسدة	الدرس	التمارين	
المعايرة المباشرة	الدرس	التمارين	

الجزء الثاني : الكيمياء العضوية

تقديم : الكيمياء العضوية	الدرس	التمارين	
الجزيئات العضوية والهياكل الكربونية	الدرس	التمارين	
تغيير الهيكل الكربوني	الدرس	التمارين	
التفاعلية - المجموعات المميزة	الدرس	التمارين	

الجزء الثالث : الطاقة في الحياة اليومية

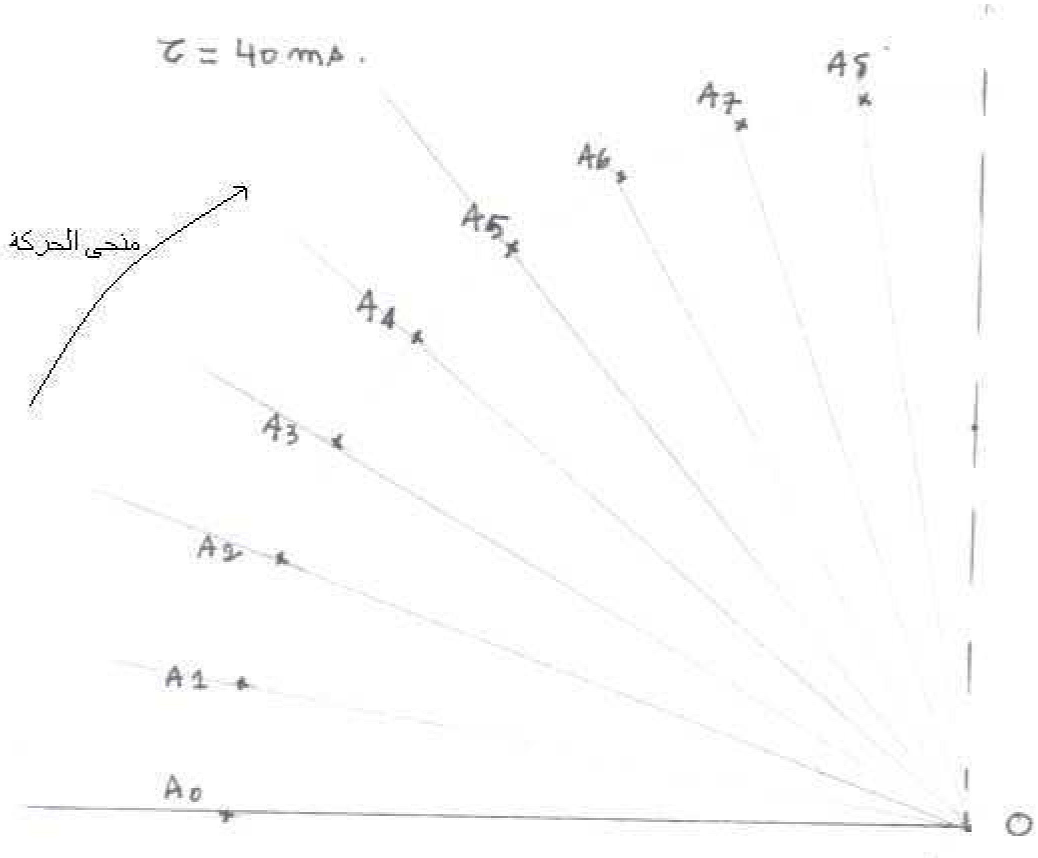
تماسك المادة			
المظاهر الطاقية لتحولات المادة			

R

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت (الأنشطة التجريبية)

الدراسة التجريبية : التحقق التجريبي من العلاقة $v = R\omega$

نطلق حامل ذاتي على منضدة هوائية على أساس أن نحصل على حركة دوران هذا الأخير حول النقطة O والتي يمر منها محور الدوران (Δ) . ونسجل حركة النقطة A والتي تتطابق مع مركز قصور الحامل الذاتي G خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية τ=40ms ، فنحصل على



التسجيل التالي .

أ ــ أملأ الجدول التالي نأخذ كأصل معلم الزمن النقطة A_2 :

	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
$t_i(s)$			0				
$\theta_i rad)$							
$\Delta t=t_{i+1}-t_i$							
$\Delta\theta_i=\theta_{i+1}-\theta_i$							
$\omega_i(rad/s)$							
$s_i(m)$							
Δs_i							
$v_i(m/s)$							

ب ــ التأكد من العلاقة $v=R\omega$

أحسب الشعاع R وتأكد من العلاقة $v=R\omega$

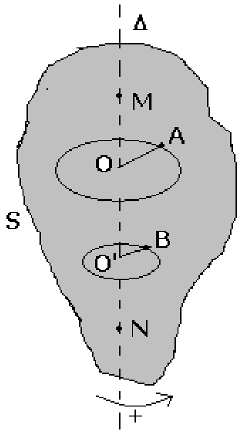
ج ــ على ورق مليمتري وباختيار سلم مناسب مثل $\theta = f(t)$

د ــ أستنتج المعادلة الرياضية لكل من $\theta(t)$. ما هو المدلول الفيزيائي للمعامل الموجه .

ه ــ نفس السؤال بالنسبة $s = f(t)$

حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

I ـ تعريف حركة الدوران حول محور ثابت



1 ـ مثال

الجسم (S) في حالة دوران حول محور ثابت Δ :
النقطتين A و B تتحركان وفق دائرتين مركزتين على المحور Δ)
النقطتين M و N المنتميتين للمحور Δ ساكنتين .

2 ـ تعريف

يكون جسم صلب في حركة دوران حول محور ثابت □ إذا كانت كل نقطة من نقطه في حركة دائرية مركزة على هذا المحور .

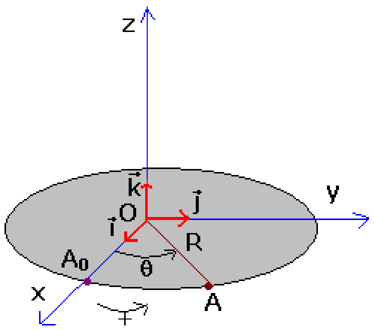
II ـ معلمة نقطة من جسم صلب

1 ـ الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

لدراسة حركة النقطة A من جسم صلب (S) ، نختار معلما متعامدا ممنظما $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ بحيث تكون المتجهة $\vec{k}$ منطبقة مع محور الدوران ويكون المستوى $(O,\vec{i},\vec{j})$ منطبقامع مستوى مسار حركة هذه النقطة ، وبالتالي يمكن تعيين موضع النقطة A في كل لحظة :

ـ بمعرفة أفصوله المنحني $s(t)=\overset{\frown}{AA_0}$ على مسار النقطة A .

ـ بمعرفة أفصوله الزاوي $\theta(t)=\left(\overrightarrow{OA_0},\overrightarrow{OA}\right)$



2 ـ العلاقة بين الأفصول المنحني والأفصول الزاوي

$$s(t)=R.\theta$$

R : شعاع المسار الدائري للنقطة A ونعبر عنها بالمتر و □ بالرديان (rad)

<u>الأفصول الزاوي والأفصول المنحني مقداران جبريان .</u>

III ـ السرعة الزاوية

1 ـ السرعة الزاوية المتوسطة

نعتبر النقطة A من الجسم (S) والتي تبعد عن محور الدوران بالمسافة R .
أثناء الدوران وعند اللحظة t_1، تحتل النقطة A الموضع A_1 وعند اللحظة t_2 تحتل الموضع A_2 وخلال المدة الزمنية t_2-t_1 تقطع النقطة A القوس $\overset{\frown}{A_1A_2}$ ويدور الجسم بالزاوية $\left(\overrightarrow{OA_1},\overrightarrow{OA_2}\right)=\theta_2-\theta_1$

نعرف السرعة المتوسطة بالعلاقة التالية :

$$\omega_m=\frac{\theta_2-\theta_1}{t_2-t_1}$$

وحدة السرعة الزاوية في النظام العالمي للوحدات هي rad/s

2 ـ السرعة الزاوية اللحظية

إذا اعتبرنا t_1 و t_3 لحظتين جد متقاربتين وتؤطران اللحظة t_2 ، يكون القوس $\overset{\frown}{A_1A_3}$ الذي تقطعه النقطة A متطابق مع الوتر A_1A_3 وبالتالي تكون السرعة الزاوية عند اللحظة t_2 هي :

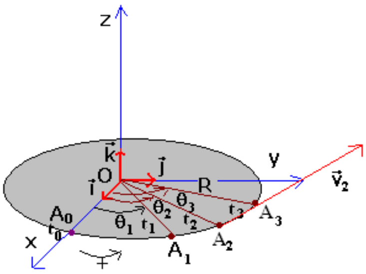
R

$$\omega_2(t) = \frac{\theta_3 - \theta_1}{t_3 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

وتكون السرعة الخطية المماسية عند هذه اللحظة هي :

$$v_2(t) = \frac{\overset{\frown}{A_1A_3}}{\Delta t} = \frac{\overset{\frown}{A_0A_3} - \overset{\frown}{A_0A_1}}{t_3 - t_1} = \frac{s_3 - s_1}{t_3 - t_1}$$

$$v_2(t) = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



3 ـ العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية

أثناء نفس المدة تدور جميع نقط الجسم الصلب بنفس السرعة الزاوية

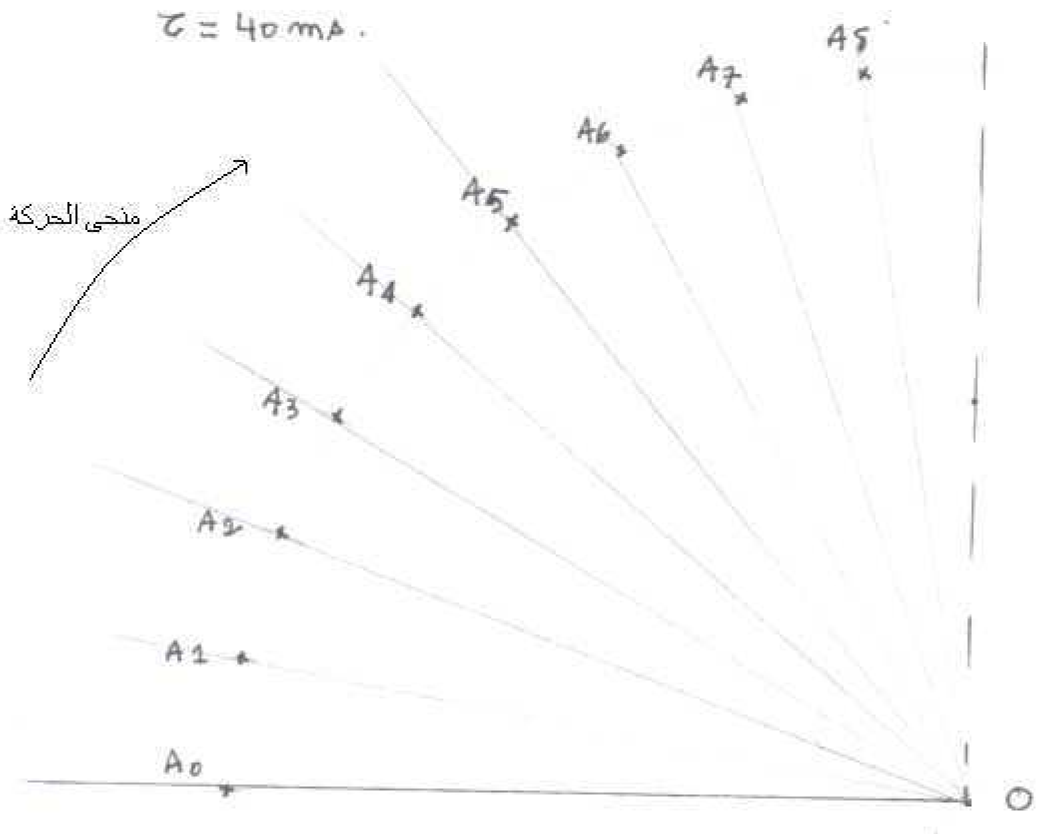
بالنسبة لنقطة A عند اللحظة t تكون السرعة الخطية هي كالتالي :

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad et \quad \Delta s = R\Delta\theta$$

$$v = R.\frac{\Delta\theta}{\Delta t} \Rightarrow v = R\omega$$

4 ـ الدراسة التجريبية : التحقق التجريبي من العلاقة $v = R\omega$

نطلق حامل ذاتي على منضدة هوائية على أساس أن نحصل على حركة دوران هذا الأخير حول النقطة O والتي يمر منها محور الدوران Δ) . ونسجل حركة النقطة A والتي تتطابق مع مركز قصور الحامل الذاتي G خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية τ=40ms ، فنحصل على التسجيل التالي .



أ ـ املأ الجدول التالي نأخذ كأصل معلم الزمن النقطة A_2 :

R

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
t_i(s)			0				
θ_i(rad)							
ω_i(rad/s)							
s_i(m)							
v_i(m/s)							

ب ـ التأكد من العلاقة v=Rω

VI ـ حركة الدوران المنتظم

1 ـ تعريف :

تكون حركة الدوران لجسم صلب ، حول محور ثابت ، منتظمة إذا بقيت السرعة الزاوية ω لهذا الجسم ثابتة مع مرور الزمن .

نعبر عن زاوية الدوران $\Delta\theta$ لجسم صلب في حركة دوران منتظم حول محور ثابت خلال مدة زمنية Δt ، كيفما كانت ، بالعلاقة التالية :

$$\Delta\theta = \omega\Delta t$$

2 ـ خاصيات حركة الدوران المنتظم

* دور حركة الدوران المنتظم

أثناء الحركة تمر كل نقطة من الجسم بنفس الموضع بنفس السرعة عند كل دورة ، نقول أن الحركة دورية .

ينجز الجسم دورة كاملة خلال مدة $\Delta t = T$ بحيث أن :

$$\Delta\theta = 2\pi = \omega T \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

T تمثل دور حركة الدوران المنتظم وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي الثانية s .

* تردد حركة الدوران المنتظم

التردد هو عدد الدورات N المنجزة في الثانية ونعبر عنها بالعلاقة التالية : $N = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$

وحدة التردد في النظام العالمي للوحدات هي الهرتز (Hz) .

نعبر عن التردد كذلك بالدورة في الدقيقة tr/min ومن العلاقة للتردد نستنتج أن

$$1Hz = 60tr/min$$

3 ـ المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم

أ ـ نشاط تجريبي :

1 ـ على ورق مليمتري وباختيار سلم مناسب مثل $\theta = f(t)$

2 ـ أستنتج المعادلة الرياضية لكل من $\theta(t)$. ما هو المدلول الفيزيائي للمعامل الموجه .

ب ـ خلاصة

المعادلة الزمنية لحركة الدوران المنتظم حول محور ثابت لجسم صلب هي : $\theta = \omega t + \theta_0$

ω السرعة الزاوية للجسم

θ_0 الأفصول الزاوي للجسم عند اللحظة t=0

ملحوظة : حركة نقطة من الجسم S في دوران منتظم هي حركة دائرية منتظمة أي أن السرعة الخطية ثابتة ومسار النقطة دائري شعاعه R في هذه الحالة تكون المعادلة الزمنية لحركة النقطة M من الجسم S هي :

$$\frac{\theta}{R} = \frac{\omega}{R}t + \frac{\theta_0}{R}$$

$$s = vt + s_0$$

السلسلة الرقم 1 الفيزياء 2007ـ2008
حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

تمرين 1

1 ـ أحسب السرعة الزاوية لقرص في حركة دوران منتظم علما أنه يدور بزاوية $\theta=0,3rad$ خلال المدة الزمنية $\Delta t=0,1s$. واستنتج دور وتردد حركة هذا القرص .

2 ـ قيمة سرعة نقطة من حوق عجلة سيارة ، قطرها 60cm هي $V=90km/h$. أحسب السرعة الزاوية للعجلة بالوحدة tr/s ثم بالوحدة tr/min ، واستنتج قيمة تردد دوران العجلة .

تمرين 2

قطر دوّار منوب محطة نووية هو 2,2m . عند تشغيله ينجز الدوار حركة دوران حول محور ثابت بسرعة زاوية قيمتها 25,0 دورة في الثانية .

1 ـ عبر عن السرعة الزاوية للدوار بالوحدة (rad/s)

2 ـ أحسب قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار .

تمرين 3

المعادلة الزمنية لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت هي :

$$s(t)=0,70t+0,03$$

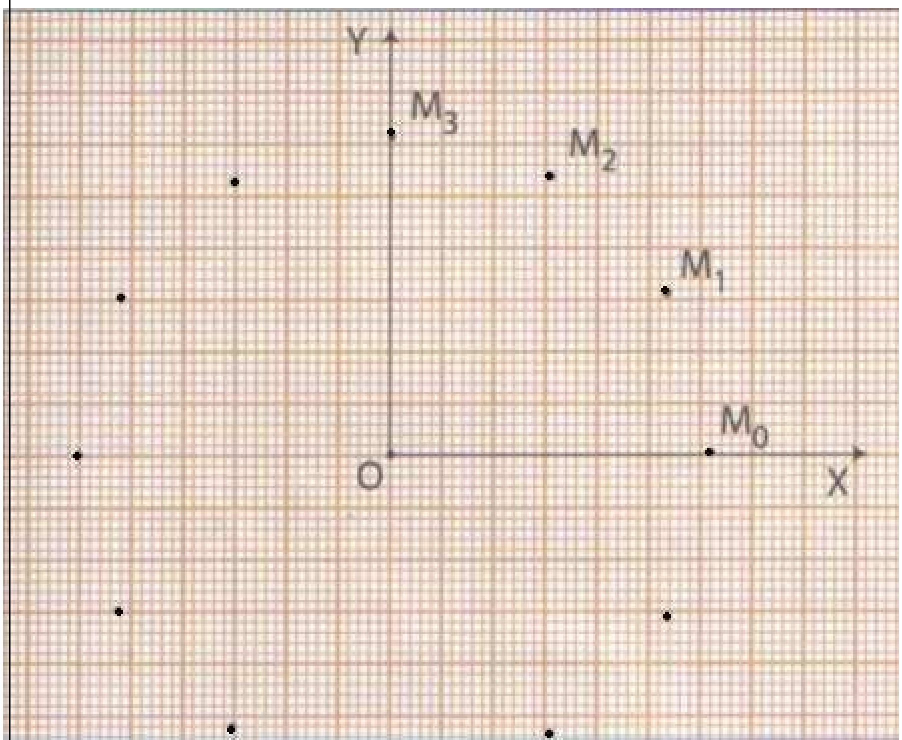
حيث t بالثانية و s(t) بالمتر (m) .

1 ـ ما طبيعة حركة الجسم الصلب ؟

2 ـ حدد قيمة الأفصول المنحني للنقطة M عند اللحظة t=0 .

3 ـ إذا علمت أن قطر المسار الدائري للنقطة M هو 30cm ، أوجد تعبير الأفصول الزاوي θ(t) للنقطة M بدلالة الزمن t .

تمرين 4



تمثل الوثيقة جانبه تسجيلا بالسلم الحقيقي ، لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت .

تفصل بين تسجيل موضعين متتاليين M_i و M_{i+1} مدة زمنية $\tau=40ms$.

1 ـ حدد سرعات M عند اللحظات M_2 و M_4 و M_6 ، ثم مثل متجهات السرعات في هذه النقط .

2 ـ ما طبيعة حركة النقطة M ؟

3 ـ حدد مبيانيا الشعاع R لمسار حركة M والسرعة الزاوية ω لهذه النقطة .

4 ـ أكتب المعادلة الزمنية s(t) باعتبار M_0 أصلا للأفاصيل المنحنية وتاريخ لحظة تسجيل M_2 أصلا للتواريخ .

تمرين 5

يدور قمران اصطناعيان S_1 و S_2 في نفس المنحنى حول الأرض ، على مدارين دائريين C_1 و C_2 ينتميان لنفس المستوى ولهما نفس المركز O الذي ينطبق مع مركزها .
نعتبر أن القمرين جسمان نقطيان ويدوران بسرعات زاوية ثابتة $\omega_1=9.10^{-4}rad/s$ و $\omega_2=8.10^{-4}rad/s$.
نختار أصل التواريخ اللحظة التي يكون فيها القمران محمولين من طرف نفس الشعاع للأرض .
1 ـ خلال أي مدة زمنية يون القمران من جديد جنبا إلى جنب ؟
2 ـ استنتج أن الظاهرة دورية وحدد دور الإلتقائات.

تمرين 6

آلة لقطع البلاط مجهزة بقرص من الماس قطره 18mm ، من بين المميزات التقنية المبينة من طرف الصانع نقرأ سرعة دوران القرص 2950tr/min .
1 ـ ما هي قيمة السرعة الزاوية للقرص المعبر عنها ب rad/s .
2 ـ احسب السرعة اللحظية لحبة من مسحوق الألماس المتواجدة في محيط القرص .
3 ـ بالنسبة لحبة تنفصل من محيط القرص ، عين المدة الزمنية اللازمة لكي تصل هذه الحبة لشخص يبعد عن القرص بمترين (2m) .
4 ـ علل المطالبة بحمل النظارات الواقية من طرف الأشخاص أو الذين يسشتغلون على مقربة منها .

تمرين 7 (لعبة الخيل الخشبية Le manége)

لعبة الخيل الخشبية عبارة عن خشبة على شكل قرص قابل للدوران حول محور ثابت يمر من مركزه ومثبت عليها عدد من الخيول الخشبية يمتطيها الأطفال .
شعاع القرص الخشبي R=5m . اختار حسن وأخته مريم حصانين يحتلان النقطتين M_1 توجد على مسافة $r_1=4,00m$ من مركز القرص و M_2 توجد على مسافة $r_2=2,50m$ من مركز القرص . نعتبر أن الخشبة في حركة دوران منتظم .
1 ـ نعلم أن الخشبة خلال مدة زمنية $\tau=64,2s$ أنجزت 12 دورة ، احسب سرعتها الزاوية ω معبرا عنها ب rad/s .
2 ـ نعتبر ℓ_1 طول قوس مسار النقطة M_1 والذي قطعته خلال المدة الزمنية τ' و ℓ_2 طول قوس النقطة M_2 خلال نفس المدة الزمنية .
أحسب ℓ_1 و ℓ_2 إذا علمت أن $\tau'=2mn30s$.
3 ـ أحسب السرعة الخطية لكل من الحصانين M_1 و M_2

تمرين 8 (السرعة الخطة والسرعة الزاوية للكواكب)

نقبل أن الكوكبين عطارد والمريخ كنقطتين ماديتين وحركتهما في الجسم المرجعي النجمي (نعتبر أصله مركز الشمس ومحاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا وثابتة . ويسمى كذلو بالجسم المرجعي لكوبرنيك) حركة دائرية ومنتظمة .
نعطي : المسافة بين عطارد والشمس $D_1=58\times10^6\,km$
المسافة بين المريخ والسمش $D_2=778\times10^6\,km$
المدة الزمنية لدورة كاملة لعطارد حول الشمس $T_1=88J$
المدة الزمنية لدورة كاملة للمريخ حول الشمس $T_2=4332J$
1 ـ أحسب السرعة الخطية لكل من الكوكبين في الجسم المرجعي النجمي .
2 ـ أحسب السرعة الزاوية للكوكبين في نفس المرجع .
3 ـ خلال سنة ، أحسب α_1 و α_2 زاويتي الدوران للكوبين .

R

تصحيح تمارين السلسلة 1
حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت

تمرين 1

1 ـ نطبق العلاقة :

$$\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\Rightarrow\omega=\frac{0,3}{0,1}=3rad/s$$

نستنتج دور الحركة : $T=\frac{2\pi}{\omega}\Rightarrow T=2,09s$

تردد الحركة : $N=\frac{1}{T}\Rightarrow N=0,47Hz$

2 ـ السرعة الزاوية للعجلة ب tr/min :

$$v=R.\omega\Rightarrow\omega=\frac{v}{R}\Rightarrow\omega=83,3rad/s$$

$$\omega=2\pi N\Rightarrow N=\frac{\omega}{2\pi}=13,26tr/s=795,77tr/\min$$

قيمة تردد دوران العجلة هي :

يساوي التردد دائما قيمة السرعة الزاوية المعبر عنها بالوحدة tr/s وبالتالي :

N=13,2Hz

تمرين 2

الأجوبة :

1 ـ السرعة الزاوية للدوار : $\omega=157rad/s$

2 ـ قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار : $v_M=172,7m/s$

تمرين 3

الأجوبة :

1 ـ طبعة حركة الجسم الصلب :

الجسم الصلب في حركة دوران حول محور ثابت

المعادلة الزمنية لنقطة M هي دالة خطية

إذن نستنتج أن الجسم في حركة دوران منتظم .

2 ـ قيمة الأفصول المنحنى للنقطة M عند اللحظة t=0 :

$v=0,70m/s$ و $s_0=0,03m$

3 ـ تعبير الأفصول الزاوي $\theta(t)$

نعلم أن $\theta(t)=\omega t+\theta_0$ بحيث أن $\theta_0=\frac{s_0}{r}=0,20rad$ و $\omega=\frac{v}{r}=4,67rad/s$

وبالتالي فالمعادلة هي : $\theta(t)=4,67t+0,20$

تمرين 5

1 ـ خلال أي مدة يدور القمران من جديد جنبا إلى جنب :

نعتبر اللحظة $t_0=0$ لحظة انطلاق القمران وهما محمولين من طرف نفس الشعاع واللحظة t اللحظة التي سيلتقبان فيها

نعتبر أنه بالنسبة للقمر S_1 معادلته الزمنية هي :

R

$$\theta_1(t)=\omega_1 t+\theta_{01} \qquad \theta_{01}=0$$
$$\theta_1(t)=\omega_1 t$$

وبالنسبة للقمر S2 معادلته الزمنية هي :

$$\theta_2(t)=\omega_2 t+\theta_{02} \qquad \theta_{02}=0$$
$$\theta_2(t)=\omega_2 t$$

خلال الإلتقاء تكون $\theta_1(t)=\theta_2(t)+2k\pi \quad k\in N$

أي أن :

$$\omega_1 t=\omega_2 t+2k\pi \quad k\in N$$
$$t(\omega_1-\omega_2)=2k\pi \quad k\in N$$
$$t_k=\frac{2k\pi}{\omega_1-\omega_2} \quad k\in N$$

عند التقائهما أول مرة نأخذ k=1

$$t_1=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}=62800s$$

2 ـ نستنتج أن هذه الظاهرة دورية : حسب العلاقة $k\in N \quad t_k=\frac{2k\pi}{\omega_1-\omega_2}=k.t_1$ فهي تبين أن

هذه الحركة دورية دورها هو $T=t_0-t_1=\frac{2\pi}{\omega_1-\omega_2}\Rightarrow T=62800s=17h26\min 40s$

تمرين 7

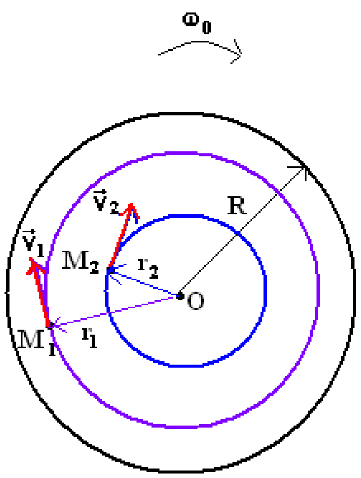
في حركة دوران منتظم أي أن السرعة الزاوية ثابتة وتساوي ω_0.

1 ـ حساب السرعة الزاوية ω_0

المعادلة الزمنية لحركة دوران منتظم : $\Delta\theta=\omega_0\tau\Rightarrow\omega_0=\frac{\Delta\theta}{\tau}$

تطبيق عددي : $\omega_0=1,17rad/s$

2 ـ حساب ℓ_1 و ℓ_2



خلال المدة الزمنية τ' أنجزت كل نقطة طول القوس $\ell_1=v_1\tau'$ و $\ell_2=v_2\tau'$ بحيث v_1 و v_2 السرعة الخطية لكل من النقطة M_1 و M_2 . وبما أن جميع النقط تدور بنفس السرعة الزاوية لدينا كذلك $v_1=r_1\omega_0$ و $v_2=r_2\omega_0$ وبالتالي :

$\ell_1=\omega_0 r_1\tau'$ و $\ell_2=\omega_0 r_2\tau'$

$\ell_1=702m$ و $\ell_2=439m$

3 ـ السرعة الخطية لكل من الحصانين :

$v_1=r_1\omega_0$ أي أن $v_1=4,68m/s$

$v_2=r_2\omega_0$ أي أن $v_2=2,93m/s$

R

تمرين 8

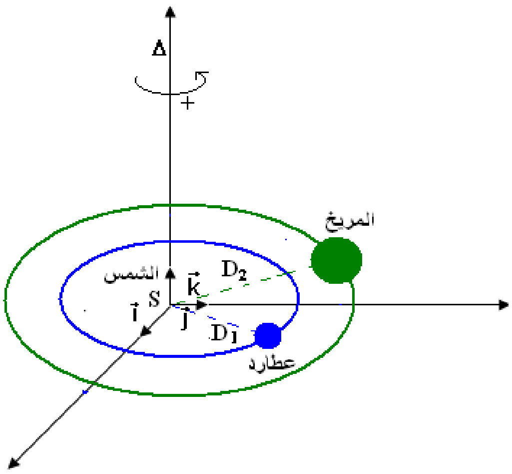
في الجسم المرجعي النجمي $\mathcal{R}\left(S,\vec{i},\vec{j},\vec{k}\right)$ مركزه الشمس. خلال المدة الزمنية $\Delta t_i = T_i$
يقطع الكوكب (i) بحيث أن (المريخ،عطارد $= i$) محيط المسار الدائري $s = 2\pi D_i$ وبما أن
حركة الكوكب i حركة دورانية منتظمة فإن $s = 2\pi D_i = v_i \Delta t_i \Rightarrow v_i = \dfrac{2\pi D_i}{\Delta t_i}$

v_i السرعة الخطية للكوكب i .

بالنسبة لعطارد : $v_1 = 47,9.10^3 m/s$

بالنسبة للمريخ : $v_2 = 13,1.10^3 m/s$

2 ــ السرعة الزاوية لكل كوكب i :



نعلم أن $v_i = \omega_i D_i$ وبالتالي $\omega_i = \dfrac{v_i}{D_i}$ أو ممكن أن

نستعمل تعبير الدور $T_i = \dfrac{2\pi}{\omega_i}$ لكل كوكب وبالتالي

$$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i}$$

بالنسبة لعطارد : $\omega_1 = 8,26.10^{-7} rad/s$

بالنسبة للمريخ : $\omega_2 = 1,68.10^{-8} rad/s$

3 ــ حساب الزاوية α_i زاوية الدوران الكوكب i خلال

$\Delta t = 365J = 365 \times 24 \times 3600 = 31536.10^3 s$

لدينا $\alpha_i = \omega_i \Delta t$

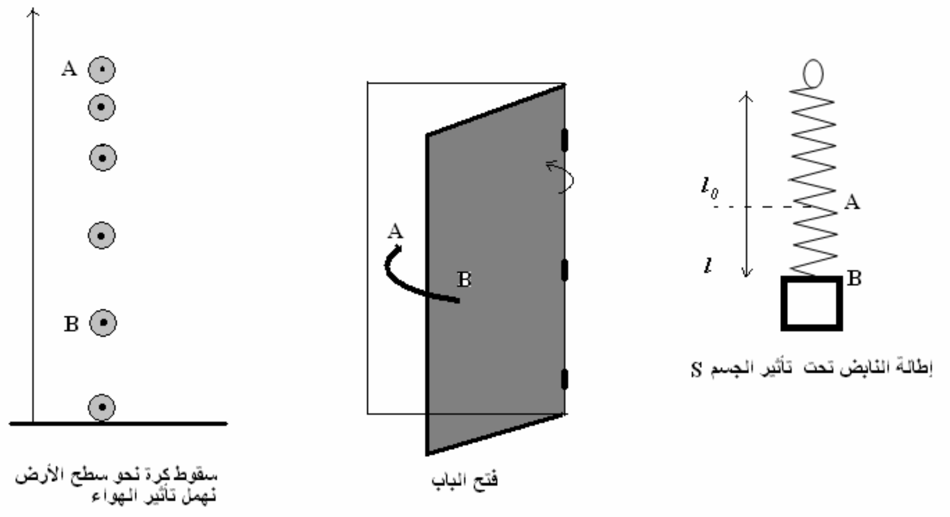
بالنسبة لعطارد : $\alpha_1 = 26,1 rad = 4,15°[360°]$

بالنسبة للمريخ : $\alpha_2 = 0,530 rad = 30,4°$

الشغل والقدرة (الأنشطة التجريبية)
السنة الأولى علوم رياضية

النشاط 1

1 ــ بناء على مفهوم التأثيرات الميكانيكية



أ ــ أعط تفسير للأمثلة التالية :

ــ سقوط جسم .

ــ فتح الباب

ــ إطالة نابض تحت تأثير كتلة معلمة .

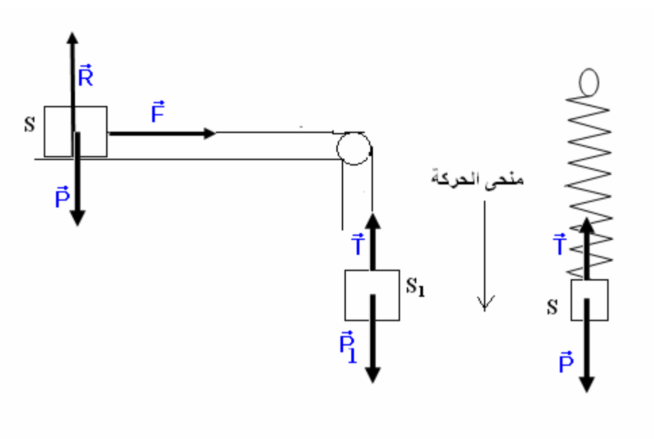
ب ــ أقرن كل تأثير ميكانيكي بمتجهة مقيدة بنقطة تأثيرها . ما هي ملاحظاتك بالنسبة لنقطة التأثير ؟

2 ــ حدد في التبيانة التالية التأثير الميكانيكي المقرون بقوة ثابتة .

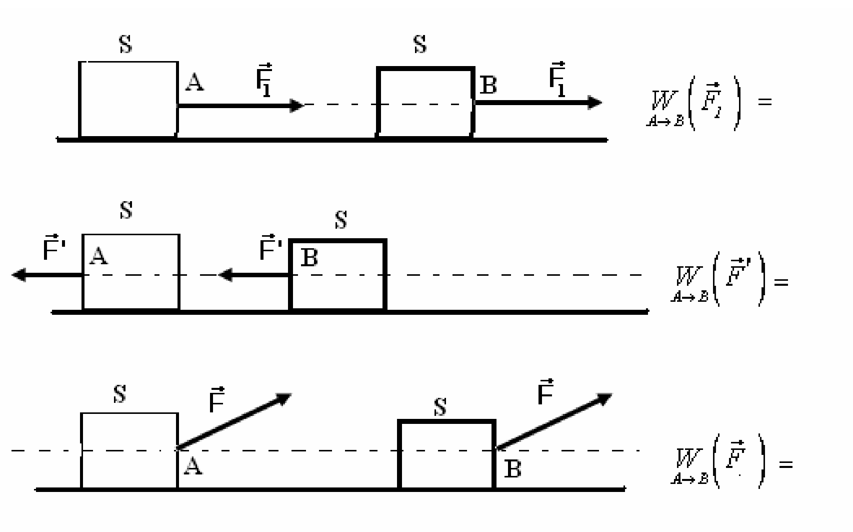
3 ــ حدد في الحالات التالية طبيعة حركة الجسم هل في إزاحة أم في دوران . هل إزاحة مستقيمية أم إزاحة منحنية ؟

حركة الأرض حول الشمس ــ حركة قطار على طول السكة الحديدية ـ

حركة السيارة على منعطف ــ حركة مرود مرتبط بمحرك ـ يتكون المصعد من مقصورة مرتبطة بكتلة وارنة بواسطة حبل حديدي يمر بمجرى بكرة عند صعود المصعد حدد طبيعة حركة المصعد والبكرة .



النشاط 2



1 ــ حدد على التبيانات التالية متجهة الإنتقال $\overrightarrow{AB}$ وكذلك الزاوية بين $\overrightarrow{AB}$ والقوة $\vec{F}$

2 ــ في الحالات الثلاث تنتقل نقطة التأثير القوة المطبقة على الجسم (S) فتزيحها من النقطة A إلى النقطة B نقول أن $\vec{F}$ أنجزت شغلا نرمزله ب $W_{A\to B}(\vec{F})$ أستنتج تعبير شغل القوة $\vec{F}$ في كل حالة .

النشاط 3ــ شغل وزن الجسم

نطلق جسما شكله كروي وفولاذي S كتلته 200g من النقطة تبعد عن مستوى الأرض بارتفاع h=1m ، و بدون سرعة بدئية . نأخذ $g=10m/s^2$

1 ــ اجرد القوى المطبقة على الجسم S . متى نقول أن الجسم في حالة سقوط حر ؟

2 ــ بين أن تعبير شغل وزن الجسم هو كالتالي: $W_{G_1\to G_2}(\vec{P}) = -mg(z_2 - z_1)$ نأخذ أصل المعلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بمستوى الأرض

3 ــ نغير الجسم S بورقة مساحتها $25cm^2$ وكتلتها 0,5g ، ونطلقها بدون سرعة بدئية من نقطة تبعد عن مستوى الأرض بارتفاع h=1m

3 ــ 1 هل يمكن اعتبار أن الورقة في حالة سقوط حر ؟

3 ــ 2 بين أن تعبير شغل وزن الجسم هو $W_{G_1\to G_2}(\vec{P}) = -mg(z_2 - z_1)$

4 ــ ما هو استنتاجك ؟

النشاط 4 ــ شغل قوى الاحتكاك

نجر جسما S فوق سطح مائل بزاوية α=30° بالنسبة للمستوى الأفقي بواسطة خيط كتلته مهملة و غير قابل الامتداد يكون زاوية $\beta = 10°$ مع مستوى السطح المائل. كتلة الجسم m=2kg .

1 ــ نعتبر أن الاحتكاكات مهملة أحسب شغل القوى المطبقة على الجسم عند انتقاله بمسافة AB . نعتبر أن حركة S حركة إزاحة مستقيمية منتظمة .

2 ــ نعتبر أن السطح المائل خشن . بين أن شغل قوة الاحتكاك $\vec{f}$ خلال الانتقال من A إلى B هو كالتالي :

$$W_{A\to B}(\vec{f}) = -f.AB$$

3 ــ نعتبر في هذه الحالة أن السطح المائل خشن وأن حركة S حركة إزاحة منحنية . بين أن شغل قوى الاحتكاك $\vec{f}$ خلال الانتقال من A إلى B هو كالتالي : $W_{A\to B}(\vec{f}) = -f.\ell$ بحيث أن ℓ طول المسار بين النقطتين A و B .

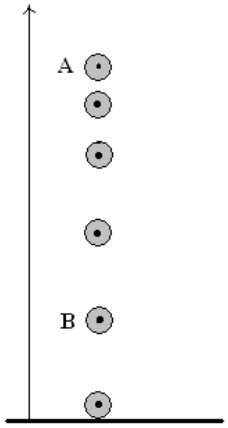
ما هو استنتاجك عندما يكون الجسم في إزاحة مستقيمية وعندما يكون في إزاحة منحنية ؟

الشغل و القدرة
Travail et puissance

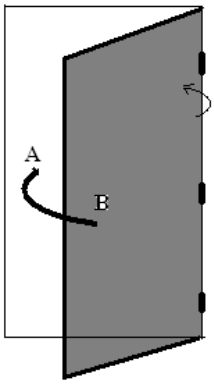
I ـ مفعول بعض التأثيرات الميكانيكية على جسم صلب خاضع لقوى نقط تأثيرها تنتقل (تذكير)

النشاط 1

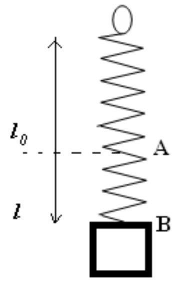
1 ـ بناء على مفهوم التأثيرات الميكانيكية



سقوط كرة نحو سطح الأرض نهمل تأثير الهواء



فتح الباب



إطالة النابض تحت تأثير الجسم S

أ ـ أعط تفسير للأمثلة التالية :

ـــ سقوط جسم .

ـــ فتح الباب

ـ إطالة نابض تحت تأثير كتلة معلمة .

ب ـ أقرن كل تأثير ميكانيكي بمتجهة مقيدة بنقطة تأثيرها . ما هي ملاحظاتك بالنسبة لنقطة التأثير ؟

خلاصة

للقوة عدة مفاعيل ميكانيكية على جسم صلب و التي لها نقط التأثير تنتقل .

مثلا بعض أنواع هذه المفاعيل :

ـ تحريك جسم صلب (حركة السيارة على الطريق بفعل تأثير القوة المطبقة من طرف المحرك أو سقوط الأجسام بفعل تأثير وزنها)

ـ إحداث دوران جسم صلب (عندما ندير مقود الدراجة نطبق مزدوجة قوتين يمكنهما إدارة الدراجة)

ـ تشويه جسم صلب (عندما يطبق جسم قوة على نابض أو توتر النابض)

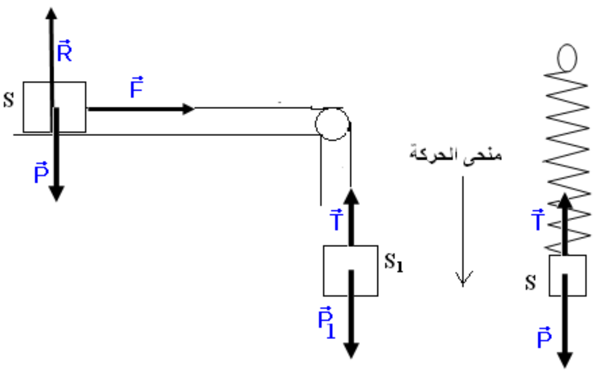
I ـ شغل وقدرة قوى مطبقة على جسم صلب في حركة إزاحة.

تذكير

2 ـ حدد في التبيانة التالية التأثير الميكانيكي المقرون بقوة ثابتة .

3 ـ حدد في الحالات التالية طبيعة حركة الجسم هل في إزاحة أم في دوران . هل إزاحة مستقيمية أم إزاحة منحنية ؟

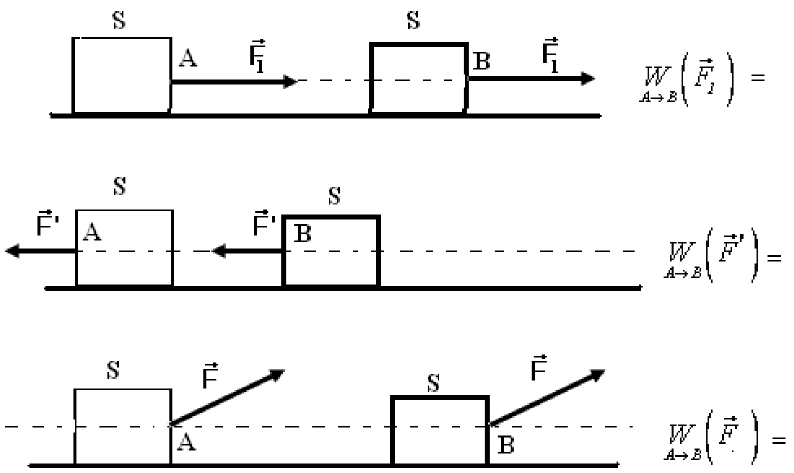
حركة الأرض حول الشمس ـ حركة قطار على طول السكة الحديدية ـ حركة السيارة على منعطف ـ حركة مرود مرتبط بمحرك ـ يتكون المصعد من مقصورة مرتبطة بكتلة وازنة بواسطة حبل حديدي يمر بمجرى بكرة عند صعود المصعد حدد طبيعة حركة المصعد والبكرة .



*مفهوم القوة الثابتة: $\vec{F}$ قوة ثابتة عندما تحافظ على مميزاتها خلال الحركة . أمثلة: وزن الجسم
* حركة إزاحة جسم صلب: نقول أن الجسم S في حركة إزاحة إذا حافظ على نفس التوجيه في الفضاء وجميع نقطه تتحرك بنفس السرعة اللحظية.
الإزاحة المستقيمية : مسار كل نقطة من نقط الجسم مستقيمي .
الإزاحة المنحنية: مسار كل نقطة من نقط الجسم منحني .

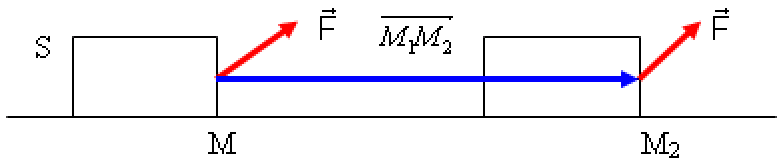
1 – شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة مستقيمية

النشاط 2



1 – حدد على التبيانات التالية متجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$ وكذلك الزاوية بين $\overrightarrow{AB}$ والقوة $\vec{F}$

2 – في الحالات الثلاث تنتقل نقطة التأثير القوة المطبقة على الجسم (S) فتزيحها من النقطة A إلى النقطة B نقول أن $\vec{F}$ أنجزت شغلا نرمز له ب $W_{A\to B}(\vec{F})$ أستنتج تعبير شغل القوة $\vec{F}$ في كل حالة .



نعتبر النقطة M من الجسم S ، تخضع لقوة ثابتة $(M,\vec{F})$.
عند انتقالها من الموضع M_1 إلى الموضع M_2 في حركة مستقيمية نقول أن القوة $\vec{F}$ تنجز شغلا نرمز له ب:

$$W(M,\vec{F})_{M_1\to M_2} = \vec{F}.\ \overrightarrow{M_1M_2}$$
$$= Fl\cos\alpha$$
$$\alpha = (\vec{F},\overrightarrow{M_1M_2})$$

$\overrightarrow{M_1M_2}$ متجهة الانتقال و $l=M_1M_2$

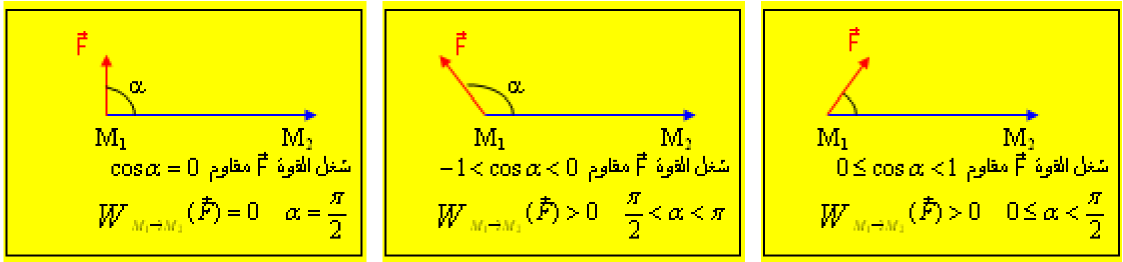
يمكن كذلك التعبير عن شغل قوة بواسطة إحداثيتي متجهة القوة $\vec{F}$ ومتجهة الانتقال $\overrightarrow{M_1M_2}$ في معلم ديكارتي $(O,\vec{i},\vec{j})$

$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$ و $\overrightarrow{M_1M_2} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j}$ أي أن

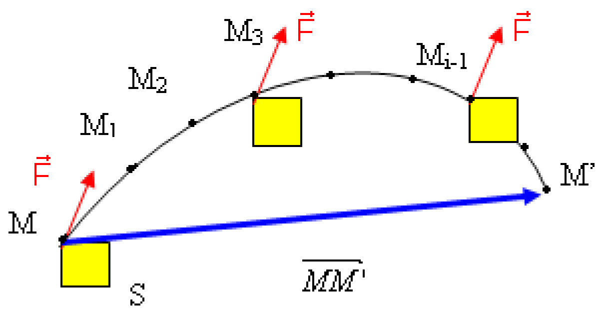
$$W_{M_1\to M_2}(\vec{F}) = F_x(x_2 - x_1) + F_y(y_2 - y_1)$$

* **وحدة الشغل** . وحدة الشغل في النظام العالمي للوحدات : الجول Joule
تعريف بالجول : الجول هو الشغل الذي تبدله قوة ثابتة شدتها 1N عند انتقال نقطة تأثيرها بمتر وفق اتجاهها .

* **الشغل المحرك والشغل المقاوم**



2 – شغل قوة ثابتة موضوعة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية .



نعتبر نقطة M من جسم صلب S كنقطة تأثير قوة F⃗ ثابتة
الجسم S في إزاحة منحنية. مسار النقطة M منحنيا.
ما هو تعبير شغل القوة F⃗ في هذه الحالة ؟
* نقسم المسار إلى أجزاء لا متناهية في الصغر .

$$\overrightarrow{MM_1},\ \overrightarrow{M_1M_2},\ \overrightarrow{M_2M_3}\,.......\overrightarrow{M_{i-1}M'}$$

يمكن اعتبار هذه الأجزاء مستقيمية. بما هي لامتناهية في الصغر يمكن تعريف متجهة الانتقال الجزئي ب

$\vec{\delta l}=\overrightarrow{MM_1}$ بحيث أن $\vec{\delta l}=\overrightarrow{MM_1}$

ونعبر عن الشغل الجزئي الذي تنجزه القوة F⃗ خلال الانتقال الجزئي بالعلاقة التالية : $\delta W=\vec F.\vec{\delta l}$

وبما أن القوة (A,F⃗) ثابتة ، فإن الشغل الذي تنجزه عند انتقال الجسم من M نحو M' هو مجموع الأشغال الجزئية بين هاتين النقطتين .

$$W\left(\vec F\right)_{M\to M'}=\vec F.\vec{\delta\ell}_1+\vec F\vec{\delta\ell}_2+....+\vec F.\vec{\delta\ell}'$$

وبالتالي : $\sum\vec{\delta\ell}_i=\overrightarrow{MM'}$ ونعلم أن $W\left(\vec F\right)_{M\to M'}=\vec F.\sum\vec{\delta\ell}_i$

$$W\left(\vec F\right)_{M\to M'}=\vec F.\overrightarrow{MM'}$$

يساوي شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة منحنية الجداء السلمي لمتجهة القوة ومتجهة انتقال نقطة تأثيرها

3 – تطبيق : شغل وزن الجسم

نطلق جسما شكله كروي وفولاذي S كتلته 200g من النقطة تبعد عن مستوى الأرض بارتفاع h=1m ، و بدون سرعة بدئية . نأخذ $g=10m/s^2$

1 – اجرد القوى المطبقة على الجسم S . متى نقول أن الجسم في حالة سقوط حر ؟

2 – بين أن تعبير شغل وزن الجسم هو كالتالي: $W_{G_1\to G_2}(\vec P)=-mg(z_2-z_1)$ نأخذ أصل المعلم (O,k⃗) مرتبط بمستوى الأرض

3 – نغير الجسم S بورقة مساحتها $25cm^2$ وكتلتها 0,5g ، ونطلقها بدون سرعة بدئية من نقطة تبعد عن مستوى الأرض بارتفاع h=1m

3 – 1 هل يمكن اعتبار أن الورقة في حالة سقوط حر ؟

3 – 2 بين أن تعبير شغل وزن الجسم هو $W_{G_1\to G_2}(\vec P)=-mg(z_2-z_1)$

4 – ما هو استنتاجك ؟

خلاصة :

لا يرتبط شغل وزن الجسم إلا بالأنسوب z_2 الموضع ألبدئي ، وبالأنسوب z_1 الموضع النهائي لمركز قصور الجسم ، أي لا يتعلق بالمسار المتبع

R

II ـ شغل مجموعة من القوى في حالة إزاحة مستقيمية

نعتبر جسما صلبا S في إزاحة مستقيمية ، يوجد تحت تاثير مجموعة من القوى ثابتة $\vec{F}_1,\vec{F}_2,.......\vec{F}_n$ حيث تنجز شغلا من A إلى B

$$W_{A\to B}(\vec{F}_1,\vec{F}_2,.......\vec{F}_n)=\vec{F}_1.\overrightarrow{AB}+\vec{F}_2.\overrightarrow{AB}+.......+\vec{F}_n.\overrightarrow{AB}$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}_1,....\vec{F}_n)=\overrightarrow{AB}.\sum_{i=1}^{i=n}\vec{F}_i$$

$$W_{A\to B}=\vec{F}.\overrightarrow{AB}$$

$\vec{F}$ هي مجموع متجهات القوى المطبقة على الجسم S .

تطبيق : شغل قوى الاحتكاك

نجر جسما S فوق سطح مائل بزاوية α=30° بالنسبة للمستوى الأفقي بواسطة خيط كتلته مهملة وغير قابل الامتداد يكون زاوية $\beta=10°$ مع مستوى السطح المائل. كتلة الجسم m=2kg .

1 ـ نعتبر أن الاحتكاكات مهملة أحسب شغل القوى المطبقة على الجسم عند انتقاله بمسافة AB . نعتبر أن حركة S حركة إزاحة مستقيمية منتظمة .

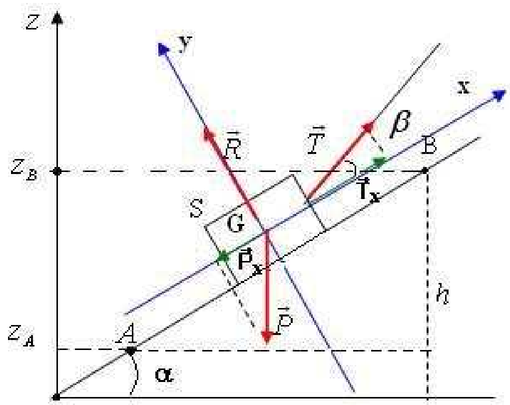
2 ـ نعتبر أن السطح المائل خشن . بين أن شغل قوة الاحتكاك $\vec{f}$ خلال الانتقال من A إلى B هو كالتالي : $W_{A\to B}(\vec{f})=-f.AB$

3 ـ نعتبر في هذه الحالة أن السطح المائل خشن وأن حركة S حركة إزاحة منحنية . بين أن شغل قوى الاحتكاك $\vec{f}$ خلال الانتقال من A إلى B هو كالتالي : $W_{A\to B}(\vec{f})=-f.\ell$ بحيث أن ℓ طول المسار بين النقطتين A و B .

ما هو استنتاجك عندما يكون الجسم في إزاحة مستقيمية وعندما يكون في إزاحة منحنية ؟

1 ـ القوى المطبقة على الجسم S :

$$\vec{P},\vec{R},\vec{T}$$



نعتبر أن الجسم انتقل من A إلى B بحيث أن $AB=\ell=1m$

نعتبر أن $\vec{F}=\vec{P}+\vec{R}+\vec{T}$ أي أن شغل القوى المطبقة على S هي :

$$W_{A\to B}(\vec{F})=W_{A\to B}(\vec{T})+W_{A\to B}(\vec{R})+W_{A\to B}(\vec{P})$$

$$=\vec{T}.\overrightarrow{AB}+\vec{R}.\overrightarrow{AB}+\vec{P}.\overrightarrow{AB}$$

بما أن $\vec{R}$ عمودية على متجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$ فشغلها منعدم $\vec{R}.\overrightarrow{AB}=0$

بالنسبة لشغل وزن الجسم فهو مقاوم :

$$W_{A\to B}(\vec{P})=-mg(z_B-z_A)=-mgAB\sin\alpha$$

كذلك بالنسبة لتوتر الخيط : $W_{A\to B}(\vec{T})=T.\ell\cos\beta$

وبالتالي :

$$W_{A\to B}(\vec{F})=T.\ell\cos\beta-mgh$$

حساب توتر الخيط :

بما أن حركة الجسم حركة منتظمة أي أن السرعة ثابتة نطبق مبدأ القصور

$$\sum\vec{F}_i=\vec{O}\Leftrightarrow\vec{R}+\vec{P}+\vec{T}=\vec{0}$$

نستعمل الطريقة المبيانية : نختار نظمة محورين أصلهما مركز الجسم S ونسقط العلاقة عليهما :

على المحور Ox

$$-mg\sin\alpha+T\cos\beta=0\Rightarrow T\cos\beta=mg\sin\alpha$$

أي أن

$$W_{A\to B}(\vec{F})=T.AB\cos\beta-mgAB\sin\alpha=0$$

R

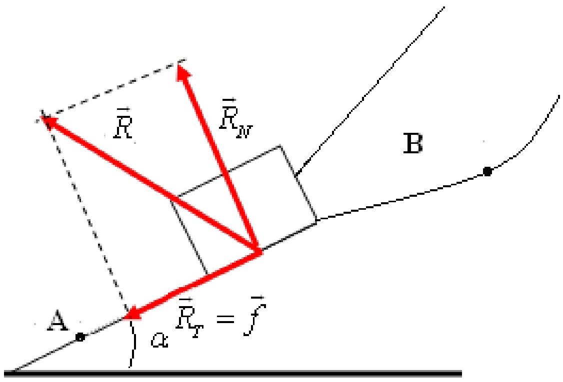
وبالتالي :

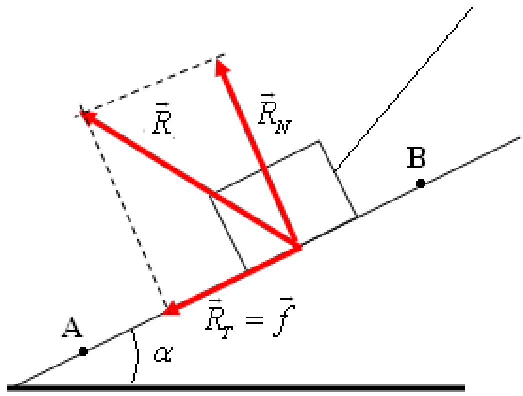
$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right)=0$$

2 ـ عندما يكون السطح خشن فمتجهة القوة $\vec{R}$ غير عمودية على السطح فهي مائلة بحيث أن مركبتها على السطح المائل هي قوة الاحتكاك $\vec{f}$ منحاها يعاكس منحى الحركة وتسمى بالمركبة الأفقية للقوة $\vec{R}$ أما المركبة المنظمية $\vec{R}_N$ فهي عمودية على السطح المائل .

عند الانتقال الجزئي $\delta\vec{\ell}$ على السطح المائل للجسم الصلب في إزاحة يكون شغل القوة $\vec{R}$ هو الشغل الجزئي $\delta W=\vec{R}.\delta\vec{\ell}$

بحيث أن $\vec{R}=\vec{R}_N+\vec{f}$ وبالتالي





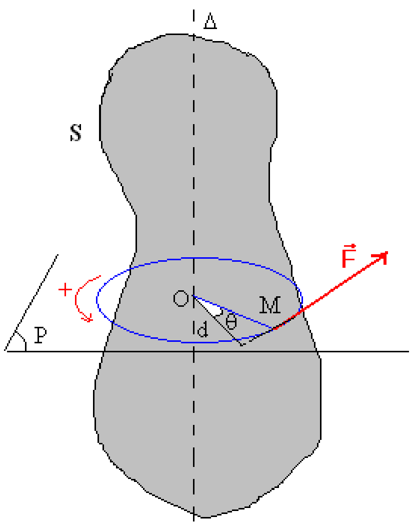
$$\delta W=\left(\vec{R}_N+\vec{f}\right).\delta\vec{\ell}$$
$$=\vec{R}_N.\delta\vec{\ell}+\vec{f}.\delta\vec{\ell}$$

بما أن $\vec{R}_N$ عمودية على متجهة الانتقال فشغلها منعدم وبالتالي $\delta W=\vec{f}.\delta\vec{\ell}=-f.\delta\ell$ لهما منحيان متعاكسان

عند انتقال الجسم من A إلى B الشغل الكلي خلال هذا الانتقال هو :

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right)=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{f}\right)=\sum_{A}^{B}\delta W_i$$
$$=-\sum_{A}^{B}f.\delta\ell=-f\sum_{A}^{B}\delta\ell$$

و $\sum_{A}^{B}\delta\ell=\ell$ وهو طول المسار



في حالة حركة إزاحة مستقيمية : $\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right)=-f.\ell=-f.AB$

في حالة حركة إزاحة منحنية $\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right)=-f.\ell$ بحيث ℓ طول المسار بين A و B .

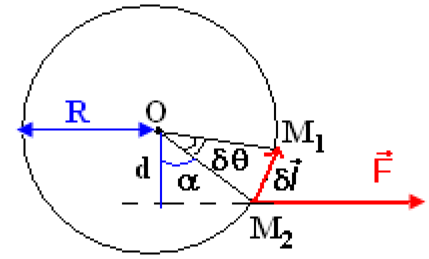
III ـ شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت

1 ـ تذكير بعزم قوة بالنسبة لمحور دوران ثابت

صيغة عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور الدوران $\left(\Delta\right)$ متعامد مع خط تأثيرها هي :

$$\mathcal{M}_{\Delta}\left(\vec{F}\right)=\pm F.d$$

F : شدة القوة



d : المسافة الفاصلة بين خط تأثيرها والمحور (Δ).

يتم اختيار منحى اعتباطيا موجبا للدوران .

2 ـ الشغل الجزئي

عندما يدور الجسم بزاوية صغيرة $\delta\theta$ ، تقطع نقطة تأثير القوة $\vec{F}$ قوسا صغيرا $\overset{\frown}{M_1M_2}$

يمكن اعتباره مستقيميا ونعبر عنه بالمتجهة $\delta\vec{\ell}$.

باعتبار أن متجهة القوة $\vec{F}$ تقريبا ثابتة نعبر عن الشغل الجزئي δW بالعلاقة التالية :

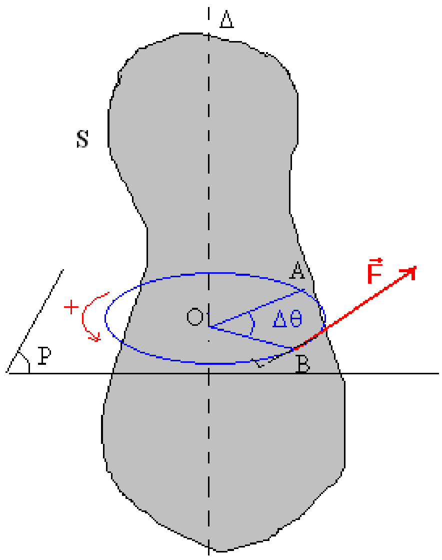
$$\delta W = \vec{F}.\delta\vec{\ell}$$

$\delta W = F.\delta\ell.\cos\alpha$ بما أن حركة النقطة M دائرية فإن $\delta\ell = R\delta\theta$ وبالتالي

$$\delta W = F.R.\cos\alpha.\delta\theta$$

وحسب الشكل لدينا $d = R\cos\theta$ وكذلك $\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}) = F.d$ أي أن

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}).\delta\theta$$



3 ـ شغل قوة ذات عزم ثابت

عند دوران الجسم الصلب بزاوية معينة $\Delta\theta$ ، يكون الشغل الذي تنجزه القوة $\vec{F}$ ذات العزم الثابت بالنسبة لمحور الدوران ، مساويا لمجموع الأشغال الجزئية : $W(\vec{F}) = \sum\delta W$ أي

أن : $W(\vec{F}) = \sum\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}).\delta\theta$ وبما أن العزم ثابت $W(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F})\sum\delta\theta$

ولدينا $\sum\delta\theta = \Delta\theta$ وبالتالي فإن :

$$W(\vec{F}) = \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}).\Delta\theta$$

وحدة الشغل دائما هي الجول ويمكن كذلك أن يكون الشغل محرك أو مقاوم حسب إشارتي العزم وزاوية الدوران .

VI ـ شغل مزدوجة عزمها ثابت

1 ـ تذكير بعزم مزدوجة قوتين بالنسبة لمحور الدوران

$$\mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_1,\vec{F}_2) = \pm F.d$$

F الشدة المشتركة للقوتين $F_1 = F_2 = F$

d المسافة الفاصلة بين خطي تأثيرهما

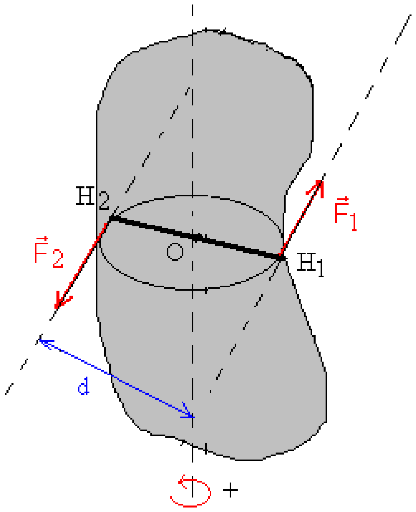
تعريف عام بالمزدوجة :

المزدوجة مجموعة قوى مستوائية بحيث :

ـ يكون مجموع متجهاتها منعدما ؛

ـ يميزها عزم ثابت بالنسبة لأي محور دوران عمودي على مستواها .

مثال : مزدوجة محرك ، مزدوجة الكبح ، الخ .....



2 ـ شغل مزدوجة ذات عزم ثابت .

الشغل الجزئي للمزدوجة بالنسبة لدوران جزئي بزاوية صغيرة $\delta\theta$ للجسم S هو :

$$\delta W = \mathcal{M}_{\Delta}.\delta\theta$$

بالنسبة لدوران معين بزاوية $\Delta\theta$ لجسم صلب حول محور الدوران (Δ) يكون شغل المزدوجة هو مجموع الأشغال الجزئية :

$W = \sum\delta W_i$ وفي الحالة التي يكون فيها عزم المزدوجة ثابتا تصبح صيغة الشغل هي :

$$W = \mathcal{M}_{\Delta}.\Delta\theta$$

V ـ قدرة قوة

القدرة هي مقدار فيزيائي يربط بين الشغل والمدة الزمنية المستغرقة لإنجازه.

1 ـ القدرة المتوسطة

R

نعرف القدرة المتوسطة بالعلاقة التالية : $P_m(\vec{F}) = \dfrac{W(\vec{F})}{\Delta t}$

وحدة القدرة في النظام العالمي للوحدات هي الواط ورمزها W .

تعريف بالواط : الواط هو القدرة المبذولة عند انجاز شغل قيمته 1J خلال ثانية .

2 ـ القدرة اللحظية لقوة مطبقة على جسم صلب في إزاحة .

نعبر عن القدرة اللحظية بالعلاقة التالية: $P_t(\vec{F}) = \dfrac{\delta W(\vec{F})}{\delta t}$ بحيث أن δt المدة الزمنية القصير جدا لإنجاز هذا الشغل .

نعلم أن $\delta W = \vec{F}.\vec{\delta l}$ إذن $P_t(\vec{F}) = \dfrac{\vec{F}.\vec{\delta l}}{\delta t} = \vec{F}.\dfrac{\vec{\delta l}}{\delta t} = \vec{F}.\vec{v}$ بحيث $\vec{v}$ هي السرعة اللحظية لنقطة تأثير القوة $\vec{F}$.

ملحوظة: القدرة مقدار جبري مثله مثل الشغل يمكن أ، القدرة محركة أو مقاومة أو منعدمة .

3 ـ وحدات أخرى للقدرة .

* الجول في الثانية . من الصيغة السابقة للقدرة $P_t(\vec{F}) = \dfrac{\delta W(\vec{F})}{\delta t}$ يمكن أن نعبر عن وحدة القدرة ب Js^{-1}

* 1W=1J/s

* مضاعفات الواط : kW ، MW ، GW

* الحصان ـ البخاري (ch)

1ch=736W

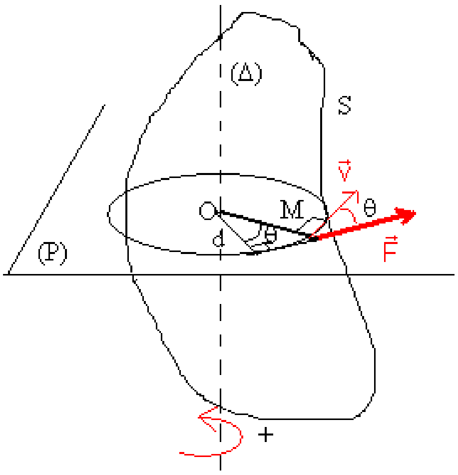
4 ـ شغل قوة قدرتها ثابتة .

نعبر عن الشغل الجزئي لقوة قدرتها ثابتة بالعلاقة التالية : $\delta W = P.\delta t$

ويكون الشغل الكلي خلال مدة زمنية Δt مجموع الأشغال الجزئية :

$$W(\vec{F}) = \sum \delta W = \sum P\delta t$$
$$W(\vec{F}) = P\sum \delta t$$
$$W(\vec{F}) = P.\Delta t$$

5 ـ القدرة اللحظية لقوة ذات عزم ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت .



نعتبر جسما صلبا في دوران حول محور ثابت بسرعة زاوية ω تحت تأثير قوة $\vec{F}$ متعامدة مع محور الدوران .

تتحرك النقطة M وفق مسار دائري مركزه O وشعاعه OM .

القدرة اللحظية للقوة $\vec{F}$ هي : $\mathcal{P} = \vec{F}.\vec{v} = F.v.\cos\alpha$ وبما أن $v = OM.\omega$ فإن $\mathcal{P} = F.OM.\cos\theta.\omega$ وحسب الشكل جانبه لدينا $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F.OM.\cos\theta$ وبالتالي :

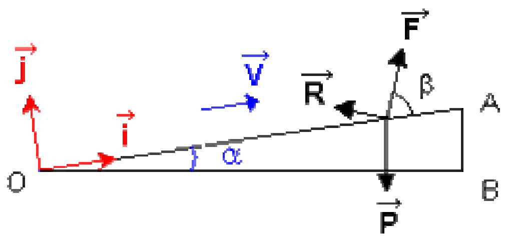
$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}).\omega$$

تـــــمـاريـــــن (الأولى علوم تجريبية ورياضية)

السلسلة 2 الفيزياء . 2006 . 2007

الشغل والقدرة

التمرين 1



نستعمل محركا لجر جسم (s) ، كتلته 80kg ، بسرعة ثابتة فوق سطح مائل بزاوية $\alpha=20°$ ، بواسطة حبل يكون زاوية $\beta=60°$ مع السطح المائل . عند اشتغال المحرك تكون شدة القوة $\vec{F}$ المسلطة من طرف الحبل على الجسم 600N .

نقرن تأثير السطح المائل على الجسم بالقوة $\vec{R}$. نعطي $OA=300m$ و $g=9.8m/s^2$

1 ـ أحسب الارتفاع $h=BA$

2 ـ نعلم أن الزاوية $(\vec{i},\vec{j})=\dfrac{\pi}{2}$. أحسب الزوايا التالية

$(\vec{j},\vec{F}),(\vec{i},\vec{F}),(\vec{j},\vec{P}),(\vec{i},\vec{P})$

3 ـ أوجد تعبير المتجهة $\vec{P}$ والمتجهة $\vec{F}$ في المعلم الديكارتي $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$

4 ـ أعط نص مبدأ القصور . . حدد إحداثيات $\vec{R}$ في المعلم الديكارتي $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ واستنتج شدة قوة الاحتكاك المطبقة من طرف السطح على الجسم . ما هي قيم الزوايا التالية $(\vec{j},\vec{R}),(\vec{i},\vec{R})$

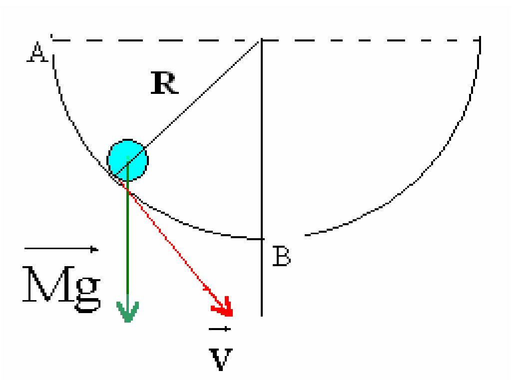
5 ـ أحسب شغل وزن الجسم $\vec{P}$ و شغل القوة $\vec{R}$ وشغل القوة $\vec{F}$.

التمرين 2

ينزلق جسم S داخل كرة بدون احتكاك ، شعاعها $r=50cm$ ، من A نحو B . كتلة الجسم $M=100g$.

أحسب شغل وزن الجسم عند انتقال الجسم من A نحو B . نعطي $g=10m/s^2$

التمرين 3



تنطلق سيارة كتلتها 800kg بسرعة ثابتة على طريق أفقية .

1 ـ اجرد كل القوى المطبقة على السيارة

2 ـ نعتبر أن الاحتكاكات بين السيارة والطريق غير مهملة . بين أن شغل القوى المقرونة بتأثير السطح على العجلات يتقابلان فيما بينهما . ما هو استنتاجك ؟

التمرين 4

يمكن أن نعلق مكعب متجانس C كتلته $M=100g$ وحرفه $a=50cm$ بطريقتين

الطريقة الأولى : نعلقه بواسطة قضيب متماسك طوله $L=1m$. يمكن للقضيب أن يدور حول النقطة O ، لكنه مثبت في مركز المساحة العلوية للمكعب .

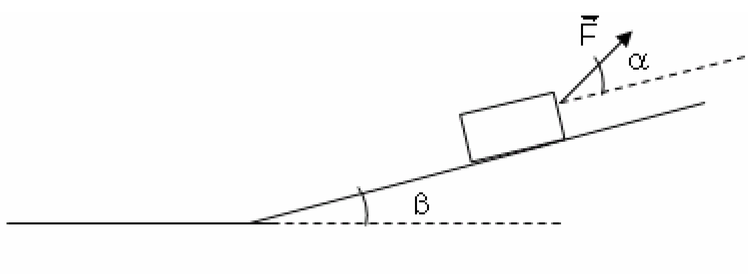
الطريقة الثانية : نعلقه بواسطة حبلين متوازيين لهما نفس الطول $L=1m$. الحبلين مثبتين في النقطتين O_1 و O_2 على نفس المستوى وطرفيهما الآخر مرتبط بمركزي الحرفين A_1 و A_2 المتوازيين للمكعب .

في البداية القضيب والحبلين في وضعية رأسية . أحسب شغل وزن المكعب في الحالتين عندما يتحرك انطلاقا من موضعه البدئي بزاوية $\alpha=30°$. نأخذ $g=9.8m/s^2$

التمرين 5

نستعمل محركا لجر جسم بسرعة ثابتة فوق سطح أفقي بواسطة حبل يكون زاوية $\alpha=30°$ مع السطح .

1 ـ عند اشتغال المحرك بقدرة $\mathcal{P}=400W$ تكون شدة القوة المسلطة من طرف الحبل على الجسم هي 140N . أحسب سرعة الجسم .



2 ـ ينتقل الجسم من السطح الأفقي إلى سطح مائل بزاوية $\beta=15°$ بالنسبة للسطح الأفقي . ما هي القدرة الإضافية التي يجب أن يبدلها المحرك كي لا تتغير حركة الجسم مع انحفاظ اتجاه متجهة القوة ؟ نعطي: $m=20g$

التمرين 6

R

بواسطة محرك قدرته 1kW ندير قرصا متجانسا قطره D=10cm بسرعة ثابتة تساوي 1000 دورة في الدقيقة .

1- أحسب التردد N لدوران القرص بالوحدة Hz. استنتج قيمة السرعة الزاوية للقرص .

2- أحسب السرعة الخطية لنقطة من محيط القرص

3-أ- أحسب العزم $\mathcal{M}$ الذي نعتبره ثابتا للمزدوجة المحركة التي يطبقها المحرك على القرص .

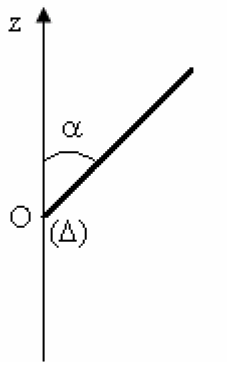
-ب- أحسب شغل هذه المزدوجة عندما ينجز القرص 10 دورات

4 – نريد كبح حركة القرص , وبالتالي نوقف المحرك عن الاشتغال ونطبق مماسيا على القرص قوة مقاومة $\vec{F}$ شدتها F=25N .

نلاحظ أن القرص يتوقف عند الحركة بعد إنجاز 50 دورة كاملة مثل على شكل القوة $\vec{F}$ واحسب الشغل $W\left(\vec{F}\right)$.

الأجوبة : 1- N=16.66Hz ، 2- V=105rad/s ، 3-أ- $\mathcal{M}$ =9.55N.m ، -ب- W=600J

$W\left(\vec{F}\right)$=-392.5J-4



التمرين 7

نعتبر عارضة متجانسة كتلتها m=200g وطولها $\ell = 50cm$ ، وقابلة للدوران حول محور أفقي (Δ) مار من O .

نحرر العارضة من موضع بدئي حيث تكون الزاوية بينها وبين محور رأسي موجه نحو الأعلى $\overrightarrow{Oz}$ هي $\alpha = 45°$.

أحسب الشغل الذي ينجزه وزن الجسم بين لحظة انطلاقها ولحظة مرورها لأول مرة من الخط الرأسي .

التمرين 8

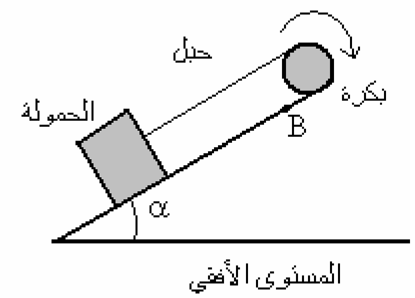
لرفع حمولة ، وزنها $P = 1000N$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 45°$ بالنسبة لمستوى أفقي ، نستعمل بكرة شعاعها $R = 20cm$ تدور بسرعة زاوية ثابتة حول محور ثابت بواسطة محرك . نعتبر

الاحتكاكات المسلطة على الحمولة مكافئة لقوة وحيدة شدتها $f = \dfrac{P}{5}$

1 – عين شدة القوة المطبقة من طرف الحبل على البكرة ، ومثل متجهتها .

2 – أحسب العزم $\mathcal{M}_m$ للمزدوجة المحركة التي يطبقها المحرك على البكرة .

3 – أحسب قدرة المحرك ، علما أن سرعة الحمولة هي : $v = 0,5m/s$.



التمرين 9

يمكن محرك M من رفع حمولة كتلتها m=250kg بسرعة ثابتة v=0,5m/s . المحرك عبارة عن أسطوانة ، شعاعها R=10cm ملفوف عليها حبل كتلته مهملة و غير قابل للامتداد . نأخذ $g = 9,81N/kg$

1 – أحسب السرعة الزاوية ω لدوران المحرك .

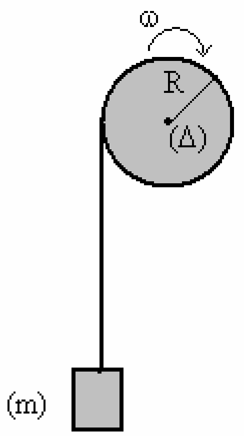
2 – أحسب القدرة P_T لتوتر الحبل ، اللازمة لرفع الحمولة .

3 – خلال الصعود يشتغل المحرك بقدرة P . علما أن 70% من هذه القدرة يستعمل لرفع الحمولة والجزء الآخر يضيع بفعل الاحتكاكات . أوجد

أ – العزم $\mathcal{M}_e$ للمزدوجة المحركة .

ب – العزم $\mathcal{M}_{\mathcal{F}}$ لمزدوجة الاحتكاك ؛

ج – القدرة P .



R

تصحيح تمارين السلسلة 2 (أولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية)
الشـــــغل والقـــــدرة

تمـــــرين 1

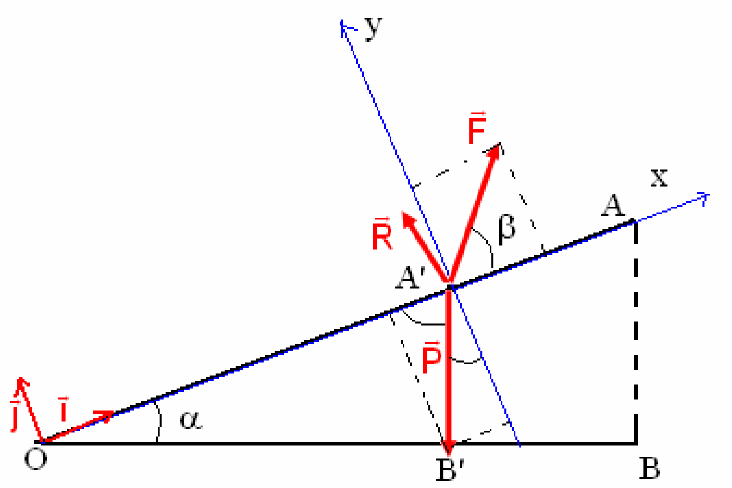
1 ـ الارتفاع h :

حسب الشكل والعلاقات المثلثية لدينا :

$$\sin\alpha = \frac{h}{OA} \Rightarrow h = OA\sin\alpha$$

$$h = 103m$$

2 ـ $\left(\vec{i},\vec{j}\right)=\frac{\pi}{2},\left(\vec{j},\vec{F}\right)=-30°,\left(\vec{i},\vec{F}\right)=60°,\left(\vec{j},\vec{P}\right)=160°,\left(\vec{i},\vec{P}\right)=-110°$



3 ـ تعبير المتجهة $\vec{P}$ و المتجهة $\vec{R}$ في المعلم الديكارتي :

لنبين أن الزاوية $\psi = \left(\vec{P},\vec{i}\right) - \frac{\pi}{2} = \alpha$ أو بطريقة أخرى :

من خلال الشكل اتجاه المتجهة $\vec{P}$ عمودي على OB أي أن $OB'A'$ مثلث قائم الزاوية في O و الزاوية $\left(O\hat{A'}B'\right) = \frac{\pi}{2} - \alpha$ والمحور Oy عمودي على OA

وبالتالي :

$$\psi + \left(O\hat{A'}B'\right) = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \psi = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} + \alpha = \alpha$$

خلاصة : يجب استعمال هذه النتيجة عند دراسة المستوى المائل .

$\vec{P} = P_x\vec{i} + P_y\vec{j}$ بحيث أن :

$$P_x = -mg\sin\alpha = -268N$$
$$P_y = -mg\cos\alpha = 737N$$

$\vec{F} = F_x\vec{i} + F_y\vec{j}$ بحيث أن :

$$F_x = F\cos\beta = 300J$$
$$F_y = F\sin\beta = 520J$$

3 ـ نص مبدأ القصور : إذا كان جسم صلب شبه معول ميكانيكيا أو معزول ميكانيكيا $\left(\sum\vec{F}\right) = \vec{0}$ فإنه يجد على حالتين :

ـ إذا كان في حركة ، فحركة مركز قصوره ثابتة .

ـ إذا كان في حالة سكون فيبقى في حالة سكون

إحداثيات $\vec{R}$ في المعلم الديكارتي :

بما أن حركة النقطة حركة مستقيمية منتظمة أي أن السرعة ثابتة يمكن أن نطبق مبدأ القصور و هو أن $\left(\sum\vec{F}\right) = \vec{0}$

أي أن : $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$

نسقط العلاقة في المعلم الديكارتي :

على Ox :

$$P_x + R_x + F_x = 0 \Rightarrow -mg\sin\alpha + R_x + F\cos\beta = 0 \Rightarrow R_x = mg\sin\alpha - F\cos\beta \Rightarrow R_x = -31{,}9N$$

على Oy :

R

$$P_y + R_y + F_y = 0 \Rightarrow -mg\cos\alpha + F\sin\beta + R_y = 0$$
$$R_y = mg\cos\alpha - F\sin\beta$$
$$R_y = 217,1N$$

نستنتج شدة قوة الاحتكاك هي المركبة المماسية لتأثير السطح على الجسم :

نعلم أن $\|R_x\| = \|R_T\| = f = 31,9N$

قيم الزوايا التالية هي :

$(\vec{j},\vec{R}) = \varphi$ وهي زاوية الاحتكاك الساكن ونعلم أن معامل الاحتكاك الساكن هو :

$$\tan\varphi = \frac{\|R_T\|}{\|R_N\|} = \frac{f}{\|R_N\|} = 0,147$$
$$\varphi = 8,36°$$

بالنسبة للزاوية $(\vec{i},\vec{R}) = \frac{\pi}{2} + \varphi = 98,4°$

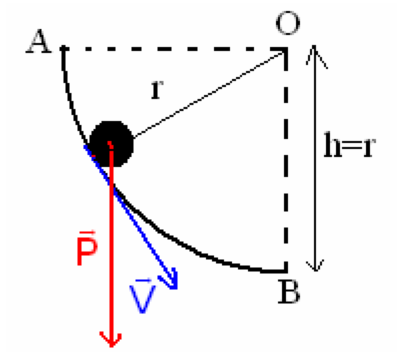
5 ـ حساب شغل وزن الجسم :

$$W_{O\to A}(\vec{P}) = -mgh \Rightarrow W_{O\to A}(\vec{P}) = -80,4KJ$$

شغل القوة $\vec{F}$:

$$W_{O\to A}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{OA} = F.OA.\cos\beta \Rightarrow W_{O\to A}(\vec{F}) = 90,4KJ$$

حساب شغل القوة $\vec{R}$: $W_{O\to A}(\vec{R}) = -f.OA = -9,56KJ$



تمـــــرين 2

شغل وزن الجسم لايتعلق بالمسار المتبع وبالتالي لدينا :

$W_{A\to B}(\vec{P}) = mgh$ بحيث أن $h = r$ وبالتالي $W_{A\to B}(\vec{P}) = mgr$

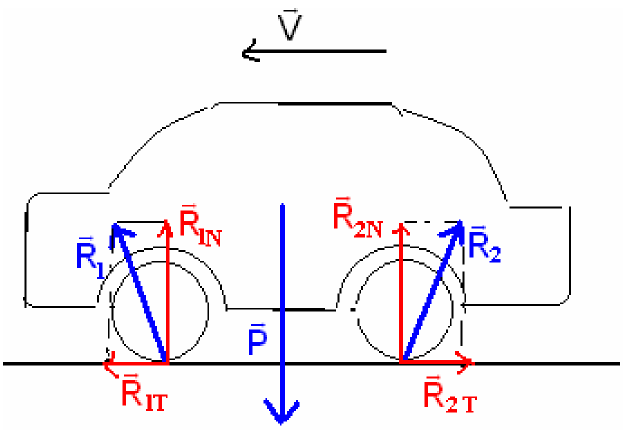
تطبيق عددي : $W_{A\to B}(\vec{P}) = 0,5J$

تمـــــرين 3

1 ـ القوى المطبقة على السيارة هي :

وزن السيارة $\vec{P}$

تأثير السطح على العجلات الأربع . بالنسبة للعجلات الأمامية $\vec{R}_1, \vec{R}'_1$ و العجلات في الخلف $\vec{R}_2, \vec{R}'_2$



2 ـ بما أن هناك احتكاكات فإن اتجاه القوتين المقرونتين بتأثير السطح على العجلات الأمامية سيكون في نفس منحى الحركة

أنظر الشكل واتجاه القوتين المقرونتين بتأثير السطح على العجلتين الخلفيتين سيكون في المنحى المعاكس للحركة

بما أن السيارة في حركة مستقيمية منتظمة فإن مجموع أشغال القوى المطبقة عليها منعدم أي أن :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = W_{A\to B}(\vec{P}) + 2\,W_{A\to B}(\vec{R}_1) + 2\,W_{A\to B}(\vec{R}_2) = 0$$

$\vec{P}$ عمودية على متجهة الانتقال $\overrightarrow{AB}$ فشغلها منعدم ونعلم أنه خلال حركة إزاحة مستقيمية وبوجود الاحتكاكات أن شغل القوة $\vec{R}$ هو :

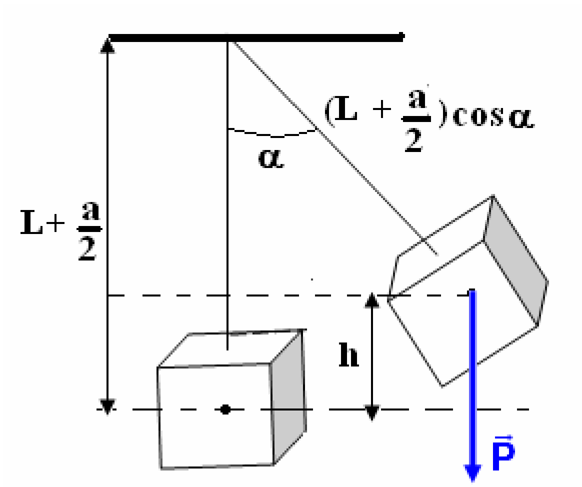
$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_1\right)=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_{1T}+\vec{R}_{1N}\right)=\vec{R}_{1T}.\overrightarrow{AB}>0$ أي أن شغل القوة المقرونة بالعجلة الأمامية شغل محرك لهذا تسمى هذه العجلات بالمحركة لأنها مرتبطة مباشرة بالمحرك . وقوى الاحتكاك محركة

$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_2\right)=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_{2T}+\vec{R}_{2N}\right)=\vec{R}_{2T}.\overrightarrow{AB}<0$ شغل القوة المقرونة بالعجلة الخلفية شغل مقاوم . وقوى الاحتكاك مقاومة .

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right)=2\vec{R}_{1T}.\overrightarrow{AB}+2\vec{R}_{2T}.\overrightarrow{AB}=0\Rightarrow 2\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_1\right)=-2\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_2\right)$$

أي أن $\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_1\right)=-\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}_2\right)$ وبالتالي فإن شغل القوى المقرونة بتأثير السطح على العجلات يتقابلان فيما بينهما .

تمـــرين 4



1 ـ الطريقة الأولى :

من خلال الشكل يتبين أن شغل وزن المكعب هو :

$W\left(\vec{P}\right)=-Mgh$ بحيث أن h من خلال الشكل هي :

$h=\left(L+\dfrac{a}{2}\right)-\left(L+\dfrac{a}{2}\right)\cos\alpha$ وبالتالي :

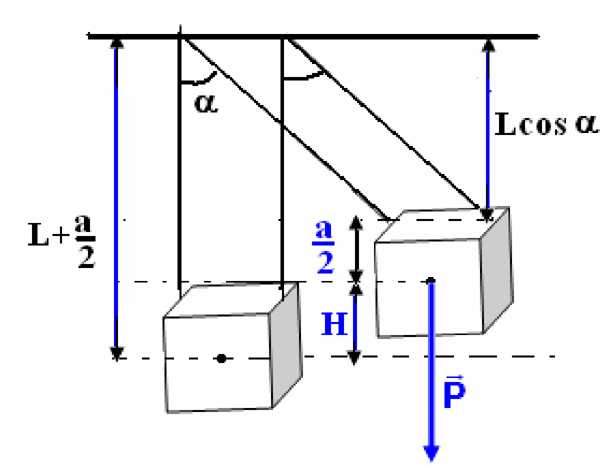
$$W\left(\vec{P}\right)=-Mg\left(L+\frac{a}{2}\right)\left(1-\cos\alpha\right)$$

تطبيق عددي : $W\left(\vec{P}\right)=-0,164J$

2 ـ الطريقة الثانية :

شغل وزن الجسم لا يتعلق إلا بالموضع البدئي والموضع النهائي :

$W\left(\vec{P}\right)=-MgH$ بحيث في هذه الحالة $H=\left(L+\dfrac{a}{2}\right)-\dfrac{a}{2}-L\cos\alpha=L\left(1-\cos\alpha\right)$



$$W\left(\vec{P}\right)=-MgL\left(1-\cos\alpha\right)$$

تطبيق عددي : $W\left(\vec{P}\right)=-0,131J$

تمـــرين 5

1 ـ حساب سرعة الجسم

نعلم أن القدرة

$$\mathcal{P}=\vec{F}.\vec{v}=F.v\cos\alpha\Rightarrow v=\frac{\mathcal{P}}{F.\cos\alpha}=3,30m/s$$

2 ـ عند انتقال الجسم من السطح الأفقي إلى السطح المائل بزاوية β

القدرة الإضافية التي يجب أن يبدلها المحرك كي لاتتغير حركة الجسم أي أن تبقى نفس السرعة السابقة .

القدرة الكلية المبدولة من طرف المحرك خلال صعود الجسم المستوى المائل هي :

$$\mathcal{P}'=\left(\vec{F}+\vec{P}\right).\vec{v}=\vec{F}.\vec{v}+\vec{P}.\vec{v}$$

$$\mathcal{P}'=F.v\cos\alpha-mgv\sin\beta$$

من خلال العلاقة يتبن أن القدرة الكلية هي قدرة المحرك $\mathcal{P}=400W$ وقدرة إضافية ناتجة عن شغل وزن الجسم $\mathcal{P}'=\mathcal{P}+\Delta\mathcal{P}$ $\Delta\mathcal{P}=-mgv\sin\beta=-167W$ وبالتالي فالقدرة الإضافية التي يجب أن يبدلها المحرك هي المقابل $\Delta\mathcal{P}$ أي أن $\Delta\mathcal{P}'=167W$.

R

تمـــــــرين 6

1 ـ حساب التردد N :

$N = 10^3 / 60 = 16,6Hz$ ونستنتج السرعة الزاوية $\omega = 2\pi N = 105rad / s$

2 ـ السرعة الخطية :

$$v = R\omega \Rightarrow v = \frac{D\omega}{2} = 5,25m / s$$

3 ـ حساب العزم $\mathcal{M}$ الذي نعتبره ثابتا للمزدوجة المحركة المطبقة من طرف المحرك :

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_\Delta.\omega \Rightarrow \mathcal{M}_\Delta = \frac{\mathcal{P}}{\omega} = 9,52N.m$$

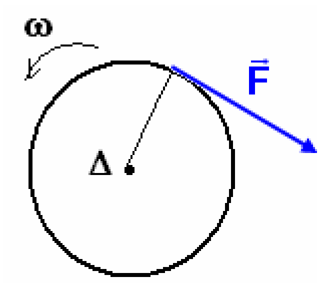
شغل هذه المزدوجة عندما ينجز القرص *10* دورات :

$$W(\mathcal{M}_\Delta) = \mathcal{M}_\Delta.\Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 20\pi$$

وبالتالي : $W(\mathcal{M}_\Delta) = 598J$

4 ـ عند كبح حركة القرص بتطبيق قوة مماسية شدتها $F = 25N$



تمثيل القوة $\vec{F}$

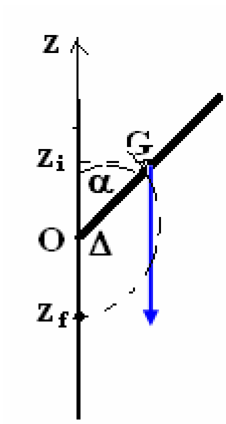
حساب شغل القوة $\vec{F}$

$$W(\vec{F}) = \mathcal{M}_\Delta.\Delta\theta$$

$$= -F.\frac{D}{2}\Delta\theta$$

تطبيق عددي : $W(\vec{F}) = -393J$

تمـــــرين 7



شغل وزن العارضة شغل محرك أي أن : $\underset{G_i \to G_f}{W}(\vec{P}) = mgh$

بحيث أن $h = z_i - z_f = \frac{\ell}{2}\cos\alpha - \left(-\frac{\ell}{2}\right) = \frac{\ell}{2}(\cos\alpha + 1)$

وبالتالي فشغل وزن الجسم هو :

$$\underset{G_i \to G_f}{W}(\vec{P}) = mg\frac{\ell}{2}(\cos\alpha + 1)$$

$$\underset{G_i \to G_f}{W}(\vec{P}) = 0,854J$$

تمريـــــــــن 8

1 ـ شدة القوة المطبقة من طرف الحبل على البكرة :

تدور البكرة بزاوية ثابتة حول محور ثابت بواسطة محرك : $\Delta\theta = \omega\Delta t$

مجموع قوى الاحتكاك يكافئ قوة شدتها $f = \frac{P}{5}$

بما أن حركة البكرة حركة دوران منتظم فإن $\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_i) = 0$ وبالتالي فحركة الحمولة هي كذلك حركة منتظمة لأن

الحبل غير قابل للإمتداد . $\sum \vec{F}_i = \vec{0}$ (مبدأ القصور)

القوى المطبقة على الحمولة هي : $\vec{P}, \vec{R}, \vec{F}$ ولدينا العلاقة حسب مبدأ القصور $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$

R

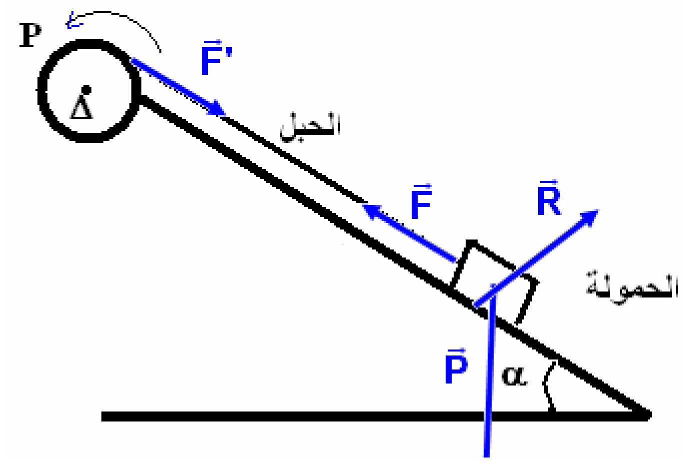
إسقاط العلاقة على المحور Ox لدينا :

$$P_x + F_x + R_x = 0 \Rightarrow -P\sin\alpha + F - f = 0$$

حسب المعطيات : $f = \frac{P}{5}$ أي أن $F = P\sin\alpha + \frac{P}{5} = 907N$

وبما أن الحبل غير قابل للامتداد فإن $F' = F$ بحيث أن $\vec{F'}$ القوة المطبقة على البكرة من طرف الحبل .

$$F' = 907N$$



2 – عزم المزدوجة المحركة التي يطبقها المحرك على البكرة :

بما أن حركة البكرة حركة دوران منتظم فإن

$$\sum \mathcal{M}_\Delta = 0 \Rightarrow \mathcal{M}_\Delta\left(\vec{F'}\right) + \mathcal{M}_m = 0$$

$$\mathcal{M}_m = -\mathcal{M}_\Delta\left(\vec{F'}\right) = +F'.R = 181J$$

3 – حساب القدرة التي ينجزها المحرك علما أن سرعة الحمولة $v = 0,5m/s$:

$\mathcal{P} = \mathcal{M}_m.\omega$ ونعلم أن $v = R\omega$ أي أن

$$\mathcal{P} = \mathcal{M}_m.\frac{v}{R} = 453W$$

تمـــــــــرين 9

1 – $\omega = 5,00rad/s$ 2 – $\mathcal{P}_T = 1,23kW$ 3 – أ – $\mathcal{P}_T = \mathcal{M}_C.\omega$ مع $\mathcal{P}_T = 0,700\mathcal{P}$

$\mathcal{M}_C = 350N.m$ ب – $\mathcal{M}_F = 105N.m$ 4 – $\mathcal{P} = 1,75kW$

الشغل والطاقة الحركية

النشاط التجريبي 1

نطلق كرية من نقطة G_0 توجد على ارتفاع H من جهاز لاقط يمكن من قياس سرعة الكرية عند مرورها به خلال السقوط .
نغير في كل حالة موضع اللاقط (H) ونقيس السرعة V الموافقة . نأخذ الموضع G_0 أصلا للتواريخ
.
يمثل الجدول جانبه نتائج القياسات المحصل عليها :
1 ــ أتمم الجدول بحساب V^2

الارتفاع H (m)	التاريخ t (s)	السرعة V(m/s)	V^2 (m^2/s^2)
0,100	142,85	1,40	
0,200	202,04	1,98	
0,400	285,71	2,80	
0,600	350,00	3,43	
0,800	404,08	3,96	
1,000	451,02	4,42	
1,100	473,47	4,46	
1,200	494,90	4,85	

2 ــ مثل $V^2 = f(H)$ باختيار سلم ملائم
وحدد مبيانيا قيمة المعامل الموجه K للمنحنى المحصل عليه . ما هي وحدته ؟ ماذا تستنتج ؟ نعطي $g = 9,8N/kg$ واستنتج تعبير معادلة المنحنى المحصل عليه .
3 ــ أكتب تعبير الشغل $W(\vec{P})$ لوزن كرية كتلتها m=100g عندما تسقط من ارتفاع H .
4 ــ أحسب هذا الشغل بالنسبة ل $H = 0,100m$.
5 ــ قارن هذه القيمة بقيمة المقدار $\frac{mV^2}{2}$ نستنتج أن شغل وزن الجسم أكسب الكرية طاقة تتعلق بكتلته وبمربع سرعتها يسمى هذا المقدار بالطاقة الحركية . أعط مدلولا فيزيائيا لهذه الطاقة واقترح تعريفا لها وما هي وحدتها في النظام العالمي للوحدات ؟

I ــ الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة .

1 ــ مفهوم الطاقة الحركية

عندما يكون جسم صلب في حركة (سرعته غير منعدمة) فهو يكتسب طاقة تسمى بالطاقة الحركية

2 ــ تعريف الطاقة الحركية

نسمي الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة إزاحة ، كتلته m و سرعته V بالنسبة لجسم مرجعي ، المقدار :

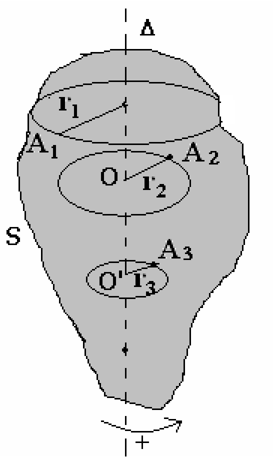
$$E_C = \frac{1}{2}mV^2$$

وحدة الطاقة في النظام العالمي للوحدات هي الجول (J)

ملحوظة : الطاقة الحركية مقدار سلمي موجب $\vec{V}^2 = V^2$ ومستقل عن اتجاه متجهة السرعة .
تتعلق الطاقة الحركية ، كما هو الشأن بالنسبة للسرعة ، بالجسم المرجعي الذي تم اختياره .

II ــ الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت .

1 ــ تعريف :



إذا اعتبرنا جسما صلبا في دوران حول محور ثابت Δ ، بسرعة زاوية ω .
فإن كل نقطة من هذا الجسم تتحرك بسرعة خطية معينة ، نقول أنها تتوفر على طاقة حركية للدوران .
نعلم أن الجسم الصلب هو مجموعة من نقط مادية ، m_i كتلة النقطة المادية A_i و V_i سرعتها ، ولدينا كذلك $V_i = r_i\omega$

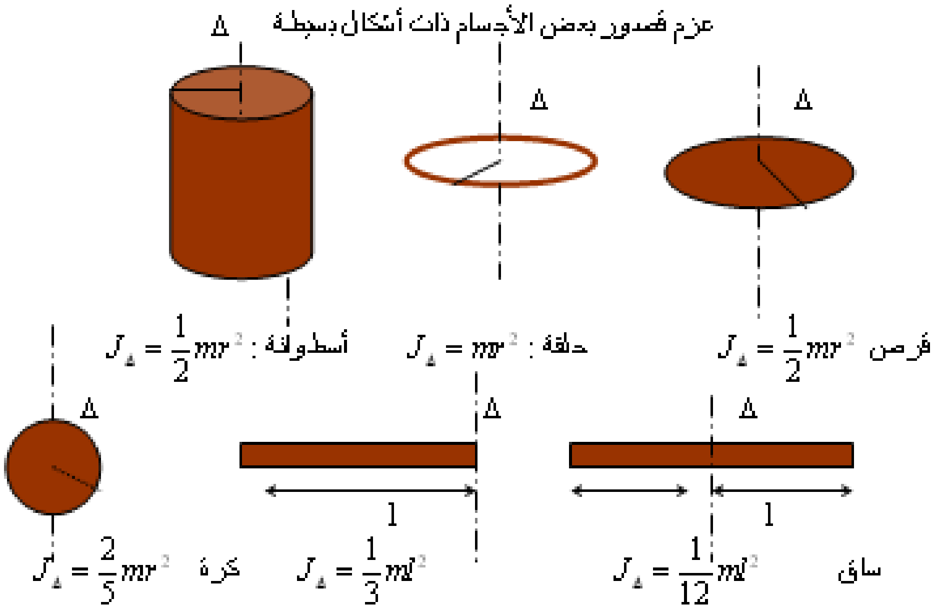
بحيث أن r_i المسافة بين النقطة i ومحور الدوران Δ .

الطاقة الحركية للنقطة A_i هي : $E_{Ci} = \frac{1}{2} m_i V_i^2 = \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2$ ومنه نستنتج الطاقة الحركية للجسم الصلب وهي مجموع الطاقة الحركية لجميع النقط المادية للجسم . أي

$$E_C = \sum E_{Ci} = \sum \frac{1}{2} m_i r_i^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \omega^2 \sum m_i r_i^2$$

المقدار $\sum m_i r_i^2$ يتعلق بكتلة الجسم وبتوزيع المادة المكونة له حول المحور Δ، يسمى عزم قصور الجسم الصلب بالنسبة للمحور Δ . ونرمز له ب J_Δ أي أن $J_\Delta = \sum m_i r_i^2$

وحدة قياس عزم القصور في النظام العالمي للوحدات هي $kg.m^2$



تساوي الطاقة الحركية لجسم صلب في دوران حول محور ثابت Δ المقدار $E_C = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$، حيث ω السرعة الزاوية اللحظية للجسم الصلب ، وJ_Δ عزم قصوره بالنسبة و للمحور Δ .

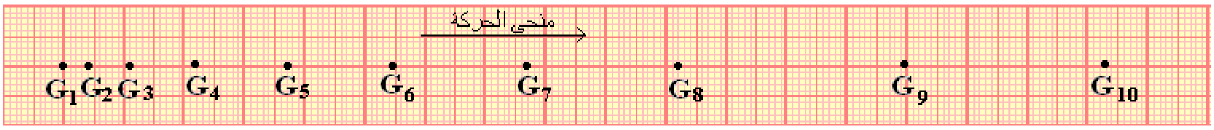
III ـ مبرهنة الطاقة الحركية

1 ـ حالة جسم صلب في حركة إزاحة مستقيمة .

النشاط التجريبي 2

نطلق حامل ذاتي كتلته m=472g من أعلى منضدة مائلة بزاوية $\alpha = 6°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، بدون سرعة بدئية ، فينزلق الحامل الذاتي ونسجل مواضع مركز قصوره G خلال مدد زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 60ms$. فنحصل على التسجيل التالي وهو بالسلم الحقيقي :

R



1 ــ أجرد القوى المطبقة على الحامل الذاتي أثناء انزلاقه .

2 ــ أكتب تعبير شغل كل قوة عندما ينتقل مركز القصور للحامل الذاتي بين الموضعين G_2 و G_9 .
استنتج مجموع أشغال هذه القوى بين نفس الموضعين $\sum W_{G_2 \to G_9}$

3 ــ أحسب الطاقة الحركية للحامل الذاتي في الموضعين G_2 و G_9 .

4 ــ قارن بين $\sum W_{G_2 \to G_9}$ و $\Delta E_C = E_{C9} - E_{C2}$ تغير الطاقة الحركية للحامل الذاتي بين G_2 و G_9 .

نأخذ g=9,8N/kg

خلاصة :

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب في إزاحة مستقيمية بين لحظتين مجموع أشغال كل القوى الخارجية المطبقة عليه بين هاتين اللحظتين .

ويعبر عن هذه النتيجة في حالة انتقال مركز قصور الجسم الصلب من موضع A إلى موضع B بالعلاقة التالية :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} m v_B^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = \sum W_{A \to B}\left(\vec{F}_{ext}\right)$$

2 ــ حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت .

في حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت تتحقق نفس النتيجة السابقة في حالة حركة جسم صلب في إزاحة ، ويعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$\Delta E_C = \frac{1}{2} J_\Delta \omega_2^2 - \frac{1}{2} J_\Delta \omega_1^2 = \sum W_{1 \to 2}\left(\vec{F}\right)$$

حيث J_Δ عزم قصور الجسم الصلب بالنسبة لمحور الدوران Δ .

ω_1 و ω_2 السرعة الزاوية للجسم الصلب عند انتقاله من الحالة (1) إلى الحالة (2) .

3 ــ نص مبرهنة الطاقة الحركية

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب غير قابل للتشويه في إزاحة أو في دوران حول محور ثابت ، بين لحظتين ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى الخارجية المطبقة على الجسم بين هاتين اللحظتين .

نعبر عن هذه المبرهنة بالعلاقة التالية :

$$\Delta E_C = E_{C_f} - E_{C_i} = \sum W_{i \to f}\left(\vec{F}_{ext}\right)$$

حيث E_{C_f} الطاقة الحركية للجسم في الحالة النهائية و E_{C_i} الطاقة الحركية في الحالة البدئية .

R

سلسلة التمارين 3 (الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية)
2008 - 2007
مبرهنة الطاقة الحركية

تمرين 1

سيارة كتلتها $m = 900kg$ انطلقت على طريق مستقيمي بسرعة بدئية $V_0 = 100km/h$ وعند قطعها مسافة $d = 97,0m$ خلال المدة الزمنية $\Delta t = 6,54s$ ، توقفت عجلاتها بشكل مفاجئ .

1 ـ أحسب الطاقة الحركية البدئية للسيارة . حدد المرجع الذي اخترته لحساب هذه الطاقة .

2 ـ نعتبر أن قوة الاحتكاك المطبقة من طرف الطريق على العجلات شدتها ثابتة .

أ ـ اجرد القوى المطبقة على السيارة

ب ـ أحسب شدة قوة الاحتكاك المطبقة من طرف الطريق على العجلات .

3 ـ أحسب القدرة المتوسطة لقوة الاحتكاك خلال الكبح .

أجوبة : 1 ـ $E_C = 347kJ$ 2 ـ ب ـ $f = 3580N$ 3 ـ $\mathscr{P}_m(\vec{f}) = -53kW$

تمرين 2

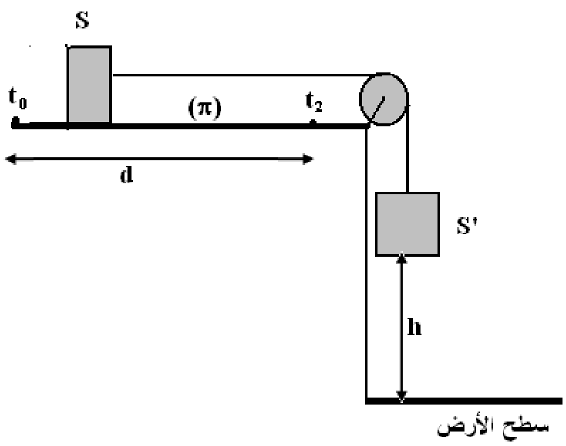
سيارة كتلتها $m = 800kg$ وسرعتها $72km/h$ في حركة هبوط مستقيمي على طريق مائلة بزاوية $\alpha = 4°$ بالنسبة لسطح الأرض , فوجئ السائق بحاجز يوجد في نقطة B ، فاضطر فرملة السيارة انطلاقا من نقطة A ، بحيث أن المسافة $d = AB = 92,0m$.

1 ـ اجرد القوى المطبقة على السيارة .

2 أوجد تعبير شغل هذه القوى خلال انتقال السيارة من A إلى B . واستنتج شدة قوة الاحتكاك التي نعتبرها ثابتة خلال هذه المرحلة . وقارنها بشدة وزن السيارة .

تمرين 3

نعتبر جسمين S و S′ كتلتهما على التوالي M و M′ مرتبطين بواسطة خيط غير قابل الامتداد وكتلته مهملة يمر من مجرى بكرة P بدون احتكاك وكتلتها مهملة . عند اللحظة $t_0 = 0$ المجموعة $\{S,S'\}$ في حالة سكون ويوجد S' على ارتفاع h من السطح الأفقي . نترك S' في سقوط رأسي بدون سرعة بدئية فينزلق الجسم S على المستوى (π) . نعتبر أن حركة الجسم على المستوى (π) تتم بالاحتكاك وأن القوة المقرونة بالاحتكاك تبقى ثابتة خلال الحركة . وأن المسافة المقطوعة من طرف الجسم S قبل توقفه نتيجة الاحتكاكات هي d $(d > h)$. نهمل تأثيرات الهواء .



1 ـ صف ما سيحدث خلال سقوط S' نحو السطح الأفقي .

2 ـ اجرد القوى المطبقة على الجسم S' خلال السقوط . بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين اللحظتين t_0 و t_1 (لحظة وصول الجسم إلى السطح الأفقي) أوجد تعبير السرعة v بدلالة M',g,h,T . v سرعة الجسم S' عند وصوله إلى السطح الأفقي . T شدة توتر الخيط قبل توقف الجسم S' .

3 ـ اجرد القوى المطبقة على الجسم S خلال انزلاقه على المستوى (π) في كل مرحلة .

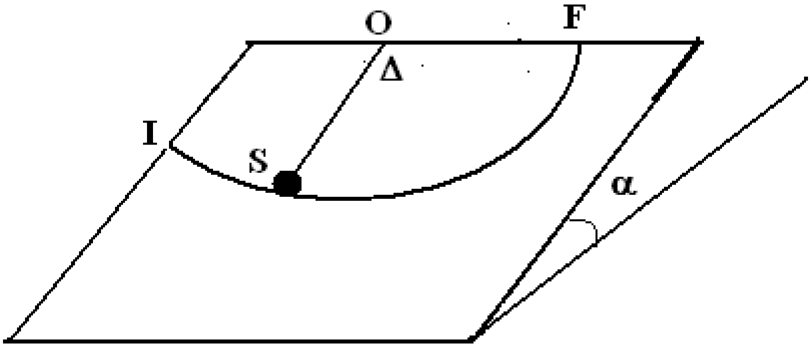
4 ـ بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين اللحظتين t_0وt_1 وبين t_1و t_2 بين أن شدة قوة الاحتكاك المطبقة من طرف المستوى على الجسم خلال حركة S هي كالتالي :

$$f=\frac{MM'gh}{M'(d-h)+Md}$$

بحيث أن t_2 اللحظة التي سيتوقف فيها الجسم S على المستوى (π) نتيجة الاحتكاكات

تمرين 4

نعتبر الجسم S كنقطة مادية كتلتها $m=0,690kg$ يتحرك على مستوى مائل يكون زاوية $\alpha=20°$ مع المستوى الأفقي . الجسم مرتبط بنقطة O ، توجد في أعلى المستوى المائل ، بواسطة خيط كتلته مهملة وغير قابل للامتداد واتجاهه عمودي على المحور الذي يمر منها . طول الخيط $\ell=0,500m$ نأخذ $g=9,80N/m$.



ينطلق الجسم من النقطة I بسرعة بدئية v_1 كما نعتبر أن الخيط يبقى متوترا خلال الحركة .
نعتبر المرجع الذي تدرس فيه الحركة المرتبط بالأرض مرجعا غاليليا .
1 ــ ما هو شكل مسار حركة الجسم S ؟
2 ــ نعتبر أن الاحتكاكات مهملة بين الجسم والمستوى المائل . عندما يمر الجسم من موضع توازنه المستقر O تكون سرعة مركز قصوره قيمتها هي $v_0=2m/s$. أجرد القوى المطبقة على الجسم ومثلها على التبيانة باعتماد اتجاهات هذه القوى .
عند وصول الجسم النقطة F ، أحسب سرعته في هذه النقطة ؟
3 ــ في الحقيقة هناك الاحتكاكات بين الجسم والمستوى المائل ، حيث تكون قيمة سرعته المقاسة في النقطة F هي $v_F=0,500m/s$. نقرن قوى الاحتكاك بقوة شدتها f تبقى ثابتة خلال الحركة . أحسب شدتها .

تمرين 5

للأرض حركة دائرية حول الشمس ، شعاع هذا المسار الدائري هو $R=1,5.10^8km$.
نعطي كتلة الأرض $M_T=6.10^{24}kg$ وشعاعها $R_T=6380km$.
نعتبر أن الأرض كرة متجانسة شعاعها R_T وكتلتها M_T ، أحسب عزم قصورها بالنسبة لمحور القطبين تم طاقتها الحركية للدوران عند دورانها حول هذا المحور .
2 ــ نعتبر الآن الأرض نقطية في حركتها حول الشمس أحسب طاقتها الحركية للإزاحة .

تمرين 6

تدور أسطوانة ذات عزم قصور $J_\Delta=3.10^2kg.m^2$ بسرعة توافق $45tr/min$. عندما نوقف المحرك تتوقف الأسطوانة تحت تأثير مزدوجة الاحتكاك بعد أن تنجز 120دورة .
1 ــ عين عزم مزدوجة الاحتكاك الذي نعتبره ثابتا .
2 ــ نشغل من جديد المحرك ، فتدور الأسطوانة بسرعة ثابتة تساوي $45tr/min$. استنتج شغل المحرك خلال دقيقة وكذا قدرته .

تمرين 7

تتكون المجموعة الممثلة في الشكل جانبه من :

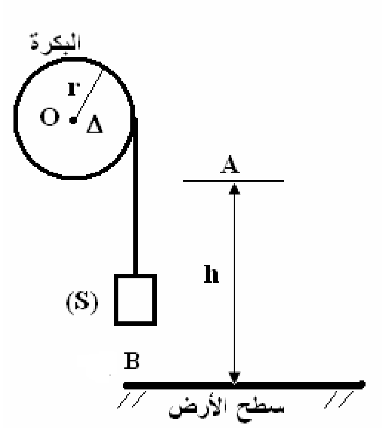
R

* بكرة متجانسة شعاعها r وكتلتها M قابلة للدوران حول محور Δ أفقي منطبق مع محور تماثلها ، عزم قصورها بالنسبة لمحور الدوران (Δ) هو : $J_{\Delta}=\frac{1}{2}Mr^2$

* جسم صلب S نقطي ، كتلته m معلق بطرف خيط غير مدود ، ملفوف على مجرى البكرة ، ونعتبر أن الخيط لا ينزلق على مجرى البكرة أثناء الحركة وأن كتلته مهملة .

1 ـ نحرر S بدون سرعة بدئية انطلاقا من النقطة A والتي توجد على ارتفاع h من سطح الأرض عند اللحظة $t_0=0$

نعتبرها أصلا للتواريخ .



1 ـ 1 أوجد النسبة $b=\frac{E_{C2}}{E_{C1}}$ حيث E_{C1} و E_{C2} الطاقة الحركية عند اللحظة t بالتتابع للجسم (S) والبكرة .

1 ـ 2 أوجد تعبير الطاقة الحركية للمجموعة { بكرة ، S } عند اللحظة t بدلالة m, M, E_{C1} .

2 ـ بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على البكرة ثم على (S) بين اللحظتين t_A و t_B ، أوجد تعبير سرعة الجسم (S) عند اللحظة t_B بدلالة m, M, g, AB .

3 ـ نفصل الجسم (S) من الخيط ونطلقه من النقطة A بدون سرعة بدئية فيسقط ويصطدم بسطح الأرض عند النقطة C بسرعة $\vec{v}_0$ حيث يرتد نحو الأعلى بسرعة $\vec{v}_1=-e\vec{v}$ مع $0<e<1$.

3 ـ 1 أوجد بدلالة e, h الارتفاع h_1 القصوي الذي يصل إليه الجسم (S) بعد الارتداد الأول .

3 ـ 2 أوجد بدلالة e, h الارتفاع h_2 القصوي الذي يصل إليه الجسم بعد الارتداد الثاني .

3 ـ 3 استنتج بدلالة e, h, n الارتفاع القصوي الذي يصل إليه الجسم بعد الارتداد الرقم n .

أحسب h_5 في حالة $n=5$ علما أن : $e=0,9$ و $h=1m$.

R

تصحيح تمارين السلسلة 3
الشغل والطاقة الحركية
الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية 2008 -2007

تمرين 1

1 ـ الطاقة الحركية البدئية : $E_C = \frac{1}{2}mV_0^2$ بحيث أن $V_0 = 27,8m/s$ أي أن $E_{C_0} = 347kJ$

المرجع الذي تم اختياره مرجع غاليلي المرتبط بالأرض .

2 ـ جرد القوى المطبقة على السيارة : $\vec{P},\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$ بحيث أن $\vec{f}$ قوة الاحتكاك .

ب ـ شدة قوة الاحتكاك المطبقة من طرف الطريق على العجلات :

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين لحظة الانطلاق ولحظة التوقف المفاجئ .

$$\Delta E_C = \sum_{A\to B} W\left(\vec{F}_i\right) \Leftrightarrow E_{Cf} - E_{ci} = W\left(\vec{P}\right) + W\left(\vec{R}\right)$$

$$W\left(\vec{P}\right) = 0 \qquad W\left(\vec{R}\right) = W\left(\vec{R}_N\right) + W\left(\vec{f}\right)$$

$$W\left(\vec{R}_N\right) = 0 \qquad W\left(\vec{f}\right) = -f.\Delta\ell$$

$$E_{cf} = 0 \qquad E_{Ci} = E_{C0}$$

$$-E_{C0} = -f.\Delta\ell$$

وبالتالي فإن $f = \frac{E_{C0}}{\Delta\ell}$

تطبيق عددي : $f = 3580N$

3 ـ حساب القدرة المتوسطة لقوة الاحتكاك خلال الكبح .

$$\mathscr{P}_m = \frac{W\left(\vec{f}\right)}{\Delta t} \Leftrightarrow \mathscr{P}_m = -\frac{f.\Delta\ell}{\Delta t}$$

تطبيق عددي : $\mathscr{P}_m = -53kW$

تمرين 2

1 ـ القوى المطبقة على السيارة : $\vec{P},\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$ بحيث أن $\vec{f}$ قوة الاحتكاك

2 ـ تعبير شغل القوى المطبقة على السيارة عند انتقاله من A إلى B :

$$\sum W\left(\vec{F}_i\right) = W\left(\vec{P}\right) + W\left(\vec{R}\right)$$

$$= mgAB\sin\alpha - f.AB$$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم عند انتقاله من A إلى B

$$E_{CB} - E_{CA} = \sum W\left(\vec{F}_i\right) \Leftrightarrow -\frac{1}{2}mv_A^2 = mgAB\sin\alpha - f.AB$$

$$f = \frac{mv_A^2}{2AB} + mg\sin\alpha$$

تطبيق عددي : $f = 2286N$ عند مقارنتها نستنتج أن قوة الاحتكاك أقل شدة من وزن الجمع بأربع مرات .

تمرين 3

1 ـ عند وصول الجسم S′ إلى سطح الأرض يقطع الجسم S نفس المسافة h بنفس السرعة لأن الخيط متوتر وغير قابل الامتداد وكتلة البكرة مهملة .

إذا انتقل الجسم S بمسافة $\Delta\ell$ فإن الجسم S′ يسقط ب Δh بحيث أن

$$\Delta\ell = \Delta h \Leftrightarrow v = v'$$

أي أن لهما نفس السرعة .

عندما يتوقف الجسم S′ ، يتابع الجسم S حركته على المستوى π ويكون توتر الخيط منعدم .

2 ـ جرد القوى المطبقة على الجسم S′ :

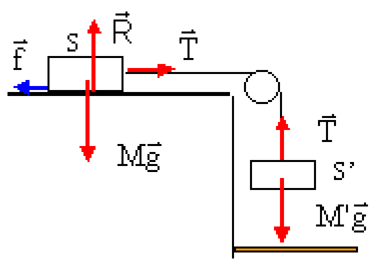
$\vec{T}'$ و $\vec{P}'$.

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم S′ خلال سقوطه بمسافة h :

$$\frac{1}{2}M'v^2 - \frac{1}{2}M'v_0^2 = W\left(\vec{P}'\right) + W\left(\vec{T}'\right)$$

$$\frac{1}{2}M'v^2 = M'gh - T'h$$

$$v = \sqrt{2gh - \frac{2T'h}{M'}}\ (1)$$



3 ـ جرد القوى المطبقة على S :

في المرحلة الأولى أي عند قطعه المسافة h : $\vec{P},\vec{R},\vec{T}$

في المرحلة الثانية القوى المطبقة عليه : $\vec{P},\vec{R}$

4 ـ نطبق مبرهنة الطاقة الحركية في المرحلة الأولى :

$$\frac{1}{2}Mv^2 - 0 = T.h - f.h \Leftrightarrow \frac{1}{2}Mv^2 = T.h - f.h \quad (2)$$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية في المرحلة الثانية :

$$0 - \frac{1}{2}Mv^2 = -f\left(d-h\right) \Leftrightarrow \frac{1}{2}Mv^2 = f\left(d-h\right) \quad (3)$$

من العلاقة (2) و (3) نستنتج أن $f.d = T.h \quad (4)$

في العلاقة (2)

$$\frac{1}{2}Mv^2 = f\left(d-h\right)$$

$$v^2 = \frac{2f\left(d-h\right)}{M}$$

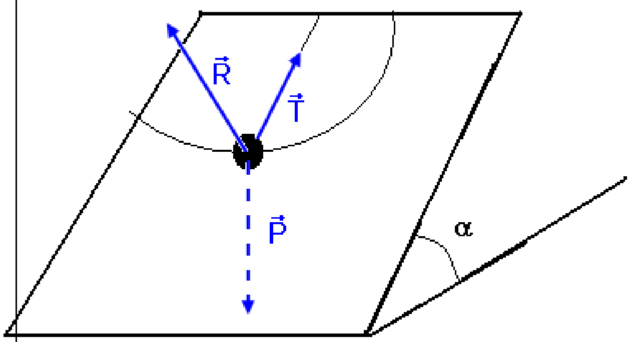
في العلاقة (1)

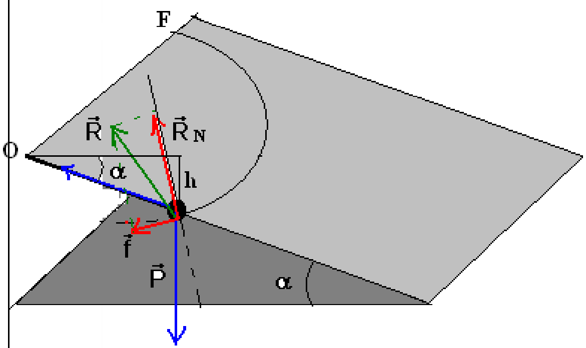
$$v^2 = 2gh - \frac{2T.h}{M'} \Leftrightarrow \frac{2f\left(d-h\right)}{M} = 2gh - \frac{2fd}{M'}$$

$$f\left(\frac{2\left(d-h\right)}{M} + \frac{2d}{M'}\right) = 2gh \Leftrightarrow f = \frac{gh}{\left(\frac{\left(d-h\right)}{M} + \frac{d}{M'}\right)}$$

$$f = \frac{ghMM'}{M'\left(d-h\right) + Md}$$

R





مقطع للمستوى المائل عند موضع التوازن

تمرين 4

1 ـ مسار حركة الجسم S هو عبارة عن قوس دائري .

2 ـ جرد القوى المطبقة على الجسم S : $\vec{P},\vec{T},\vec{R}$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين موضع توازنه المستقر O والنقطة F :

$$\frac{1}{2}mv_F{}^2-\frac{1}{2}mv_O{}^2=W\left(\vec{R}\right)+W\left(\vec{T}\right)+W\left(\vec{P}\right)$$

$$W\left(\vec{R}\right)=0,W\left(\vec{T}\right)=0$$

لأن $\vec{T}$ و $\vec{R}$ متعامدين على المسار .

$$\frac{1}{2}mv_F{}^2-\frac{1}{2}mv_O{}^2=W\left(\vec{P}\right)$$

$$\frac{1}{2}mv_F{}^2-\frac{1}{2}mv_O{}^2=-mg\ell\sin\alpha$$

$$v_F=\sqrt{v_0{}^2-2g\ell\sin\alpha}$$

تطبيق عددي : $v_F=0,805m/s$

3 ـ عند وجود الاحتكاكات تكون $\vec{R}$ مع الخط المنظمي على المستوى المائل زاوية احتكاك ومنحاها معاكس لمنحى الحركة أي يمكن أن نفككها إلى مركبتين مركبة مماسة للمسار وهي قوة الاحتكاك $\vec{f}$ ومركبة منظمية عمودية على المسار $\vec{R}_N$ وشغلها منعدم وبالتالي نتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية نحصل على :

$$\frac{1}{2}mv^2{}_{F(mesurer)}-\frac{1}{2}mv_O{}^2=W\left(\vec{P}\right)+W\left(\vec{f}\right)\quad(1)$$

وفي السؤال الأول قمنا بحساب السرعة في حالة غياب الاحتكاكات أي أن :

$$\frac{1}{2}mv_{F(calculer)}{}^2-\frac{1}{2}mv_O{}^2=W\left(\vec{P}\right)\quad(2)$$

وبالتالي $(1)-(2)\Leftrightarrow\frac{1}{2}mv^2{}_{F(mesurer)}-\frac{1}{2}mv^2{}_{F(calculer)}=W\left(\vec{f}\right)$

شغل قوة الاحتكاك $\vec{f}$ هو : $W\left(\vec{f}\right)=-f.\widehat{OF}=-f.\ell.\frac{\pi}{2}$

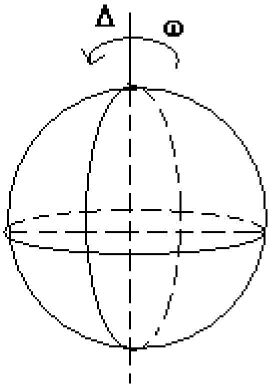
$$\frac{1}{2}mv^2{}_{F(mesurer)}-\frac{1}{2}mv^2{}_{F(calculer)}=-f.\ell.\frac{\pi}{2}$$

$$f=\frac{mv^2{}_{F(calculer)}-mv^2{}_{F(mesurer)}}{\pi\ell}=0,175N$$

تمرين 5

1 ـ نطبق العلاقة التالية : $E_C=\frac{1}{2}J_\Delta\omega^2$ بحيث أن

R

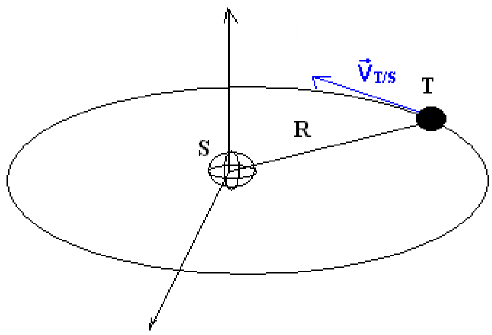


$$J_\Delta = \frac{2}{5} M_T R_T^{\,2} = 9,77.10^{37}\, kg.m^2$$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{24\times 3600} = 7,27.10^{-5}\, rad/s$$

تطبيق عددي : $E_C = 2,58.10^{27}\, J$

2 ـ طاقتها الحركية عندما تدور حول الشمس :



$$E_C = \frac{1}{2} M_T V^2$$

$$V = R.\Omega$$

بحيث أن Ω السرعة الزاوية التي تدور بها الأرض حول الشمس :

$$\Omega = \frac{\Delta\Theta}{\Delta T} = \frac{2\pi}{365\times 24\times 3600} = 1,99.10^{-7}\, rad/s$$

وبالتالي ف $E_C = 2,68.10^{33}\, J$

تمرين 6

1 ـ عزم مزدوجة الاحتكاك

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين لحظة توقف المحرك وتوقف الأسطوانة :

$$\frac{1}{2} J_\Delta \omega_f^{\,2} - \frac{1}{2} J_\Delta \omega_i^2 = \mathcal{M}\Delta\theta$$

$$\omega_f = 0, \omega_i = \omega(moteur) = \frac{45.2\pi}{60} = 4,71 rad/s$$

$$-\frac{1}{2} J_\Delta \omega_0^{\,2} = \mathcal{M}\Delta\theta \Leftrightarrow \mathcal{M} = -\frac{J_\Delta \omega^2_{\ 0}}{2\Delta\theta}$$

تطبيق عددي : $\mathcal{M} = -4,4.10^{-4}\, N.m$

2 ـ عند تشغيل من جديد المحرك يجب اعتبار مزدوجة الاحتكاك وبما أن المحرك يدور بسرعة ثابتة أي أن تغير الطاقة الحركية منعدم

$$\Delta E_C = \mathcal{M} + \mathcal{M}_m = 0 \Leftrightarrow \mathcal{M}_m = -\mathcal{M} = 4,4.10^{-4}\, N.m$$

وبالتالي فشغل المحرك :

$$W = \mathcal{M}\Delta\theta \Leftrightarrow W = \mathcal{M}\omega_e \Delta t$$

تطبيق عددي :

$$W = 0,124 J$$

والقدرة هي : $\mathcal{P} = \mathcal{M}\omega$

تطبيق عددي : $\mathcal{P} = 2,07.10^{-3}\, W$

تمرين 7

1 ـ تعبير النسبة $b = \dfrac{E_{C2}}{E_{C1}}$.

تعبير الطاقة الحركية لجسم في حركة إزاحة : $E_{C1} = \dfrac{1}{2} m V^2$

نعبر عن الطاقة الحركية للبكرة في حالة الدوران حول محورها بالعلاقة التالية :

$$E_{C2}=\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega^2=\frac{1}{4}Mr^2.\frac{V^2}{r^2}$$

$$E_{C2}=\frac{MV^2}{4}$$

وبالتالي : $b=\frac{E_{C1}}{E_{C2}}=\frac{M}{2m}$

1 ـ 2 تعبير الطاقة الحركية E_C للمجموعة { بكرة ، (S) }

$$E_C=E_{C1}+E_{C2}$$

من السؤال السابق لدينا : $E_{C2}=bE_{C1}$ أي أن $E_C=E_{C1}\left(1+\frac{M}{2m}\right)$

2 ـ تعبير سرعة (S) .

القوى المطبقة على S خلال سقوطه : $\vec{P},\vec{T}$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على S بين اللحظتين t_A و t_B

$$\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2=\underset{A\to B}{W}\left(\vec{P}\right)+\underset{A\to B}{W}\left(\vec{T}\right)$$

$$\frac{1}{2}m\left(v_B^2-v_A^2\right)=mgAB-T.AB$$

$$v_A=0\Rightarrow\frac{1}{2}mv_B^2=mgAB-T.AB\quad(1)$$

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على البكرة :

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\left(\omega_B^2-\omega_A^2\right)=W\left(\vec{P}'\right)+W\left(\vec{R}'\right)+W\left(\vec{T}'\right)$$

$$W\left(\vec{P}'\right)=0,W\left(\vec{R}'\right)=0,\omega_A=0$$

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2=W\left(\vec{T}'\right)$$

$$W\left(\vec{T}'\right)=-W\left(\vec{T}\right)$$

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2=-W\left(\vec{T}\right)\quad(2)$$

من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن : $\frac{1}{2}mv_B^2+\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2=mgAB$

وحسب السؤال الأول توصلنا أن الطاقة الحركية للدوران البكرة هو :

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2=\frac{MV_B^2}{4}\Rightarrow\frac{1}{2}mV_B^2+\frac{MV_B^2}{4}=mg.AB$$

$$V^2{}_B=\left(\frac{2mg.AB}{m+\frac{M}{2}}\right)\Leftrightarrow V_B=\sqrt{\left(\frac{2mg.AB}{m+\frac{M}{2}}\right)}$$

R

3 ـ 1 تعبير h_1

يصطدم الجسم أول مرة بسطح الأرض بسرعة $\vec{V_0}$ حيث أنه حسب مبرهنة الطاقة الحركية :

$$\frac{1}{2}mV_0^2 = mg.h \Leftrightarrow V_0^2 = 2gh$$

يرتد الجسم نحو الأعلى بسرعة V_1 حيث يصل الجسم بعد الاصطدام الأول إلى ارتفاع h_1

بحيث حسب مبرهنة الطاقة الحركية لدينا : $0-\frac{1}{2}mV_1^2 = -mgh_1 \Rightarrow h_1 = \frac{V_1^2}{2g}$

لدينا حسب المعطيات $V_1 = -eV_0$ وبالتالي أن $h_1 = \frac{e^2V_0^2}{2g}$ وبما أن $V_0^2 = 2gh$ فإن $h_1 = e^2h$

3 ـ 2 تعبير h_2

بنفس الطريقة نتوصل إلى : $h_2 = e^2h_1 = e^4h$

3 ـ 3 حساب h_5

من الملاحظة التالية وهي :

$$h_1 = e^{2\times 1}h$$

$$h_2 = e^{2\times 2}h$$

.

.

$$h_n = e^{2\times n}h$$

وبالتالي ف $h_5 = e^{2\times 5}h = 34,7cm$

R

مفهوم طاقة الوضع الثقالية والطاقة الميكانيكية
الأنشطة التجريبية
الأولى بكالوريا علوم تجريبية ورياضية

النشاط التجريبي 1 : الإبراز التجريبي لانحفاظ الطاقة الميكانيكية

*حالة السقوط الحر : النشاط التجريبي 1

استغلال برنم أفيميكا Avemeca لدراسة سقوط حر مسجل بواسطة كاميرا رقمية .

ـ نأخذ تاريخ انطلاق الكرية أصلا للتواريخ

ـ نرسل جدول القياسات إلى الراسم للمنحنيات ريغريسي الذي يمكن من حساب قيم السرعة v للكرية وقيم E_{pp} و E_C والمجموع E_C+E_{pp}

ـ بواسطة نفس البرنم نقوم بخط المنحنيات $E_C = f(t)$ و $E_{pp} = g(t)$ و $E_C + E_{pp} = h(t)$ في نفس المعلم .

استثمار المنحنيات

1 ـ اجرد القوى المطبقة على الكرية .

2 ـ كيف تتغير الطاقة الحركية E_C للكرية بدلالة الزمن ؟

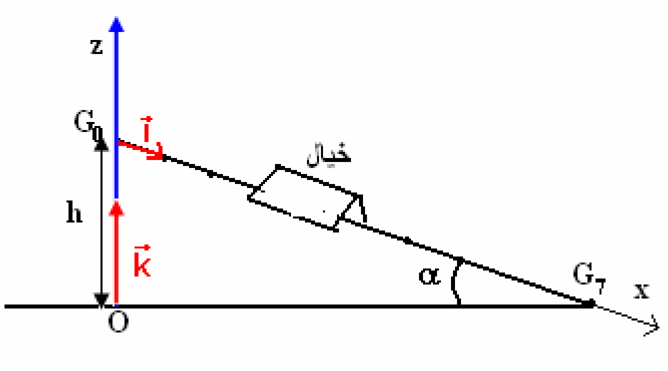
3 ـ كيف تتغير طاقة الوضع الثقالية E_{pp} للكرية بدلالة الزمن ؟

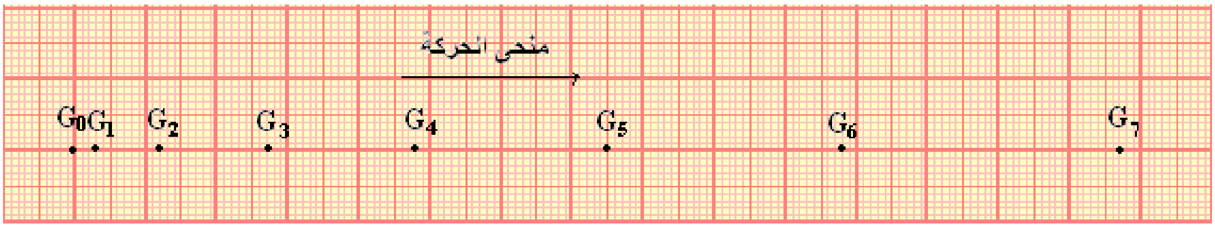
4 ـ كيف يتغير المجموع $E_C + E_{pp}$ خلال السقوط الحر للكرية

؟ ماذا نستنتج ؟

حالة انزلاق خيال على نضد هوائي .

نميل نضد هوائي بزاوية $\alpha = 5,52°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . تم نطلق خيال ذي كتلة $m = 400g$ ، من أعلى نقطة وبدون سرعة بدئية ونسجل مواضع نقطة منه في مدد زمنية متساوية ومتتالية قيمتها $\tau = 80ms$. تبرز الوتيقة التالية بالسلم الحقيقي مثالا لجزء من التسجيل المحصل عليه :





نعتبر لحظة تسجيل النقطة G_0 أصلا للتواريخ (t=0) ونأخذ $g = 9,8N/kg$

استثمار :

1 ـ أجرد القوى المطبقة على الخيال خلال حركته وحدد القوى التي تشتغل . علل جوابك .

2 ـ نعتبر الجدول التالي :

الموضع G_i	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
$t(s).10^{-3}$	0	80	160	240	300	380	460	540
$x_i(m).10^{-2}$	0	0,3	1,2	2,7	4,8	7,5	10,8	14,7
$M_{i+1}M_{i-1}(m)$								
$V_i(m/s)$								
$Z_i(m)$								
$E_C(J)$								
$E_{pp}(J)$								
$E_C+E_{pp}(J)$								

أ ـ أحسب قيم سرعة الخيال V_i في المواضع G_i واستنتج قيم الطاقة الحركية للخيال الموافقة .

ب ـ نسمي ℓ المسافة التي يقطعها مركز القصور G للخيال بين الموضعين G_1 و G_6 ونسمي h فرق الارتفاع بين G_1 و G_6 (أنظر الشكل)

R

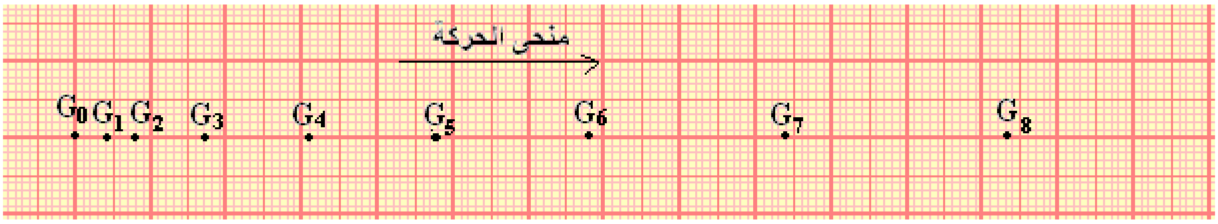
أثبت العلاقة التالية : $z_i = h\left(1-\dfrac{x_i}{\ell}\right)$ بحيث أن z_i هو أنسوب الموضع G_i في المعلم الرأسي $(O,\vec{k})$ ، و x_i هو أفصول الموضع G_i في المعلم $(O,\vec{i})$ الموازي للنضد الهوائي .

نأخذ كمرجع لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} أصل المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ حيث أن النقطة O متطابقة مع G_7 . أحسب قيم E_{pp} بالنسبة لمختلف المواضع G_i بحيث أن $0 < i < 7$.

ج ـ أحسب قيم المجموع $E_C + E_{pp}$. ماذا تستنتج ؟

النشاط التجريبي 2 الإبراز التجريبي لعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية

نميل نضد هوائي بزاوية $\alpha = 10°$ بالنسبة للمستوى الأفقي تم نعمل على نقص صبيب هواء معصفة النضد لكي تتم حركة الخيال بالاحتكاك . تم نطلق الخيال ذي الكتلة $m = 400g$ ، من أعلى نقطة وبدون سرعة بدئية ونسجل مواضع نقطة منه في مدد زمنية متساوية ومتتالية قيمتها $\tau = 60ms$.
تبرز الوثيقة التالية بالسلم الحقيقي مثالا لجزء من التسجيل المحصل عليه :



نعتبر لحظة تسجيل النقطة G_0 أصلا للتواريخ (t=0)

استثمار :

1 ـ أجرد القوى المطبقة على الخيال خلال حركته وحدد القوى التي تشتغل . علل جوابك .

2 ـ نعتبر الجدول التالي :

الموضع G_i	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8
$t(s).10^{-3}$	0	60	120	180	240	300	360	420	480
$x_i(m).10^{-2}$	0	0,4	0,8	1,6	3,1	4,8	6,9	9,9	12,8
$M_{i+1}M_{i-1}(m)$									
$V_i(m/s)$									
$Z_i(m)$									
$E_C(J)$									
$E_{pp}(J)$									
$E_C+E_{pp}(J)$									

أ ـ أحسب قيم سرعة الخيال V_i في المواضع G_i واستنتج قيم الطاقة الحركية للخيال الموافقة .

ب ـ نسمي ℓ المسافة التي يقطعها مركز القصور G للخيال بين الموضعين G_1 و G_7 ونسمي h فرق الارتفاع بين G_1 و G_7 (أنظر الشكل)

أثبت العلاقة التالية : $z_i = h\left(1-\dfrac{x_i}{\ell}\right)$ بحيث أن z_i هو أنسوب الموضع G_i في المعلم الرأسي $(O,\vec{k})$ ، و x_i هو أفصول الموضع G_i في المعلم $(O,\vec{i})$ الموازي للنضد الهوائي .

نأخذ كمرجع لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} أصل المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ حيث أن النقطة O متطابقة مع G_8 . أحسب قيم E_{pp} بالنسبة لمختلف المواضع G_i بحيث أن $0 < i < 8$.

ج ـ أحسب قيم المجموع $E_C + E_{pp}$. ماذا تستنتج ؟

الشغل وطاقة الوضع الثقالية – الطاقة الميكانيكية
الأولى بكالوريا علوم تجريبية علوم رياضية وتجريبية
2008 – 2007

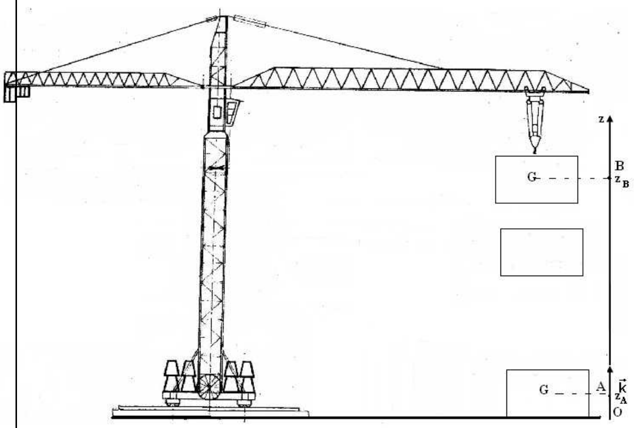
I – طاقة الوضع الثقالية

1 – مفهوم طاقة الوضع

طاقة الوضع الثقالية لجسم ما في مجال الثقالة هي الطاقة التي يتوفر عليها الجسم نتيجة موضعه بالنسبة للأرض . وهي ناتجة عن التأثير البيني الحاصل بينه وبين الأرض .

مثال : عند نقل حمولة بواسطة رافعة من موضع A يوجد على سطع الأرض إلى موضعB يوجد على ارتفاع H من سطح الأرض ، خلال هذا الانتقال يكتسب الجسم طاقة تتعلق بموضعه بالنسبة لسطح الأرض تسمى **بطاقة الوضع الثقالية** énergie potentielle de pesanteur.

2 – تعبير طاقة الوضع الثقالية



نطبق مبرهنة الطاقة الحركية خلال انتقال الحمولة من الموضع A أنسوبه z_A إلى موضع B أنسوبه z_B .

نعتبر أن سرعة الحمولة خلال الصعود ثابتة .

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_{A\to B}(\vec{P}) + W_{A\to B}(\vec{F})$$

$$v_A = v_B$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = -W_{A\to B}(\vec{F})$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = -(-mg(z_B - z_A))$$

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = mgz_B - mgz_A \quad (1)$$

يلاحظ أن الفرق $mgz_B - mgz_A$ هو تغير مقدار لا يتعلق إلا بالأنسوب z لمركز القصور G للحمولة . نسمي هذا المقدار بطاقة الوضع الثقالية . ونرمز له ب E_{pp} وبالتالي تكتب العلاقة :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = E_{pp}(A) - E_{pp}(B)$$

3 – صيغة طاقة الوضع الثقالية – الحالة المرجعية .

تعرف طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب في مجال الثقالة بالعلاقة التالية :

$$E_{pp} = mgz + C \quad (2)$$

m : كتلة الجسم الصلب . نعبر عنها ب kg

g : شدة الثقالة نعبر عنها ب N/kg

z : أنسوب مركز قصور الجسم الصلب . نعبر عنها بالمتر m

E_{pp} : طاقة الوضع الثقالية ونعبر عنها بالجول J

C : ثابتة تتعلق بالحالة المرجعية حيث تسند لطاقة الوضع الثقالية القيمة $E_{pp} = 0$ وهي حالة يتم اختيارها اعتباطيا .

مثال لاختيار الحالة المرجعية :

* نختار كحالة مرجعية $z = z_0$ أي أن $E_{pp} = 0$ في هذه الحالة .

في العلاقة (2) $E_{pp} = 0 = mgz_0 + C \Rightarrow C = -mgz_0$

بالتالي أن طاقة الوضع الثقالية في هذه الحالة هي :

$$E_{pp} = mg(z - z_0)$$

ويلاحظ من خلال هذه العلاقة أن طاقة الوضع الثقالية يمكن أن تكون موجبة $(z > z_0)$ أو سالبة $(z < z_0)$ أو منعدمة $(z = z_0)$.

ملحوظة :

ـ طاقة الوضع الثقالية تبقى ثابتة خلال انتقال أفقي مستقيمي $z_G = Cte$.

ـ تتناسب طاقة الوضع الثقالية اطرادا مع الارتفاع .

ـ طاقة الوضع مقدار جبري عكس الطاقة الحركية .

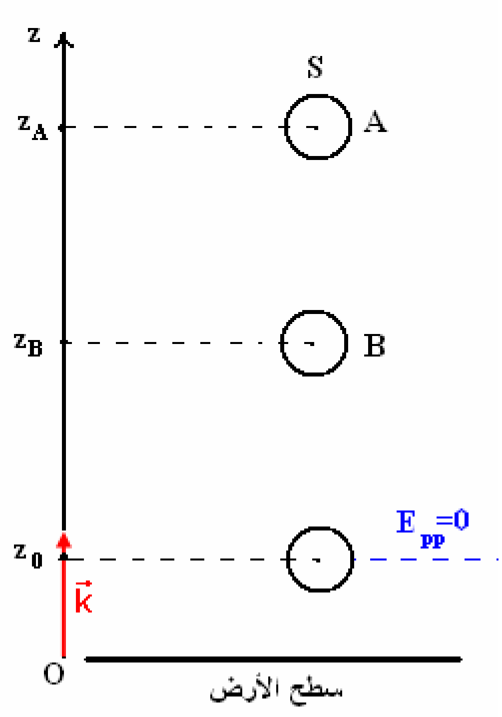
4 ـ تغير طاقة الوضع الثقالية

تمرين

نعتبر جسما صلبا S كتلته m في سقوط حر من نقطة A أنسوبها z_A . عند لحظة t يمر مركز قصوره من النقطة B ذات أنسوب z_B . حدد تغير طاقة الوضع الثقالية بين الموضعين A و B بالنسبة للحالتين المرجعيتين التاليتين :

أ ـ نأخذ $E_{pp} = 0$ عند سطح الأرض $z = 0$ أصل المعلم $O\vec{z}$ الموجه نحو الأعلى .

ب ـ نأخذ $E_{pp} = 0$ عند مستوى أنسوبه $z = z_0$



الحالة المرجعية الأولى :

$E_{pp} = mgz + C$ حسب الحالة المرجعية نأخذ $E_{pp} = 0$ عند سطح الأرض $z = 0$ أي أن $C = 0$ وبالتالي فتعبير طاقة الوضع الثقالية في هذه الحالة هو :

$$E_{pp} = mgz$$

وتغير طاقة الوضع الثقالية بين الموضعين A و B هو :

$$\Delta E_{pp} = E_{ppB} - E_{ppA}$$

$$\Delta E_{pp} = mgz_B - mgz_A = mg(z_B - z_A)$$

الحالة المرجعية الثانية

حسب الحالة المرجعية : $E_{pp} = 0$ عند مستوى أنسوبه $z = z_0$ لذينا $E_{pp} = 0 = mgz_0 + C \Rightarrow C = -mgz_0$

أي أن $E_{pp} = mg(z - z_0)$ وبالتالي فتغير طاقة الوضع الثقالية بين الموضعين A و B هو :

$$\Delta E_{pp} = E_{ppB} - E_{ppA}$$

$$\Delta E_{pp} = mg(z_B - z_0) - mg(z_A - z_0)$$

$$\Delta E_{pp} = mg(z_B - z_A)$$

خلاصة : يلاحظ من خلال هذا المثال أن تغير طاقة الوضع لا يتعلق بالحالة المرجعية التي يتم اختيارها ، فهو يتعلق إلا بالحالة البدئية والحالة النهائية .

5 ـ علاقة طاقة الوضع الثقالية بشغل وزن الجسم .

نحسب شغل وزن الجسم الصلب عند انتقاله من A إلى B :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$$

وتوصلنا في الدراسة السابقة أن $\Delta E_{pp} = mg(z_B - z_A)$ وبالتالي أن :

$$\Delta E_{pp} = -W_{A\to B}(\vec{P})$$

R

في حالة $z_A > z_B$ و $\Delta E_{pp} < 0$ وبالتالي فإن الجسم يفقد طاقة الوضع الثقالية خلال نزوله .

في حالة $z_A > z_B$ و $\Delta E_{pp} > 0$ وبالتالي فإن الجسم يفقد طاقة الوضع الثقالية خلال صعوده .

II ـ الطاقة الميكانيكية

1ـ تعريف الطاقة الميكانيكية لجسم صلب

تساوي الطاقة الميكانيكية لجسم صلب عند كل لحظة ، في معلم معين ، مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع الثقالية لهذا الجسم : $E_m = E_C + E_{pp}$

وحدتها في النظام العالمي للوحدات : الجول J .

مثال : في حالة السقوط الحر لجسم صلب كتلته m ، وباعتبار أن الحالة المرجعية هي سطح الأرض $\left(E_{pp} = 0, z = 0\right)$ طاقته الميكانيكية في لحظة t حيث سرعته v وانسوب مركز قصوره z هي :

$$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + mgz$$

بما أن الطاقة الميكانيكية تتعلق بطاقة الوضع الثقالية فهي كذلك لا تعرف إلا بثابتة C تتعلق بالحالة المرجعية التي يتم اختيارها .

2 ـ انحفاظ الطاقة الميكانيكية

أ ـ الإبراز التجريبي لانحفاظ الطاقة الميكانيكية

***حالة السقوط الحر : النشاط التجريبي 1**

استغلال برنم أفيميكا لدراسة سقوط حر مسجل بواسطة كاميرا رقمية .

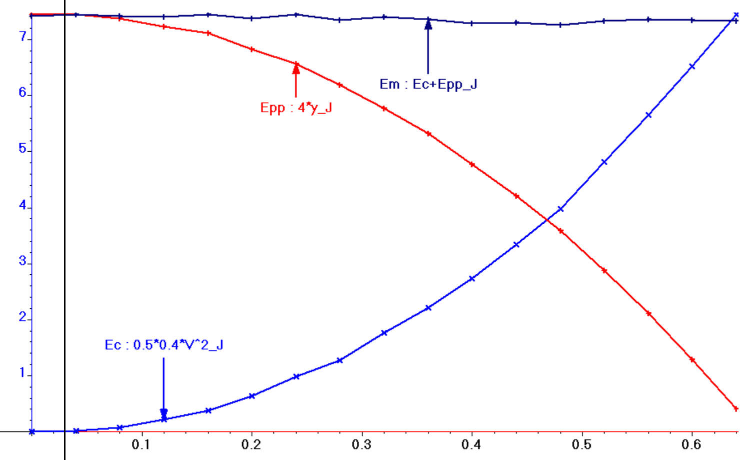
ـ نأخذ تاريخ انطلاق الكرية أصلا للتواريخ

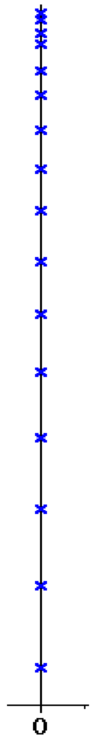
ـ نرسل جدول القياسات إلى البرنم المجدول والراسم للمنحنيات ريغريسي الذي يمكن من حساب قيم السرعة v للكرية وقيم E_C و E_{pp} والمجموع E_C+E_{pp}

ـ بواسطة نفس البرنم نقوم بخط المنحنيات $E_C = f(t)$ و $E_{pp} = g(t)$ و $E_C + E_{pp} = h(t)$ في نفس المعلم .

i	t	x	y	V	Ec	Epp	Em
	s	m	m	m/s	J	J	J
0	0	0	2	-0.02857	0.0001633	8	8
1	0.04	0	2	-0.3143	0.01976	8	8.02
2	0.08	0	1.98	-0.6	0.072	7.92	7.992
3	0.12	0	1.94	-1.025	0.2101	7.76	7.97
4	0.16	0	1.91	-1.375	0.3781	7.64	8.018
5	0.2	0	1.83	-1.775	0.6301	7.32	7.95
6	0.24	0	1.76	-2.225	0.9901	7.04	8.03
7	0.28	0	1.66	-2.525	1.275	6.64	7.915
8	0.32	0	1.55	-2.975	1.77	6.2	7.97
9	0.36	0	1.43	-3.325	2.211	5.72	7.931
10	0.4	0	1.28	-3.695	2.731	5.12	7.851
11	0.44	0	1.13	-4.088	3.342	4.52	7.862
12	0.48	0	0.961	-4.46	3.978	3.844	7.822
13	0.52	0	0.772	-4.905	4.812	3.088	7.9
14	0.56	0	0.567	-5.32	5.66	2.268	7.928
15	0.6	0	0.346	-5.713	6.527	1.384	7.911
16	0.64	0	0.11	-6.106	7.456	0.44	7.896

R





استثمار المنحنيات

1 ــ اجرد القوى المطبقة على الكرية .

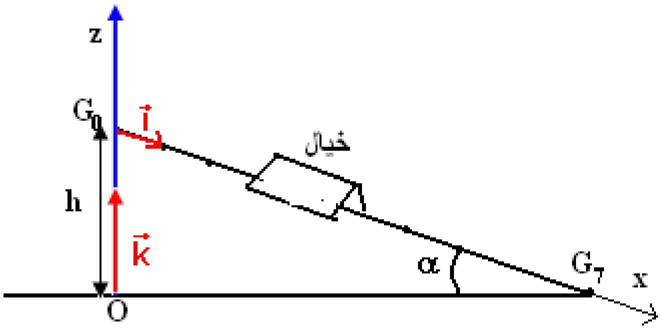
2 ــ كيف تتغير الطاقة الحركية E_C للكرية بدلالة الزمن ؟

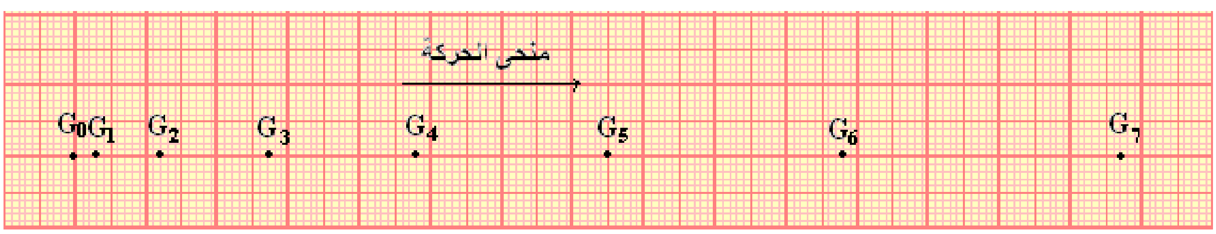
3 ــ كيف تتغير طاقة الوضع الثقالية E_{pp} للكرية بدلالة الزمن ؟

4 ــ كيف يتغير المجموع $E_C + E_{pp}$ خلال السقوط الحر للكرية ؟ ماذا نستنتج ؟

* حالة انزلاق خيال على نضد هوائي .

نميل نضد هوائي بزاوية $\alpha = 5,52°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . تم نطلق خيال ذي كتلة $m = 400g$ ، من أعلى نقطة وبدون سرعة بدئية ونسجل مواضع نقطة منه في مدد زمنية متساوية ومتتالية قيمتها $\tau = 80ms$.
تبرز الوتيقة التالية بالسلم الحقيقي مثالا لجزء من التسجيل المحصل عليه :





نعتبر لحظة تسجيل النقطة G_0 أصلا للتواريخ (t=0) ونأخذ $g = 9,8N/kg$

استثمار :

1 ــ أجرد القوى المطبقة على الخيال خلال حركته وحدد القوى التي تشتغل . علل جوابك .

2 ــ نعتبر الجدول التالي :

R

الموضع G_i	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
$t(s).10^{-3}$	0	80	160	240	320	400	480	560
$x_i(m).10^{-2}$	0	0,3	1,2	2,7	4,8	7,5	10,8	14,7
$M_{i+1}M_{i-1}(m)$								
$V_i(m/s)$								
$Z_i(m)$								
$E_C(J)$								
$E_{pp}(J)$								
$E_C+E_{pp}(J)$								

أ ــ أحسب قيم سرعة الخيال V_i في المواضع G_i واستنتج قيم الطاقة الحركية للخيال الموافقة .

ب ــ نسمي ℓ المسافة التي يقطعها مركز القصور G للخيال بين الموضعين G_1 و G_6 ونسمي h فرق الارتفاع بين G_1 و G_6 (أنظر الشكل)

أثبت العلاقة التالية : $z_i = h\left(1-\frac{x_i}{\ell}\right)$ بحيث أن z_i هو أنسوب الموضع G_i في المعلم الرأسي $\left(O,\vec{k}\right)$ ، و x_i هو أفصول الموضع G_i في المعلم $\left(O,\vec{i}\right)$ الموازي للنضد الهوائي .

نأخذ كمرجع لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} أصل المحور الرأسي $\left(O,\vec{k}\right)$ حيث أن النقطة O متطابقة مع G_7 . أحسب قيم E_{pp} بالنسبة لمختلف المواضع G_i بحيث أن $0<i<7$.

ج ــ أحسب قيم المجموع E_C+E_{pp} . ماذا تستنتج ؟

خلاصة : في حالة السقوط الحر أو في حالة انزلاق جسم على مستوى مائل بدون احتكاك توصلنا إلى أن $E_C+E_{pp}=cte$ أي بصفة عامة لتكن كتلة m جسم صلب و v سرعة مركز قصوره وz أنسوبه في معلم $\left(O,\vec{k}\right)$ موجه نحو الأعلى ، وباعتبار الحالة المرجعية $E_{pp}=0$ عند $z=0$

فإن طاقته الميكانيكية في كل لحظة هي : $E_m=\frac{1}{2}mv^2+mgz=Cte$

أي أن

$$\Delta E_m=0 \Leftrightarrow E_{C2}+E_{pp2}=E_{C1}+E_{pp1} \Rightarrow E_{C2}-E_{C_1}=E_{pp1}-E_{pp2}$$

$$\Delta E_C=-\Delta E_{pp}$$

بالنسبة لجسم صلب يعتبر وزنه هو القوة الوحيدة التي تنجز شغلا غير منعدم ، يساوي تغير الطاقة الحركية لهذا الجسم مقابل طاقة الوضع الثقالية . أي أنه خلال الحركة تتحول الطاقة الحركية للجسم إلى طاقة الوضع والعكس صحيح .

<u>ب ــ تعميم :</u>

أثناء السقوط الحر لجسم صلب ، أو أثناء انزلاقه بدون احتكاك على مستوى مائل ، تتحول طاقة الوضع الثقالية إلى طاقة حركية (والعكس صحيح) ، وتنحفظ الطاقة الميكانيكية .

في الحالتين يكون وزن الجسم هو القوة الوحيدة التي تنجز شغلا نقول أن $\vec{P}$ قوة محافظة .

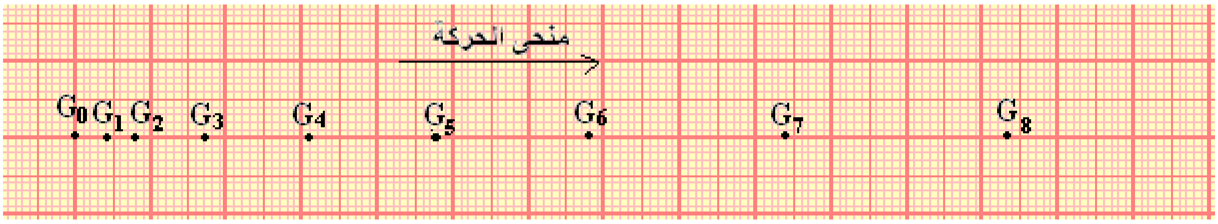
3 ــ عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية

الإبراز التجريبي لعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية .

نميل نضد هوائي بزاوية $\alpha=10°$ بالنسبة للمستوى الأفقي تم نعمل على نقص صبيب هواء معصفة النضد لكي تتم حركة الخيال بالاحتكاك . تم نطلق الخيال ذي الكتلة $m=400g$ ، من أعلى نقطة وبدون سرعة بدئية ونسجل مواضع نقطة منه في مدد زمنية متساوية ومتتالية قيمتها $\tau=60ms$.

تبرز الوتيقة التالية بالسلم الحقيقي مثالا لجزء من التسجيل المحصل عليه :

R



نعتبر لحظة تسجيل النقطة G_0 أصلا للتواريخ (t=0)

استثمار :

1 ــ أجرد القوى المطبقة على الخيال خلال حركته وحدد القوى التي تشتغل . علل جوابك .

2 ــ نعتبر الجدول التالي :

الموضع G_i	G_0	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7	G_8
$t(s).10^{-3}$	0	60	120	180	240	300	360	420	480
$x_i(m).10^{-2}$	0	0,4	0,8	1,6	3,1	4,8	6,9	9,9	12,8
$M_{i+1}M_{i-1}(m)$									
$V_i(m/s)$									
$Z_i(m)$									
$E_C(J)$									
$E_{pp}(J)$									
$E_C+E_{pp}(J)$									

أ ــ أحسب قيم سرعة الخيال V_i في المواضع G_i واستنتج قيم الطاقة الحركية للخيال الموافقة .

ب ــ نسمي ℓ المسافة التي يقطعها مركز القصور G للخيال بين الموضعين G_1 و G_7 ونسمي h فرق الارتفاع بين G_1 و G_7 (أنظر الشكل)

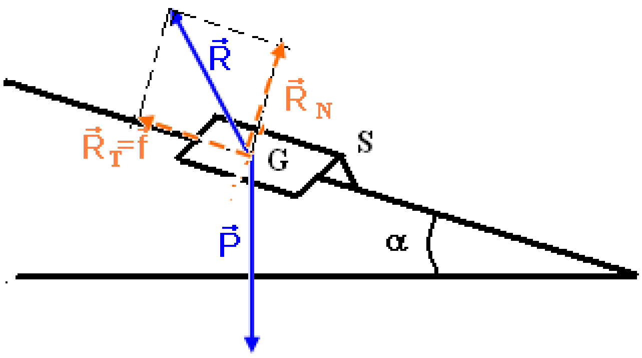
أثبت العلاقة التالية : $z_i = h\left(1-\frac{x_i}{\ell}\right)$ بحيث أن z_i هو أنسوب الموضع G_i في المعلم الرأسي $(O,\vec{k})$ ، و x_i هو أفصول الموضع G_i في المعلم $(O,\vec{i})$ الموازي للنضد الهوائي .

نأخذ كمرجع لطاقة الوضع الثقالية E_{pp} أصل المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ حيث أن النقطة O متطابقة مع G_8 . أحسب قيم E_{pp} بالنسبة لمختلف المواضع G_i بحيث أن $0 < i < 8$.

ج ــ أحسب قيم المجموع $E_C + E_{pp}$. ماذا تستنتج ؟

خلاصة : يلاحظ من خلال الدراسة التجريبية أن $E_C + E_{pp} \neq cte$ أي أن هناك عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية .

بصفة عامة ، نعتبر انزلاق جسم صلب S فوق مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي . وأن الاحتكاكات غير مهملة ونطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين لحظتين t_1 حيث يحتل فيها مركز قصور الجسم الموضع G_1 واللحظة t_2 حيث يحتل مركز قصور الجسم الموضع G_2 :



$$\Delta E_C = \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{P}\right) + \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{R}\right)$$

ونعلم أن $\underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{P}\right) = -\Delta E_{pp}$ فتصبح العلاقة

$$\Delta E_C = -\Delta E_{pp} + \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{R}\right) \Rightarrow \Delta E_C + \Delta E_{pp} = \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{R}\right)$$

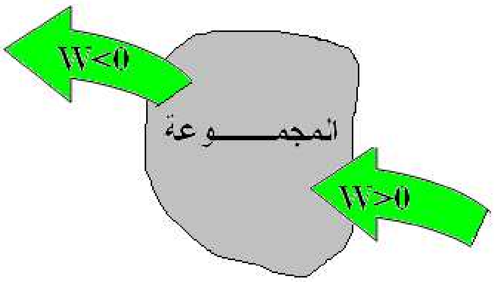
وبالتالي أن $\Delta E_m = \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{R}\right)$ وبما أن هناك وجود احتكاكات فإن $\underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{f}\right) = \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{R}\right)$ أي أن

$$\Delta E_m = \underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{f}\right)$$

ـ يلاحظ أن الطاقة الميكانيكية لا تنحفظ . وبما أن $\Delta E_m < 0$ فإنها تتناقص ، ويوافق هذا التناقص شغل قوى الاحتكاك

نقول أن قوى الاحتكاك قوى غير محافظية .

كيف نعلل هذه النتيجة :



اصطلاح : مجموعة ميكانيكية تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي . كل ما تكتسبه المجموعة (من طاقة أو شغل W) من الوسط الخارجي فهو موجب . وكل ما تمنحه للوسط الخارجي فهو سالب .

المجموعة ، الجسم الصلب S ، خلال انزلاقه على المستوى المائل تتناقص طاقته الميكانيكية أي أنه يمنح طاقة للوسط الخارجي على شكل طاقة حرارية Q والتي تؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة بين سطحي التماس والهواء المجاور . وباعتماد الاصطلاح المذكور أعلاه نكتب :

$\underset{G_1 \to G_2}{W}\left(\vec{f}\right) = -Q$ وبالتالي فإن $\Delta E_m = -Q$

يساوي انحفاظ الطاقة الميكانيكية للجسم الصلب مقابل الطاقة الحرارية .

تمارين العلوم الفيزيائية
الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية
الشغل وطاقة الوضع الثقالية ـ الطاقة الميكانيكية

في جميع التمارين نأخذ $g = 10N/kg$

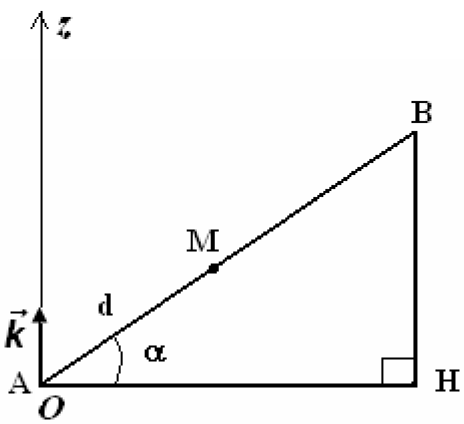
تمرين 1

نعتبر جسما A نقطيا ، كتلته $m = 2kg$ يمكن له أن يحتل مواضع مختلفة على المحور $O\vec{z}$ الموجه نحو الأعلى ومدرج بالمتر .

1 ـ نأخذ كحالة مرجعية نقطة أنسوبها $z = 2$. أحسب طاقة الوضع الثقالية للجسم A عند المواضع التالية :
$z_{A_1} = 6$ و $z_{A_2} = -4$

2 ـ نأخذ كحالة مرجعية النقطة ذات الأنسوب : $z = -1$. أحسب طاقة الوضع الثقالية للجسم A عند المواضع التالية :
$z_{A1} = 6, z_{A2} = -4, z_{A3} = 9$

تمرين 2



لدينا مثلث AHB قائم الزاوية في H والضلع AH أفقي . أنظر الشكل .

نضع $AB = a$ و $\widehat{BAH} = \alpha$.

جسم نقطي كتلته m في حركة على AB . لتكن M موضع الجسم بحيث أن $AM = d$.

أعط تعبير طاقة الوضع الثقالية للجسم بدلالة g, a, α, d, m عند اختيار الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية هي :

1 ـ النقطة H

2 ـ النقطة B

3 ـ النقطة A

تمرين 3

كرة كتلتها $m = 20g$ وشعاعها $R = 10cm$ تتدحرج بدون انزلاق على مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي .

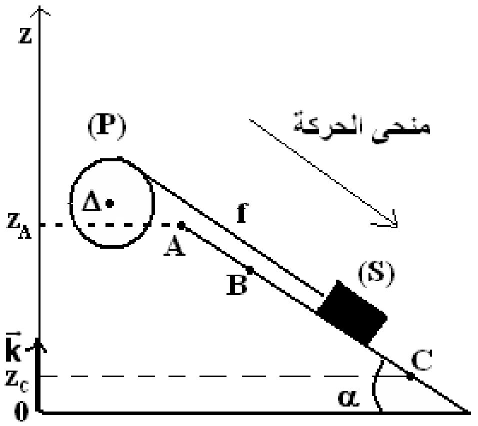
1 ـ أحسب تغير طاقة الوضع الثقالية للكرة عندما تنجز 6 دورات حول نفسها (حول المحور الذي يمر من مركز ثقلها)

2 ـ هل تغير طاقة الوضع الثقالية للكرة

ـــ دالة تآلفية بالنسبة لعدد الدورات المنجزة من طرفها ؟

ـــ دالة تآلفية بالنسبة للزمن t المستغرق خلال حركتها ؟.

تمرين 4



نعتبر المجموعة الممثلة في الشكل جانبه والمكونة من :

ـ بكرة (P) بإمكانها الدوران حول محور أفقي ثابت Δ ، شعاعها $r = 5cm$ وعزم قصورها J_Δ بالنسبة للمحور Δ

ـ خيط (f) ملفوف حول مجرى البكرة . نعتبره غير مدود وكتلته مهملة ـ

جسم (S) كتلته $m = 0,5kg$ موضوع على مستوى (π) مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ومرتبط بالطرف الحر للخيط (f).

نطلق الجسم S من أعلى نقطة على المستوى المائل بدون سرعة بدئية . ونعتبر حركة الجسم على المستوى المائل تتم بدون احتكاك .

1 ـ بواسطة جهاز ملائم نقيس سرعة الجسم عند مروره من النقطتين A و B فنجد أن $V_A = 0,5m/s$ و $V_B = 2,5m/s$ والمسافة $AB = 62,5cm$

1 ـ 1 بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أوجد تعبير الشغل $W_{A\to B}(\vec{F})$ ، $\vec{F}$ القوة التي يطبقها الخيط على الجسم S .

1 ـ 2 أحسب $W_{A\to B}(\vec{F})$ واستنتج شدة القوة $\vec{F}$.

2 ـ لإيجاد قيمة عزم القصور J_Δ للبكرة (P) بالنسبة للمحور Δ نقوم بالدراسة التجريبية التالية : عندما يقطع الجسم المسافة AB تدور البكرة بزاوية $\Delta\theta$.

2 ـ 1 أوجد العلاقة بين الزاوية $\Delta\theta$ و المسافة AB .

2 ـ 2 بتطبيق مبرهنة الطاقة على البكرة (P) بين أن $J_{\Delta}=\dfrac{2.F.AB.r^2}{V_B^2-V_A^2}$. أحسب J_{Δ} .

3 ـ في الواقع أن الجزء BC من المستوى المائل خشن أي أن حركة الجسم على هذا الجزء تتم بالاحتكاك بحيث ينتج عن هذه الاحتكاكات توقف الجسم S عند النقطة C $(V_C=0)$

نأخذ المستوى الأفقي المار من A كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية حيث $E_{pp}=0$

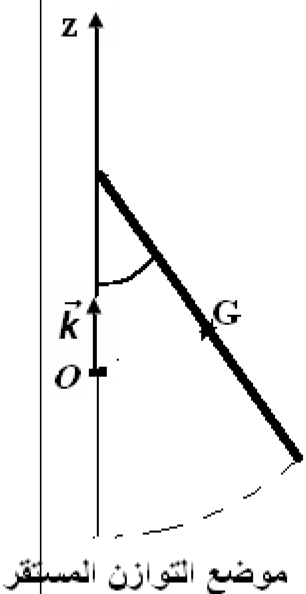
3 ـ 1 أعط تعبير طاقة الوضع الثقالية للجسم S باعتبار هذه الحالة المرجعية .

3 ـ 2 بين أن تغير طاقة الوضع الثقالية بين B و C لا تتعلق بالحالة المرجعية المختارة .

3 ـ 3 أوجد تغير الطاقة الميكانيكية عند انتقال الجسم S من B إلى C . واحسب قيمته . نعطي BC=100cm

3 ـ 4استنتج الطاقة المفقودة على شكل حرارة أثناء الانتقال BC .

3 ـ 5 استنتج قيمة شدة قوة الاحتكاك التي نعتبرها ثابتة خلال هذا الجزء .



تمرين 5

تحتوي حقينة سد على كمية من الماء عمقها $15m$ ومساحة سطحها $1,5km^2$.

مركز قصور كمية الماء يوجد على ارتفاع $h=2000m$ من سطح البحر .

توجد محطة هيدروكهربائية على مقربة من السد وعلى ارتفاع $h'=1200m$ من سطح البحر وتتم تغذية المحطة بماء السد لإنتاج الطاقة الكهربائية .

1 ـ أحسب طاقة الوضع الثقالية المخزونة في ماء السد بعد اختيار حالة مرجعية .

2 ـ أحسب تغير طاقة الوضع الثقالية إذا اعتبرنا أن كتلة الماء الموجودة بالسد تنزل بكاملها إلى محطة توليد الكهرباء .

3 ـ أحسب القدرة الكهربائية المحصل عليها بالنسبة لصبيب مائي يساوي $(10m^3/s)$. إذا اعتبرنا أن 75% من الطاقة المخزونة في الماء تتحول إلى طاقة كهربائية .

نعطي : $\rho_{eau}=10^3kg/m^3$ و $g=10N/kg$

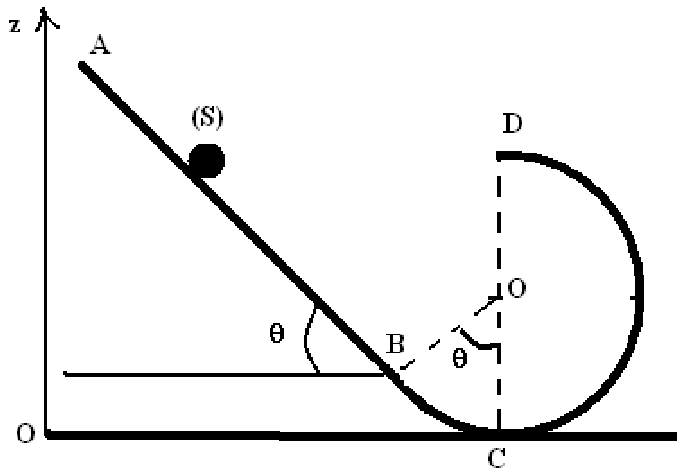
تمرين 6

ساق متجانسة كتلتها m وطولها $\ell=1m$ قابلة للدوران ، بدون احتكاك ، حول محور (Δ) أفقي يمر من أحد طرفيها . عزم قصور الساق بالنسبة للمحور (Δ) هو : $J_{\Delta}=\dfrac{1}{3}m\ell^2$.

نزيح الساق عن موضع توازنها المستقر الرأسي بزاوية $\theta=60°$ ثم نحررها بدون سرعة بدئية نأخذ $E_{pp}=0$ عند $z=0$.

أحسب السرعة الزاوية لمركز قصور الساق عندما تمر من موضع توازنه المستقر . نعطي شدة الثقالة $g=10N/kg$

تمرين 7



نعتبر جسما صغيرا كتلته $m=0,5kg$ ينتقل فوق مدار ABCD يتكون من جزء مستقيم طوله $AB=2m$ ، ومن جزء دائري BCD شعاعه $r=0,5m$. نعطي $\theta=60°$.

نطلق الجسم (S) من النقطة A بدون سرعة بدئية .

1 ـ نعتبر الاحتكاكات مهملة .

1 ـ 1 أوجد تعبير الطاقة الميكانيكية للجسم S في الموضع A بدلالة m,r,θ و g شدة الثقالة . أحسب $E_m(A)$. نعطي $g=10N/kg$

1 ـ 2 أحسب طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية للجسم S في الموضع B .

3 ـ أحسب سرعة S عند وصوله إلى الموضع D .

2 ـ في الواقع سرعة الجسم S في الموضع B تساوي $4,00m/s$ نتيجة قوى الاحتكاك التي نعتبرها مكافئة لقوة $\vec{f}$ ثابتة ومنحاها معاكس لمنحى حركة الجسم S .

2 ـ 1 أحسب الطاقة المفقودة على شكل حرارة أثناء الانتقال AB

2 ـ 2 أحسب شدة القوة $\vec{f}$.

R

تصحيح تمارين حول الطاقة الميكانيكية .

تمرين 2

تعبير طاقة الوضع الثقالية هو : $E_{pp} = mgz + C$ بحيث z أرتوب النقطة M و C ثابتة تتعلق بالحالة المرجعية .

1 ــ عند اختيار الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية هي النقطة H أي أن $E_{pp} = 0$ عند $z = 0$ في هذه الحالة C=0 وطاقة الوضع تكون كالتالي :

$$E_{pp} = mgz$$

$$z = d \sin\alpha$$

وبالتالي : $E_{pp} = mgd \sin\alpha$

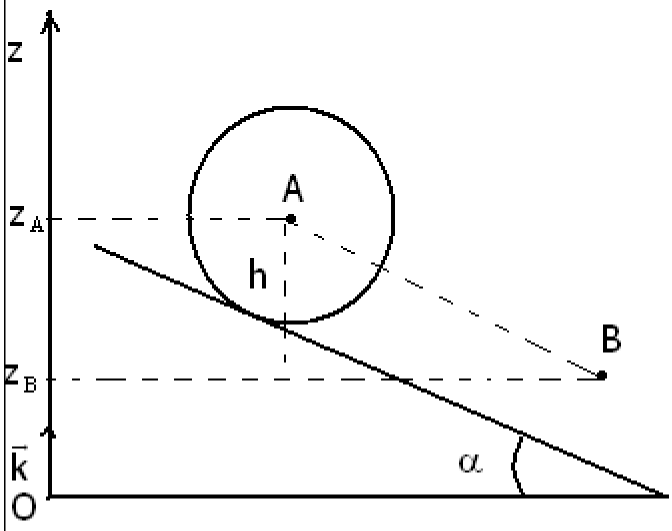
2 ــ عند اختيار النقطة B كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية :

$E_{pp} = 0$ عند $z = a \sin\alpha$ أي أن $C = -mga \sin\alpha$ وبالتالي $E_{pp} = mg \sin\alpha (d - a)$

3 ــ عند اختيار الحالة المرجعية لطاقة الوضع النقطة A هي نفس الحالة المرجعية النقطة H .

تمرين 3

الكرة تتدحرج بدون انزلاق على المستوى المائل . نعتبر (Δ) محور دورانها حول نفسها .



تغير طاقة الوضع بين موضعين لا يتعلق بالحالة المرجعية .

1 ــ تغير طاقة الوضع عند انتقالها من الموضع A إلى الموضع B :

$\Delta E_{pp} = mgz_B - mgz_A = mg(z_B - z_A)$ وحسب الشكل يلاحظ أن $z_B - z_A < 0$ وبالتالي :

$\Delta E_{pp} = -mg(z_A - z_B) = -mgh$ بحيث أن

$$h = AB \sin\alpha$$

وحسب المعطيات أن الكرة خلال انتقالها من A إلى B أنجزت 6 دورات أي أن : $\Delta\theta = 6 \times 2\pi = 12\pi$

وبما أن **<u>الكرة تتدحرج بدون انزلاق</u>** : $AB = R\Delta\theta$

أي أن :

$$E_{pp} = -mgR\Delta\theta \sin\alpha$$

تطبيق عددي : $E_{pp} = -0,377J$

2 ــ تغير الطاقة الوضع الثقالية دالة تآلفية بالنسبة لعدد الدورات المنجزة من طرفها وليس بالنسبة للزمن t المستغرق خلال حركتها .

تمرين 4

1 ــ شغل القوة $\vec{F}$ المطبقة من طرف الخيط على الجسم :

$$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \frac{m}{2}(v_B^2 - v_A^2) - mgAB \sin\alpha$$

$$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = -6,25.10^{-2} J$$

شدة القوة $\vec{F}$

$$F = -\frac{\underset{A\to B}{W}(\vec{F})}{AB} = 0,1N$$

2 ــ 1 العلاقة بين الزاوية $\Delta\theta$ والمسافة AB : $AB = R\Delta\theta$

2 ــ 2 نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على البكرة P :

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2 - \frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_A^2 = \mathcal{M}_{\Delta}.\Delta\theta + \underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right) + \underset{A\to B}{W}\left(\vec{P}_p\right)$$

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{R}\right) = 0,\ \underset{A\to B}{W}\left(\vec{P}_p\right) = 0$$

$$\frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_B^2 - \frac{1}{2}J_{\Delta}\omega_A^2 = \mathcal{M}_{\Delta}.\Delta\theta$$

$$\Delta\theta = \frac{AB}{R}, \omega_A = \frac{v_A}{R}, \omega_B = \frac{v_B}{R}$$

وبالتالي $J_{\Delta}\left(v_B^2 - v_A^2\right) = 2R^2AB.F$ أي أن

$$J_{\Delta} = \frac{2R^2AB.F}{v_B^2 - v_A^2}$$

تطبيق عددي : $J_{\Delta} = 0,521.10^{-4}kg.m^2$

3 ـ الجزء BC خشن . ونأخذ المستوى المار من النقطة A كحالة مرجعية لطاقة الوضع الثقالية .

3 ـ 1 تعبير طاقة الوضع الثقالية للجسم S باعتبار الحالة المرجعية أعلاه :

$E_{pp} = mgz + C$ نأخذ $E_{pp} = 0$ عند $z = z_A$ وبالتالي : $C = -mgz_A$

تعبير طاقة الوضع الثقالية هو :

$$E_{pp} = mg\left(z - z_A\right)$$

3 ـ 2 : نبين أن طاقة الوضع الثقالية لا تتعلق بالحالة المرجعية :

$$\Delta E_{pp} = E_{pp}\left(C\right) - E_{pp}\left(B\right) = mg\left(z_C - z_A\right) - mg\left(z_B - z_A\right)$$

$$\Delta E_{pp} = mg\left(z_C - z_B\right)$$

وبالتالي فإن تغير طاقة الوضع لا يتعلق بالحالة المرجعية .

3 ـ 3 وتغير الطاقة الميكانيكية هو $\Delta E_m = \Delta E_{pp} + \Delta E_C$

* تعبير طاقة الوضع في الجزء BC : نعطي $BC = 100cm$

$\Delta E_{pp} = mg\left(z_c - z_B\right)$ وحسب الشكل فإن $z_C - z_B = -BC.\sin\alpha$ وبالتالي فتعبير تغير طاقة الوضع الثقالية هو كالتالي :

$$\Delta E_{pp} = -mgBC\sin\alpha$$

* تعبير تغير الطاقة الحركية بين B و C .

$v_C = 0$ وبالتالي $\Delta E_C = -\frac{1}{2}mv_B^2$

وبالتالي فتعبير تغير الطاقة الميكانيكية : $\Delta E_m = \Delta E_{pp} + \Delta E_C =$

$$\Delta E_m = E_m\left(C\right) - E_m\left(B\right) = E_{pp}\left(C\right) + E_C\left(C\right) - E_{pp}\left(B\right) - E_C\left(B\right)$$

$$\Delta E_m = E_{PP}\left(C\right) - E_{pp}\left(B\right) + E_C\left(C\right) - E_C\left(B\right)$$

$$\Delta E_m = -mgBC\sin\alpha - \frac{1}{2}mv_B^2$$

تطبيق عددي : $\Delta E_{pp} = -250.10^{-2}J$ و $\Delta E_C = -1,56J$ وبالتالي $\Delta E_m = -4,06J$

3 ـ 4 يتبين من خلال هذه النتيجة أن الطاقة الميكانيكية لا تنحفض أي أنها تتحول إلى طاقة حرارية Q بحيث أن $\Delta E_m = -Q$

وبالتالي فالطاقة المفقودة على شكل حرارة هي : $Q = 4,06J$.

3 ـ 5 : لدينا $\Delta E_m = W\left(\vec{f}\right) \Rightarrow \Delta E_m = -f.BC$

$f = -\frac{\Delta E_m}{BC}$: تطبيق عددي : $f = 4,06N$.

R

تمرين 5

1 ـ نأخذ سطح البحر الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية . $E_{pp}=0$ عند $z=0$

$$E_{pp}=mgz$$

بحيث أن $m=\rho_{eau}V=\rho_{eau}p.S$ أي أن طاقة الوضع الثقالية للماء المخزون في السد هو :

$$E_{pp}=\rho_{eau}pSgz$$

تطبيق عددي : $E_{pp}=250.10^{12}\,J$

2 ـ تغير طاقة الوضع الثقالية إذا اعتبرنا أن كتلة الماء تنزل بكاملها إلى محطة التوليد الكهربائي :

$$\Delta E_{pp}=-\rho_{eau}pSg\Delta z=-180.10^{12}\,J$$

3 ـ القدرة الكهربائية هي : $\mathbf{P}=0,75\dfrac{-\Delta E_{pp}}{\Delta t}=60.10^{5}\,Watt$

تمرين 6

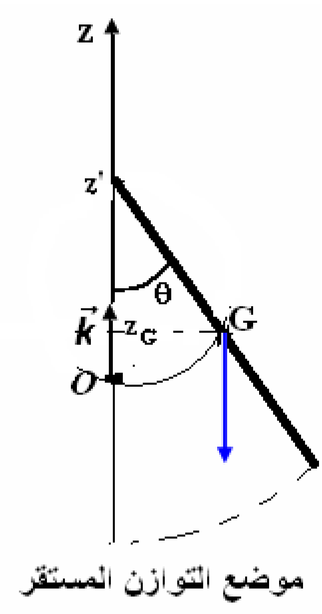
حساب السرعة الزاوية لمركز قصور الساق عند مروره من موضع توازنه المستقر :

القوى المطبقة على الساق هي :

$\vec{P}$ وزن الساق ، $\vec{R}$ تأثير المحور على الساق .

شغل القوة $\vec{R}$ منعدم وفي غياب الاحتكاكات القوة الوحيدة التي تنجز شغلا هي وزن الجسم أي أن هناك انحفاظ الطاقة الميكانيكية .

الحالة البدئية : $E_{C1}=0$ لأن $\omega_1=0$



$E_{pp_1}=mgz$ بحيث أن $z=\dfrac{\ell}{2}(1-\cos\theta)$ (نأخذ كحالة مرجعية $E_{pp}=0$ عند $z=0$)

أي أن $E_{pp_1}=\dfrac{mg\ell}{2}(1-\cos\theta)$ وبالتالي فالطاقة الميكانيكية هي :

$$E_{m_1}=\frac{mg\ell}{2}(1-\cos\theta)$$

الحالة النهائية : $E_{C_2}=\dfrac{J_\Delta\omega_2^2}{2}$ و $E_{pp_2}=0$ وبالتالي فالطاقة

الميكانيكية النهائية هي : $E_{m_2}=\dfrac{J_\Delta\omega_2^2}{2}$

بما أن

$$J_\Delta=\frac{1}{3}m\ell^2\Rightarrow E_{m_2}=\frac{m\ell^2\omega_2^2}{6}$$

هناك انحفاظ الطاقة الميكانيكية للساق أي أن $E_{m_1}=E_{m_2}$

بحيث أن $\dfrac{m\ell^2\omega_2^2}{6}=\dfrac{mg\ell}{2}(1-\cos\theta)$

$\omega_2=\sqrt{\dfrac{3g}{\ell}(1-\cos\theta)}$ تطبيق عددي : $\omega_2=3,83m/s$.

تمرين 7

1 ـ تعبير الطاقة الميكانيكية في الموضع A :

$$E_m(A)=E_C(A)+E_{pp}(A)$$

$E_C(A)=0$ لأن $v_A=0$ و $E_{pp}(A)=mgz_A$ (اختير كحالة مرجعية سطح الأرض z=0)

بحيث أن $z_A=AB\sin\theta+r(1-\cos\theta)$ أي أن $E_m(A)=mgr(1+4\sin\theta-\cos\theta)$

تطبيق عددي : $E_m(A)=9,71J$

R

2 ـ حساب طاقة الوضع الثقالية في الموضع B : $E_{PP}(B)=mgz_B=mgr(1-\cos\theta)$

تطبيق عددي : $E_{pp}(B)=1,23J$

حساب الطاقة الحركية للجسم S في B .

بما أن الطاقة الميكانيكية تنحفظ لغياب الاحتكاكات وأن وزن الجسم القوة الوحيدة التي تشتغل :

$E_m(B)=E_C(B)+E_{pp}(B)\Rightarrow E_C(B)=E_m(B)-E_{pp}(B)$ وبما أن الطاقة الميكانيكية تنحفظ :

$E_m(A)=E_m(B)=9,71J$

وبالتالي $E_C(B)\simeq 8,48J$

3 ـ نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين D و B :

$\underset{B\to D}{W}(\vec{R})=0$

$v_D=\sqrt{v_B^2-2gr\left(\frac{1}{2}+\cos\theta\right)}$ تطبيق عددي : $v_D=4,39m/s$

2 ـ الطاقة المفقودة على شكل حرارة أثناء الانتقال AB :

$\Delta E_m=E_m(B)-E_m(A)$ بحيث أن $E_m(A)=9,71J$ و $E_m(B)=\frac{mv_B^2}{2}+1,23J=5,23J$

وبالتالي $\Delta E_m=-5,71J$ أي أن الطاقة المفقودة على شكل حرارة هي $\Delta E_m=-Q$ أي أن $Q=5,71J$

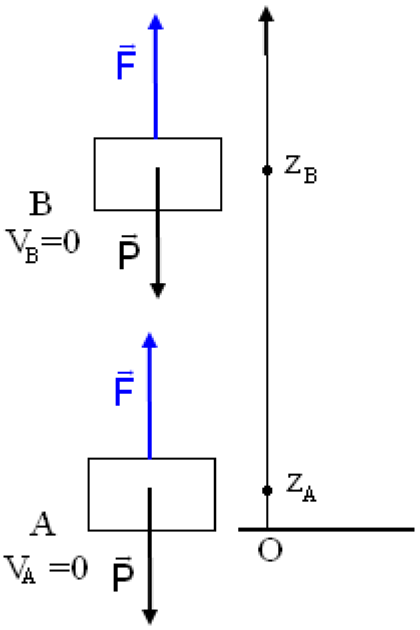
شدة القوة $\vec{f}$:

$\Delta E_m=-f.AB\Rightarrow f=-\frac{\Delta E_m}{AB}=2,85N$

الشغل والطاقة الداخلية

I ـ مفاعيل الشغل المكتسب من طرف مجموعة .

النشاط 1



عند نقل حمولة من A إلى B القوة $\vec{F}$ تنجز شغلا .

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أحسب شغل القوة $\vec{F}$ ؟

$$\Delta E_C = \underset{A\to B}{W}(\vec{P}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{F})$$

لدينا $\Delta E_C = 0$ أي أن

$$\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = -\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = -\left(-mg(z_A - z_B)\right) = mgz_A - mgz_B$$

وبالتالي أن $\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \Delta E_{pp} = \Delta E_m$

أي أن شغل القوة $\vec{F}$ يمنح للمجموعة (الحمولة) طاقة وضع ثقالية .

النشاط 2

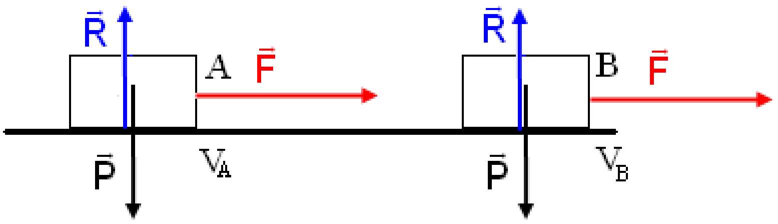
عند نقل الحمولة على مستوى أفقي من A إلى B تنجز $\vec{F}$ شغلا بحيث أن هذا الشغل هو :

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أحسب شغل القوة $\vec{F}$ عند نقل هذه الحمولة من A إلى B .

$$\Delta E_C = \underset{A\to B}{W}(\vec{P}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{R}) + \underset{A\to B}{W}(\vec{F})$$

$\underset{A\to B}{W}(\vec{P}) = 0$ و $\underset{A\to B}{W}(\vec{R}) = 0$ وبالتالي $\underset{A\to B}{W}(\vec{F}) = \Delta E_C = \Delta E_m$

أي أن شغل القوة $\vec{F}$ يمنح للمجموعة (الحمولة) طاقة حركية ΔE_C .



خلاصة :

الطاقة المكتسبة من طرف المجموعة بالشغل يمكنها أن تغير طاقتها الحركية أو طاقة الوضع الثقالية للمجموعة .

نسمي تغير الطاقة الحركية أو تغير طاقة الوضع الثقالية بمفاعيل الشغل المكتسب من طرف المجموعة .

هل هناك مفاعيل أخرى للشغل المكتسب من طرف مجموعة ما ؟

1 ـ ارتفاع درجة الحرارة

النشاط 3

تجربة : نأخذ كيس من حجم صغير ونضع فيه مجموعة من كريات من حديد كتلة كل واحد منها m .
الحالة الأولى وهي الحالة البدئية : حالة الكيس وهو على سطح الأرض ، نعاين درجة حرارة داخل الكيس بواسطة محرار . θ_1 .

ننقل الكيس من سطح الأرض إلى نقطة B توجد على ارتفاع $h = 2m$ من سطح الأرض ونطلقه بدون سرعة بدئية .

نعيد العملية عشر مرات وبعد العملية الأخيرة نضع الكيس فوق قطعة من البوليستيرين ونعاين درجة الحرارة θ_2 ونعتبر هذه الحالة النهائية . نرمز للمجموعة S ب { الكيس + الكريات } .

1 ـ ما دور قطعة البوليستيرن ؟

2 ـ ما قيمة الشغل الكلي $W_n(\vec{P})$ لوزن المجموعة S بين الحالة البدئية والحالة النهائية ؟

3 ـ عند سقوط الكيس على سطح الأرض يخضع كل مرة لقوة تطبقها الأرض على الكيس أحسب شغل هذه القوة .

4 ـ كم يساوي تغير الطاقة الحركية للمجموعة S بين الحالتين البدئية والنهائية ؟ وكم يساوي تغير طاقة الوضع الثقالية للمجموعة S بين الحالتين ؟

5 ـ أكتب بدلالة g,h,m,n تعبير الشغل الكلي $W_n(\vec{F})$ للقوة التي يطبقها المجرب على الكيس لنقلها n مرة إلى الارتفاع h .

6 ـ ما هو مفعول شغل القوة $\vec{F}$ المطبقة من طرف المجرب على الكيس ؟

خلاصة الدراسة التجريبية :

نلاحظ أن هناك ارتفاع في درجة الحرارة $\theta_2 > \theta_1$ نتيجة شغل القوة التي يطبقها المجرب لنقل الكيس إلى الارتفاع h عشر مرات وهذا الشغل أكسب المجموعة S طاقة تمظهرت في ارتفاع درجة الحرارة .

الطاقة التي تكتسبها مجموعة ما بالشغل يمكنها أن ترفع درجة حرارة هذه المجموعة .

2 ـ تغير الحالة الفيزيائية

النشاط 4

في فصل الشتاء في منتزه أوكيمدن بضاحية مراكش تتحرك زالقة على الجليد بالاحتكاك ، مما يسبب في انصهار الجليد من تحت الزالقة .

أجرد القوى المطبقة على الزالقة .

ما هي الأجسام التي يتم بينها الاحتكاك ؟

ما هو الجسم الذي تغيرت حالته الفيزيائية بفعل الاحتكاك ؟

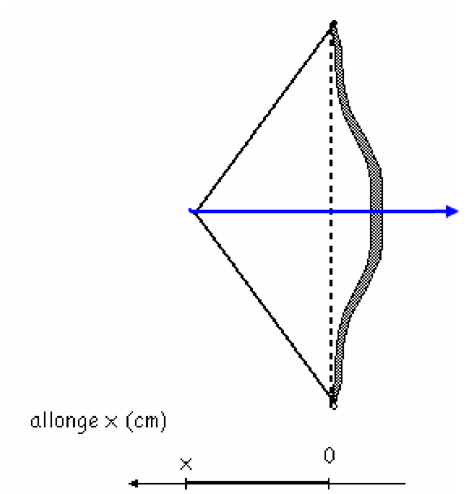
ما هو مفعول شغل قوة الاحتكاك المطبقة من طرف الجليد على الزالقة ؟

شغل قوة الاحتكاك تكسب المجموعة الجليد طاقة والتي تسببت في انصهار الجليد أي تغير في الحالة الفيزيائية للمادة .

الطاقة التي تكتسبها مجموعة ما بالشغل يمكنها أن تغير حالتها الفيزيائية

3 ـ التشويه المرن

النشاط 5



في رياضة الرماية بالقوس : عندما يريد الرياضي إصابة الهدف بواسطة السهم ، يقوم بإطالة وتر القوس الذي يوجد به السهم ويطلقه قادفا بذلك السهم وهو ينطلق بسرعة كبيرة مصيبا الهدف .

ما هي القوى المطبقة على الوتر قبل انطلاق السهم ؟

ما هي القوى التي تشتغل ؟

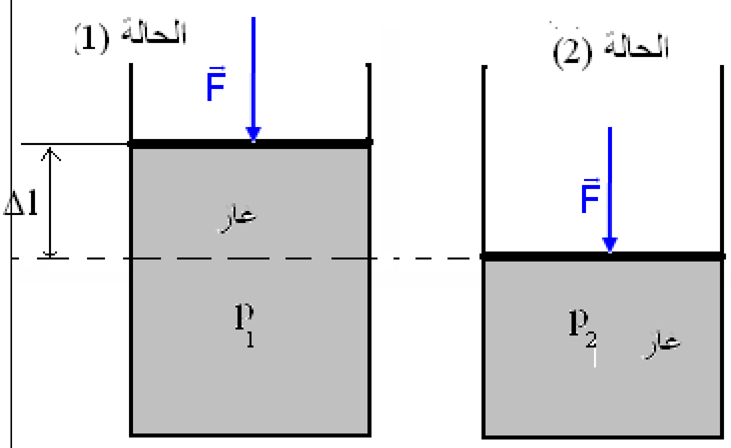
أحسب تغير الطاقة الحركية للوتر خلال إطالته من طرف الرياضي ؟

كيف يصبح الوتر قبل وبعد انطلاق السهم ؟

قبل انطلاق السهم يطبق الرياضي قوة على الوتر فيطال هذا الأخير . القوة المطبقة على الوتر لتشويهه شغلها غير منعدم رغم أن تغير الطاقة الحركية خلال إطالة الوتر منعدم . إذن أن هذه القوة تكسب الوتر طاقة تمكنه من إرسال السهم وهي تختلف عن طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية فهي تختزن شكل آخر من أشكال الطاقة . نقول أن شغل القوة المطبقة على الوتر تحوّل لتشوه الوتر

4 ـ ارتفاع ضغط غاز

النشاط 6



نعتبر كمية غاز محصور داخل أسطوانة كظيمة (لا تسمح بتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي) ومسدودة بمكبس كظيم مقطعه S وكتلته مهملة.

توجد كمية الغاز في الحالة (1) حيث ضغطها هو p_1 . نطبق على المكبس قوة ثابتة $\vec{F}$ فيأخذ هذا الأخير موضعا جديدا للتوازن بعد الانتقال $\Delta\ell$ ، حيث يصبح ضغط الغاز هو p_2 .

عند تحرير المكبس يتمدد الغاز لينتقل المكبس إلى وضعه البدئي .

1 ـ أحسب تغير الطاقة الحركية للغاز عند انتقاله من الحالة (1) إلى الحالة (2) .

تغير الطاقة الحركية للغاز $\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1}$

R

وبما أن $E_{C2} = E_{C1} = 0$ فإن $\Delta E_C = 0$

2 ـ أحسب شغل القوى المطبقة من طرف المحيط الخارجي على المكبس خلال الانتقال $\Delta\ell$

$$W\left(\vec{F}_{ext}\right) = F_{ext}.\Delta\ell$$

بما أن المكبس في حالة توازن تحت تأثير $\vec{F}, \vec{F}', \vec{F}_0$ أي أن $\vec{F}'$ القوة التي يطبقها الغاز على المكبس و $\vec{F}_0$ القوة التي يطبقها الهواء على المكبس ، بحيث أن شدتها هي : $F' = p_2.S, F_0 = p_0S$ بحيث أن p_2 ضغط الغاز في الحالة النهائية و S مساحة المكبس . نطبق مبرهنة الطاقة الحركية خلال انتقال المكبس من الحالة (1) إلى الحالة (2)

$$\sum W\left(\vec{F}\right) = W\left(\vec{F}'\right) + W\left(\vec{F}\right) + W\left(\vec{F}_0\right) = \Delta E_C = 0$$

$$W\left(\vec{F}'\right) = -W\left(\vec{F}_{ext}\right), W\left(\vec{F}_{ext}\right) = W\left(\vec{F}\right) + W\left(\vec{F}_0\right)$$

$$W\left(\vec{F}_{ext}\right) = -W\left(\vec{F}'\right)$$

$$W\left(\vec{F}'\right) = -F'.\Delta\ell, F' = p_2S$$

$$W\left(\vec{F}'\right) = -p_2.\Delta\ell S = -p_2.\Delta V$$

نعلم أن $S.\Delta\ell = S\ell_1 - S\ell_2 = V_1 - V_2 = -\Delta V$ وبالتالي $W\left(\vec{F}_{ext}\right) = p_2\left(V_1 - V_2\right) = -p_2\left(V_2 - V_1\right)$

فسر سبب تمدد الغاز لينتقل من الحالة النهائية إلى الحالة البدئية ؟
نقول أن الغاز اختزن طاقة تخالف طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية وأن شغل القوى الخارجية المطبقة على المكبس تحوّل لكي يشوه الغاز .

إن شغل القوى $\vec{F}_{ext}$ المطبقة على المكبس أكسب الغاز المضغوط طاقة ساهمت في تزايد الطاقة المخزونة فيه .

5 ـ خلاصة :

إن الطاقة المكتسبة بالشغل من طرف مجموعة ما لها مفاعيل أخرى ،غير تغير طاقة الوضع الثقالية وتغير الطاقة الحركية * ارتفاع درجة حرارة مجموعة .

*** تغير الحالة الفيزيائية لمجموعة .**

***تشويه مجموعة عندما تتعلق بمجموعة مرنة**

*** ارتفاع ضغط مجموعة عندما تتعلق الأمر بغاز .**

هذه الطاقة المكتسبة بالشغل هي شكل آخر من أشكال الطاقة وتسمى بالطاقة الداخلية

.

II ـ الطاقة الداخلية .

1ـ تعريف

نسمي الطاقة الداخلية لمجموعة معزولة ميكانيكيا والتي نرمز لها ب U مجموع طاقتها الحركية المجهرية وطاقة وضعها .

$$U = \mathcal{E}_C + E_P$$

$\mathcal{E}_C$ الطاقة الحركية المجهرية التي تعزى إلى ارتجاج الجزيئات أو الذرات .

E_P طاقة الوضع للمجموعة وهي ناتجة عن التأثيرات البينية الموجودة بين الدقائق المكونة للمجموعة وبالتالي نجدها على شكل طاقة الوضع المجهرية $\mathcal{E}_P$ وطاقة الربط $\mathcal{E}_\ell$. $E_P = \mathcal{E}_P + \mathcal{E}_\ell$.

نعبر عن الطاقة الداخلية بالجول J .

2ـ الطاقة الحركية المجهرية .

توجد مختلف الدقائق التي تكون المادة في ارتجاج مستمر وغير مرتب Agitation désordonnée .
فمثلا بالنسبة للغازات يكون الارتجاج مهم نظرا لكون جزيئات الغاز أكثر حرية في حركتها وكل ارتفاع في درجة الحرارة مرتبط بالزيادة في سرعة الارتجاج لجزيئات هذا الغاز ونسمي طاقة الارتجاج الحراري

المجموع الذي يوافق كل الطاقات الحركية لجزيئات الغاز $\mathcal{E}_C = \frac{3}{2}RT$ كلما ارتفعت درجة الحرارة للغاز كبرت طاقة الارتجاج الحراري .

بالنسبة للسوائل ، تقل أهمية الارتجاج لكون الجزيئات في تماس مع بعضها . بينما في الحالة الصلبة يقتصر الارتجاج على اهتزازات حول مواضع متوسطة ومثبتة تسمى مواضع التوازن .

3ـ طاقة الوضع للمجموعة

* طاقة الوضع المجهرية

هي نتيجة المواقع النسبية للدقائق فيما بينها والتي توجد في تأثير بيني وخاصة خلال تغيرات الحالة الفيزيائية أو إثر التفاعلات الكيميائية .

* طاقة الربط

تتعلق هذه الطاقة بالتأثيرات البينية التي تضمن استقرار البنيان الجزيئي . والتي يمكن اعتبارها طاقة وضع .

III ـ تغير الطاقة الداخلية لمجموعة

1 ـ تبادل الطاقة مع المحيط الخارجي .

يمكن أن تتغير الطاقة الداخلية لمجموعة ما ، إما بارتجاج الدقائق المكونة لهذه المجموعة أو بالتأثيرات البينية الموجودة بين هذه الدقائق .

1 ـ 1 انتقال الطاقة بالحرارة .

النشاط 7

عند تسخين الماء في وعاء ، نلاحظ ارتفاع درجة حرارته .

نفسر هذا بكون أن جزيئات اللهب تتحرك بسرعة مما يمكنها من نقل جزءا من طاقتها إلى جزيئات الماء مما ينتج عن ذلك زيادة في درجة حرارة الماء أي الزيادة في ارتجاج جزيئاته ، فتزداد الطاقة الداخلية للماء .

إذا اعتبرنا ΔU تغير الطاقة الداخلية للماء (المجموعة) و Q الطاقة المنقولة للمجموعة والتي تم تبادلها وتسمى **بكمية الحرارة أو كمية الطاقة الحرارية** .

يساوي تغير الطاقة الداخلية للماء ΔU كمية الطاقة التي تم تبادلها مع المحيط الخارجي وهي على شكل كمية الحرارة Q أي أن : $\Delta U = Q$ حيث Q بالجول .

1 ـ 2 انتقال الطاقة بالشغل

عندما تخضع مجموعة ما إلى قوى خارجية عيانية تنجز شغلا W . إنها تتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي ، فتتغير طاقتها الداخلية U . ويساوي تغير الطاقة الداخلية ΔU في هذه الحالة كمية الطاقة التي تم تبادلها مع المحيط الخارجي والتي هي على شكل شغل W ونكتب : $\Delta U = W$

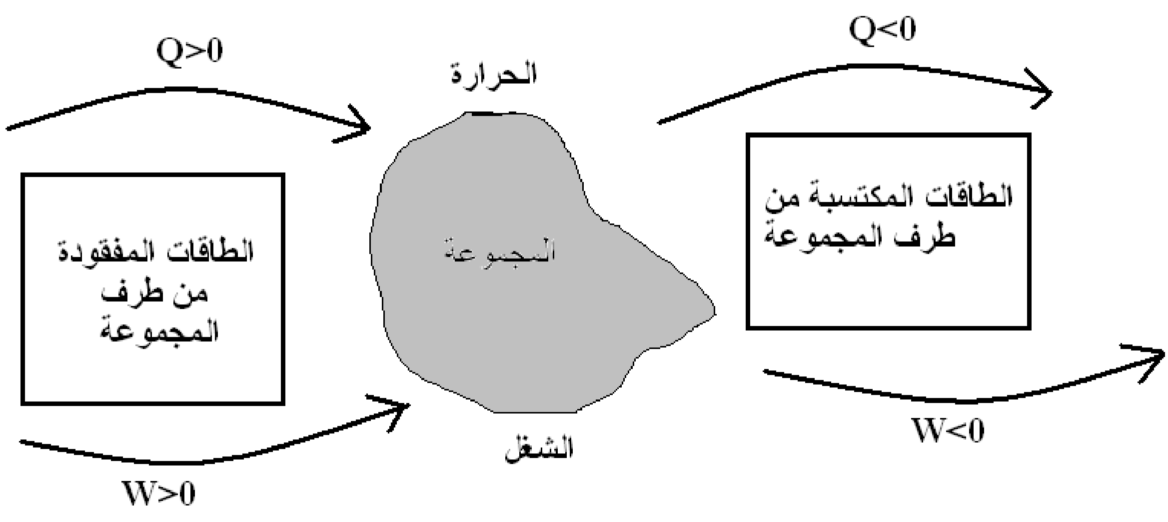
2 ـ التبادل الطاقي على شكل شغل وكمية الحرارة : المبدأ الأول للترموديناميك .

يمكن لمجموعة ما أن تتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي في نفس الوقت بشغل وبكمية الحرارة .

2 ـ 1 نص المبدأ الأول للترموديناميك

يساوي تغير الطاقة الداخلية أثناء تحول ما مجموع الطاقات المتبادلة مع المحيط الخارجي :

$$\Delta U = Q + W$$



2 ـ 2 التحول الحلقي

نقول أن المجموعة تنجز تحولا حلقيا أو مغلقا إذا كانت الحالة النهائية مماثلة للحالة البدئية وبالتالي $\Delta U = 0$ أي أن :

$$Q + W = 0 \Rightarrow W = -Q$$

أي أن المجموعة إذا اكتسبت الطاقة على شكل شغل فإنها تمنحها على شكل حرارة والعكس صحيح كيفما كان تسلسل التغيرات التي تطرأ على المجموعة وبالتالي فالمجموعة لا تكتسب ولا تفقد شيئا من الطاقة .

IV ـ التبادل الطاقي

1 ـ التبادل الطاقي بالحرارة .

النشاط 8

نملأ أحد الكأسين بالماء البارد والآخر بالماء الساخن . نضع الكأسين في حوضي قطعة البوليسترين .نربطهما بصفيحة معدنية على شكل U . نعاين درجة الحرارة لكل من الكأسين ونسجل تغيرات درجة الحرارة للماء الساخن والماء البارد مع مرور الزمن .

1 ـ هل وجود القطعة المعدنية يساعد على التبادل الحراري ؟

2 ـ ما هو دور البولستيرين ؟

3 ـ باستمرار التجربة لمدة طويلة إلى أي قيمة يتطور الفرق $\theta_C - \theta_f$ لدرجة الحرارة ؟

خلاصة :

يلاحظ من خلال التجربة أن الماء الساخن يبرد والماء البارد يسخن نقول أن هناك تبادل حراري بين الماء البارد والماء الساخن .

2 ـ التبادل الطاقي بالإشعاع .

نقول أن الشمس تسخن الأرض بالإشعاع , وان هذا الإشعاع هو من طبيعة كهرمغناطيسية وهو بإمكانه الانتشار في الفراغ حيث لا يمكن حدوث أي توصيل . من بين الأشعة المنبعثة من الشمس الأشعة تحت الحمراء أكثر فعالية في المجال الحراري . (كذلك هذه الأشعة تحدث ارتجاج حراري في المادة وترتفع درجة حرارتها كالفرن بالموجات الدقيقة micro-onde)

V ـ الطاقة الكلية لمجموعة

الطاقة الكلية لمجموعة ما ، هي مجموع طاقته الحركية العيانية E_C وطاقة الوضع الثقالية E_P وطاقته الداخلية U :

$$E = E_C + E_{PP} + U$$

إذا كانت المجموعة معزولة من منظور طاقي أي طاقتها الكلية لا تتغير $\Delta E = 0$ أي أن $\Delta E_C + \Delta E_{pp} + \Delta U = 0$ تعبر هذه النتيجة عن مبدأ انحفاظ الطاقة .

R

تمارين حول الشغل والطاقة الداخلية

تمرين1

تنزل سيارة كتلتها M=1t منحدرا مائلا بزاوية $\alpha = 5°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، بسرعة بدئية $V_0 = 36km/h$ خلال النزول شغل السائق المكابح باستمرار وتوقفت السيارة في أسفل المنحدر بعد قطع المسافة $d = 200m$ 1 ـ أحسب تغير الطاقة الميكانيكية خلال هذه المسافة .

2 ـ أحسب كمية الحرارة المبددة خلال حركة السيارة .

نعطي $g = 9,80N/kg$

تمرين2

تحتوي أسطوانة على غاز كامل ، ويمكن لمكبس مساحته $S=20cm^2$ من تغيير حجم الغاز في الأسطوانة نعرف الحالة البدئية للغاز بضغطه $p_0 = 10^5 Pa$ وحجمه $V_0 = 1\ell$ ودرجة حرارته $T_0 = 300K$ ونعتبر المكبس وجوانب الأسطوانة تكون مجموعة كظيمة .

نضع على المكبس جسم كتلته M=40kg فينضغط الغاز وتصير درجة حرارته T_1=540K .

استنتج تغير الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول . نعطي $g = 10N/kg$.

تمرين 3

نتوفر على أسطوانة كظيمة مغلقة بواسطة مكبس كظيم ، كتلته m=500g ومساحته $S=1dm^2$ يتحرك رأسيا بدون احتكاك

تحتوي الأسطوانة على $V = 1\ell$ من الهواء عند درجة حرارة $\theta = 20°C$.

1 ـ علما ان الضغط الخارجي هو $p_0 = 10^5 Pa$ ، ما هو ضغط الهواء داخل الأسطوانة ؟

2 ـ نضع فوق المكبس جسما (C) كتلته M=1kg . أحسب الضغط الجديد داخل الأسطوانة عندما يستقر المكبس ويأخذ الغاز درجة حرارته البدئية .

3 ـ أحسب شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور داخل الأسطوانة إذا علمت أن المكبس نزل ب 1mm .

4 ـ يمكن اعتبار الهواء كغاز كامل في شروط هذه التجربة حيث لم تتغير درجة حرارته . ماذا يمكن القول عن الطاقة الداخلية للهواء المحصور بداخل الأسطوانة ؟ نأخذ $g = 10N/kg$

تمرين4

نعتبر قطعة من الفضة كتلتها m=15g ودرجة حرارتها $\theta_1 = 20°C$.

1 ـ هل ذرات الفضة في الشبكة البلورية ساكنة ؟

2 ـ ندخل قطعة الفضة في فرن درجة حرارته $1500°C$. علما أن قطعة الفضة تبقى في الحالة الصلبة .

أ ـ هل تتغير البنية البلورية للفضة ؟

ب ـ فسر لماذا يمكن القول أن الطاقة الداخلية للفضة تزايدت عند إدخالها إلى الفرن ؟

ج ـ فسر مجهريا كيفية تزايد الطاقة الداخلية للقطعة الفضة .

3 ـ نرفع درجة حرارة الفرن إلى $2210°C$ حيث تنصهر قطعة الفضة كليا . فسر لماذا تتزايد الطاقة الداخلية لقطعة الفضة أثناء الانصهار ؟

4 ـ لرفع درجة حرارة $1,0kg$ من الفضة في الحالة الصلبة ب $1,0°C$ ينبغي منح طاقة بالانتقال الحراري قيمتها $235J$

من جهة أخرى لتنصهر قطعة الفضة عند $2210°C$ ينبغي بدل طاقة قيمتها $105kJ$.

أحسب تغير الطاقة الداخلية للقطعة عندما تنتقل من الحالة الصلبة $\theta_1 = 20°C$ إلى الحالة السائلة عند درجة الحرارة $\theta_2 = 2210°C$ (نفترض أن التحول يحدث دون انتقال الطاقة بالشغل)

تمرين 5

تسقط قطعة جليد كتلتها $m = 2,00g$ من سحابة تتواجد على ارتفاع $h = 610m$ من سطح الأرض .

نفترض أن درجة حرارة قطعة الجليد تبقى ثابتة خلال سقوطها نحو الأرض $\theta_1 = 0°C$ وأنه لا يتم تبادل الطاقة مع الهواء خلال السقوط .

نعطي سرعة انطلاق قطعة الجليد من السحابة $V_1 = 3,40m/s$ وسرعة وصولها إلىسطح الأرض هي : $V_2 = 12,1m/s$.

1 ـ بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية أوجد سرعة وصول قطعة الجليد إلى سطح الأرض باعتبار أن جميع قوى الاحتكاك مهملة وأن $g = 9,79N/kg$ خلال السقوط . ماذا تستنتج ؟

2 ـ استنتج شغل قوى الاحتكاك خلال سقوط القطعة .

3 ـ نعتبر أن القطعة تكتسب الشغل الذي أنجزته قوى الاحتكاك .

R

أ ـ ما تأثير الطاقة المكتسبة على قطعة الجليد خلال السقوط ؟
ب ـ علما أن انصهار $1kg$ من الجليد عند $0°C$ يستلزم طاقة قدرها $334kJ$ ، أحسب الكتلة m' التي انصهرت من قطعة الجليد .

تمرين 6

نعتبر آلة حرارية (آلة بخارية)، تستعمل هذه الآلة جسما مائعا الماء لإنجاز التبادلات الحرارية بين منبع ساخن S_1 (مولد بخار) ومنبع بارد S_2 (مكثف) وتمنح الطاقة بالشغل للمحيط الخارجي .
اشتغال هذه الآلة حلقي ، مما يدل على أن الجسم المائع يرجع إلى حالته البدئية عند نهاية التحول .
يمنح المنبع الساخن S_1 طاقة تساوي 10^3J للجسم المائع وهذا الأخير يعيد $750J$ للمنبع البارد S_2 .
1 ـ عين الطاقة المكتسبة Q_1 والطاقة الممنوحة Q_2 من طرف الجسم المائع بالانتقال الحراري .
2 ـ عين تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع خلال هذا التحول الحلقي .
3 ـ عين إشارة وقيمة الطاقة W المتبادلة مع الجسم المائع بالشغل .
4 ـ أنجز الحصيلة الطاقية للجسم المائع واستنتج قيمة الطاقة الميكانيكية E_m الناتجة من طرف الآلة خلال حلقة واحدة .
5 ـ أوجد القدرة $\mathcal{P}$ لهذه الآلة علما أنها تنجز 3500 حلقة في الدقيقة .
6 ـ نعرف المردود η لآلة بخارج الطاقة الميكانيكية الناتجة خلال حلقة إلى الطاقة التي يكتسبها الآلة من طرف المنبع الساخن . عين مردود هذه الآلة . ما هو رأيك ؟

تمرين7

نعتبر المجموعة { الأسطوانة ، المكبس } كظيمة أي لا تتبادل الحرارة مع الوسط الخارجي . المكبس شعاعه $r = 4cm$.
يوجد بداخل الأسطوانة غاز كامل حجمه V_0 وعند درجة حرارة T_0 والضغط p_0 وهو الضغط الجوي .
نطبق على المكبس قوة $\vec{F}$ ثابتة شدتها $F = 190N$ ، فينزلق المكبس ببطء وبسرعة ثابتة داخل الأسطوانة بدون احتكاك بمسافة $\Delta\ell = 2cm$ حيث يصبح ضغط الغاز p_1 وحجمه V_1 ودرجة حرارته T_0 .
1 ـ أحسب ضغط الغاز p_1 في الحالة النهائية .
2 ـ أوجد تعبير شغل القوى التي يطبقها المحيط الخارجي على المكبس بدلالة p_1, V_1, V_0 .
3 ـ أحسب تغير الطاقة الداخلية للغاز أثناء هذا التحول .

تحيح تمارين حول الشغل والطاقة الداخلية

تمرين1

1 ـ تغير الطاقة الميكانيكية خلال حركة السيارة هو :

$$\Delta E_m = \Delta E_C + \Delta E_{pp}$$

$$\Delta E_m = \frac{m}{2}\left(0 - V_0^2\right) - mgd\,sin\,\alpha$$

$$\Delta E_m = -\left(\frac{mV_0^2}{2} + mgd\,sin\,\alpha\right) = -2.65.10^5\,J$$

2 ـ كمية الحرارة المبددة خلال حركة السيارة هي Q

وحسب السؤال الأول أن المجموعة تبدد الطاقة على شكل كمية الحرارة مع المحيط الخارجي:

$\Delta E_m = -Q$ وبالتالي فالطاقة المبددة خلال حركة السيارة هي :

$$|Q| = 2,65.10^5\,J$$

تمرين 2

بما أن الوعاء معزولا حراريا فإن تغير الطاقة الداخلية للمجموعة حسب المبدأ الأول للترموديناميك : $Q = 0$ وبالتالي $\Delta U = W$.

W الطاقة المتبادلة بالشغل مع المجموعة وهي : $W = \mathcal{M}.\Delta\theta$ بحيث أن $\Delta\theta = \omega\Delta t$ و ω السرعة الزاوية لريشتان وهي حسب المعطيات $\omega = \frac{100.2\pi}{60} = \frac{10\pi}{3} rad/s$

$$\Delta U = W = \mathcal{M}.\omega.\Delta t = 879200J$$

تمرين4

1 ـ نعلم أن فلز الفضة جسم صلب هو عبارة عن شبكة بلورية تكونها ذرات الفضة توجد في تنضيد منتظم ومرتب بحيث أن هذه الذرات في حركة تذبذبية حول مواضع توازنها إذن فهي لا تبقى في حالة سكون .

2 ـ أ ـ بما أن درجة الحرارة $1500°C$ لم تغير الحالة الفيزيائية للفضة إذن فالبنية البلورية لا تتغير تحت تأثير هذه درجة الحرارة مع أن وسع تذبذبات الذرات يتزايد بسبب ارتفاع درجة الحرارة .

ب ـ قطعة الفضة درجة حرارتها $20°C$. عند إدخالها للفرن ستصبح درجة حرارتها درجة حرارة الفرن $1500°C$ أي أن قطعة الفضة اكتسبت طاقة بالانتقال الحراري من الفرن وبالتالي ستتزايد طاقتها الداخلية $\Delta U = Q$.

ج ـ التفسير ألمجهري لتزايد الطاقة الداخلية لقطعة الفضة .

على المستوى المجهري ستتزايد درجة ارتجاج الذرات بسبب ارتفاع درجة الحرارة و هذا يسبب ارتفاعا في الطاقة الحركية المجهرية وبالتالي تزايدا في الطاقة الداخلية .

3 ـ ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى تحول الحالة الفيزيائية لقطعة الفضة . وتتزايد طاقتها الداخلية .

تفسير :

عندما تنصهر قطعة الفضة تتهدم أو تتخرب البنية البلورية للذرات وبالتالي تصبح هذه الأخيرة أكثر حركية مما يؤدي على المستوى المجهري إلى ارتفاع في الطاقة الحركية المجهرية أي أن الطاقة الداخلية لقطعة الفضة تتزايد أثناء الانصهار 4 ـ حساب ΔU

خلال هذا التحول الفيزيائي تتزايد الطاقة الداخلية ب ΔU بحيث أن $\Delta U = Q + W$

هذا التحول حدث باكتساب الطاقة الحرارية وبدون اكتساب الشغل أي $W = 0$ وبالتالي $\Delta U = Q$.

و Q هي مجموع طاقتين . Q_1 الطاقة اللازمة لرفع درجة الحرارة من $\theta_1 = 20°C$ إلى $\theta_2 = 2210°C$

Q_2 الطاقة اللازمة لانصهار قطعة الفضة .

حسب المعطيات : فالطاقة اللازمة لانصهار قطعة الفضة هي : $Q_2 = 105kJ$

نحسب Q_1 . نعلم انه لرفع درجة حرارة 1kg من الفضة إلى درجة حرارة 1,0°C يجب منح طاقة 235J بالنسبة ل 15g من الفضة يجب $15.10^{-3} \times 235J = 3,525J$.

وعند ارتفاع درجة الحرارة ب $\theta_2 - \theta_1 = 2190°C$ يجب منح طاقة $2190 \times 3,525 = 7,720kJ$

وبالتالي فالطاقة الداخلية اللازمة لهذا التحول الفيزيائي من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة :

$\Delta U = Q_1 + Q_2 = 112,7kJ$

تمرين 5

1 ـ حساب السرعة في غياب الاحتكاكات

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على قطعة الجليد خلال السقوط :

$$\frac{m}{2}\left(V_0^2 - V_1^2\right) = mgh$$

$$V_0 = \sqrt{V_1^2 + 2gh} = 109m/s$$

يلاحظ أن $V_0 > V_2$ أي أن هناك احتكاكات .

2 ـ حساب شغل قوى الاحتكاكات .

الفرق في قيمة السرعة راجع إلى وجود قوى الاحتكاك بين قطعة الجليد والهواء في هذه الحالة تصبح مبرهنة الطاقة الحركية على الشكل التالي:

$$\frac{m}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = mgh + \underset{A\to B}{W}\left(\vec{f}\right)$$

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{f}\right) = \frac{m}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) - mgh = -11,8J$$

3 ـ أ ـ تأثير الطاقة المكتسبة على قطعة الجليد : عند اكتساب الطاقة بالشغل فإن الطاقة الداخلية للقطعة تتزايد و هذا الاكتساب يتم دون تغير درجة حرارتها $\theta_1 = 0°C$ فإن ذلك يؤدي إلى انصهار جزئي للقطعة .

ب ـ حساب m' كتلة الجليد المنصهر.

بما أن هناك تناسب بين m' و الطاقة المكتسبة يمكن أن نكتب:

$$\frac{10^3}{m'} = \frac{334.10^3}{11,8} \Rightarrow m' = 35,5mg$$

تمرين 3

1 ـ يطبق المكبس قوة $\vec{F}$ على الهواء المحصور داخل الأسطوانة بحيث أن $p = \frac{F}{S}$ وبالتالي فضغط الهاء داخل الأسطوانة هو : $p_1 = p + p_0$ أي أن $p_1 = \frac{mg}{S} + p_0$

تطبيق عددي : $p_1 = 1,005.10^5 Pa$

2 ـ عند وضع الجسم على المكبس تتزايد شدة القوة المطبقة على الهواء وبالتالي يتزايد كذلك الضغط :

$$p_2 = p_1 + \frac{Mg}{S}$$

تطبيق عددي : $p_2 = 1,015.10^5 Pa$

3 ـ شغل القوة المطبقة على الهواء المحصور داخل الأسطوانة عندما ينزل المكبس ب

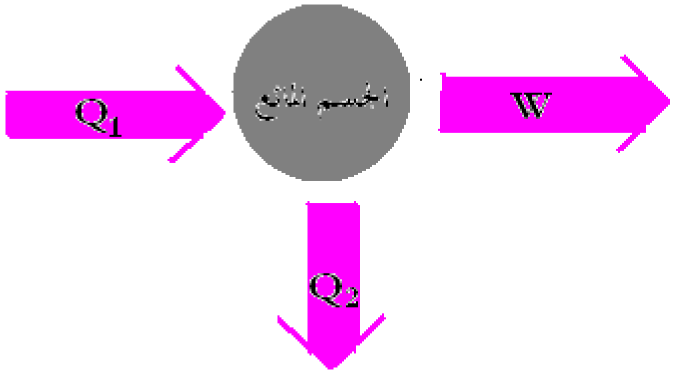
$$\ell = 1mm = 10^{-3}m$$

$$W\left(\vec{F}\right) = F.\ell = p_2 S.\ell$$

$$W\left(\vec{F}\right) = 1,015J$$

4 ـ الهواء المحصور داخل الأسطوانة اكتسب طاقة بالشغل (تغير الضغط) نتيجة القوة الضاغطة .
وحسب المبدأ الأول للتيرموديناميك : $\Delta U = W + Q$ بحيث أن $Q = 0$ لكون أن الأسطوانة كظيمة والمكبس كذلك كظيم .
أي أن $\Delta U = W$ وبالتالي $\Delta U = 1,015J$.

تمرين 6



1 ـ الطاقة المكتسبة من طرف الجسم المائع :
الطاقة المكتسبة من طرف الجسم المائع هي الطاقة الممنوحة للجسم المائع من طرف المنبع الساخن S_1, هي : $Q_1 = 10^3 J$
ـ الطاقة الممنوحة من طرف الجسم المائع بالانتقال الحراري هي $Q_2 = -750J$ مفقودة من طرف الجسم المائع .
2 ـ تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع خلال هذا التحول : بما أن التحول حلقي فإن الحالة البدئية تساوي الحالة النهائية أي أن تغير الطاقة الداخلية للجسم المائع منعدمة : $\Delta U = 0$
3 ـ إشارة وقيمة الطاقة W المتبادلة مع الجسم المائع بالشغل :
* بما أن الطاقة المتبادلة بالشغل ممنوحة أي أنها مفقودة من طرف الجسم المائع إذن $W < 0$.
* حسب المبدأ الأول للتيرموديناميك : $\Delta U = Q_1 + Q_2 + W$
وبما أن التحول حلقي :

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 + W = 0$$

$$W = -\left(Q_1 + Q_2\right) = -1000 + 750 = -250J$$

4 ـ الحصيلة الطاقية للجسم المائع خلال حلقة واحدة :

$$\Delta E = \Delta E_m + \Delta U$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta E = \Delta E_m = -W = 250J$$

5 ـ قدرة الآلة :

$$P = \frac{\Delta E_m}{\Delta t} = \frac{3500 \times 250}{60} \simeq 1,5.10^4 J$$

6 ـ مردود الآلة هو :

$\eta = \dfrac{\Delta E_m}{Q_1} = 25\%$ مردودها ضعيف .

R

الطاقة الحرارية والانتقال الحراري

الأنشطة

النشاط التجريبي 1

تجربة 1

نسخن كمية من الماء كتلتها $m = 200g$ ، خلال هذه العملية نقوم بتسجيل تغير درجة الحرارة $\Delta\theta$ بدلالة مدة التسخين Δt حيث $\Delta\theta = \theta - \theta_0$. θ_0 تمثل درجة حرارة الماء قبل التسخين .

$\Delta\theta$ °C									
$\Delta t\,(min)$									

1. أملأ الجدول أعلاه .
2. مثل الدالة $\Delta\theta = f(\Delta t)$ باختيار سلم ملائم . ما هي العلاقة بين $\Delta\theta$ و Δt ؟
3. حسب الفقرة السابقة أن الماء يكتسب كمية من الحرارة Q نتيجة ارتفاع درجة الحرارة ونقبل أن Q تكتب على الشكل التالي $Q = a\Delta t$. بين أن Q تتناسب اطرادا مع $\Delta\theta$.

تجربة 2

نأخذ ثلاث كميات من الماء $(m_1 = 100g, m_2 = 200g, m_3 = 300g)$ ونسخنها بكيفية منظمة ونسجل مدة التسخين Δt بالنسبة لتغير درجة حرارة ثابت مثلا $\Delta\theta = 20°C$

$m(g)$	100	200	250	300
$\Delta t\,(min)$				
$\frac{m}{\Delta t}$				

1. أملأ الجدول أعلاه . واستنتج العلاقة بين m و Δt .
2. كيف تتغير كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء مع الكتلة m ؟

تجربة 3

نأخذ كميتين متساويتين m=100g من الزيت والماء . نسخن كل واحدة بكيفية منظمة ونسجل مدة التسخين Δt بالنسبة لتغير درجة حرارة كل منهما ثابت مثلا $\Delta\theta = 20°C$.

الزيت	الماء	طبيعة الجسم

		$\Delta t(min)$

1. سجل النتائج المحصل عليها في الجدول أعلاه . ماذا نستنتج ؟

خلاصة : ما هي العلاقة بين كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء وتغير درجة الحرارة ؟

النشاط التجريبي 2 . تعيين السعة الحرارية لمسعر

ندخل كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200g$ في المسعر ونعين درجة حرارتها θ_1 . نضيف بسرعة كمية من الماء الساخن كتلتها $m_2 = 100g$ عند درجة الحرارة θ_2 . نحرك المزيج لمدة معينة ونعاين درجة الحرارة لهذا المزيج θ .

نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$\theta =$	$\theta_2 =$	$\theta_1 =$	$m_2 = 100g$	$m_1 = 200g$

1. ما شكل انتقال الطاقة التي تبرزه هذه التجربة ؟ حدد منحى هذا الانتقال .
2. أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .
2. أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من الماء الساخن .
3. أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة ﴿ المسعر ، الماء البارد ، الماء الساخن ﴾ .

النشاط التجريبي 3 تعيين الحرارة الكتلية لفلز .

نغمر قطعة من النحاس كتلتها m_1 في كأس تحتوي على الماء على أساس أن لا يكون هناك تماس بين القطعة وجوانب الكأس . ثم نسخن محتوى الكأس .

نأخذ المسعر ونضع فيه كمية من الماء البارد m_2 وننتظر حتى يتحقق التوازن الحراري داخل المسعر ونسجل درجة حرارة المجموعة ﴿ ماء بارد ، مسعر ولوازمه ﴾ θ_2 . ندخل قطعة النحاس بسرعة في المسعر مباشرة بعد معاينة درجة حرارتها θ_1 في الماء الساخن نحرك حتى نحصل على التوازن الحراري ثم نعاين درجة الحرارة النهائية θ .

نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$\theta =$	$\theta_2 =$	$\theta_1 =$	$m_2 = 200g$	$m_1 =$

1. أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .
2. أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية لقطعة النحاس .
3. أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة ﴿ المسعر ، الماء البارد ، قطعة النحاس ﴾ .
4. أعط تعبير الحرارة الكتلية C لقطعة النحاس واحسب قيمتها .

R

الطاقة الحرارية والانتقال الحراري .

I ـ التبادلات الطاقية .

1 ـ الانتقال الحراري

عند وضع إناء يحتوي على كتلة m من الماء فوق موقد بنسن ، نلاحظ أن درجة حرارة الماء ارتفعت . نقول أن الطاقة انتقلت من لهب الموقد إلى الماء على شكل حرارة ونرمز لها ب Q .

2 ـ التبادل الطاقي بالإشعاع

بواسطة الأشعة المرئية أو غير المرئية يمكن أن نرفع من درجة حرارة الماء عندما نعرضه لها . أي أن الإشعاع يضمن انتقال الطاقة من منبع إلى جسم مستقبل.

3 ـ التبادل بواسطة شغل

عند تحريك كمية من الماء بواسطة لوحة مسطحة palette نلاحظ ارتفاع درجة حرارة الماء نقول أن هناك تبادل للطاقة بواسطة الشغل .

4 ـ خلاصة :

يمكن من رفع درجة حرارة مجموعة ما بالتبادلات الطاقية التالية : إما بالانتقال الحراري أو بالإشعاع أو بالشغل الميكانيكي .

5 ـ الحصيلة الطاقية

الطاقة الكلية لكتلة الماء هي : $E = E_m + U$ بحيث أ، E_m الطاقة الميكانيكية لكتلة الماء و U الطاقة الداخلية .

بالنسبة للتبادلات الطاقية السابقة لدينا في كل حالة $E_m = E_C + E_{pp}$ لاتتغير أي $\Delta E_m = 0$

بالنسبة للطاقة الداخلية فارتفاع درجة الحرارة ناتج عن الارتجاج الحراري لجزيئات الماء مما يؤدي لإلى تغير في الطاقة الحركية المجهرية وبالتالي تغير في الطاقة الداخلية أي $\Delta E = \Delta U$ وحسب المبدأ الأول للترموديناميك $\Delta U = Q$ وبالتالي :

$$\Delta E = \Delta U = Q$$

II ـ الانتقال الحراري بدون تغير الحالة الفيزيائية للجسم .

1 ـ تعبير كمية الحرارة .

الدراسة التجريبية

تجربة 1

نسخن كمية من الماء كتلتها $m = 200g$ ، خلال هذه العملية نقوم بتسجيل تغير درجة الحرارة $\Delta\theta$ بدلالة مدة التسخين Δt حيث $\Delta\theta = \theta - \theta_0$. θ_0 تمثل درجة حرارة الماء قبل التسخين .

$\Delta\theta$ °C	1	2	3	4	5	6
$\Delta t(\text{min})$	5	10	15	20	25	30

1 ـ أملأ الجدول أعلاه .

2 ـ مثل الدالة $\Delta\theta = f(\Delta t)$ باختيار سلم ملائم . ما هي العلاقة بين $\Delta\theta$ و Δt ؟

نحصل على مستقيم يمر من أصل المعلم مما يدل على أن $\Delta\theta$ تتناسب اطرادا مع Δt أي أن $\Delta\theta = b\Delta t$.

3 ـ حسب الفقرة السابقة أن الماء يكتسب كمية من الحرارة Q نتيجة ارتفاع درجة الحرارة ونقبل أن Q تكتب على الشكل التالي $Q = a\Delta t$. بين أن Q تتناسب اطرادا مع $\Delta\theta$.

بما أن $Q = a\Delta t$ و $\Delta t = \dfrac{\Delta\theta}{b}$ إذن $Q = \dfrac{a}{b}\Delta\theta \Rightarrow Q = k\Delta\theta$

تجربة 2

نأخذ ثلاث كميات من الماء $(m_1 = 100g, m_2 = 200g, m_3 = 300g)$ ونسخنها بكيفية منتظمة ونسجل مدة التسخين Δt بالنسبة لتغير درجة حرارة ثابت مثلا $\Delta\theta = 20°C$

$m(g)$	100	200	250	300
$\Delta t(\text{min})$	2	4	5	6

1ـ أملأ الجدول أعلاه .

2 ـ مثل الدالة $m = g(\Delta t)$ باختيار سلم ملائم . واستنتج العلاقة بين m و Δt .

نحصل على مستقيم يمر من أصل المعلم أي أن $m = a.\Delta t$

3 ـ كيف تتغير كمية الحرارة المكتسبة من طرف الماء مع الكتلة m ؟

بما أن كمية الحرارة المكتسبة من طرف كمية الماء تتناسب مع Δt أي أن $Q = b\Delta t$ وحسب السؤال السابق أن m تتناسب اطرادا مع Δt إذن فكمية الحرارة تتناسب كذلك مع m أي أن :

$$Q = k'm$$

تجربة 3

نأخذ كميتين متساويتين m=100g من الزيت والماء . نسخن كل واحدة بكيفية منتظمة ونسجل مدة التسخين Δt بالنسبة لتغير درجة حرارة كل منهما ثابت مثلا $\Delta\theta = 20°C$.

الزيت	الماء	طبيعة الجسم
2min	4min	$\Delta t(min)$

1 ـ سجل النتائج المحصل عليها في الجدول أعلاه . ماذا نستنتج ؟

نستنتج أن كمية الحرارة المكتسبة من طرف جسم ما تتعلق بطبيعة الجسم

2 ـ خلاصة :

يمكن أن نعبر عن كمية الحرارة المكتسبة من طرف جسم ما بالعلاقة التالية :

$$Q = mC(\theta_f - \theta_i)$$

Q : كمية الحرارة المكتسبة من طرف جسم كتلته m لرفع درجة حرارته من θ_i إلى θ_f .

C : ثابتة التناسب ، تتعلق بطبعة الجسم وتسمى الحرارة الكتلية للجسم. la chaleur massique .

ملحوظة :

* $\theta_f > \theta_i$ تكون $Q > 0$ وبالتالي يكتسب الجسم الحرارة من المحيط الخارجي .

$\theta_f < \theta_i$ تكون $Q < 0$ وبالتالي يمنح الجسم الحرارة إلى المحيط الخارجي .

* في حالة $\theta_f - \theta_i = 1°C$ و m=1kg نجد $Q = C$

تعريف بالحرارة الكتلية لجسم ما :

تساوي الحرارة الكتلية لجسم ما ، كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة وحدة كتلة هذا الجسم (1kg) بمقدار 1°C ، دون تغير حالته الفيزيائية .

الوحدات : Q نعبر عنها بالجول

θ_i و θ_f نعبر عنها بالسيلسيوس °C أو بالكلفين K .

m بالكيلوغرام kg

C نعبر عنها ب $(J.kg^{-1}°C^{-1})$ أو ب $(J.kg^{-1}K^{-1})$

ملحوظة 2 : بالنسبة للغازات يجب أن نميز بين حرارتين كتليتين : C_v عند حجم ثابت و C_p عند ضغط ثابت .

3 ـ الحصيلة الطاقية

بالنسبة لجسم صلب أو سائل يمكن اعتبار طاقته الداخلية حسب المبدأ الأول للترموديناميك :

$\Delta U = W + Q = Q$ لكون أن $W = 0$ وبالتالي $\Delta U = Q = mC(\theta_f - \theta_i)$

4 ـ السعة الحرارية لجسم ما .

نسمي الكمية $\mu = mC$ السعة الحرارية للجسم .

وحدة السعة الحرارية لجسم ما هي : $(J°C^{-1})$ أو $(J.K^{-1})$

وبالتالي يصبح تعبير كنية الحرارة على الشكل التالي :

$$Q = \mu(\theta_f - \theta_i)$$

تعريف بالسعة الحرارية la capacité thermique

تساوي السعة الحرارية لجسم كتلته m ، كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الكتلة m لهذا الجسم ب 1°C ، دون تغيير حالته الفيزيائية .

في حالة مجموعة S تتكون من عدة أجسام كتلتها $m_1, m_2, ..., m_n$ وحرارتها الكتلية $C_1, C_2, ..., C_n$ تكون كمية الحرارة المتبادلة مع الوسط الخارجي عندما تتغير درجة الحرارة للمجموعة بالمقدار $\Delta\theta$ هي :

R

$$Q=\sum_{i=1}^{i=n}Q_i$$
$$=\sum_{i=1}^{i=n}m_iC_i\Delta\theta$$
$$=\Delta\theta\sum_{i=1}^{i=n}m_iC_i$$

حيث تمثل $\sum_{i=1}^{n}m_iC_i$ مجموع السعات الحرارية للأجسام المكونة للمجموعة . $\mu_S=\sum_{i=1}^{n}m_iC_i$

5 ـ التوازن الحراري :

نأخذ كتلتين من الماء m_1 و m_2 في الحالة البدئية درجة حرارة كل منهما θ_1 و θ_2 نفترض أن $\theta_1>\theta_2$ نقوم بخلط هذين الجسمين . يحدث انتقال حراري بينهما ، إذا افترضنا أن هذا الانتقال يتم دون تسربات حرارية ، فإن الجسم الساخن θ_1 يفقد الحرارة في حين يكتسب الجسم البارد نفس الحرارة التي فقدها الجسم الساخن . حيث في الحالة النهائية تتساوى درجة حرارتهما θ . في هذه الحالة نقول أن الجسمين في توازن حراري .

وتكون الحصيلة الطاقية على الشكل التالي :

بالنسبة للجسم الساخن والذي فقد الحرارة يكون تغير الطاقة الداخلية للجسم هو :

$$\Delta U_1=Q_1=m_1C_e(\theta-\theta_1)$$

بالنسبة للجسم البارد والذي اكتسب الحرارة من الجسم الساخن يكون تغير الطاقة الداخلية لهذا الجسم هو : $\Delta U_2=Q_2=m_2C_e(\theta-\theta_2)$

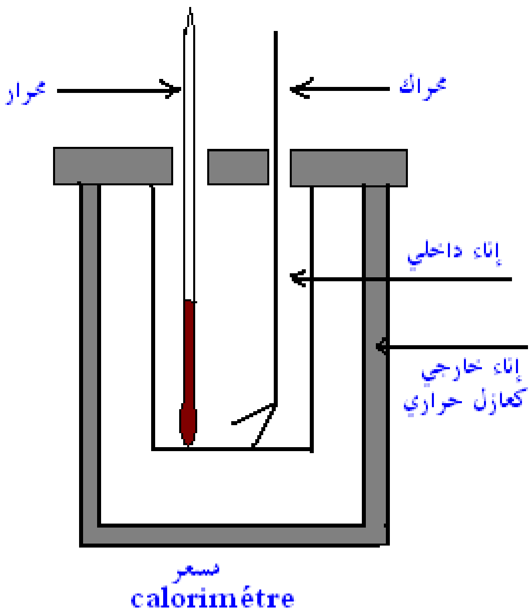
تغير الطاقة الداخلية بالنسبة للمجموعة في الحالة النهائية حسب المبدأ الأول للتيرموديناميك هي :

$$\Delta U=\Delta U_1+\Delta U_2=Q+W$$

بما أن المجموعة لاتتبادل الحرارة مع المحيط الخارجي وكذلك الشغل منعدم فإن

$\Delta U=\Delta U_1+\Delta U_2=0\Rightarrow\Delta U_1=-\Delta U_2$ أو كذلك $Q_1+Q_2=0$

في الواقع وأثناء الانتقال الحراري تكون هناك تسربات حرارية
وللتقليل منها نستعمل جهاز خصص لهذا الغرض وهو المسعر .
المسعر جهاز يستعمل للقياسات المسعرية .



6 ـ قياسات مسعرية

أ ـ تعيين السعة الحرارية لمسعر

النشاط التجريبي 2

ندخل كمية من الماء كتلتها $m_1=200g$ في المسعر ونعين درجة حرارتها θ_1 . نضيف بسرعة كمية من الماء الساخن كتلتها $m_2=100g$ عند درجة الحرارة θ_2 . نحرك المزيج لمدة معينة ونعاين درجة الحرارة لهذا المزيج θ .
نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$m_1=300g$	$m_2=400g$	$\theta_1=20°C$	$\theta_2=61°C$	$\theta=42°C$

1 ـ ما شكل انتقال الطاقة التي تبرزه هذه التجربة ؟ حدد منحى هذا الانتقال .

شكل انتقال هذه الطاقة هو انتقال حراري . منحى الانتقال الحراري من الجسم الساخن إلى الجسم البارد .

2 ـ أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .

$$\Delta U_1=Q_1=m_1C_e(\theta-\theta_1)+\mu_C(\theta-\theta_1)$$

بحيث Q_1 الحرارة المكتسبة من طرف الماء البارد و الطاقة المكتسبة من طرف المسعر .

2 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من الماء الساخن .

$$\Delta U_2 = Q_2 = m_2 C_e(\theta - \theta_2)$$

3 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر ، الماء البارد ، الماء الساخن}.

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = Q_1 + Q_2$$

بما أن المسعر حافظة كظيمة ليس هناك أي تبادل طاقي مع المحيط الخارجي لا بالشغل ولا بالحرارة أي أن المعادلة المسعرية عند التوازن الحراري تكتب على الشكل التالي : $\Delta U = 0$

$$\Delta U = 0 \Leftrightarrow Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 C_e(\theta - \theta_1) + \mu_C(\theta - \theta_1) + m_2 C_e(\theta - \theta_2) = 0$$

$$\mu_C = \frac{m_2 C_e(\theta_2 - \theta)}{(\theta - \theta_1)} - m_1 C_e$$

ب ـ تعيين الحرارة الكتلية لفلز .

النشاط التجريبي 3

نغمر قطعة من الحديد كتلتها m_1 في كأس يحتوي على الماء على أساس أن لا يكون هناك تماس بين القطعة وجوانب الكأس . ثم نسخن محتوى الكأس .

نأخذ المسعر ونضع فيه كمية من الماء البارد m_2 وننتظر حتى يتحقق التوازن الحراري داخل المسعر ونسجل درجة حرارة المجموعة {ماء بارد ، مسعر ولوازمه } θ_2 . نذخل قطعة الحديد بسرعة في المسعر مباشرة بعد معاينة درجة حرارته θ_1 في الماء الساخن نحرك حتى نحصل على التوازن الحراري ثم نعاين درجة الحرارة النهائية θ .

نسجل المعطيات في الجدول التالي :

$\theta = 22,1°C$	$\theta_2 = 19,9°C$	$\theta_1 = 76°C$	$m_2 = 300g$	$m_1 = 122g$

1 ـ أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء البارد .

$$\Delta U_2 = Q_2 = m_2 C_e(\theta - \theta_2) + \mu_C(\theta - \theta_2)$$

2 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية لقطعة الحديد .

$$\Delta U_1 = Q_1 = m_1 C_{Fe}(\theta - \theta_1)$$

3 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة {المسعر ، الماء البارد ، قطعة الحديد }.

$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = Q + W = 0$ حسب المبدأ الأول للتيرموديناميك

4 ـ أعط تعبير الحرارة الكتلية C لقطعة الحديد واحسب قيمتها .

بما أن المسعر معزولا حراريا فإن $Q = 0$ وكذلك ليس هناك تبادل الشغل بين المسعر والمحيط الخارجي $W = 0$. إذن :

$$\Delta U = Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_2 C_e(\theta - \theta_2) + \mu_C(\theta - \theta_2) + m_1 C_{Fe}(\theta - \theta_1) = 0$$

$$C_{Fe} = \frac{(m_2 C_e + \mu_C)(\theta - \theta_2)}{m_1(\theta_1 - \theta)}$$

III ـ الانتقال الحراري مع تغير الحالة الفيزيائية .

1 ـ الانصهار والتجمد

تعريف بالانصهار : هو تحول جسم من حالة فيزيائية صلبة إلى حالة فيزيائية سائلة ، تبقى خلاله درجة الحرارة للجسم ثابتة تسمى بدرجة حرارة الانصهار الجسم الخالص θ_F.

عند درجة حرارة الانصهار θ_F يكتسب الجسم الخالص حرارة تتناسب اطرادا مع كتلته : $Q = m.L_F$

نسمي L_F بالحرارة الكامنة للانصهار . وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي $J.kg^{-1}$ وتتعلق أساسا بطبيعة الجسم المدروس

تعريف بالتجمد : هو تحول فيزيائي عكس الانصهار أي تحول جسم من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة تبقى خلاله درجة الحرارة للجسم ثابتة تسمى بدرجة حرارة التجمد θ_S و في هذه الحالة يمنح الجسم الخالص حرارة $Q' = -m.L_s$ إلى الوسط الخارجي بحيث أن $L_s = -L_F$.

L_S الحرارة الكامنة لتجمد الجسم الخالص .

نعرف الحرارة الكامنة لجسم صلب خالص ، بالحرارة اللازمة لكيلوغرام واحد من هذا الجسم ، عند درجة حرارة الانصهار وتحت ضغط معين ، لتحويله إلى الحالة السائلة عند نفس درجة الحرارة وتحت نفس الضغط .

ـ التبخر والتكاثف (الإسالة)

التبخر هم تحول فيزيائي لجسم من الحالة الفيزيائية السائلة إلى الحالة الغازية تبقى خلاله درجة حرارة الجسم الخالص ثابتة θ_V تسمى درجة حرارة التبخير. ويمكن أن يحدث هذا التحول بطرق عديدة منها مثلا تبخير سائل عند تركه في الهواء الطلق أو تسخينه حتى الغليان .

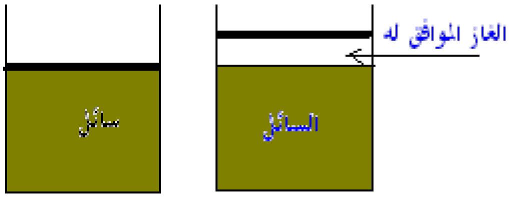
خلال التبخر جسم سائل خالص كتلته m ، يكتسب هذا الأخير حرارة Q عند درجة حرارة معينة θ ، حيث يكون ضغط البخار المشبع ثابتا وتتناسب الحرارة اطرادا مع الكتلة : $Q = m.L_V$.

تسمى L_V بالحرارة الكامنة للتبخير وهي تتعلق بطبيعة السائل وبدرجة الحرارة θ.

مفهوم ضغط البخار المشبع :

الماء يتبخر ولو عند درجات حرارة أصغر من 100°C (تبخر الماء في الملاحة)

قبل حدوث الغليان يوجد الماء في الحالتين معا ، الحالة السائلة والحالة الغازية . يمكن أن نعمم هذا بالنسبة لجميع السوائل أي أن كل السوائل الموجودة في فضاء ، تحتوي على الغاز الموافق لها .



نعتبر كمية من سائل في أسطوانة مغلقة بمكبس .

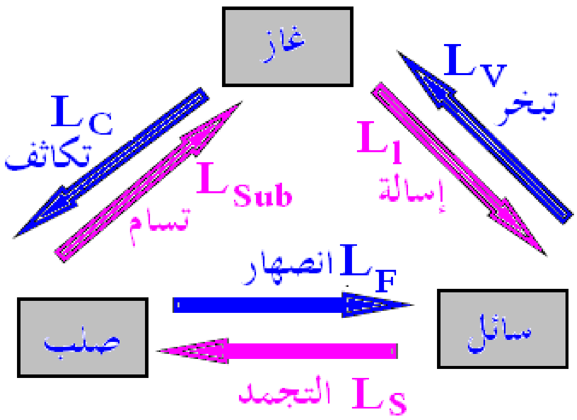
في الحالة البدئية المكبس في تماس مع السائل . الأسطوانة لا تحتوي إلا على السائل فقط .

عند انتقال المكبس نحو الأعلى تاركا فارغا بينه وبين السائل فإن الجزئيات السطحية بتوفرها على طاقة حركية كافية تغادر السائل لملأ الفراغ المحدث من طرف المكبس أي أن الضغط سيزداد تدريجيا وستصطدم بعض الجزئيات بسطح السائل وترجع إليه .

كلما كبر الضغط في الغاز كلما كان التراجع أكثر . وعندما يتساوى عدد الجزئيات المغادرة للسائل مع عدد الجزئيات العائدة إليه ، خلال مدة زمنية محددة ، يأخذ ضغط الغاز قيمة مستقرة ، يسمى **ضغط البخار المشبع للسائل** عند درجة حرارة معينة

تعريف بالحرارة الكامنة للتبخير :

نسمي الحرارة الكامنة لتبخير جسم سائل خالص ، عند درجة حرارة ثابتة ، كمية الحرارة التي يجب توفيرها لكيلغرام واحد من هذا الجسم قصد تحويله كليا إلى بخار ، مع إبقاء ضغط البخار فوق السائل ثابتا ومساويا لضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة θ.



الإسالة أو التكاثف هو تحول فيزيائي لجسم خالص من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة ، عند درجة حرارة ثابتة θ_ℓ تسمى درجة حرارة الإسالة لجسم خالص .

تكون كمية الحرارة الممنوحة إلى الوسط الخارجي من طرف الجسم الخالص خلال الإسالة عند درجة حرارة ثابتة هي :

$$Q' = -m.L_\ell$$

بحيث أن m كتلة الجسم الغازي الخالص و L_ℓ هي الحرارة الكامنة لإسالة الجسم الخالص عند درجة حرارة θ_ℓ

$$L_\ell = -L_V$$

النشاط التجريبي 4

تعيين الحرارة الكامنة لتغير الحالة لجسم صلب (انصهار الجليد تحت الضغط الجوي).

نفرغ في المسعر ذي السعة الحرارية $\mu_C = 209J.K^{-1}$ كتلة $m_0 = 335g$ من الماء ، ونعين درجة الحرارة $\theta_1 = 19,0°C$ للمجموعة .

نقيس الكتلة $m_1 = 475,0g$ للمسعر بما فيه لوازم وماء .

نضيف إلى محتوى المسعر قطعة جليد ، في بداية انصهارها ، درجة حرارتها $\theta'_0 = 0°C$ وذلك بعد تجفيفها .

بعد التحريك تنخفظ درجة حرارة المزيج لتستقر عند القيمة $\theta_2 = 12,2°C$.

نقيس الكتلة الجديدة $m_2 = 510,2g$ للمسعر ولوازمه ومحتواه .

1 ـ حدد منحى انتقال الحراري التي تبرزه هذه المناولة .

2 ـ أعط تعبير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من المسعر والماء .

3 ـ لتكن m كتلة قطعة الجليد المستعملة . أحسب قيمة m .

4 ـ يؤدي جزء Q'_2 من كمية الحرارة Q_2 المكتسبة من طرف قطعة الجليد إلى انصهارها عند $0°C$. في حين يؤدي الجزء المتبقي من كمية الحرارة Q_2 إلى رفع درجة الحرارة لكمية الجليد المنصهر من $0°C$ إلى القيمة θ_2 .

4 ـ 1 أعط تعبير Q'_2 واستنتج تعبيرتغير الطاقة الداخلية للمجموعة المكونة من قطعة الجليد بدلالة $\theta_2, \theta'_0, c_e, L_f, m$.

4 ـ 2 استنتج قيمة L_f .

R

تمارين حول : الطاقة الحرارية والانتقال الحراري .

تمرين 1

يحتوي مسعر ، نعتبره معزولا حراريا على كمية من ماء بارد كتلتها $m_1 = 300g$ ، ودرجة حرارتها $\theta_1 = 20°C$.
نضيف إليها كمية من ماء ساخن كتلتها $m_2 = 400g$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 61°C$. وبعد ذلك نلاحظ أن درجة حرارة الخليط تستقر عند $\theta = 42°C$.

1 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للمجموعة { المسعر ، الماء البارد} . واستنتج الطاقة الحرارية Q_1 المكتسبة من طرف الماء البارد

2 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الداخلية للماء الساخن واستنتج الطاقة الحرارية Q_2 التي فقدها الماء الساخن .

3 ـ بتطبيق المبدأ الأول للتيرموديناميك أحسب الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف المسعر .

4 ـ أستنتج السعة الحرارية للمسعر . نعطي الحرارة الكتلية للماء $C_e = 4180 J.kg^{-1}K^{-1}$ و الكتلة الحجمية للماء :

تمرين 2

يحتوي مسعر سعته الحرارية $\mu_C = 190 JK^{-1}$ ، على كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200g$ ودرجة حرارته $\theta_1 = 20°C$ ، توجد المجموعة في توازن حراري .
ندخل في المسعر قطعة من النحاس ، كتلتها $m_2 = 50g$ ودرجة حرارتها $\theta_2 = 70°C$.
بعد قليل تستقر درجة الحرارة داخل المسعر عند القيمة $\theta = 20,9°C$.
أحسب الحرارة الكتلية للنحاس . نعطي : الحرارة الكتلية للماء $C_e = 4180 J.kg^{-1}K^{-1}$

تمرين 3

ندخل كمية من الماء كتلتها $m_1 = 200g$ ودرجة حرارتها $\theta_1 = 15°C$ إلى مبرد درجة حرارته $\theta_2 = -5°C$.
أحسب كمية الحرارة التي فقدتها هذه الكمية من الماء خلال تحولها إلى قطعة جليد .
نعطي : الحرارة الكتلية للماء $C_e = 4180 J.kg^{-1}K^{-1}$ و $L_{fus} = 335 kJ.kg^{-1}$ الحرارة الكامنة لانصهار الجليد .

تمرين 4

1 ـ ينصهر الرصاص ، تحت الضغط الجوي الاعتيادي عند درجة الحرارة $327°C$. ما هي كمية الحرارة اللازمة لانصهار $50kg$ من الرصاص عند نفس درجة الحرارة ؟

2 ــ أحسب كتلة الجليد المأخوذ عند درجة الحرارة $0°C$ والذي يمكن انصهاره بنفس كمية الحرارة ,
نعطي : الحرارة الكامنة لانصهار الجليد : $L_{fus} = 335 kJ.kg^{-1}$ و الحرارة الكامنة لانصهار الرصاص : $L_{f\,Pb} = 23 kJ.kg^{-1}$

تمرين 5

نأخذ قطعة من جليد ، كتلتها $m = 50g$ ، عند درجة الحرارة $\theta_1 = -20°C$. ونزودها بكمية من الحرارة $Q = 5,45 kJ$.

1 ــ أحسب كتلة الماء السائل الذي ظهر .

2 ـ ما هي كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة الحرارة $\theta_2 = 20°C$ ؟

نعطي الحرارة الكتلية للجليد : $C_g = 2,10 kJ.kg^{-1}K^{-1}$ الحرارة الكتلية للماء : $C_e = 4,18 kJ.kg^{-1}K^{-1}$ الحرارة الكامنة لانصهار الجليد : $L_{fus} = 335 kJ.kg^{-1}$

الأجوبة : $m' = 10g$ و $Q = 23,0 kJ$

تمرين 6

1 ــــ ندخل في مسعر سعته الحرارية $\mu = 200 J.K^{-1}$ ودرجة حرارته θ_0، كتلة $m_1 = 100g$ من الماء درجة حرارته $\theta_1 = 25°C$. تحت ضغط جوي عند التوازن الحراري تكون درجة حرارة المجموعة { المسعر + الماء } هي : $\theta_f = 24°C$.

1 ـ 1 بين أ، المسعر اكتسب طاقة حرارية ، تم اعط تعبيرها بدلالة μ, θ_0, θ_f .

1 ـــ 2 اعطا تعبير الطاقة الحرارية التي فقدتها كتلة الماء بدلالة $m_1, \theta_1, \theta_f, C_e$ (الحرارة الكتلية للماء)

1 ـــ 3 استنتج قيمة θ_0 درجة حرارة المسعر البدئية .

2 ـــ نعتبر قطعة من الجليد كتلتها $m_g = 80g$ ودرجة حرارته $\theta_g = -10°C$ تحت الضغط الجوي .

2 ــ 1 احسب الطاقة الحرارية الدنوية واللازمة **للانصهار الكلي** لقطعة الجليد .

R

2 ـ 2 ندخل في المسعر السابق الذي يحتوي على $m_2 = 200g$ من الماء عند درجة حرارة $\theta_2 = 20°C$ قطعة الجليد السابقة التي درجة حرارتها $\theta_g = -10°C$ ، تحت الضغط الجوي ، عند التوازن الحراري تستقر درجة الحرارة عند $\theta'_f = 0°C$. بين أن قطعة الجليد تنصهر جزئيا . واستنتج كتلة الجليد المتبقي عند التوازن
نعطي : الحرارة الكتلية للجليد : $C_g = 2,10kJ.kg^{-1}K^{-1}$ والحرارة الكتلية للماء : $C_e = 4,18kJ.kg^{-1}K^{-1}$
والحرارة الكامنة لانصهار الجليد $L_{fus} = 335kJ.kg^{-1}$

تمرين 7

نريد الحصول على 1ℓ من الماء درجة حرارته $\theta = 40°C$ بمزج كميتين من الماء كتلتاهما m_1 و m_2 ودرجة حرارتهما على التوالي $\theta_1 = 20°C$ و $\theta_2 = 80°C$ في إناء كظيم .
1 ــ أحسب الكتلتين m_1 و m_2 . نعطي الكتلة الحجمية للماء السائل : $\rho_{eau} = 1kg/\ell$.
2 ــ نسخن 1ℓ من الماء درجة حرارته $\theta = 40°C$ إلى أن يتبخر كليا عند درجة الحرارة $\theta_e = 100°C$. أحسب كمية الحرارة المكتسبة من طرف 1ℓ من الماء خلال هذه العملية .
3 ــ نجعل كمية بخار الماء المحصل عليه عند درجة الحرارة $\theta_e = 100°C$ تتكاثف في إناء كظيم به $m_0 = 500g$ من الحليب ، فنلاحظ ارتفاع درجة حرارة الحليب من $\theta_1 = 20°C$ إلى $\theta_2 = 80°C$. أحسب الكتلة m' للبخار المتكاثف ، علما أن الإناء اكتسب $Q_C = 1000J$
الحرارة الكتلية للماء أو الحليب : $C_e = 4,18kJ.kg^{-1}K^{-1}$ والحرارة الكامنة لتبخر الماء : $L_V = 2250.10^3 J.kg^{-1}$

تمرين 8

1 ـ نتوفر على إناء معدني يحتوي على 1ℓ من الماء عند درجة حرارة $\theta_1 = 18°C$ ولتسخين هذا الماء نضع الإناء على صفيحة كهربائية ، قدرتها $P = 1200J$. إذا كان مردود التسخين هو 65% ، احسب مدة التسخين اللازمة لجعل الماء في حالة الغليان (100°C تحت الضغط الجوي)
2 ــ نوصل الغليان لمدة 5 *min* قبل رفع الإناء من فوق الصفيحة . أحسب حجم الماء المتبقي في الإناء .
الحرارة الكتلية للماء: $C_e = 4,18kJ.kg^{-1}K^{-1}$ والحرارة الكامنة لتبخر الماء : $L_V = 2250.10^3 J.kg^{-1}$

تصحيح تمارين حول القياسات المسعرية

تمرين 1

1. تغير الطاقة الداخلية للمجموعة ﴿ المسعر ، الماء البارد ﴾ :

$\Delta U_1 = Q_1 + Q'$. Q_1 الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد و Q' الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف المسعر .

كمية الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد هي :

$$Q_1 = m_1 C_e (\theta - \theta_1) = 0{,}3 \times 4180 \times 22 = 27588J$$

2. تغير الطاقة الداخلية للماء الساخن : $\Delta U_2 = Q_2$ ونستنتج كمية الطاقة الحرارية الممنوحة من طرف الماء الساخن :

$$Q_2 = m_2 C_e (\theta - \theta_2) = -0{,}4 \times 4180 \times 19 = -31867J$$

3. الطاقة المكتسبة من طرف المسعر هي :

بما أن المجموعة ﴿ المسعر ، الماء ﴾ لايتبادل الطاقة مع المحيط الخارجي لأن المسعر حافظة كظيمة ونعتبر أن التبادل بالشغل كذلك منعدم وحسب المبدأ الأول للثيرموديناميك لدينا عند التوازن الحراري :

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2 = Q_1 + Q_2 + Q' = 0$$

بحيث أن Q' هي كمية الحرارة المكتسبة من طرف المسعر . $Q' = \mu_C (\theta - \theta_1)$

و $Q' = -Q_1 - Q_2 = -27588J + 31768J = 4180J$

4. نستنتج السعة الحرارية للمسعر :

$$Q' = \mu_C (\theta - \theta_1) \Rightarrow \mu_C = \frac{Q'}{(\theta - \theta_1)}$$

تطبيق عددي : $\mu_C = 190J.K^{-1}$

تمرين 2

حساب الحرارة الكتلية للنحاس :

بما أن المسعر حافظة كظيمة أي ليس هناك تبادل طاقة حرارية مع المحيط الخارجي وكذلك ليس هناك تبادل الشغل مع المحيط الخارجي فإن $\Delta U = 0 \Rightarrow Q_1 + Q' + Q_2 = 0$

بحيث أن $Q_1 = m_1 C_e (\theta - \theta_1)$ الطاقة المكتسبة من طرف الماء البارد و $Q_1' = \mu_C (\theta - \theta_2)$ الطاقة المكتسبة من طرف المسعر ولوازمه . و $Q_2 = m_2 C_{Cu} (\theta - \theta_2)$ الطاقة الممنوحة لقطعة النحاس . وحسب العلاقة السابقة نكتب :

$$m_1 C_e (\theta - \theta_1) + \mu_C (\theta - \theta_1) + m_2 C_{Cu} (\theta - \theta_2) = 0$$

$$C_{Cu} = \frac{(m_1 C_e + \mu_C)(\theta - \theta_1)}{(\theta_2 - \theta)}$$

تطبيق عددي : $C_{Cu} \simeq 376J.K^{-1}$

R

تمرين 3

حساب كمية الحرارة المفقودة من طرف الماء خلال تحوله إلى جليد :

خلال تحول الماء إلى جليد تغيرت طاقته الداخلية من U_i إلى U_f بحيث أن $\Delta U = Q$. نحسب الطاقة الحرارية Q :

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ بحيث أن $Q_1 = m_1C_e\left(\theta_f - \theta_1\right)$ الطاقة الحرارية التي فقدها الماء قبل أن تتغير حالته الفيزيائية

$Q_2 = m_1L_s$ كمية الحرارة التي فقدها الجسم خلال التجمد . و $Q_3 = m_1C_e\left(\theta_2 - \theta_F\right)$ كمية الحرارة التي فقدتها قطعة الجليد

عندما غيرت حالتها الفيزيائية . $\Delta U = m_1C_e\left(\theta_f - \theta_1\right) + Q_2 + m_1L_s + m_1C_e\left(\theta_2 - \theta_F\right) = -81{,}25kJ$

وبالتالي فالطاقة المفقودة من طرف كتلة الماء خلال تحولها إلى جليد هي : $Q = -81{,}25kJ$

تمرين 4

1 ـ الحرارة اللازمة لانصهار $m = 50kg$ من الرصاص عند نفس درجة الحرارة $327°C$

$$Q = m.L_f$$

تطبيق عددي : $Q = 1150kJ$

2 ـ كتلة الجليد m' المأخوذة عند درجة الحرارة $0°C$ والتي يمكن أن تنصهر بنفس كمية الحرارة السابقة :

$$Q = m'.L_f\left(g\right) \Rightarrow m' = \frac{Q}{L_f}$$

تطبيق عددي : $m' = 3{,}43kg$

تمرين 5

1 ـ حساب كتلة الماء السائل الذي ظهر :

ارتفاع درجة الحرارة لقطعة الجليد من $-20°C$ إلى $0°C$ تكتسب قطعة الجليد كمية من الحرارة بحيث :

$$Q = m_gC_g\left(\theta_f - \theta_g\right) + m'.L_f$$

m' كتلة الماء التي انصهرت خلال تغير الحالة الفيزيائية للجليد .

$$m' = \frac{Q - m_gC_g\left(\theta_f - \theta_g\right)}{L_f}$$

تطبيق عددي : $m' = 10g$

2 ـ كمية الحرارة اللازمة للحصول على ماء عند درجة الحرارة $\theta_2 = 20°C$:

لرفع درجة حرارة قطعة الجليد من $-20°C$ إلى $\theta_2 = 20°C$ تكتسب قطعة الجليد طاقة حرارية Q بحيث أن :

$$Q = Q_1 + Q_1' + Q_2$$

Q_1 الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف قطعة الجليد قبل أن تتغير حالتها الفيزيائية أي قبل الإنصهار الكلي للجليد :

$$Q_1 = m_gC_g\left(\theta_f - \theta_g\right) = 2100J$$

الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف قطعة الجليد خلال تغير حالتها الفيزيائية

$$Q_1' = m_g L_f = 16750J$$

Q_2 الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف قطعة الجليد عندما أصبحت حالتها الفيزيائية سائلة أي الانصهار الكلي للقطعة :

$$Q_2 = m_e C_e (\theta_2 - 0°C) = 4180J$$

وبالتالي $Q = 23{,}03kJ$

تمرين 6

1.1 نبين أن المسعر اكتسب طاقة حرارية :

حسب المعطيات أن درجة الحرارة النهائية $\theta_f = 24°C$ هي محصورة بين θ_0 درجة حرارة المسعر ودرجة حرارة الماء

$\theta_1 = 25°C$ أي أن $\theta_0 < \theta_f < \theta_1 \Rightarrow \theta_f - \theta_0 > 0$

والطاقة الحرارية المتبادلة مع المسعر هي $Q_2 = \mu_C (\theta_f - \theta_0) > 0$ مما يبين أن هذه الطاقة مكتسبة من طرف المسعر .

2.1 تعبير الطاقة الحرارية التي فقدتها كتلة الماء : $Q_1 = m_e C_e (\theta_f - \theta_1)$

3.1 استنتاج قيمة θ_0 حسب المبدأ الأول للثيرموديناميك أن تغير الطاقة الداخلية للمسعر هي : $\Delta U = Q + W = 0$

لأن المسعر عازل حراري والشغل الميكانيكي مهمل أي أن التبادل الطاقي مع المحيط الخارجي منعدم .

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow \mu_C (\theta_f - \theta_0) + m_e C_e (\theta_f - \theta_1) = 0$$

$$\theta_0 = \frac{m_e C_e}{\mu_C}(\theta_f - \theta_1) + \theta_f$$

تطبيق عددي : $\theta_0 = 21{,}9°C$

1.2 الطاقة الحرارية الدنوية اللازمة للانصهار الكلي للقطعة الجليد :

Q_{min} الطاقة الحرارية الدنوية لانصهار الكلي للجليد :

$$Q_{min} = m_g . L_F + m_g C_g (0°C - \theta_g) = 28480J$$

2.2 لنبين أن قطعة الجليد تنصهر جزئيا :

عند إدخال قطعة الجليد في المسعر السابق هنا تبادل الحرارة بين « المسعر +الماء » وقطعة الجليد ، بحيث أن

« المسعر +الماء » انخفضت درجة حرارتهما أي أن المجموعة « المسعر +الماء » منحت كمية من الحرارة لقطعة الجليد

$$Q_1' = (m_2 C_e + \mu_C)(\theta_f' - \theta_2) = -20720J$$

هذه اكتسبتها قطعة الجليد . ونعلم حسب السؤال السابق أن الطاقة الحرارية الدنوية للانصهار الكلي للجليد هي

$Q_{min} = 28480J$ وبالتالي أن $|Q_{min}| > |Q_1'|$ أي أن Q_1' غير كافية للحصول على انصهار كلي للجليد أي أن هناك انصهار جزئي للجليد .

حساب كتلة الجليد المتبقية :

بما أن المسعر حافظة كظيمة فالطاقة $\Delta U = 0$ أي أن $Q_1' + Q_1 = 0$

Q_1' الطاقة الممنوحة من طرف المجموعة « المسعر +الماء »

R

Q_1 الطاقة المكتسبة من طرف قطعة الجليد

$Q_1 = -Q'_1 = 20720J$

ونعلم أن $Q_1 = m_g C_g (\theta'_f - \theta_g) + m' L_f$ حيث أن m' كتلة الجليد التي تحولت إلى ماء سائل

$$m' = \frac{Q_1}{L_f} - \frac{m_g C_g (\theta'_f - \theta_g)}{L_f}$$

وكتلة الجليد المتبقية عند التوازن الحراري : $m = m_g - m'$

تطبيق عددي : $m' = 56,8g$ و $m = 23,2g$

تمرين 7

1. حساب الكتلتين m_1 و m_2

بما أن الإناء كظيم تكون الطاقة الداخلية للمجموعة $\Delta U = 0$ أي أن $\Delta U = Q_1 + Q_2 = 0$

Q_1 الطاقة الحرارية المكتسبة من طرف الماء البارد : $Q_1 = m_1 C_1 (\theta_f - \theta_1)$

Q_2 الطاقة الحرارية المفقودة من طرف الماء الساخن : $Q_2 = m_2 C_e (\theta_f - \theta_2)$

أي أن $m_1 C_e (\theta_f - \theta_1) = -m_2 C_e (\theta_f - \theta_2)$

$$m_1 = 2m_2$$

وحسب المعطيات نريد الحصول على 1ℓ من الماء أي أن $m_1 + m_2 = m$ حيث m كتلة 1ℓ من الماء وبما أن 1ℓ من الماء كتلته $1kg$ فإن

$$m_1 + m_2 = 1 \Rightarrow 3m_2 = 1$$

$$m_2 = \frac{1}{3} kg$$

$$m_1 = \frac{2}{3} kg$$

2. عندما نسخن 1ℓ من الماء فدرجة حرارته ترتفع أي أن الماء اكتسب طاقة حرارية

$$Q_1 = mC_e (\theta_{eb} - \theta_1) + m.L_{ev} = 2500,8kJ$$

3. حساب كتلة البخار m'

بالنسبة لكتلة البخار التي تغيرت درجة حرارتها من $100°C$ إلى $80°C$ أي أنها فقدت كمية من الحرارة $Q_1 = Q'_1 + Q''_1$

Q'_1 كمية الحرارة المفقودة خلال تكاثف البخار وهي : $Q'_1 = m'.L_C$

Q''_1 كمية الحرارة المفقودة من طرف البخار عندما تكاثف كليا ليصبح سائلا : $Q''_1 = m' C_e (\theta_2 - \theta_{eb})$

وبما أن $L_C = -L_V$ فإن $Q_1 = -m'.L_V + m' C_e (\theta_2 - \theta_{eb})$

بالنسبة للحليب والإناء فقد اكتسبا كمية حرارة $Q_2 = m_0 C_e (\theta_2 - \theta_1) + Q_C$

وحسب المعادلة المسعرية :

R

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow -m'.L_V + m'C_e\left(\theta_2 - \theta_{eb}\right) + m_0C_e\left(\theta_2 - \theta_1\right) + Q_C = 0$$

$$m' = -\frac{m_0C_e\left(\theta_2 - \theta_1\right) + Q_C}{-L_V + C_e\left(\theta_2 - \theta_{eb}\right)} = 11{,}2g$$

تمرين 8

الأجوبة : $\Delta t = 7mn20s$ و $V = 900m\ell$

المجال الكهرساكن
Le champ électrostatique

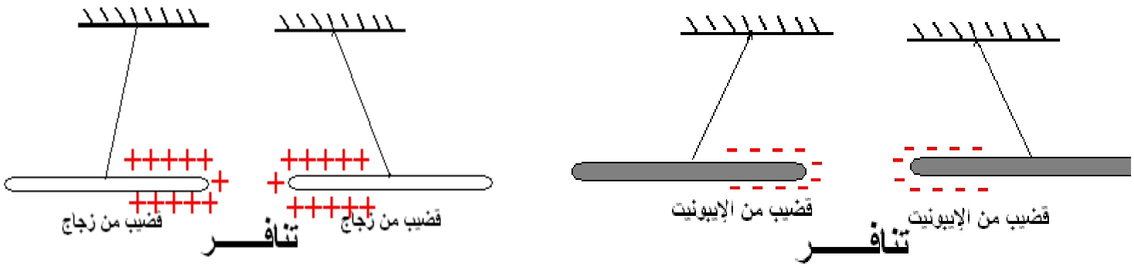
I ـ تكهرب المادة

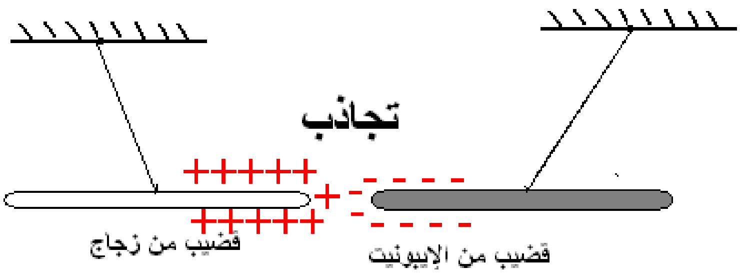
1 ـ التكهرب بالاحتكاك

تجربة: عند حك قضيب من البلاستيك ، نلاحظ أنه يجتذب الأجسام الخفيفة (وريقة)
نقول أن القضيب تكهرب بالاحتكاك أي أنه اكتسب شحنا كهربائية ويصبح جسما مكهربا.

2 ـ نوعا الكهرباء وتأثيرهما البيني .

تجربة :
عند حك قضيبين من الزجاج وتقريبهما ، نلاحظ : يتنافر قضيبا الزجاج فيما بينهما كما يتنافر قضيبا الإيبونيت ، بينما يتجاذب قضيب الزجاج مع قضيب الإيبونيت .
نستنتج أن نوع الكهرباء الذي يظهر على الزجاج يختلف عن النوع الذي يظهر على الإيبونيت .
أصطلح على أن الكهرباء التي تظهر على قضيب الزجاج كهرباء موجبة وأن تلك التي تظهر على قضيب الإيبونيت كهرباء سالبة .
يحدث تأثير بيني بين الأجسام المكهربة .
تتجاذب الأجسام التي تحمل شحنا كهربائية مختلفة الإشارة، بينما تتنافر تلك التي تحمل شحنا كهربائية لها نفس الإشارة.





3 ـ تعليل التكهرب بالاحتكاك .

رأينا في الجدع العلمي أن المادة تتكون من ذرات محايدة كهربائيا، وتتكون كل ذرة من نواة موجبة الشحنة، حولها سحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة. عند حك جسم بقماش، تنتقل الإلكترونات من أحدهما إلى الآخر, مما ينتج عنه تكهرب الجسمين (أحدهما سيكتسب إلكترونات والآخر سيفقدها)

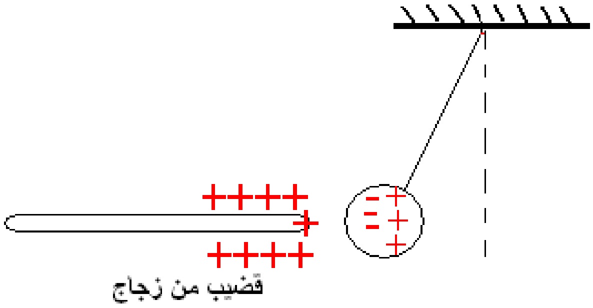
4 ـ التكهرب بأساليب أخرى

أ ـ التكهرب بالتماس

يمكن لجسم أن يتكهرب بالتماس عند لمسه لجسم آخر مكهرب، إذ تنتقل خلال التماس، الإلكترونات من أحد الجسمين إلى الآخر.
مثال : عند تماس قضيب من الإيبونيت المشحون سالبا ، وكرية النواس الكهرساكن ، تنتقل الإلكترونات من قضيب الإيبونيت إلى الكرية ، فتكتسب هذه الأخيرة شحنة سالبة ، الشيء الذي يؤدي إلى تنافرهما .

ب ـ التكهرب بالتأثير

التكهرب بالتأثير هو شحن جسم عن بعد ، بواسطة جسم آخر مشحون.
مثال:
عند تقريب قضيب الإيبونيت المكهرب بكهرباء سالبة من كرية محايدة كهربائيا ، فإن هذه الأخيرة تنجذب نحو القضيب .
نفسر ذلك بكون أن تأثير شحن القضيب المكهرب يؤدي إلى انتقال الإلكترونات الحرة للكرية إلى الجانب المقابل للقضيب مما يؤدي إلى تجاذب الكرية والقضيب المكهرب . (الكرية تبقى دائما محايدة كهربائيا)



II ـ التأثير البيني الكهرساكن

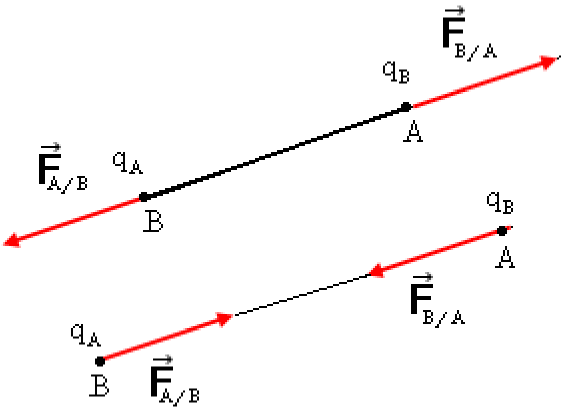
Interaction électrostatique

1 ـ قانون كولوم Loi de coulomb

يعزى تنافر الجسام المكهربة وتجاذبها إلى وجود قوى كهرساكنة بين هذه الأجسام نتيجة الشحن الكهربائية الساكنة التي يحملها كل جسم حيث نعبر عن هذه التأثيرات بالقانون التالي :
إن شدة قوتي التأثير البيني الكهرساكن بين شحنتين كهربائيتين نقطيتين ساكنتين ، تتناسب عكسيا مع مربع المسافة التي تفصل بينهما ، وتتناسب اطرادا مع كمية الكهرباء لشحنة كل من النقطتين .

2 ـ الصياغة الرياضية لقانون كولوم

نعتبر جسمين نقطيين (A) و (B) يحملان على التوالي شحنتين كهربائيتين q_A و q_B وتفصل بينهما المسافة AB . يحدث بين هاتين الشحنتين الكهربائيتين تأثير بيني كهرساكن ، لقوتيه المميزات التالية :
ـ منحيان متعاكسان
ـ نفس خط التأثير : وهو المستقيم AB .
ـ نفس الشدة وهي :



$$F_{A/B} = F_{B/A} = K.\frac{|q_A||q_B|}{(AB)^2} .$$

K ثابتة وقيمتها في النظام العالمي للوحدات هي :

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9 m^3 kg.s^{-2}.C^{-2}$$

ε_0 ثابتة العزل الكهربائي في الفراغ وقيمته في النظام العالمي للوحدات هي :

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi}.10^{-9} (SI)$$

q_A و q_B بالكولوم (C)
(AB) بالمتر .
$F_{A/B}$ بالنيوتن (N)

3 ـ مقارنة القوة الكهرساكنة وقوة التجاذب الكوني .

تمرين تطبيقي : قارن بين شدتي قوة التأثير البيني الكهرساكن وقوة التأثير البيني التجاذبي لنواة الهيدروجين وإلكتروناتها .

نعطي : $q_e=-1,6.10^{-19}C$ ، شحنة لبروتون $q_p=1,6.10^{-19}C$ ، كتلة الإلكترون : $m_e=9,1.10^{-31}kg$ ، كتلة البروتون $m_p=1,7.10^{-27}kg$ والمسافة بين البروتون والإلكترون $d=0,53.10^{-10}m$ و ثابتة التجاذب الكوني $G=6,7.10^{-11}(SI)$.

الجواب : $F_G=3,6.10^{-47}N$ و $F_e=8,2.10^{-8}N$

$\frac{F_e}{F_G}=2,3.10^{39}$ مما يبين أن قوة التجاذب الكوني على مستوى الذرة مهملة بالنسبة للقوة الكهرساكنة .

III ـ المجال الكهرساكن

1 ـ تعريف

يوجد مجال كهرساكن في حيز من الفضاء ، إذا لوحظ أن شحنة كهربائية q تخضع لقوة كهرساكنة إثر وضعها في نقطة من هذا الحيز .

أمثلة : تقريب قضيب الإيبونيت المكهرب من نواس كهرساكن . انحراف حزمة الإلكترونات عند دخولها الحيز بين الصفيحتين .

2 ـ متجهة المجال الكهرساكن

أ ـ المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية .

يحدث ، جسم نعتبره نقطيا ، شحنته q موضوع في نقطة A ، مجالا كهرساكنا في الحيز المحيط به .

نضع على التوالي في نقطة P من هذا الحيز حيث $\overrightarrow{AP}=r\vec{u}$ شحنا كهربائية ، $q_1, q_2, q_3, ..., q_i$.

تخضع هذه الشحن للقوى الكهرساكنة التالية :

$$\vec{F}_i=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_i}{r^2}\vec{u}, ..., \vec{F}_3=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_3}{r^2}\vec{u}, \vec{F}_2=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_2}{r^2}\vec{u}, \vec{F}_1=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q.q_1}{r^2}\vec{u}$$

$\vec{u}$ متجهة واحدية .

$$\frac{\vec{F}_i}{q_i}=........=\frac{\vec{F}_3}{q_3}=\frac{\vec{F}_2}{q_2}=\frac{\vec{F}_1}{q_1}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}$$ ، نضع $$\boxed{\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{q}{r^2}\vec{u}} \quad (1)$$

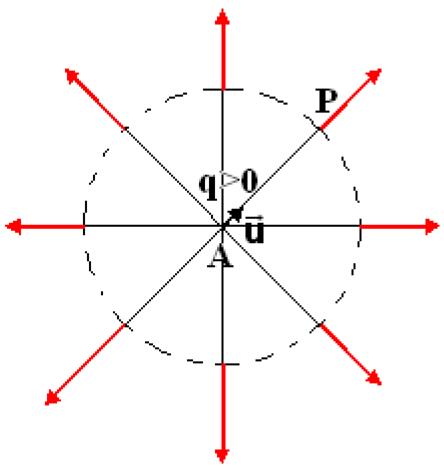
نسمي $\vec{E}$ متجهة المجال الكهرساكن الذي تحدثه شحنة نقطية q في النقطة P . وهو مقدار متجهي يعبر عن الخاصية الذاتية للحيز المحيط بالشحنة q .

من خلال العلاقة يتبين أن متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ في نقطة ما ، بمصدر المجال أي الشحنة q ، وبوضع هذه النقطة .

من العلاقة (1) يتبين أن :

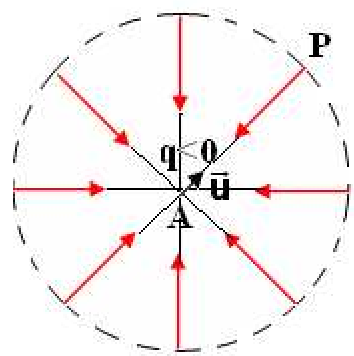
$q<0$ أي أن $\vec{E}$ والمتجهة الواحدية $\vec{u}$ لهما منحيان متعاكسان أي أن $\vec{E}$ انجذابية مركزية centripéde) الشكل 1)

الشكل 2



مجال كهرساكن لشحنة موجبة

الشكل 1



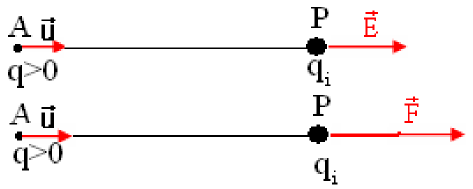
مجال كهرساكن لشحنة سالبة

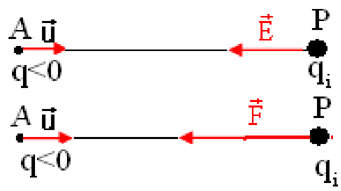
$q > 0$ أي أن $\vec{E}$ والمتجهة الواحدية $\vec{u}$ لهما نفس المنحنى أي أن $\vec{E}$ نابذة centrifuge (الشكل 2)

يلاحظ أن خطوط المجال للمتجهة $\vec{E}$ تتقاطع في نفس النقطة ، نقول إن المجال $\vec{E}$ الذي تحدثه شحنة نقطية q هو مجال شعاعي . champ radial

<u>* العلاقة بين متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ ومتجهة القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ هي :</u>

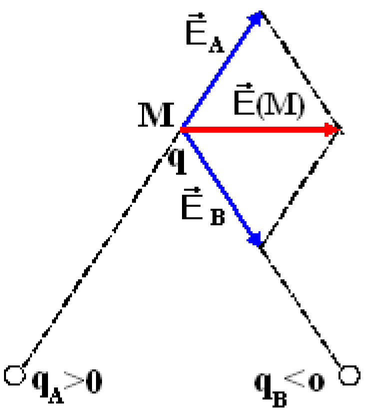
$$\vec{F} = q\vec{E}$$





وحدة $\vec{E}$ هي N/C أو كذلك ب V/m

ب ــ متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنتين نقطيتين .



نعتبر شحنتين $q_A > 0$ و $q_B < 0$ ، ونعتبر شحنة كهربائية q توجد في النقطة M .

تحدث q_A في النقطة M مجالا كهرساكنا متجهته $\vec{E}_A$ حيث $\vec{F}_A = q.\vec{E}_A$

تحدث q_B في النقطة M مجالا كهرساكنا متجهته $\vec{E}_B$ حيث $\vec{F}_B = q.\vec{E}_B$

تخضع الشحنة q للقوة $\vec{F} = \vec{F}_A + \vec{F}_B = q\left(\vec{E}_A + \vec{E}_B\right) = q\vec{E}$ وبالتالي :

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

يمكن تعميم هذه النتيجة على مجموعة من الشحن الكهربائية :

تساوي المتجهة $\vec{E}$ ، الممثلة للمجال الكهرساكن الذي تحدثه مجموعة من الشحن الكهربائية في نقطة M ، مجموع المتجهات $\vec{E}_i$ الممثلة للمجال الكهرساكن الذي تحدثه كل شحنة كهربائية i على حدة .

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i$$

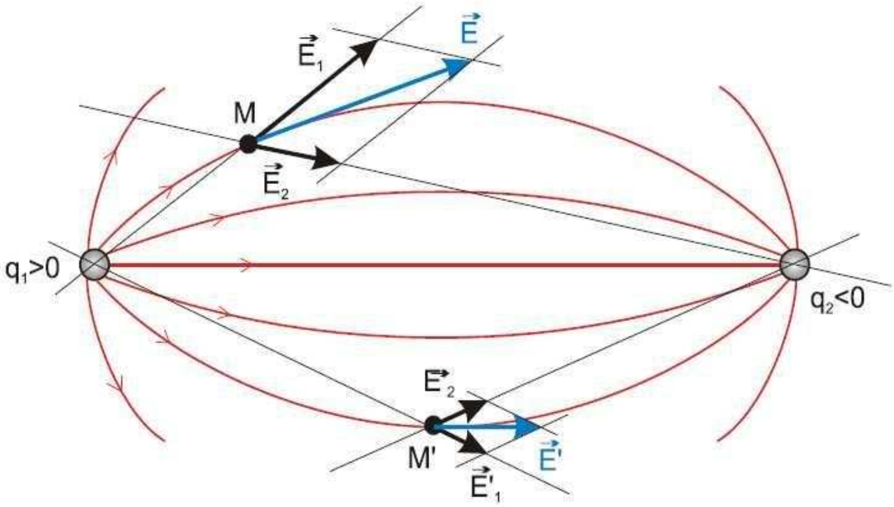
VI ــ خطوط المجال

<u>1 ــ تعريف</u>

نسمي خط المجال الكهرساكن كل منحنى (أو مستقيم) تكون متجهة المجال مماسة له في كل نقطة من نقطة.

أمثلة : خطوط المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنتين مختلفتين $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$

R

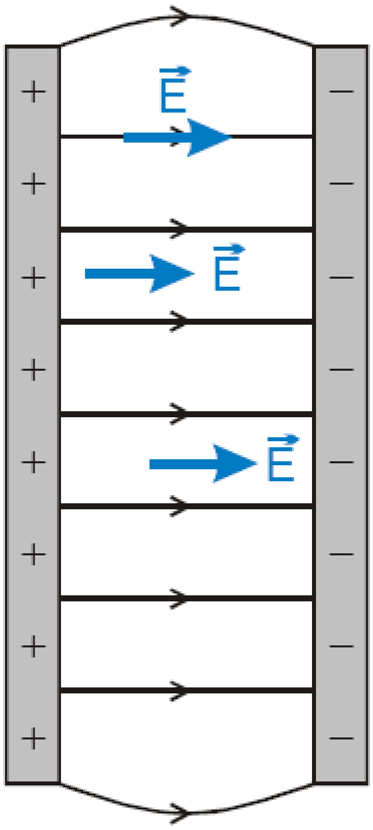


أصطلح على توجيه خط المجال الكهرساكن في منحى متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$.
تسمى الصورة المكونة من جميع خطوط المجال الكهرساكن بالطيف الكهرساكن .

V ـ المجال الكهرساكن المنتظم

تعريف :

يكون المجال الكهرساكن منتظما إذا كانت لمتجته $\vec{E}$ نفس المميزات في كل نقطة من نقطه ، أي أن $\vec{E}$ تحتفظ بنفس الاتجاه ونفس المنحى وبنفس المنظم
مثال : المجال المحدث من طرف صفيحتين فليزيتين ، طبق بينهما توتر كهربائي ، هو مجال كهرساكن منتظم .



تمارين تطبيقية

تمرين 1

أحسب شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف بروتون في نقطة M تبعد عنها ب $10^{-10}m$.

تمرين 2

شحنة نقطية q أحدث مجالا كهرساكنا $\vec{E}$ شدته $E=10N/C$ في نقطة M تبعد عن هذه الشحنة ب $1cm$.

1 ــ أحسب قيمة الشحنة q .

2 ــ ما هي قيم المجال الكهرساكن E المحدث في المسافات التالية $5cm, 4cm, 3cm, 2cm$ ؟ مثل مبيانيا تغيرات المجال $E=f(x)$ بحيث x المسافة التي تبعد النقطة M عن الشحنة q .

تمرين 3

شحنتين كهربائيتين $+q$ و $-q$ توجدان في النقطتين A و B بحيث أن $AB=2a$.

1 ــ أوجد ، بدلالة q, ε, a مميزات المجال الكهرساكن في النقطة O منتصف AB .

2 ــ حدد شدة المجال الكهرساكن E_M المحدث في النقطة M بحيث أن $MA=MB=2a$

تمرين 4

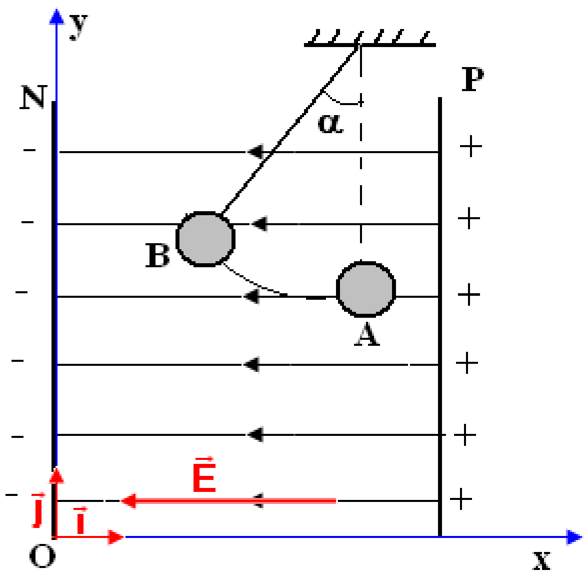
توجد شحنتين $+q$ على القمتين المتقابلتين لمربع ضلعه a . القمة الثالثة تحمل الشحنة $-q$.

أوجد تعبير شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحن الثلاث في القمة الرابعة للمربع .

Energie potentielle électrostatique طاقة الوضع الكهرساكنة

I ـ شغل قوة كهرساكنة في مجال كهرساكن منتظم

نعتبر نواسا كهربائيا شحنته q موجبة ، موضوعا بين صفيحتين N و P مستويتين ومتوازيتين .



عند تطبيق توتر كهربائي بين الصفيحتين ، يحدث مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$.

مميزات متجهة المجال $\vec{E}$:

* المنحى من P نحو N .

* الاتجاه متطابق مع خطوط المجال وهي مستقيمية ومتعامدة مع الصفيحتين .

تخضع الكرية إلى قوة كهرساكنة $\vec{F} = q\vec{E}$ مما يؤدي إلى انتقالها من النقطة A إلى النقطة B .

$\vec{F}$ قوة ثابتة لكون $\vec{E}$ ثابتة .

شغل القوة $\vec{F}$ عند انتقال الكرية من A إلى B :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = q\vec{E}.\overrightarrow{AB}$$

نختار نظمة محورين : $\left(O, \vec{i}, \vec{j}\right)$

$\overrightarrow{AB} = \left(x_B - x_A\right)\vec{i} + \left(y_B - y_A\right)\vec{j}$ و $\vec{E} = -E\vec{i}$

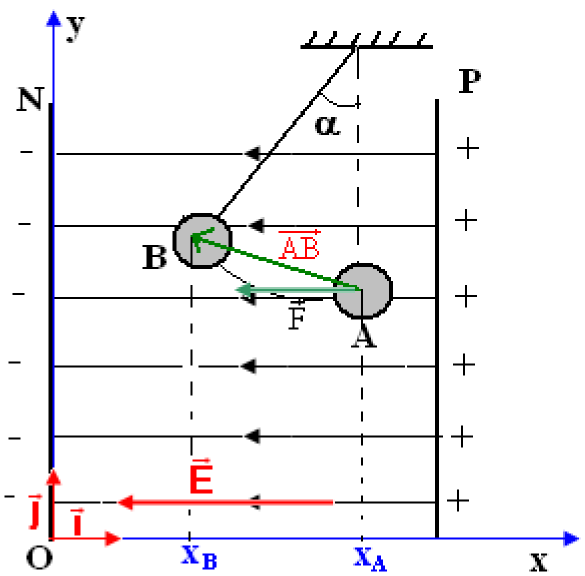
$$W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = q\vec{E}.\overrightarrow{AB} = qE\left(x_A - x_B\right)$$

شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على شحنة في مجال كهرساكن منتظم مستقل عن المسار الذي تسلكه للانتقال من الموضع البدئي إلى الموضع النهائي ، نقول أن القوة الكهرساكنة محافظية .

II ـ الجهد الكهربائي .

1 ـ تعريف بفرق الجهد الكهربائي

يساوي فرق الجهد الكهربائي (التوتر) بين نقطتين A و B توجدان في حيز من الفضاء به مجال كهرساكن منتظم ، الجداء السلمي لمتجهة المجال $\vec{E}$ و المتجهة $\overrightarrow{AB}$.



$$V_A - V_B = \vec{E}.\overrightarrow{AB}$$

ملحوظة : تطبق هذه العلاقة إلا في المجال الكهرساكن المنتظم .

2 ـ الجهد الكهربائي

في المعلم $\left(O, \vec{i}, \vec{j}\right)$ لدينا :

$$V_A - V_B = \vec{E}.\overrightarrow{AB} = E\left(x_A - x_B\right) = E.x_A - E.x_B$$

يتبين من هذه العلاقة أن $V_A = E.x_A$ و $V_B = E.x_B$

نسمي V_A الجهد الكهربائي في النقطة A و V_B الجهد الكهربائي في النقطة B .

الجهد الكهربائي هو مقدار فيزيائي يميز الحالة الكهربائية لكل نقطة من نقط المجال الكهرساكن . وحدته هي الفولط (V) .

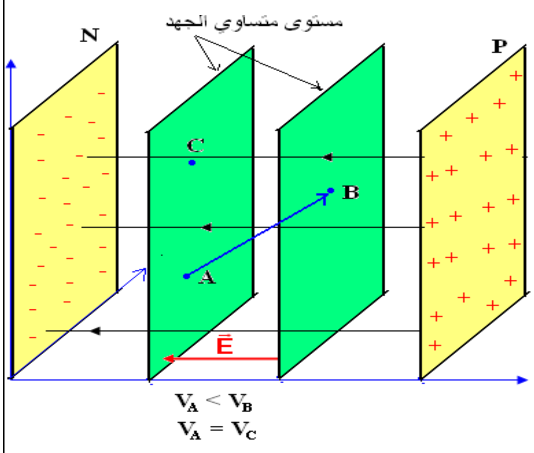
تعبير شغل القوة الكهرساكنة هو كالتالي :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = qE\left(x_A - x_B\right) = q\left(V_A - V_B\right)$$

ملحوظة : تطبق هذه العلاقة سواء كان المجال الكهرساكن منتظما أم لا .

شغل القوة $\vec{F}$ محرك أي أن $V_A - V_B > 0 \Rightarrow V_A > V_B$ ومنحى القوة $\vec{F}$ نحو الصفيحة ذات الجهد الأصغر ومنه :

منحى متجهة المجال الكهرساكن يكون دائما نحو الجهود التناقصية .



3 ــ المستوى المتساوي الجهد plan equipotentiel

أ ــ تعريف

المستوى المتساوي الجهد هو مستوى كل نقاطه لها نفس الجهد الكهربائي .

إذا كانت النقطة C لها نفس الجهد للنقطة A فإن العلاقة التالية

$$V_A - V_C = \vec{E}.\overrightarrow{AC} = 0\left(\vec{E} \neq \vec{0}, \overrightarrow{AC} \neq \vec{0}\right) \Rightarrow \vec{E} \perp \overrightarrow{AC}$$

وبالتالي ف A و C تنتميان إلى نفس المستوى وهو عمودي على $\vec{E}$.

المستويات المتساوية الجهد لمجال كهرساكن منتظم هي مستويات متوازية فيما بينها وعمودية على خطوط هذا المجال .

تمرين تطبيقي : 1 ــ حدد المستويات المتساوية الجهد لشحنة نقطية .

2 ــ أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على شحنة q أثناء انتقالها من A إلى C تنتميان إلى مستوى متساوي الجهد .

ب ــ العلاقة بين شدة المجال الكهرساكن والتوتر الكهربائي .

رأينا في السنة جدع علمي أن $V_A - V_B = U_{AB}$ أي أنها تمثل كذلك التوتر الكهربائي بين النقطتين A و B .

حسب العلاقة السابقة لدينا :

$$V_A - V_B = U_{AB} = \vec{E}.\overrightarrow{AB} = E.AB \Rightarrow E = \frac{|U_{AB}|}{AB}$$

III ــ طاقة الوضع الكهرساكنة

1 ــ تعريف

بالمماثلة لطاقة الوضع الثقالية : $E_{pp} = mgz + C$ ، نعرف طاقة الوضع الكهرساكنة لشحنة q توجد في نقطة M في المجال الكهرساكن $\vec{E}$ بالعلاقة التالية : $E_{pe} = qE.x + C$ وبما أن $E.x = V$ فإن

$$E_{pe} = qV + C$$.

C ثابتة تتعلق باختيار أصل الجهود الكهربائية .

2 ــ العلاقة بين طاقة الوضع الكهرساكنة وشغل القوة الكهرساكنة .

لدينا شغل القوة الكهرساكنة عند انتقال شحنة من A إلى B هو : $\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right) = q\left(V_A - V_B\right)$ (1)

تغير طاقة الوضع الكهرساكن بين A و B هو :

$$(2)\; E_{pe}(B) - E_{pe}(A) = q.V_B - q.V_A = -q\left(V_A - V_B\right)$$

من العلاقتين (1) و (2) نستنتج أن

$$\Delta E_{pe} = E_{pe}(B) - E_{pe}(A) = -\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right)$$

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right) = -\Delta E_{pe}$$

تبقى هذه العلاقة صحيحة سواء كان المجال منتظما أم لا .

VI ــ انحفاظ الطاقة الكلية لدقيقة مشحونة خاضعة لقوة كهرساكنة .

نعتبر دقيقة شحنتها q وكتلتها m ، تنتقل في مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$ من نقطة A إلى نقطة B . نطبق مبرهنة الطاقة الحركية بين A و B ، نهمل شغل وزن الدقيقة وشغل قوى الاحتكاك أمام شغل القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ ، نجد : $E_C(B) - E_C(A) = \underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right)$

حسب الفقرة السابقة لدينا $\Delta E_{pe} = -\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right)$ أي أن

$$\Delta E_C = -\Delta E_{pe} \Rightarrow E_C(B) + E_{pe}(B) = E_C(A) + E_{pe}(A)$$

نضع : $\boldsymbol{E} = E_C + E_{pe}$ بحيث أن $\boldsymbol{E}$ الطاقة الكلية للدقيقة وهي تمثل كذلك الطاقة الميكانيكية للدقيقة .

R

إذن عندنا $E(A)=E(B)$ أي أن هناك انحفاظ الطاقة الكلية للدقيقة . وبالتالي نكتب :

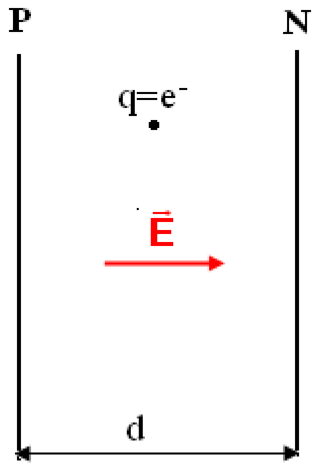
$$E=\frac{1}{2}mv^2+q.V$$

v سرعة الدقيقة المشحونة في المجال $\vec{E}$

تنحفظ الطاقة الكلية لدقيقة مشحونة خاضعة لقوة كهرساكنة $\vec{F}$

V ـ الإلكترون ـ فولط وحدة أخرى للطاقة .

حسب العلاقة التي تعبر عن شغل القوة الكهرساكنة عند انتقال الشحنة من A إلى B :



$$W_{A\to B}(\vec{F})=q(V_A-V_B)$$

$$q=1,6.10^{-19}C$$

$$(V_A-V_B)=1V$$

$$W_{A\to B}(\vec{F})=1,6.10^{-19}J$$

نأخذ أن $q=1e$ بحيث أن e الشحنة الابتدائية $W_{A\to B}(\vec{F})=1e.V$

ومن خلال العلاقتين نستنتج أن $1e.V=1,6.10^{-19}J$

هذه الوحدة تسمى بالإلكترون ـ فولط .

بعض مضاعفات الإلكترون ـ فولط

$1keV=10^3eV$

$1MeV=10^6eV$

$1GeV=10^9eV$

تمارين تطبيقية :

تمرين 1

يوجد بين صفيحتين متوازنتين تفصل بينهما مسافة $d=10cm$ مجال كهرساكن شدته $E=3.10^4V/m$

1 ـ أحسب التوتر الكهربائي المطبق بين الصفيحتين .

2 ـ أوجد شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على إلكترون عند انتقاله من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة .

تمرين 2

يوجد مجال كهرساكن منتظم شدته $E=10^3V/m$ في حيز من الفضاء نقرنه بمعلم متعامد وممنظم $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$. نعطي تعبير المجال في المعلم

$(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ هو : $\vec{E}=E\vec{i}$

1 ـ أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على نواة من الهيليوم He^{2+} عند انتقالها من النقطة $A(2,0,0)$ إلى النقطة $B(4,2,0)$. وحدة الطول بالسنتمتر .

2 ـ علما أن طاقة الوضع للنواة في النقطة A تكون منعدمة ، احسب طاقة الوضع في النقطة B .

أجوبة: 1 ـ $W_{A\to B}(\vec{F})=6,4.10^{-18}J$

2 ـ $E_{pe}(B)=-6,4.10^{-18}J$

تمرين 3

نطبق بين الأنود A والكاتود C لمدفع لإلكترونات توتر $U_{AC}=3000V$ ، احسب سرعة وصول الإلكترونات إلى الأنود A ، علما أن سرعة انبعاثها من الكاتود C منعدمة .

الجواب : $v=3,25.10^7m/s$

تمرين 4

أحسب ب MeV الطاقة المكتسبة من طرف دقيقة α (أيون الهيليوم He^{2+}) عند تسريعها بالتوتر :

$U=10^6V$.

الجواب : $W=2MeV$

سلسلة التمارين حوال المجال الكهرساكن وطاقة الوضع الكهرساكنة

المجال الكهرساكن والقوة الكهرساكنة

تمرين 1

أحسب شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف بروتون في نقطة M تبعد عنها ب 10^{-10}m .

تمرين 2

شحنة نقطية q أحدثت مجالا كهرساكنا $\vec{E}$ شدته $E = 10N/C$ في نقطة M تبعد عنها ب 1cm.

1 ـ أحسب قيمة الشحنة q .

2 ـ ما هي قيم المجال الكهرساكن E المحدث في المسافات التالية $2\text{cm}, 3\text{cm}, 4\text{cm}, 5\text{cm}$ ؟ مثل مبيانيا تغيرات المجال $E = f(x)$ بحيث x المسافة التي تبعد النقطة M عن الشحنة q .

تمرين 3

نضع في نقطتين A و B ، شحنتين كهربائيتين نقطيتين q_A و q_B لهما نفس الإشارة بحيث $q_B = 4q_A$.

1 ـ مثل في نقطة C ، من المستقيم AB ، متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحنتين .

2 ـ حدد الموضع C ، من المستقيم AB ، الذي تكون فيه متجهة المجال الكهرساكن منعدمة .

تمرين4

شحنتين كهربائيتين $+q$ و$-q$ توجدان في النقطتين A و B بحيث أن $AB = 2a$.

1 ـ أوجد ، بدلالة q, ε, a مميزات المجال الكهرساكن في النقطة O منتصف AB .

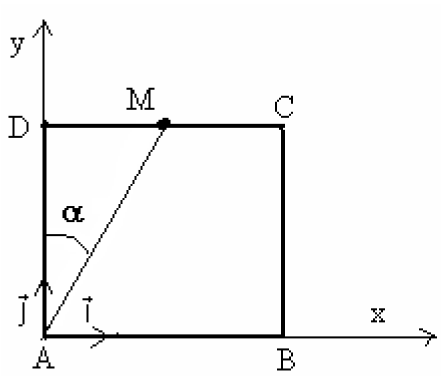
2 ـ حدد شدة المجال الكهرساكن E_M المحدث في النقطة M واسط القطعة AB بحيث أن $MA = MB = 2a$

تمرين 5

توجد شحنتين موجبتين $+q$ على القمتين المتقابلتين لمربع ضلعه a . القمة الثالثة تحمل الشحنة $-q$.

أوجد تعبير شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحن الثلاث في القمة الرابعة للمربع .

تمرين 6



نضع في رؤوس مربع A ، B ، C ، D ضلعه a=20cm شحنا كهربائية متشابهة $q = 1\mu C$,

1 ـ حدد مميزات متجهة المجال الكهرساكن في النقط التالية :

أ ـ في نقطة O مركز المربع .

ب ـ في النقطة M منتصف القطعة $[C, D]$.

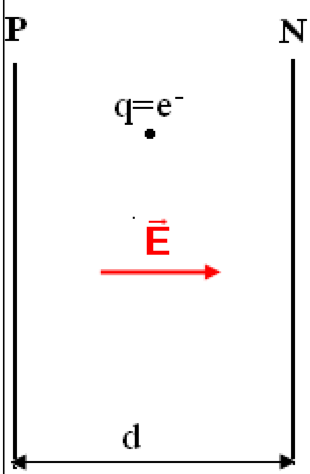
2 ـ نعوض الشحنتين الموجودتين في الرأسين A و C ، بشحنتين متشابهتين $q' = -1\mu C$.

أ ـ حدد مميزات متجهة المجال الكهرساكن في النقطة M منتصف الضلع DC(أنظر الشكل)

ب ـ أحسب في النقطة C ، شدة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحن الموجودة في الرؤوس A، B، D .

استنتج شدة القوة المطبقة على الشحنة الموجودة في النقطة C .

طاقة الوضع الكهرساكنة



تمرين 1

يوجد بين صفيحتين متوازنتين تفصل بينهما مسافة $d = 10\text{cm}$ مجال كهرساكن شدته $E = 3.10^4 V/m$.

1 ـ أحسب التوتر الكهربائي المطبق بين الصفيحتين .

2 ـ أوجد شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على إلكترون عند انتقاله من الصفيحة السالبة إلى الصفيحة الموجبة .

تمرين 2

يوجد مجال كهرساكن منتظم شدته $E = 10^3 V/m$ في حيز من الفضاء نقرنه بمعلم متعامد وممنظم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. نعطي تعبير المجال في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ هو : $\vec{E} = E\vec{i}$

1 ـ أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على نواة من الهيليوم He^{2+} عند انتقالها من النقطة $A(2,0,0)$ إلى النقطة $B(4,2,0)$. وحدة الطول بالسنتمتر .

2 ـ علما أن طاقة الوضع للنواة في النقطة A تكون منعدمة ، احسب طاقة الوضع في النقطة B .

أجوبة 1: ـ $W_{A\to B}(\vec{F}) = 6,4.10^{-18} J$

2 ـ $E_{pe}(B) = -6,4.10^{-18}J$

تمرين 3

نطبق بين الأنود A والكاتود C لمدفع لإلكترونات توتر $U_{AC} = 3000V$ ، احسب سرعة وصول الإلكترونات إلى الأنود A ، علما أن سرعة انبعاثها من الكاتود C منعدمة .

الجواب : $v = 3,25.10^7 m/s$

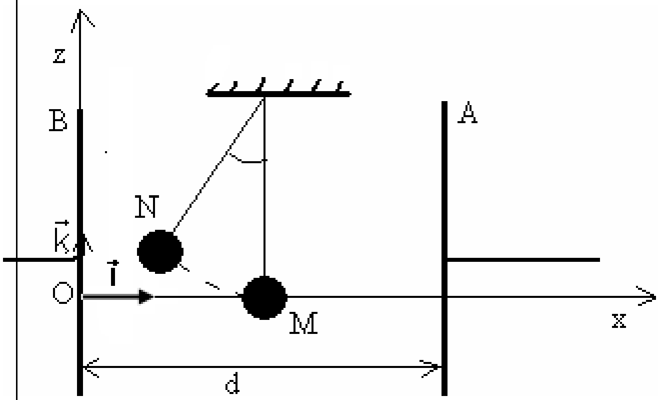
تمرين 4

أحسب ب MeV الطاقة المكتسبة من طرف دقيقة α (أيون الهيليوم He^{2+}) عند تسريعها بالتوتر : $U = 10^6 V$.

الجواب : $W = 2MeV$

تمرين 5

يوجد نواس كهرساكن طوله $\ell = 20cm$ وشحنته $q = 20nC$ وكتلته m ، في مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$ محدث بين صفيحتين فلزتين رأسيتين ومتوازيتين A و B ، تفصل بينهما المسافة $d = 10cm$ ، بواسطة توتر مستمر شدته $U_{AB} = 10^3 V$ ، فينحرف النواس عن موضعه بزاوية $\theta = 30°$. نعتبر أنه في غياب المجال الكهرساكن يوجد النواس في وضع توازنه في النقطة M عند منتصف المسافة d .



1 ـ أعط مميزات متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ ، واحسب التوتر U_{AB}

2 ـ أحسب شدة القوة الكهرساكنة $\vec{F}_e$ المطبقة على الكرية .

3 ـ أوجد تعبير m كتلة الكرية للنواس بدلالة g, θ, F_e أحسب m . نأخذ $g = 10N/kg$

4 ـ أحسب شغل القوة الكهرساكنة المطبقة على النواس عند انتقاله بزاوية θ

5 ـ استنتج تغير طاقة الوضع الكهرساكنة ΔE_{pe} خلال هذا الانتقال .

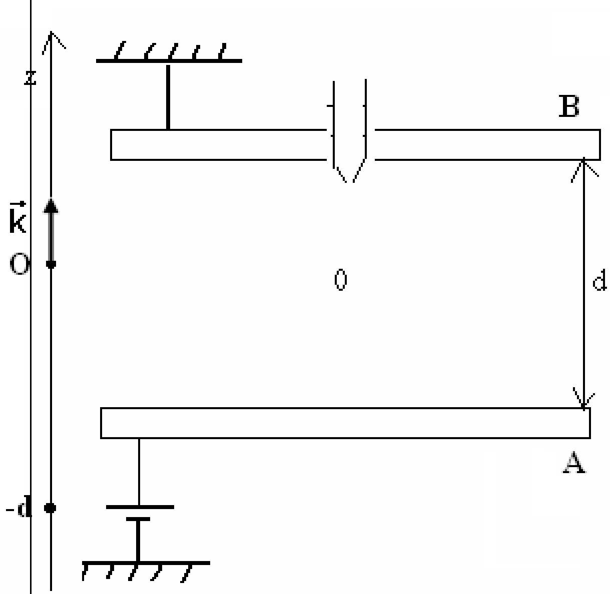
6 ـ نعتبر مستوى الصفيحة B مرجعا لطاقة الوضع الكهرساكنة . أحسب $E_{pe}(M)$ طاقة الوضع الكهرساكنة في الموضع M . ثم استنتج الجهد الكهربائي V_M في الموضع M .

7 ـ أعط تعبير تغير الطاقة الكلية للنواس عند انتقاله من M إلى N. نعتبر الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية النقطة M $(z = 0)$.

تمرين 6

تم حساب الشحنة الابتدائية أول مرة سنة 1911 م من طرف العالم الأمريكي روبير ميلكان حيث استعمل الجهاز الممثل جانبه :

نترك قطرة زيت صغيرة جدا ، بعد تكهربها بواسطة أشعة X حيث تصبح تحمل كهرباء موجبة، تسقط بين الصفيحتين الفلزتين المتوازيتين A و B . نضبط قيمة التوتر $|U_{AB}| = 1114V$ فتتوقف القطرة . نعتبر القطرة كروية الشكل ذي شعاع $r = 1\mu m$ والكتلة الحجمية للزيت $\rho = 851kg/m^3$ ونعطي $d = 5cm$ و $g = 10N/kg$.



1 ـ حدد الصفيحة ذات الجهد الأعلى ومثل التوتر الكهربائي U_{AB} على تبيانة 2 ـ ما العلاقة بين قيمة وزن القطرة وشدة المجال الكهرساكن E المحدث بين الصفيحتين ؟ أوجد تعبير شحنة الزيت q بدلالة m ، g ، d، U_{AB} . واستنتج عدد الشحن الابتدائية التي تحملها القطرة .

3 ـ نأخذ المستوى المار من الصفيحة B ، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية والكهرساكنة . ونعتبر أن قطرة الزيت تنزل بدون سرعة بدئية من الصفيحة B لتصل إلى الصفيحة A بسرعة $V = 0,27mm/s$.

3 ـ 1 أحسب طاقة الوضع الثقالية لقطرة الزيت عند الصفيحة A .

3 ـ 2 أحسب طاقة الوضع الكهرساكنة لقطرة الزيت عند الصفيحة A . واستنتج الطاقة الكلية .

3 ـ 3 قارن الطاقة الكلية $\boldsymbol{E}(B)$ مع الطاقة الكلية $\boldsymbol{E}(A)$ لقطرة الزيت عند الصفيحة A . ماذا تستنتج .

تصحيح التمارين حول المجال الكهرساكن واطاقة الوضع الكهرساكنة .

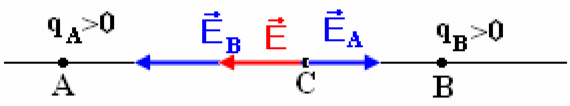
تمرين 3

1 ــ نمثل في النقطة C ، من المستقيم AB ، متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحنتين :

* الحالة الأولى أن C تنتمي إلى القطعة $[A,B]$

بما أن الشحنتين لهما نفس الإشارة إذن متجهة المجال $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ سيكونا نابذتين أي أن منحاهما متعاكسين أنظر الشكل وشدتهما هي :

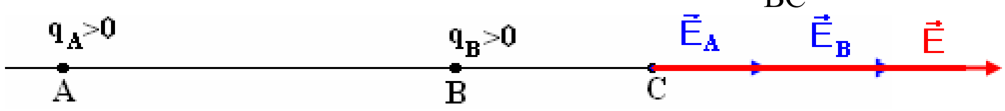
$E_A = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_A}{AC^2}$ و $E_B = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{q_B}{BC^2} = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{4q_A}{BC^2}$ وبالتالي : $E_B = \dfrac{4AC^2}{BC^2}E_A$



الحالة الثانية أن C توجد خارج القطعة $[A,B]$

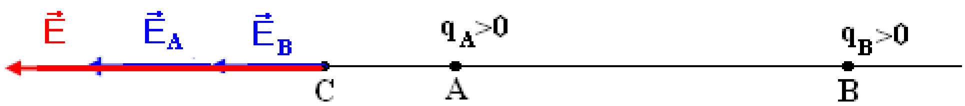
* على يمين B : بما أن الشحنتين لهما نفس الإشارة إذن متجهة المجال $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ سيكونا نابذتين أي لهما نفس المنحى .

وشدتهما هي كذلك $E_B = \dfrac{4AC^2}{BC^2}E_A$ وبما أن $AC > BC$ فإن $E_B > E_A$



* على يسار A : بما أن الشحنتين لهما نفس الإشارة إذن متجهة المجال $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ سيكونا نابذتين أي لهما نفس المنحى .

وشدتهما هي كذلك $E_B = \dfrac{4AC^2}{BC^2}E_A$ وبما أن $AC < BC$ فإن $E_B < E_A$



2 ــ تحديد الموضع C الذي تنعدم فيه متجهة المجال الكهرساكن .

بالنسبة لنقطة C خارج القطعة $[A,B]$ لا يمكن أن تنعدم متجهة المجال الكهرساكن ($\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ لهما نفس المنحى)

يمكن أن تنعدم متجهة المجال في نقطة C تنتمي للقطعة $[A,B]$:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$$

$$\vec{E} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{E}_A + \vec{E}_B = \vec{0}$$

بما أن منحاهما متعاكسان يمكن أن نكتب $E_A - E_B = 0 \Rightarrow E_A = E_B$

أي أن :

$$4AC^2 = BC^2$$

$$AB = AC + BC \Rightarrow BC = AB - AC$$

نعوض في المتساوية الأولى فنحصل على :

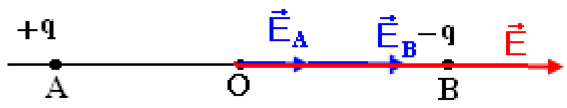
$$4AC^2 = (AB - AC)^2 \Rightarrow (3AC - AB)(AC + AB) = 0$$

$$AC = -AB et AC = \frac{AB}{3}$$

الحل المقبول هو $AC=\frac{AB}{3}$

تمرين 4

1 ـ مميزات المجال الكهرساكن في النقطة O منتصف AB :



$$E_A=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{OA^2}\,,\,E_B=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{OB^2}$$

$$OA=OB=a$$

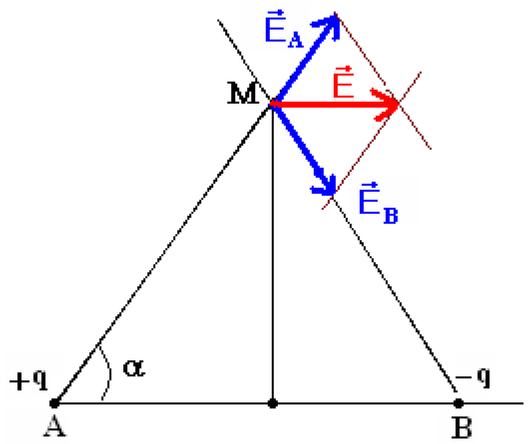
$$E_A=E_B=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$$

لدينا $\vec E=\vec E_A+\vec E_B$ وبما أن للمتجهتين نفس المنحى $E=E_A+E_B \Rightarrow E=\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 a^2}$

2 ـ شدة المجال الكهرساكن $\vec E(M)$ المحدث في النقطة M واسط القطعة $[A,B]$ بحيث أن

$$AM=BM=2a$$

نلاحظ أن ABM تكون مثلث متساوي الأضلاع أي أن الزوايا $\hat A=\hat M=\hat B=\frac{\pi}{3}$



كذلك لدينا $E_A=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_A}{AM^2}=\frac{1}{16\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$ و

$E_B=\frac{1}{16\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$ وبالتالي $E_A=E_B$

حسب علاقة الجداء السلمي لدينا :

$$\vec E=\vec E_A+\vec E_B$$

$$E^2=E_A^2+E_B^2+2E_A.E_B\cos 2\alpha$$

$$E^2=2E_A^2+2E_A^2\left(2\cos^2\alpha-1\right)$$

$$E^2=4E_A^2\cos^2\alpha$$

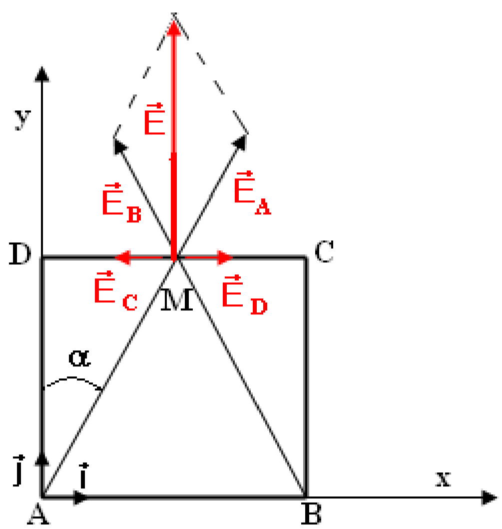
$$\cos\alpha=\frac{1}{2}\Rightarrow E=E_A=E_B$$

$$E=E_B=\frac{1}{16\pi\varepsilon_0}\frac{q}{a^2}$$

تمرين 6

1 ـ مميزات متجهة المجال الكهرساكن في النقط التالية :

أ ـ في مركز المربع متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحن الكهربائية منعدمة .



في نقطة M منتصف القطعة $[C,D]$

من خلال التمثيل الهندسي نلاحظ أن $\vec E_C$ و $\vec E_D$ لهما نفس المنظم ومنحاهما متعاكسان) $E_C=E_D=K\frac{4q}{a^2}$ بحيث

$K=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$) إذن $\vec E_C+\vec E_D=\vec 0$

وبالتالي $\vec E=\vec E_A+\vec E_B$

حسب علاقة الجداء السلمي ، لدينا :

$$E^2 = E_A^2 + E_B^2 + 2E_A.E_B\cos 2\alpha$$

$$E_A = E_B = K\frac{q}{AM^2}$$

لأن المثلث ABM متساوي الساقين و $AM = \dfrac{a}{\cos\alpha}$

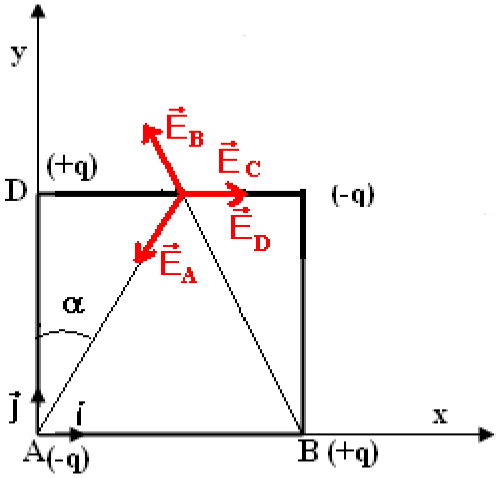
$$E_A = E_B = K\frac{q\cos^2\alpha}{a^2}$$

وبالتالي

$$E^2 = 2E_A^2 + 2E_A^2\left(2\cos^2\alpha - 1\right)$$

$$E^2 = 4E_A^2\cos^2\alpha$$

$$E = 2K\frac{q\cos^3\alpha}{a^2}$$



مميزات متجهة المجال الكهرساكن في النقطة M هي :

المنحى : نحو الأعلى

الاتجاه عمودي على الضلع DC

المنظم : $E = 2K\dfrac{q\cos^3\alpha}{a^2}$

2 ـ أ ـ مميزات متجهة المجال الكهرساكن في النقطة M .

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_D + \vec{E}_C$$

نسقط هذه العلاقة على المحورين OX و Oy :

$$E_x = -E_A\sin\alpha - E_B\sin\alpha + E_C + E_D = -2K\frac{q\cos^2\alpha}{a^2}\sin\alpha + \frac{8Kq}{a^2}$$

$$E_y = 0$$

$$E_y =$$

$$E^2 = E_x^2 + E_y^2 = \left(-2K\frac{q\cos^2\alpha}{a^2}\sin\alpha + \frac{8Kq}{a^2}\right)^2$$

$$E = \frac{2Kq^2}{a^2}\left(4 - \cos^2\alpha\sin\alpha\right)$$

ب ـ متجهة المجال الكهرساكن المحدث في النقطة C هو :

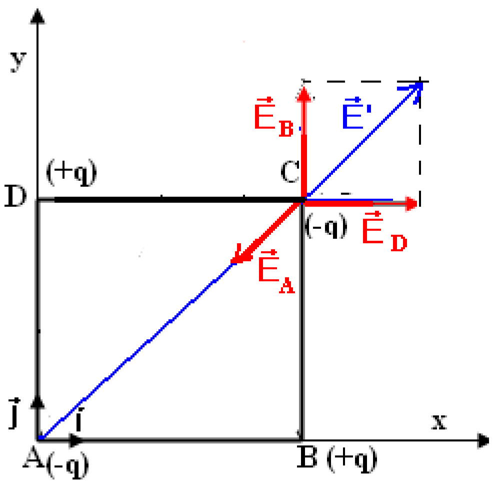
$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_D$$

بم أنه لدينا مربع فالزاوية $\left(\widehat{\vec{AC},\vec{i}}\right) = 45°$ والوتر $AC = a\sqrt{2}$

نسقط العلاقة المتجهة على Ox : $E_x = E_D - E_A\cos\beta$

على Oy : $E_y = E_B - E_A\cos\beta$

بحيث أن الزاوية $\beta = 45°$ و $E_B = E_D = K\dfrac{q}{a^2}$ و $E_A = K\dfrac{q}{2a^2}$



$$E_x = K\frac{q}{a^2} - K\frac{q}{2a^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$E_x = K\frac{q}{a^2}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

R

$$E_y = K\frac{q}{a^2} - K\frac{q}{2a^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$$

و

$$E_y = K\frac{q}{a^2}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

وبالتالي :

$$E = \sqrt{E_x + E_y} = K\frac{q}{a^2}\left(1-\frac{\sqrt{2}}{4}\right)\sqrt{2}$$

$$E = K\frac{q}{a^2}\left(\sqrt{2}-\frac{1}{2}\right)$$

شدة القوة المطبقة على الشحنة الموجودة في النقطة C :

$$F = |q|E = E = K\frac{q^2}{a^2}\left(\sqrt{2}-\frac{1}{2}\right)$$

طاقة الوضع الكهرساكنة

تمرين 1

1 ـ $U_{AB} = 3000V$

2 ـ $W_{A\to B}\left(\vec{F}_e\right) = 7,8.10^{-16}J$

تمرين 3

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية ونتوصل إلى النتيجة التالية :

$$v_A = \sqrt{\frac{2eEd}{m}} = 3,25.10^{7}m/s$$

تمرين 5

1 ـ مميزات متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$

ـ المنحى نحو الجهود التناقصية وبما أن $V_A > V_B$ إذن سيكون منحى $\vec{E}$ نحو الصفيحة B .

ـ الاتجاه : عمودي على الصفيحتين

ـ المنظم : $E = \frac{U_{AB}}{d} = 10^4 V$

2 ـ شدة القوة الكهرساكنة المطبقة على الكرية :

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow F = qE = 2.10^{-4}N$$

3 ـ تعبير الكتلة m :

دراسة توازن النواس الكهرساكن : $\vec{P}+\vec{T}+\vec{F}=\vec{0}$ تم نسقط العلاقة على المحورين Ox و Oz

على Ox : $-F + T\sin\theta = 0 \Rightarrow T\sin\theta = F$

على Oz : $T\cos\theta - mg = 0 \Rightarrow T\cos\theta = mg$

من العلاقتين نستنتج :

$$\tan\theta = \frac{F}{mg} \Rightarrow m = \frac{F}{g\tan\theta}$$

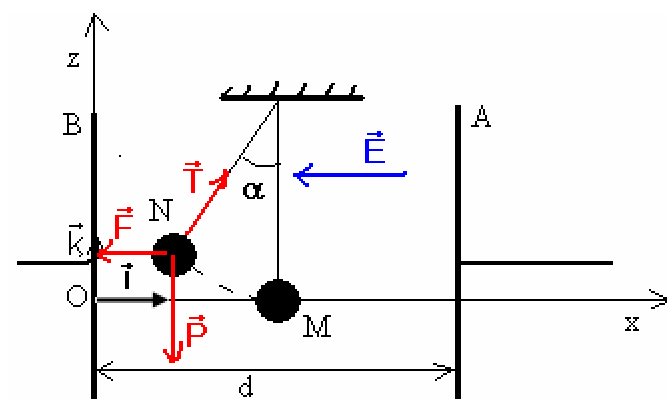
تطبيق عددي : $m = 3,46.10^{-5}kg$

4 ـ شغل القوة الكهرساكنة عند انتقال الكرية بالزاوية θ :

$$W_{M\to N}\left(\vec{F}\right) = \vec{F}.\overrightarrow{MN} = q\vec{E}.\overrightarrow{MN} = q.E.MN$$

$$MN = \ell\sin\theta$$

$$W_{M\to N}\left(\vec{F}\right) = q.E.\ell\sin\theta$$



R

تطبيق عددي : $W_{M\to N}(\vec{F}) = 4.10^{-5}\,J$

5 ـ نستنتج تغيرطاقة الوضع الكهرساكنة :

$$\Delta E_{pe} = -W_{M\to N}(\vec{F}) = -q.E.\ell\sin\theta$$

$$\Delta E_{pe} = -4.10^{-5}\,J$$

6 ـ طاقة الوضع الكهرساكنة للشحنة q هي : $E_{pe} = qE.x + C$

الحالة المرجعية لطاقة الوضع الكهرساكنة هي الصفيحة B أي أن $E_{pe} = 0$ في الموضع $x = 0$ وبالتالي $C = 0$ وسيكون تعبير طاقة الوضع الكهرساكنة على الشكل التالي : $E_{pe} = qEx$

طاقة الوضع في النقطة M وهو منتصف d أي أن $x_M = \dfrac{d}{2}$

$E_{pe}(M) = qE\dfrac{d}{2}$ تطبيق عددي : $E_{pe} = 10^{-5}\,J$

نستنتج الجهد الكهربائي في النقطة M : لدينا الجهد في النقطة M هو V_M ونعلم أن

$$E_{pe} = qV_M \Rightarrow V_M = \frac{E_{pe}}{q} = 500V$$

7ـ تعبير تغير الطاقة الكلية للنواس هي :

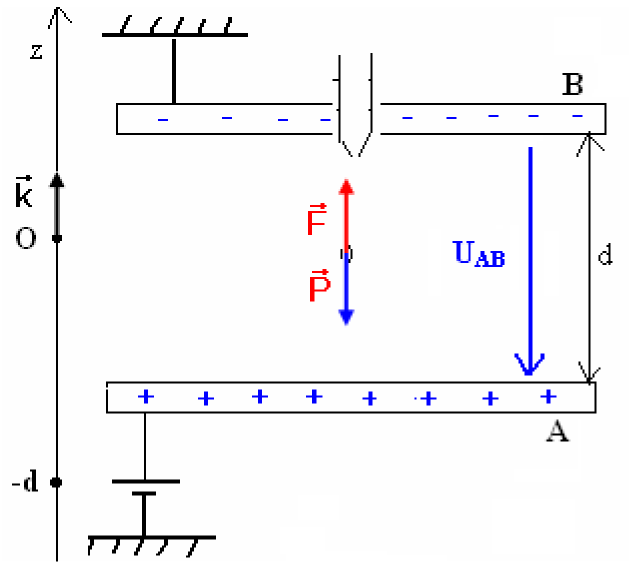
$$\Delta E_e = \Delta E_{pe} + \Delta E_{pp} + \Delta E_C$$

ΔE_C تغير الطاقة الحركية خلال انتقال النواس من M إلى N بحيث أن $v_M = v_N = 0$ وبالتالي $\Delta E_C = 0$

ΔE_{pp} تغير طاقة الوضع الثقالية : $\Delta E_{pp} = -W_{M\to N}(\vec{P}) = +mgh = +mg\ell(1-\cos\theta)$

$$\Delta E_{pe} = qE\ell\sin\theta$$

أي أن $\Delta E_e = mg\ell(1-\cos\theta) + qE\ell\sin\theta$



تمرين 6

1 ـ أنظر الشكل

2 ـ قطرة الزيت في حالة توازن تحت تأثير قوتين $\vec{P}$ و $\vec{F}$

$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$ أي أن $P = F$

وبالتالي

$$mg = qE \Rightarrow mg = \frac{qU_{AB}}{d}$$

$$q = \frac{mgd}{U_{AB}}$$

لدينا كذلك $\rho_{huile} = \dfrac{m}{V} \Rightarrow m = \rho_{huile}.V = \dfrac{4\rho_{huile}\pi r^3}{3}$

$$q = \frac{4\rho_{huile}\pi r^3 gd}{3U_{AB}}$$

تطبيق عددي : $q = 10e$

3 ـ 1 حساب طاقة الوضع الثقالية لقطرة الزيت عند الصفيحة A

$E_{pp} = mgz$

$z = -d = -5.10^{-2}\,m$

أي أن $E_{pp} = -0,356.10^{-14}.10.5.10^{-2} = -1,78.10^{-15}\,J$

3 ـ 2 طاقة الوضع الكهرساكنة لقطرة الزيت عند الصفيحة A :

$E_{pe}(M) = qV_M + C$ عند الحالة المرجعية $E_{pe} = 0$ عند $V_A = 0$ أي أن $C = 0$

R

$E_{pe}(M) = qV_M$ عند النقطة A لدينا $E_{pe}(A) = qV_A = 1,78.10^{-15} J$

أي أن طاقة الكلية لقطرة الزيت في النقطة B هي :

$\boldsymbol{E}(B) = E_C(B) + E_{pp}(B) + E_{pe}(B) = 0.036.10^{-20} J$

بحيث أن $E_C = 0,036.10^{-20} J$

3 ـ 3 الطاقة الكلية في النقطة A منعدمة $\boldsymbol{E}(A) = 0$

بما أن $\boldsymbol{E}(A) \neq \boldsymbol{E}(B)$ يعني أن المجموعة غير محافظية وسبب ذلك وجود احتكاك بين قطرة الزيت والهواء .

R

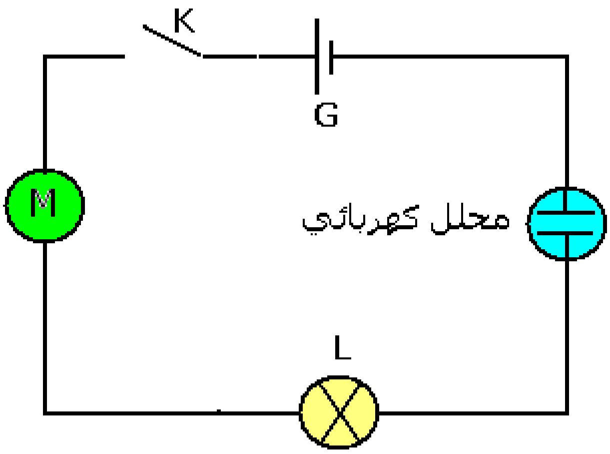
انتقال الطاقة في دارة كهربائية

I ـ انتقال الطاقة على مستوى مستقبل كهربائي .

1 ـ تعريف لمستقبل كهربائي

النشاط التجريبي 1

ننجز التركيب الممثل جانبه حيث المولد والمصباح والمحرك الكهربائي والمحلل الكهربائي مركبون على التوالي .



ملاحظات :

*ماذا يحدث على مستوى كل ثنائي قطب ، عند غلق قاطع التيار ؟

عند غلق قاطع التيار نلاحظ أن :

ـ يتوهج المصباح ويسخن

ـ تحدث تفاعلات عند إلكترودي المحلل

ـ اشتغال المحرك

* أذكر الأشكال التي تحولت إليها الطاقة الكهربائية بالنسبة لكل ثنائي قطب ؟

ـ في المصباح ، طاقة حرارية وطاقة إشعاعية .

ـ في المحرك ، طاقة ميكانيكية وطاقة حرارية .

ـ في المحلل الكهربائي ، طاقة كيميائية وطاقة حرارية .

* ما هو ثنائي القطب الذي يمنح الطاقة الكهربائية لباقي مكونات الدارة ؟

ـ يمنح المولد الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل ثنائيات القطب التي تكون الدارة الكهربائية .

* ما نوع ثنائيات القطب التالية : المصباح ، المحرك ، المحلل الكهربائي ؟

ـ مستقبلات كهربائية .

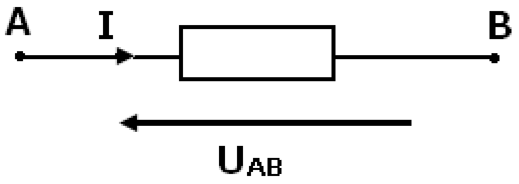
المستقبل الكهربائي ثنائي قطب يكتسب طاقة كهربائية ويحولها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة .

2 ـ الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف مستقبل .

أ ـ مفهوم النظام الدائم Régime permanent

عند غلق الدارة يستلزم اشتغال المستقبلات مدة زمنية معينة ، نقول أن المستقبلات تشتغل في النظام الدائم .

Dans un circuit, il y a 2 régimes : le régime transitoire et le régime permanent. Le régime transitoire concerne ce qui se passe "peu de temps" après un bouleversement dans le circuit (ex. fermeture d'un interrupteur). Le régime permanent concerne l'état qu'on atteint les courants et les tensions bien après cet événements quand le comportement est soit constant, soit strictement répétitif.
Si on a un circuit alimenté par une source de tension variable sinusoïdale, on aura, après fermeture de l'interrupteur, un régime variable transitoire puis un régime variable permanent.



ب ـ اصطلاح مستقبل

U_{AB} موجبا إذا كان منحى التيار من A نحو B .

ج ـ الطاقة المكتسبة من طرف مستقبل .

نقبل أن الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف مستقبل كهربائي في النظام المستمر أو الدائم هي :

$$W_e = U_{AB}.I.\Delta t$$

وحدة الطاقة في النظام العالمي للوحدات هي : الجول J . تستعمل وحدة أخرى للطاقة الكهربائية هي الكيلوواط ساعة kWh .

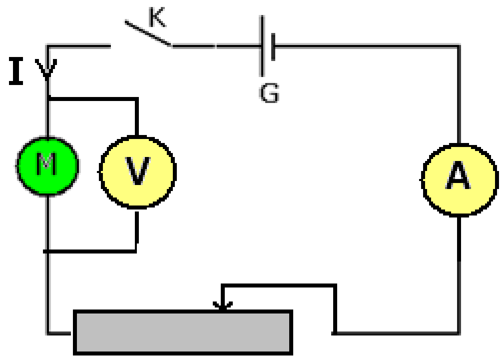
$1kWh=1000.3600=3,6.10^6J$

3 ـ القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف مستقبل .

القدرة الكهربائية التي يكتسبها المستقبل (AB) هي :

$$P_e = \frac{W_e}{\Delta t} = U_{AB}.I$$

وحدة القدرة الكهربائية في النظام العالمي للوحدات هي الواط W .



النشاط التجريبي 2

ننجز التركيب التجريبي التالي :

نغلق قاطع التيار ونقيس شدة التيار الكهربائي المار في المحرك والتوتر بين مربطيه .

1 ـ أحسب القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك .

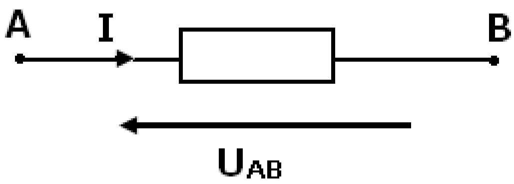
2 ـ أحسب الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك خلال دقيقة واحدة .

4 ـ مفعول جول Effet joule

أ ـ تعريف

عندما يمر تيار كهربائي في سلك فإنه يسخن . نسمي هذا المفعول الحراري للتيار الكهربائي بمفعول جول .

مفعول جول هو المفعول الحراري الناتج عن مرور تيار كهربائي في موصل كهربائي



ب ـ إثبات قانون جول :

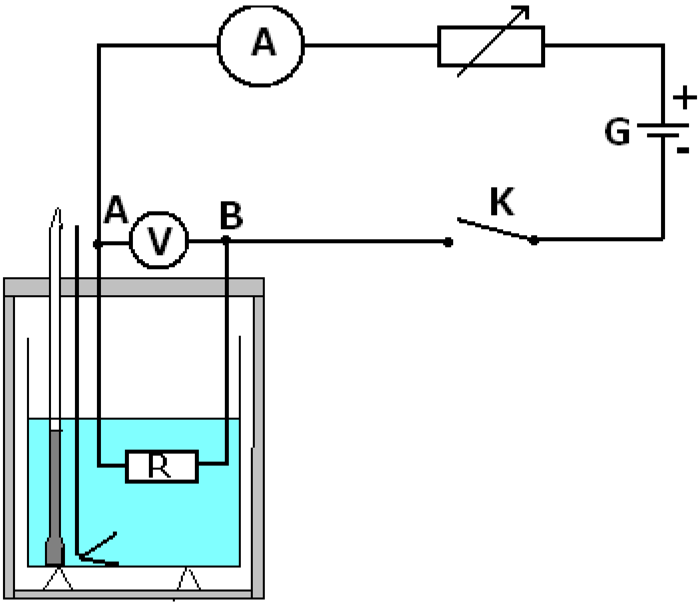
عند مرور تيار كهربائي شدته I خلال مدة زمنية Δt في موصل أومي (AB)مقاومته R والتوتر المطبق بين مربطيه U_{AB} فحسب الفقرة السابقة أنه يكتسب طاقة كهربائية

$W_r=U_{AB}I\Delta t$

وحسب قانون أوم : $U_{AB}=RI$ ومنه $W_r=RI^2\Delta t$

وبما أن الموصل الأومي يحول هذه الطاقة إلى طاقة حرارية Q فإن :

R



$Q=W_e= RI^2\Delta t$

وبالتالي فالقدرة الكهربائية لانتقال الطاقة للموصل الأومي هي :

$$P_e = \frac{W_e}{\Delta t} = RI^2$$

ج ـ التحقق من قانون جول .

النشاط التجريبي 3

ننجز التركيب التجريبي التالي :

نضع كتلة m=100g من الماء في المسعر .

نغلق قاطع التيار ونضبط شدة التيار الكهربائي على 2A بواسطة المعدلة

ثم نفتح قاطع التيار

نعاين درجة الحرارة البدئية θ_1 داخل المسعر .

نغلق قاطع التيار من جديد ونشغل الميقت في آن واحد عند التاريخ t=0s

نحافظ على شدة التيار ثابتة خلال هذه المناولة ونحرك ببطء .

نسجل بصفة منتظمة درجة الحرارة داخل المسعر خلال المدة الزمنية Δt ونملأ الجدول التالي :

$\Delta t(min)$	0	3	6	9	12	15
$\theta °C$						
$Q(J)$						

1 ـ باختيار سلم ملائم مثل تغيرات $Q=f(\Delta t)$

2 ـ أحسب المعامل الموجه للمنحنى المحصل عليه وقارنه مع RI^2 .

3 ـ باعتبار الارتياب الناتج عن القياسات ، هل تحقق قانون جول .

د ـ تطبيقات مفعول جول

ـ التسخين الكهربائي

ـ الإضاءة الكهربائية

ـ حماية الأجهزة الكهربائية .

ه ـ سلبيات مفعول جول

ـ ضياع الطاقة الكهربائية على مستوى الأجهزة الكهربائية وخطوط نقا الطاقة الكهربائية ذات التوتر العالي ...

مثال : مردود مصباح من فئة 100W لايتعدى 15% أي أن هناك 85% تضيع بمفعول جول أي على شكل حرارة أو أشعة غير مرئية .

R

استعمال توترات عالية في خطوط نقل الطاقة الكهربائية هو من أجل التقليل من ضياع الطاقة بمفعول جول .

5 ـ الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد .

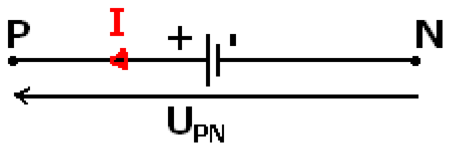
أ ـ تعريف

المولد هو ثنائي قطب نشيط يحول إلى طاقة كهربائية شكلا آخر من أشكال الطاقة التي يكتسبها .

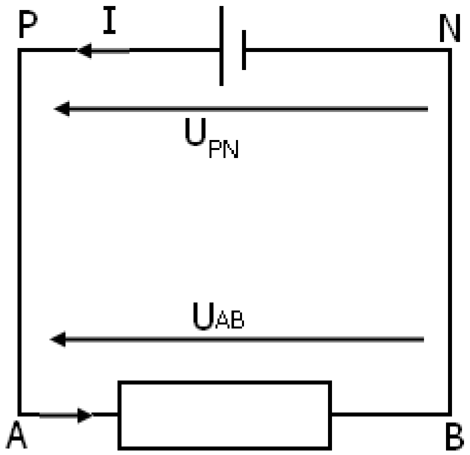
أمثلة : العمود ـ محطة حرارية ـ محطة هيدروليكية ـ عمود ضوئي .

أذكر نوع التحول بالنسبة لكل مولد من المولدات الموجودة في المثال أعلاه .

اصطلاح مولد :



ب ـ الطاقة الممنوحة من طرف مولد



نعلم أن الطاقة المكتسبة من طرف المستقبل هي $W_e=U_{AB}.I\Delta t$. انطلاقا مبدأ انحفاظ الطاقة ، أن هذه الطاقة تساوي الطاقة الممنوحة من طرف المولد (نهمل الطاقة المبددة بمفعول جول في الأسلاك الموصلة) وبما أن $U_{PN}=U_{AB}$ أي أن الطاقة الممنوحة من طرف المولد هي :

$$We = U_{PN} I\Delta t$$

الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد لباقي الدارة خلال مدة زمنية Δt هي:

$$We = U_{PN} I\Delta t$$

ج ـ القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد

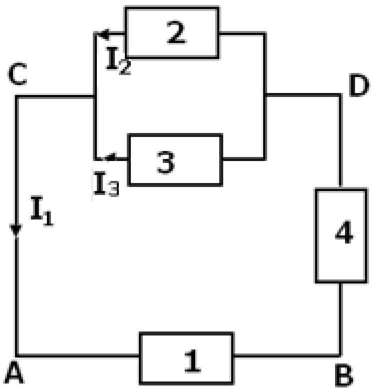
القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد لباقي الدارة هي :

$$P_e = \frac{W_e}{\Delta t} = U_{PN}.I$$

ملحوظة : نرمز للطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف ثنائي قطب ب W_e والطاقة المبددة بمفعول جول ب W_j والطاقة النافعة ب W_u و الطاقة الكلية ب W_T .

انتقال الطاقة في دارة كهربائية
تمارين

تمرين 1



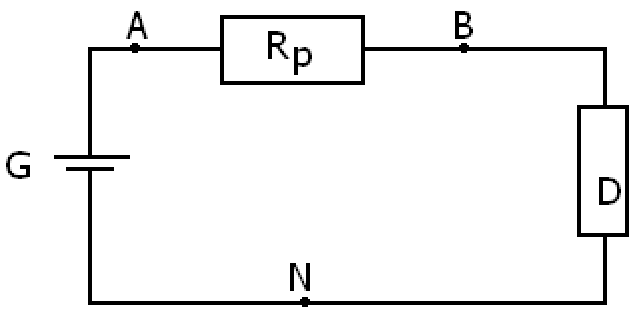
حدد على الدارة الكهربائية التالية المولدات المستقبلات للطاقة الكهربائية .
أحسب القدرة الكهربائية المستهلك من طرف كل ثنائي قطب .
نعطي : U_{DC}=5V ، U_{BA}=12V ، I_1=3A ، I_2=1,2A ، I_3=1,8A .
الجواب : ثنائي القطب 1 : مولد وثنائيات القطب 2،3،4 مستقبلات . القدرة في كل ثنائي القطب : $\mathcal{P}_1 = 36W$ ، $\mathcal{P}_2 = 6W$ ، $\mathcal{P}_3 = 9W$ ، $\mathcal{P}_4 = 21W$

تمرين 2

يحتوي مسعر كظيم على سعته الحرارية $\mu = 100 J.K^{-1}$ على m=100g من الماء . نغمر داخل المسعر موصل أومي مقاومته R=10Ω يمر فيها تيار كهربائي شدته I=5A . درجة الحرارة البدئية للمجموعة هي : $\theta = 18°C$.
1 ــ أحسب الطاقة اللازمة لكي تصبح درجة حرارة الماء $\theta_f = 100°C$.
2 ــ ما هي المدة الزمنية التي سيستغرقها مرور التيار الكهربائي للحصول على درجة الحرارة 100°C ؟
نعطي الحرارة الكتلية للماء : $C_e = 4185 J.K^{-1}.kg^{-1}$.
الجواب : 1 ــ 180kJ ، 2 ــ 12min .

تمرين 3

يتحمل ثنائي قطب كهربائي (D) تيارا كهربائيا شدته I_{max}=50mA .
عندما يمر فيه تيار كهربائي شدته أكبر من I_{max} ، فإنه يتلف نتيجة السخونة المفرطة التي تظهر فيه .
لحمايته من الإتلاف نركب معه ، على التوالي ، موصلا أوميا مقاومته R_p يلعب دور صهيرة (fusible) .
المعطيات : U_{AN}=6V ، U_{BN}=4V .



1 ــ مثل على الشكل التوتر U_{AN} بين مربطي الموصل الأومي .
2 ــ احسب قيمة المقاومة R_p في الحالة التي يكون لدينا $I=I_{max}$.
3 ــ 1 أحسب $\mathcal{P}_J$ القدرة القصوية المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي .
3 ــ 2 أحسب $\mathcal{P}_g$ القدرة الكهربائية التي يمنحها المولد لباقي الدارة .
3 ــ 3 ما مصير فرق القدرة $\mathcal{P}_g$-$\mathcal{P}_J$ ؟
3 ــ 4 تلعب المقاومة R_p للموصل الأومي دورا إيجابيا يتجلى في وقاية ثنائي(D) القطب من الإتلاف . ما دورها السلبي ؟

تمرين 4

للحصول على الألومينيوم بواسطة التحليل الكهربائي نغذي حوض المحلل الكهربائي بتوتر كهربائي U=5V حيث يمر فيه تيار كهربائي شدته $I=10^5A$.
1 ــ مثل بواسطة تبيانة التبادلات الطاقية الناتجة خلال هذا التحليل .
2 ــ المردود الكهربائي لهذا الحوض هو : ρ=80% . ما هي القدرة الكهربائية المبددة بمفعول جول ؟
3 ــ يظهر الألومينيوم على الكاتود من خلال نصف المعادلة الإلكترونية التالية :

$$A\ell^{3+} + 3e^- \rightarrow A\ell$$

ما هي كتلة الألومينوم الناتجة خلال ساعة ؟
4 ــ أحسب الطاقة الكهربائية المستهلك للحصول على 100kg من الألومينيوم .
نعطي : ثابتة أفوكادرو : $\mathcal{N}=6,02.10^{23}$ ، $e=1,6.10^{-19}C$ ، الكتلة المولية الذرية للألومينيوم M(Al)=27g/mol

R

تصحيح تمارين حول انتقال الطاقة في دارة كهربائية

تمرين 1

1 ـ لتحديد مولدات ومستقبلات الطاقة الكهربائية على الدارة نأخذ بعين الاعتبار اصطلاح مستقبل واصطلاح مولد حسب منحى التيار الكهربائي المحدد على الدارة وكذلك التوتر الكهربائي بين مربطي كل جهاز . تلاحظ أن الجهاز (1) : $U_{BA}>0$ و $I_{AB}>0$ ولهما نفس المنحى وبالتالي لدينا اصطلاح مولد .

بالنسبة للجهاز (4) نحسب التوتر بين B و D وذلك بتطبيق قانون إضافية التوترات :

$U_{DA}=U_{DB}+U_{BA}$ أي أن $U_{DB}=U_{DA}-U_{BA}=-7V$ أي أن $U_{BD}>0$ وبالتالي سيكون لدينا اصطلاح مستقبل أم (2) و (3) فلهما اصطلاح مستقبل .

2 ـ حساب القدرة الكهربائية المستهلكة من طرف كل ثنائي قطب

القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف ثنائي القطب (1) مولد : $\mathscr{P}_1=U_{BA}.I_1=36W$

القدرة الكهربائية المستهلكة من طرف ثنائي القطب (2) مستقبل. $\mathscr{P}_2=U_{DC}.I_2=6W$

القدرة الكهربائية المستهلكة من طرف ثنائي القطب (3) مستقبل $\mathscr{P}_3=U_{DC}.I_3=9W$.

القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف ثنائي القطب (4) مستقبل $\mathscr{P}_4=U_{BD}.I_1=21W$

تمرين 2

1 ـ حساب الطاقة اللازمة لكي تصبح درجة حرارة الماء $\theta=100°C$:

الطاقة اللازمة لكي تصبح درجة حرارة الماء θ_f هي :

$$Q=(mC_e+\mu)(\theta_f-\theta_i)$$

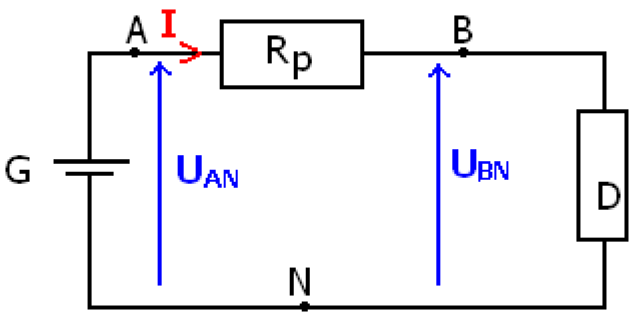
تطبيق عددي: $Q=(418,5+100)\ 82=42kJ$

2 ـ المدة الزمنية Δt

$Q=UI\ \Delta t$ ولدينا حسب قانون أوم بالنسبة للموصل الأومي $U=RI$ وبالتالي :

$Q=RI^2\ \Delta t$ أي أن : $\Delta t=\dfrac{Q}{RI^2}=3\ min$

تمرين 3



1 ـ تمثيل U_{AN} أنظر الشكل

2 ـ حساب قيمة المقاومة R_P في الحالة التي يكون فيها التيار قصويا :

حسب قانون إضافية التوترات لدينا $U_{AB}=R_P.I_{max}$

$U_{AB}=U_{AN}+U_{NB}$ أي أن $U_{AB}=2V$ وبالتالي :

$$R_p=\frac{U_{AB}}{I_{max}}=40\Omega$$

3 ـ 1 حساب القدرة القصوية المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي $\mathscr{P}_j=R_p.I^2=0,1W$

3 ـ 2 حساب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد : $\mathscr{P}_g=U.I=0,3W$

3 ـ 3 مصير الفرق : $\Delta\mathscr{P}=\mathscr{P}_g-\mathscr{P}_j$ هوالقدرة المستهلكة من طرف ثنائي القطب (D) .

3 ـ 4 دورها السلبي هو ضياع الطاقة بمفعول جول أي علة شكل طاقة حرارية .

تمرين 4

1 ـ تبيانة التبادلات الطاقية الناتجة خلال هذا التحليل :

2 ــ القدرة الكهربائية المبددة بمفعول جول :

حسب مبدأ انحفاظ الطاقة لدينا :

$$\mathscr{P}_g = \mathscr{P}_j + \mathscr{P}_u$$

ونعلم أ، مردود المحلل هو 0,8 أي أن $\mathscr{P}_u = 0,8\mathscr{P}_g$ و $\mathscr{P}_j = 0,2\mathscr{P}_g$ ولدينا كذلك أن

$\mathscr{P}_g = U_{AB}.I$ وبالتالي :

$$\mathscr{P}_j = 0,20.U_{AB}.I = 10^5\,W$$

3 ــ خلال التحليل الكهربائي هناك اختزال أيونات الألومنيوم $A\ell^{3+}$ وذلك بكتسابها لثلاثة إلكترونات وتكون في كمية الكهرباء خلال ساعة هي : $Q = I\Delta t$

نعلم أن عدد الإلكترونات المكتسبة من طرف مول واحد من الإلكترونات هو :

$$Q(1mol) = N.e$$

نستنتج أن عدد المولات من الإلكترونات الموجودة في $Q = I\Delta t$ هو : $n(e) = \dfrac{I\Delta t}{N.e}$

وحسب نصف المعادلة الإلكترونية لدينا

$$n(A\ell) = \frac{n(e)}{3} \Rightarrow m(A\ell) = \frac{M(A\ell).I\Delta t}{3.N.e}$$

$$m(A\ell) = 33,6g$$

4 ــ الطاقة المستهلكة من طرف المحلل للحصول على 100kg هي :

$$W_u = \mathscr{P}_u.\Delta t = 0,8U_{AB}I\Delta t$$

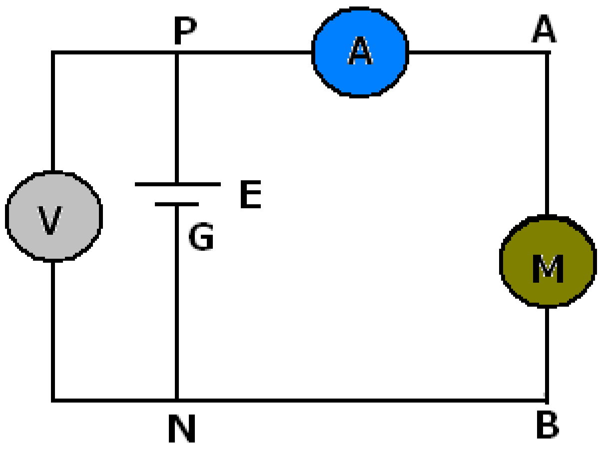
$$I\Delta t = Q'$$

$$W_u = 0,8U_{AB}Q' = 0,8.U_{AB}\frac{3m(A\ell)N.e}{M(A\ell)}$$

$$W_u = 42,8.10^8\,J$$

I ـ انحفاظ الطاقة في دارة كهربائية

النشاط التجريبي 1



ننجز التركيب التجريبي التالي :

I شدة التيار الكهربائي التي يعطيها المولد G .

$\mathcal{P}_g$ القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد

$\mathcal{P}_1$ القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك .

دون النتائج في الجدول التالي :

1 ـ

I	U_{PN}	U_{AB}	P_g	P_1

أكتب تعابير P_g و P_1، بالنسبة لكل ثنائي قطب ثم أحسب قيمتها ودونها في الجدول أعلاه .

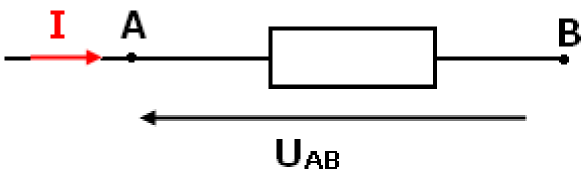
2 ـ تأكد من أن مبدأ انحفاظ الطاقة يتحقق في هذا التركيب .

II ـ توزيع الطاقة الكهربائية خلال مدة زمنية Δt

1 ـ على مستوى مستقبل

أ ـ قانون أوم بالنسبة لمستقبل

التوتر U_{AB} بين مربطي مستقبل AB (محرك ، محلل كهربائي ، ...) يمر فيه تيار كهربائي شدته I هو :



$U_{AB} = E' + r'I$ حيث E′ القوة الكهرمحركة المضادة للمستقبل .

r′ : المقاومة الداخلية للمستقبل .

ب ـ الحصيلة الطاقية لمستقبل

الطاقة المكتسبة من طرف مستقبل هي : $W_e = U_{AB} I \Delta t$

بما أن

$$U_{AB} = E' + r'I$$

فإن

$$W_e = (E' + r'I) I\Delta t = E'I\Delta t + r'I^2\Delta t$$

من خلال هذا العلاقة يتبين أنها تتكون من مقدارين :

$r'I^2\Delta t$ تمثل الطاقة W_J المبددة بمفعول جول في المستقبل .

$E'I\Delta t$ تمثل الطاقة النافعة W_u تكون هذه الطاقة ميكانيكية(محرك) ، كيميائية(محلل كهربائي)

R

وبالتالي فالطاقة التي يكتسبها مستقبل W_e يحولها إلى طاقة نافعة W_u وطاقة مبددة بمفعول جول W_J طاقة حرارية .

$$W_e=W_u+W_J$$

$$W_e = E'I\Delta t + r'I^2\Delta t$$

ج ـ مردود مستقبل

مردود مستقبل هو خارج قسمة الطاقة (أو القدرة) النافعة على الطاقة(أو القدرة) المكتسبة من طرف المستقبل .

$$\rho = \frac{W_u}{W_e}$$

$$\rho = \frac{E'I\Delta t}{(E'+r'I)I\Delta t} = \frac{E'}{E'+r'I}$$

المردود $\rho < 1$ وهو بدون وحدة .

<u>2 ـ على مستوى المولد</u>

أ ـ قانون أوم بالنسبة لمولد

التوتر U_{AB} بين مربطي مولد يمر فيه تيار كهربائي شدته I هو :

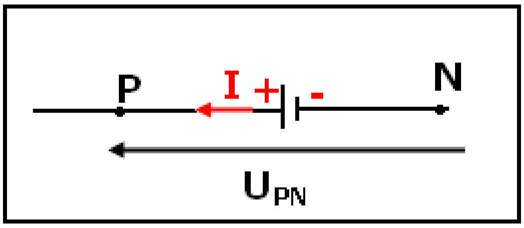
$$U_{AB}=E-rI$$

حيث E القوة الكهرمحركة للمولد .

r المقاومة الداخلية للمولد .

وتمثل E التوتر بين مربطي المولد عندما لا يجتازه أي تيار كهربائي .

مثال بالنسبة لعمود مسطح $E=4,5V$ و $r=1,5\Omega$



رمز المولد الكهربائي

ب ـ الحصيلة الطاقية لمولد كهربائي .

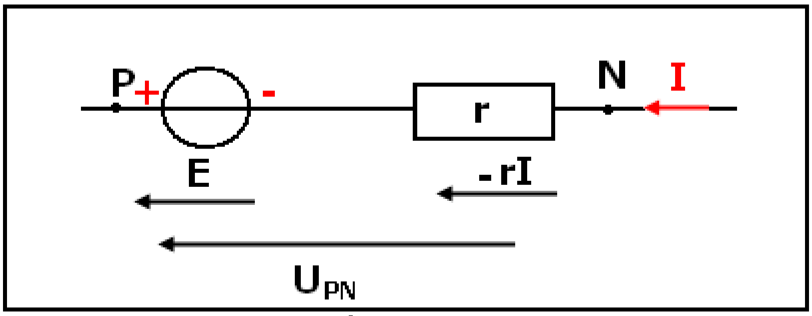
التوتر U_{PN} بين مربطي مولد هو

$$U_{PN}=E-rI \quad (1)$$

نقوم بعملية الضرب في $I\Delta t$ طرفي المتساوية (1) نحصل على: $U_{PN}.\, I\Delta t = E\, I\Delta t - rI^2\, \Delta t$

أي أن : $EI\Delta t = U_{PN}I\Delta t + rI^2\Delta t$

تمثل $U_{PN}I\Delta t$ الطاقة المكتسبة من طرف الدارة والممنوحة من طرف المولد وهي W_e الطاقة النافعة .



التمثيل المكافئ للمولد : مولد مؤمثل للتوتر ، توتره E مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومة r

تمثل $rI^2\Delta t$ الطاقة الحرارية W_J المبددة بمفعول جول في المولد .

تمثل $EI\Delta t$ الطاقة الكلية للمولد W_T وهي الطاقة التي يستهلكها المولد قصد تحويلها إلى طاقة كهربائية ، وقد تكون طاقة كيميائية أو طاقة ميكانيكية (المنوبات ...) أو شكل آخر من أشكال الطاقة .

وبالتالي تكون لدينا : $W_T=W_e+W_J$

ج ـ مردود مولد

مردود مولد هو خارج قسمة الطاقة (القدرة) النافعة W_e على الطاقة (القدرة) الكلية W_T

$$\rho=\frac{W_e}{W_T}=\frac{U_{PN}I\Delta t}{EI\Delta t}=\frac{U_{PN}}{E}=1-\frac{rI}{E}$$

$\rho<1$ وبدون وحدة .

3 ـ المردود الكلي لدارة بسيطة .

نعتبر دارة كهربائية تضم مولدا كهربائيا مركبا على التوالي مع مستقبل (محلل كهربائي)

نعرف المردود الكلي لهذه الدارة بالعلاقة :

$$\rho=\frac{E'I\Delta t}{EI\Delta t}=\frac{E'}{E}$$

مردود المحلل الكهربائي في الدارة هو : $\rho_2=\frac{E'}{U_{AB}}$

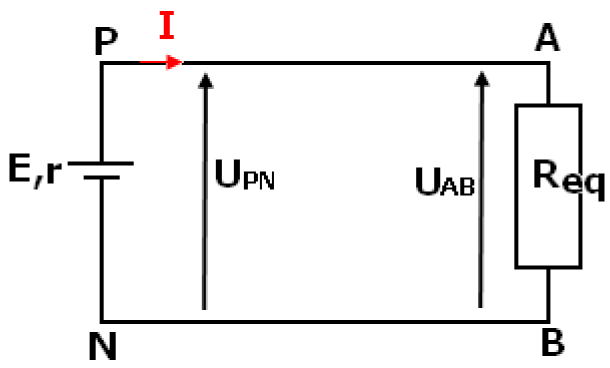
مردود المولد الكهربائي في الدارة هو $\rho_2=\frac{U_{PN}}{E}$

بما أن $U_{PN}=U_{AB}$ نستنتج أن $\rho=\rho_1.\rho_2$

III ـ العوامل المؤثرة على الطاقة الممنوحة من طرف مولد في دارة كهربائية .

1 ـ شدة التيار الكهربائي في دارة مقاومة

نعتبر مولدا كهربائيا (E,r) مركب على التوالي مع موصل أومي مكافئ لموصلات أومية مركبة على التوالي إو على التوازي وقاومته R_{eq}



حسب قانون أوم بالنسبة لمولد لدينا :

$$U_{PN}=E-rI$$

وقانون أوم بالنسبة لثنائي القطب AB :

$$U_{AB}=R_{eq}I$$

وبما أن $U_{PN}=U_{AB}$ فإن $E-rI=R_{eq}I$ وبالتالي :

$$I=\frac{E}{r+R_{eq}}$$

2 ـ تأثير القوة الكهرمحركة E والمقاومة المكافئة R_{eq} على الطاقة الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt .

الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt هي: $We=U_{PN}I\Delta t$

$$We=R_{eq}I^2\Delta t=\frac{R_{eq}}{(r+R_{eq})^2}E^2\Delta t$$

R

تتناسب الطاقة الكهربائية الممنوحة من طرف مولد خلال مدة Δt مع مربع القوة الكهرمحركة E :

$$We = \frac{R_{eq}E^2}{(r+R_{eq})^2}\Delta t$$

في حالة r=0 أي لدينا تغدية مستمرة مثبتة تعطي توترا U_{PN} ثابتا ومساويا للقوة الكهرمحركة E (U_{PN}=E) تكون الطاقة الممنوحة من طرف المولد هي :

$$We = \frac{E^2}{R_{eq}}\Delta t$$

ونستنتج أن بالنسبة لقوة كهرمحركة E ثابتة تتناسب W_e عكسيا مع R_{eq} .

ملحوظة : متى تكون القدرة الممنوحة من طرف مولد قصوى ؟

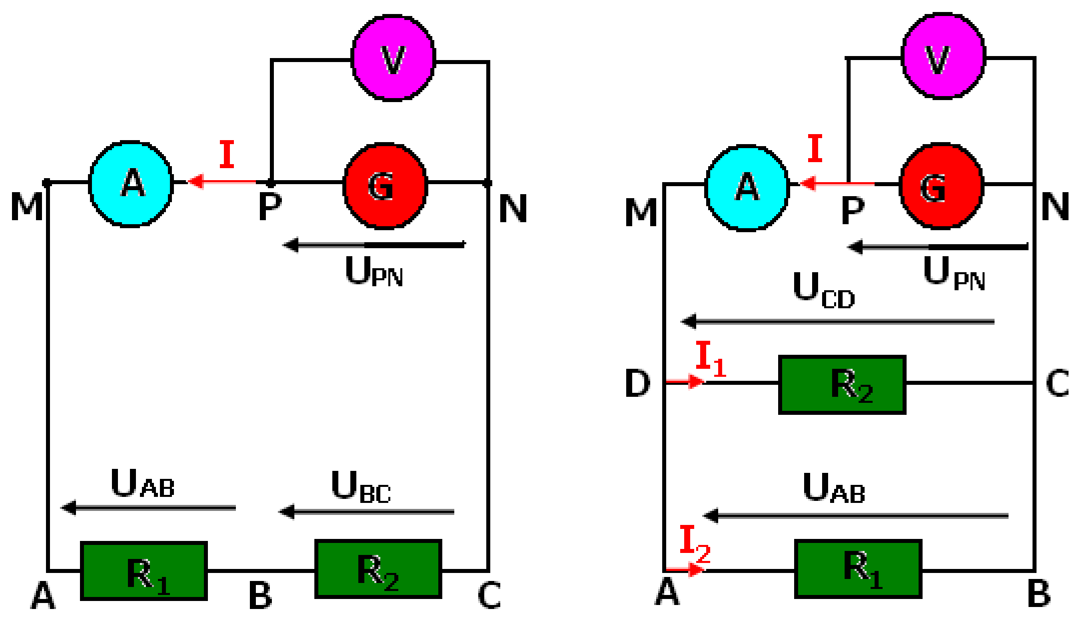
لدينا

$$\mathcal{P}_e = \frac{R_{eq}E^2}{(r+R_{eq})^2}$$

دراسة تغيرات $\mathcal{P}_e$ بدلالة R_{eq} نتوصل إلى أن $\mathcal{P}_e$ تأخذ قيمة قصوية عند $R_{eq}=r$ أي أن

$$\mathcal{P}_{e\,max} = \frac{E^2}{4r}$$

<u>النشاط التجريبي 2</u>



ننجز التركيب التجريبي الذي يضم مولدا كهربائيا وموصلين أوميين مركبين على التوالي بحيث نضبط التوتر U_{PN}=E=6V ونقيس شدة التيار الكهربائي I :

نعيد نفس القياس بعد تركيب نفس الموصلين الأوميين على التوازي .

1 ــ أحسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد في كلتي الحالتين . ماذا تستنتج

2 ــ نسمي R_{eq} المقاومة المكافئة للموصلين R_1 و R_2 ، بتطبيق قانون جول بين أن :

R

* $R_{eq} = R_1 + R_2$ بالنسبة للتركيب على التوالي .

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ بالنسبة للتركيب على التوازي .

3 ـ كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع المقاومة المكافئة R_{eq} ؟

4 ـ ننجز التركيب الكهربائي الذي يضم مولدا كهربائيا وموصلين أوميين مركبين على التوالي ونضبط في هذه الحالة ، التوتر U_{PN} على القيمة $U_{PN}=E=12V$ ونقيس I شدة التيار الكهربائي .

4 ـ 1 أحسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد ، ثم قارنها مع القدرة الكهربائية الممنوحة في حالة $U_{PN}=E=6V$.

4 ـ 2 كيف تتغير القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد مع القوة الكهرمحركة E ؟

VI ـ الحصلة الطاقية لدارة تحتوى على ترانزستور أو مضخم عملياتي . (خاص بالعلوم الرياضية)

1 ـ الحصلة الطاقية لتركيب إلكتروني .

ـ تذكير بالسلسلة الإلكترونية :

تحتوي سلسلة إلكترونية على العناصر التالية :

- دارة الدخول وتضم جهاز التحكم
- التركيب الإلكتروني ويضم جهازا إلكترونيا وتغديته .
- دارة الخروج وتتكون من جهاز الاستعمال

بالنسبة لسلسلة إلكترونية لدينا :

$\mathcal{P}_e$ القدرة الكهربائية التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف دارة الدخول هي :

$$\mathcal{P}_e = U_e . I_e$$

$\mathcal{P}_s$ القدرة الكهربائية التي يمنحها التركيب الإلكتروني لدارة الخروج هي :

$$\mathcal{P}_s = U_s . I_s$$

$\mathcal{P}_a$ القدرة الكهربائية التي يكتسبها التركيب الإلكتروني من طرف التغذية .

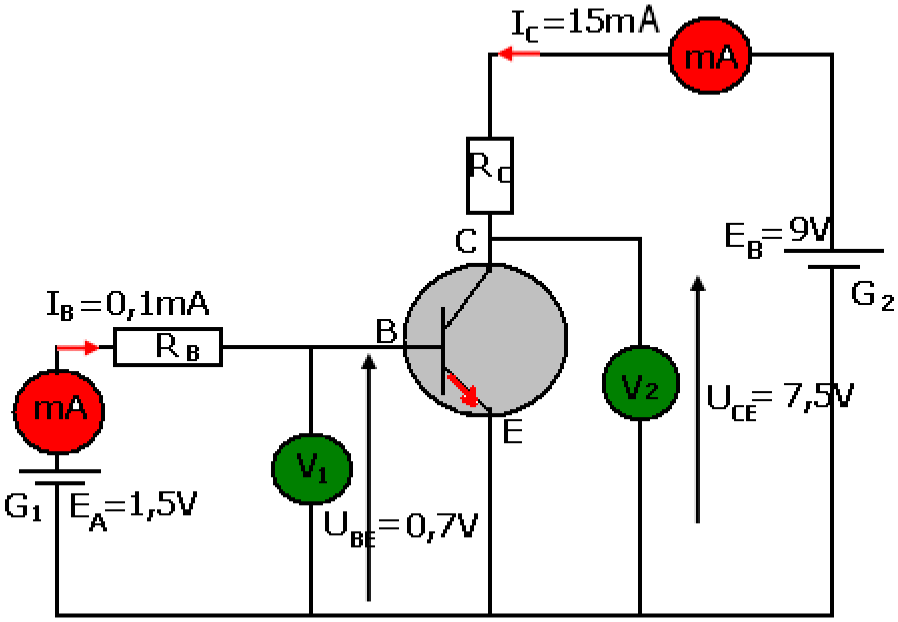
يستقبل التركيب الإلكتروني القدرة $\mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e$ ، ويمنح القدرة $\mathcal{P}_s$ لدارة الخروج .

وتبين التجربة أن $\mathcal{P}_s < \mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e$. وحسب مبدأ انحفاظ الطاقة فإن الفرق $\Delta\mathcal{P} = \mathcal{P}_a+\mathcal{P}_e-\mathcal{P}_s$ يتحول إلى قدرة حرارية تتبدد في التركيب الإلكتروني .

مردود التركيب الإلكتروني : $\rho = \frac{\mathcal{P}_s}{\mathcal{P}_a + \mathcal{P}_e}$

النشاط التجريبي 3: الحصلة الطاقية لدارة تحتوى على ترانزستور .

لدينا التركيب الكهربائي الممثل في الشكل جانبه ، حيث يحتوي على ترانزستور يشتغل في النظام الخطي ، الوصلة BE مستقطبة في المنحى المباشر .



1 ـ أحسب القدرتين $\mathcal{P}_{G_1}$ و $\mathcal{P}_{G_2}$ الممنوحتين من طرف المولدين G_1 و G_2 . واستنتج القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية .

$\mathcal{P}_{G_1} = E_B.I_B$ و $\mathcal{P}_{G2}=E_C.I_C$

القدرة الكلية الممنوحة من طرف التغذية هي :

$\mathcal{P}_a=\mathcal{P}_{G1}+\mathcal{P}_{G2}$

$\mathcal{P}_a=135mW$

2 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_J$ المبددة بمفعول جول في الموصلين الأوميين R_B و R_C .

$$\mathcal{P}_J = R_B.I_B^2 + R_C.I_C^2 = 22,5mW$$

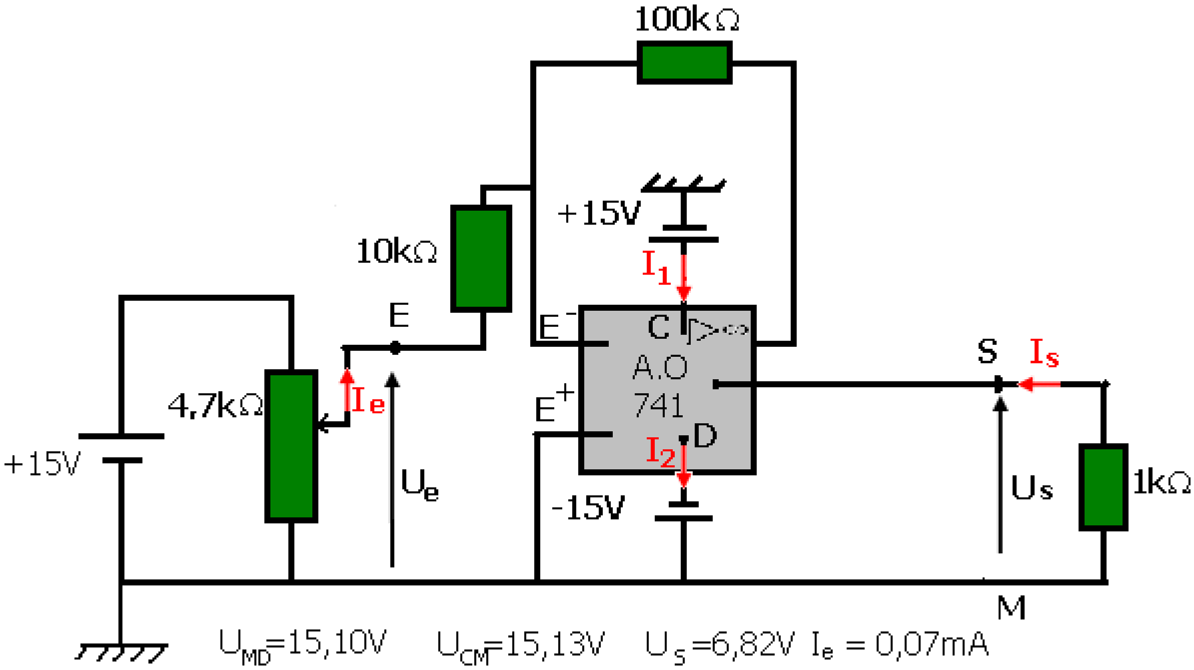
3 ـ عبر عن القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_T$ التي يكتسبها الترانزستور من خلال وصلتيه BE و CE بدلالة I_B و U_{BE} و I_C و U_{CE} . أحسب $\mathcal{P}_T$

$$\mathcal{P}_T = U_{BE}.I_B + U_{CE}.I_C = 112,5mW$$

نستنتج أن القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف التغذية تتحول إلى قدرة كهربائية $\mathcal{P}_J$ تتبدد في الموصلات الأومية بمفعول جول ، وإلى قدرة كهربائية $\mathcal{P}_T$ تتبدد في الترانزستور على شكل حرارة .

$$\mathcal{P}_a = \mathcal{P}_J + \mathcal{P}_T$$

النشاط التجريبي 4 : الحصيلة الطاقية لدارة تحتوي على مضخم عملياتي .



U_{MD}=15,10V U_{CM}=15,13V U_S=6,82V I_e = 0,07mA

I_1 =1,55mA I_2 =8,2mA

ننجز التركيب أسفله والمتكون من :

ـ دارة الدخول : مولد ومعدّلة (تركيب مقسم التوتر)

ـ تركيب إلكتروني : تركيب مضخم عاكس يضم مضخما عملياتيا وتغديته وموصلين أوميين .

ـ دارة الخروج : موصل أومي R_C

نحرك الزالقة بحيث يشير الفولطمتر إلى التوتر U_e=0,7V بين المربطين EوM .

نقيس التوترات U_s و U_{CM} و U_{MD} و شدات التيار الكهربائي I_e و I_1 و I_2 . فنحصل على القيم المشار إليها في التبيانة أعلاه .

1 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathscr{P}_e$ التي يكتسبه التركيب الإلكتروني من طرف دارة الدخول .

$$\mathscr{P}_e=U_e.I_e=0,05mW$$

2 ـ أحسب القدرة الكهربائية $\mathscr{P}_S$ الممنوحة من طرف التركيب الإلكتروني إلى الموصل الأومي R_C .

$$\mathscr{P}_s=U_S.I_S=\frac{U_s^2}{R_C}=47mW$$

3 ـ قارن بين $\mathscr{P}_e$ و $\mathscr{P}_S$. ما مصدر القدرة الإضافية .

$$P_s=10^{-3}P_e$$

مصدر القدرة الإضافية P_s-P_e هو التغذية المستمرة المتماثلة .

4 ـ أحسب القدرة الكهربائية P_a الممنوحة من طرف التغذية المستمرة المتماثلة للمضخم العملياتي .

$$P_a=U_{CM}.I_1+U_{MD}.I_2=147mW$$

5 ـ بين أن القدرة المستهلكة من طرف التركيب الإلكتروني هي :

$$\Delta P = P_a + P_e - P_s$$

وإلى أي شكل من أشكال القدرة تتحول القدرة ΔP ؟

القدرة الكهربائية ΔP المستهلكة من طرف التركيب الإلكتروني هي الفرق بين القدرة الكلية $P_a + P_e$ التي يكتسبها والقدرة $\mathscr{P}_s$ التي يمنحها $\Delta P = P_a + P_e - P_s$

والقدرة ΔP تتبدد بمفعول جول في الموصلين الأوميين وفي المضخم العملياتي على شكل حرارة .

6 ـ مردود تركيب إلكتروني ρ هو :

$$\rho = \frac{P_s}{P_a + P_e}$$

$P_s = P_u$ القدرة النافعة و $P_a + P_e$ القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .

ما هي القدرة النافعة في هذه الحالة ؟

أحسب المردود ρ .

$P_a + P_e = 147\text{mW}$ القدرة الكلية الممنوحة للتركيب الإلكتروني .

$P_s = 47\text{mW}$ القدرة النافعة أي الممنوحة إلى دارة الخروج .

وبالتالي فمردود التركيب الإلكتروني هو :

$$\rho = 0,32 \qquad 32\%$$

التصرف العام لدارة كهربائية
تمارين

تمرين 1

لدينا محلل كهربائي قوته الكهرمحركة المضادة $E'=1{,}6V$ ومقاومته الداخلية $r'=0{,}1\Omega$.

1 ـ نطبق بين مربطي المحلل توتر كهربائي $U_{AB}=2{,}1V$. أحسب شدة التيار الكهربائي I_1 الذي يمر في المحلل .

2 ـ نريد أن تأخذ شدة التيار الكهربائي القيمة $I_2=8A$

2 ـ 1 ما هو التتر الذي يجب أن نطبقه للحصل على هذه الشدة ؟

2 ـ 2 أحسب القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحلل والقدرة الكهربائية المبددة بمفعول جول .

2 ـ 3 أستنتج مردود هذا التحول في المولد .

3 ـ نريد أن يستهلك المحلل قدرة كهربائية تساوي 15,5W ما هو التوتر الكهربائي الذي يجب تطبيقه ؟

تمرين 2

نعتبر مولدا كهربائيا قوته الكهرمحركة $E=15V$ ومقاومته الداخلية $r=50.0\Omega$.

1 ـ أحسب شدة التيار الكهربائي الذي يمر في المولد ، علما أن التوتر بين مربطيه هو $U_{PN}=10{,}0V$.

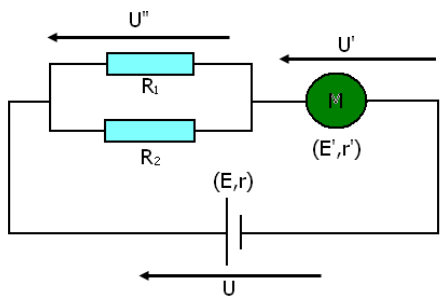
2 ـ أحسب القدرة P_J المبددة في المولد بمفعول جول .

3 ـ أحسب القدرة الكلية للمولد .

4 ـ أستنتج مردود المولد .

تمرين 3

نعتبر الدارة الكهربائية التالية التي تحتوي على مولد قوته الكهرمحركة $E=12V$ ومقاومته الداخلية $r=2\Omega$ ، يغدي محرك كهربائي قوته الكهرمحركة المضادة $E'=3V$ ومقاومته الداخلية $r'=1{,}5\Omega$ مركب على التوالي مع موصلين أوميين مركبين على التوازي مقاومتهما هي $R_1=8\Omega$ و $R_2=12\Omega$.



أحسب :

1 ـ المقاومة المكافئة ل R_1 و R_2 .

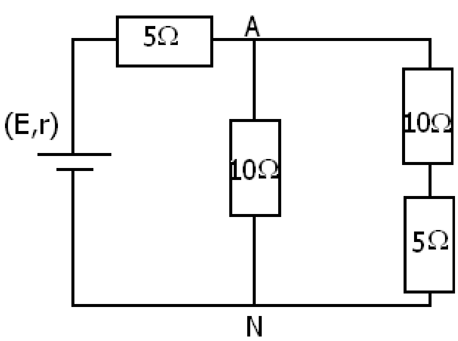
2 ـ الشدة الرئيسية لتيار الكهربائي الذي يمر في الدارة .

3 ـ القدرة الكهربائية التي يمنحها المولد للدارة .

4 ـ القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك

5 ـ شدة التيار الكهربائي I_1 الذي يمر في R_1 وشدة التيار الكهربائي الذي يمر في R_2 .

6 ـ القدرة الكلية المبددة بمفعول جول في التركيب الكهربائي .



تمرين 4

نعتبر التركيب جانبه حيث المولد عبارة عن عمود قوته الكهرمحركة $E=9{,}20V$ ومقاومته الداخلية $r=2\Omega$.

1 ـ أحسب قيمة المقاومة المكافئة R_{eq} للموصلات الأومية الأربعة للتركيب .

2 ـ استنتج شدة التيار الكهربائي الذي يمر في المولد .

3 ــ عبر عن القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_e$ الممنوحة من طرف المولد بدلالة R_{eq} و r و E ، واحسب قيمتها .

4 ــ بين أن $\mathcal{P}_e$ تأخذ قيمة قصوى : $P_{e\max} = \frac{1}{4R_{eq}}E^2$

عندما تتحقق العلاقة $R_{eq}=r$.

تمرين 5

نصل مربطي محرك قوته الكهرمحركة $E'=7{,}2V$ ومقاومته الداخلية $r'=11\Omega$ بمولد للتوتر المستمر قوته $E=16V$ ومقاومته الداخلية $r=1{,}2\Omega$.

1 ــ أعط تبيانة الدارة الكهربائية مبينا عليها أجهزة القياس اللازمة لقياس القدرة المكتسبة من طرف المحرك .

2 ــ أنجز الحصيلة الطاقية للدارة واستنتج شدة التيار المار في الدارة .

3 ــ أحسب :

أ ــ القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_e$ المكتسبة من طرف المحرك .

ب ــ القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_u$ التي يمنحها المحرك /

ج ــ القدرة الحرارية $\mathcal{P}_J$ المبددة بمفعول جول في الدارة .

د ــ مردود المحرك .

4 ــ خلال مدة اشتغال $\Delta t = 2h45\,min$ ، حدد الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف المحرك والطاقة الميكانيكية والطاقة المبددة بمفعول جول .

5 ــ نصل المحرك بمنوب فتكون القدرة الميكانيكية النافعة $\mathcal{P}'_u$ المنتقلة إلى المنوب مخالفة للقدرة $\mathcal{P}_u$ نتيجة ضياع (ناتج عن الاحتكاك والظواهر الكهرمغناطيسية) نسميه الضياع الداخلي $\mathcal{P}_{int}$. فيكون مردود المحرك المزاوج مع المنوب هو $\rho = \frac{P_u - P_{int}}{P_e}$

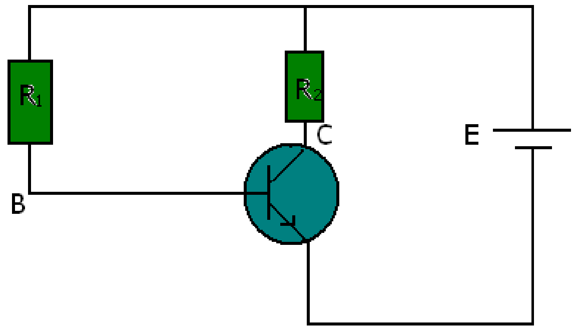
علما أن $\rho = 18\%$ أحسب $\mathcal{P}_{int}$.

الأجوبة : 2 ــ $I = \frac{E - E'}{r + r'} = 0{,}72A$ 3 ــ 10,90W ، 5,18W ، 6,32W

4 ــ 107,9kJ ، 51,28kJ ، 62,57kJ .   5 ــ 3,22W .

خاص بالعلوم الرياضية

تمرين 6



نعتبر التركيب الممثل في الشكل جانبه حيث يشتغل الترانزستور في النظام الخطي والمقاومة للمولد مهملة .

نعطي : $E=4{,}5V$ ، $U_{BE}=0{,}7V$ ، $U_{CE}=1{,}5V$ ، $\beta=100$ ، $R_2=100\Omega$.

1 ـ أحسب شدة تيار المجمع ثم استنتج شدة تيار القاعدة .

2 ـ أحسب القدرة المبددة في الترانزستور .

3 ـ أحسب القدرة المبددة في الموصل R_2 .

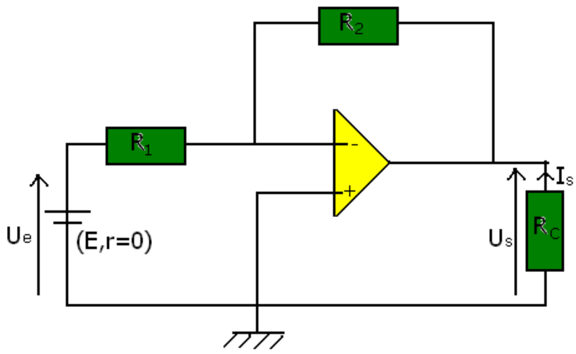
4 ـ باستعمال مبدأ انحفاظ الطاقة أوجد قيمة R_1 .

تمرين 7

نعتبر التركيب الممثل جانبه حيث المضخم العملياتي كامل ويشتغل في النظام الخطي .

نعطي : $R_2=10k\Omega$ ، $U_s=-5V$ ، $\mathbf{G=\frac{U_s}{U_e}=-10}$ ، $R_C=1k\Omega$.

1 ـ أوجد تعبير $\mathcal{P}_{R1}$ القدرة الكهربائية المبددة في الموصل الأومي R_1 بدلالة U_s و G و R_2 .
أحسب $\mathcal{P}_{R1}$.



2 ـ أوجد تعبير $\mathcal{P}_{R2}$ القدرة الكهربائية المبددة في الموصل الأومي R_2 بدلالة U_s و R_2 . أحسب $\mathcal{P}_{R2}$.

3 ـ أحسب القوة الكهرمحركة E للمولد .

4 ـ احسب القدرة الكهربائية الممنوحة من طرف المولد $\mathscr{P}_g$.

5 ـ احسب القدرة الكهربائية المبددة في $\mathscr{P}_u$ الموصل الأومي R_C .

6 ـ استنتج القدرة الكهربائية $\mathcal{P}_{alim}$ التي تمنحها تغذية المضخم العملياتي للدارة (نهمل القدرة المبددة في المضخم العملياتي) .

I ـ المجال المغنطيسي
Le champs magnétique

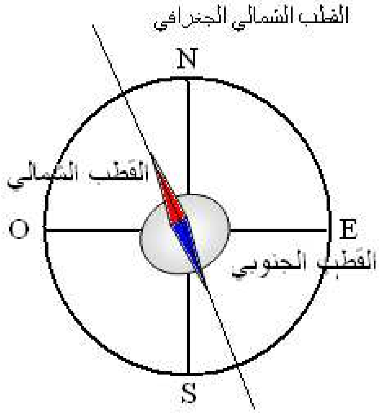
1 ـ إبراز وجود المجال المغنطيسي .

<u>1 ـ1 الإبرة الممغنطة Aiguille aimantée</u>

عند وضع إبرة ممغنطة ، بإمكانها الدوران في مستوى أفقي ،في مكان على سطح الأرض ، تأخذ دائما نفس الاتجاه . مما يبين وجود مجال مغنطيسي المحدث من طرف الأرض نسميه بالمجال المغنطيسي الأرضي le champs magnétique terrestre .

تمكن الإبرة الممغنطة من إبراز وجود مجال مغنطيسي .

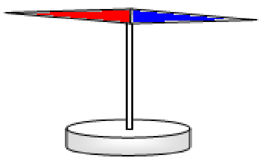
اصطلاح : نسمي القطب الشمالي للإبرة الممغنطة ، طرفها الموجه نحو القطب الشمالي المغنطيسي للأرض والقطب الجنوبي طرفها الآخر .



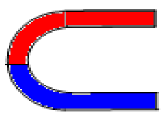
<u>1 ـ 2 تأثير مغنطيس على إبرة ممغنطة .</u>

أ ـ تعريف بمغنطيس : هو كل جسم قادر على جذب الحديد . وتصنف المواد بصفة عامة إلى مواد مغنطيسية وأخرى غير مغنطيسية .

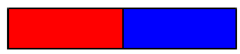
توجد المغانط على عدة أشكال هندسية مختلفة . مثلا



إبرة ممغنطة



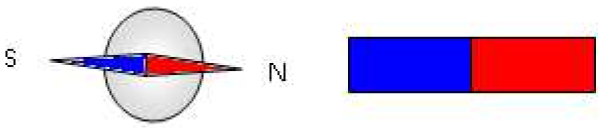
مغنطيس على شكل U



مغنطيس مستقيمي

ب ـ تجربة : نضع إبرة ممغنطة على مقربة من مغنطيس :

نلاحظ أنه يحدث تجاذب بين القطب الشمالي للمغنطيس والقطب الجنوبي للإبرة .



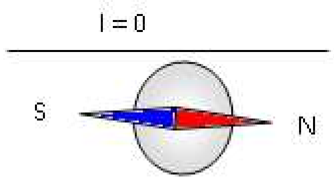
نتيجة : **يحدث المغنطيس مجالا مغناطيسيا في الحيز الذي يحيط به .**

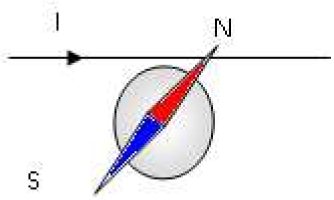
عند تقريب مغنطيسين من بعضهما يتجاذب القطبان المختلفان بينما يتنافر القطبان المتشابهان

ملحوظة : لايمكن فصل قطبي مغنطيس .

<u>1 ـ 3 تأثير تيار كهربائي على إبرة ممغنطة .</u>

تجربة :





تنحرف الإبرة الممغنطة عندما نقربها من سلك يمر فيه تيار كهربائي .

نتيجة : **يحدث سلك يمر فيه تيار كهربائي مستمر ، مجالا مغناطيسيا في الحيز المحيط به .**

R

2 ـ متجهة المجال المغنطيسي .

عند وضع إبرة ممغنطة ، يمكنها الدوران حول محور رأسي ، في نقطة من مجال مغناطيسي فإنها تأخذ منحى واتجاها معين . ولتمييز المجال المغنطيسي في نقطة نقرنه بمتجهة نسميها بمتجهة المجال : $\vec{B}(M)$

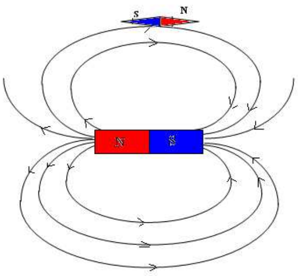
2 ـ 1 مميزات متجهة المجال المغنطيسي .

مميزات متجهة المجال المغنطيسي في نقطة M هي :

ـ الأصل : النقطة M

ـ المنحى من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي للإبرة

$$\overrightarrow{SN} = \vec{B}(M)$$



ـ الاتجاه : الاتجاه الذي تأه إبرة ممغنطة موضوعة في النقطة M .

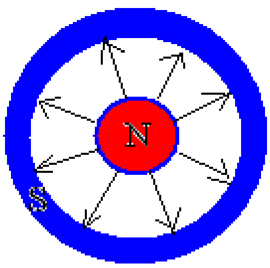
ـ الشدة تقاس بواسطة جهاز التسلامتر ، وحدتها في النظام العالمي للوحدات هي التسلا (T)

2 ـ 2خطوط المجال المغنطيسي

لتجسيد خطوط المجال المغنطيسي نستعمل برادة الحديد . وتكون هذه الخطوط طيف المجال المغناطيسي .

بالنسبة لمغنطيس مستقيم :

خطوط المجال عبارة عن منحنيات تتجه من القطب الشمالي نحو القطب الجنوبي .



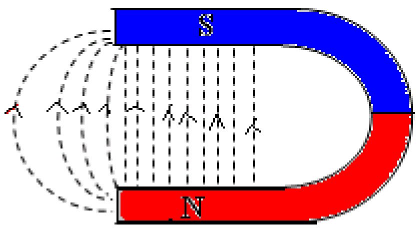
عند وضع إبرة ممغنطة داخل هذا المجال نلاحظ أنها تأخذ اتجاه مماس لخطوط المجال . (أنظر الشكل)

بالنسبة لمغنطيس على شكل قرص :

خطوط المجال شعاعية من N نحو S .

بالنسبة لمغنطيس على شكل U

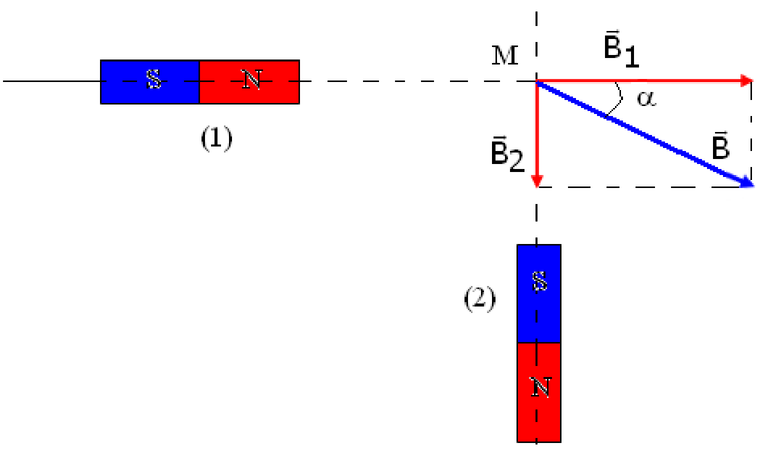
خطوط المجال في تفرجة المغنطيس عبارة عن مستقيمات متوازية : نقول أن المجال المغنطيسي منتظم في تفرجة المغنطيس .



تعريف : في حيز من الفضاء حيث يعم مجال مغنطيسي منتظم ، تكون خطوط المجال مستقيمة ومتوازية فيما بينها والعكس صحيح .

2 ـ 3 تراكب مجالات مغنطيسية .

نضع مغنطيسين مستقيمين (1) و (2) على مستوى بحيث أن محوريهما متعامدان ويتقاطعان في النقطة M تبعد عن القطب الشمالي للمغنطيس (1)بالمسافة d وعن القطب الجنوبي للمغنطيس (2) بالنسبة المسافة d . أنظر الشكل .



شدتا المجالين المغنطيسين $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ اللذان يحدثهما ، في النقطة M هما على التوالي :

$B_1=20mT$ و $B_2=10mT$.

أوجد مميزات متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ الإجمالي في النقطة M . نهمل المجال المغنطيسي الأرضي .

3ـ المجال المغنطيسي الأرضي

3 ـ 1إبراز المجال المغناطيسي الأرضي

الأرض مصدر لمجال مغناطيسي يسمى بالمجال المغنطيسي الأرضي ونرمز له بالمتجهة $\vec{B}_T$

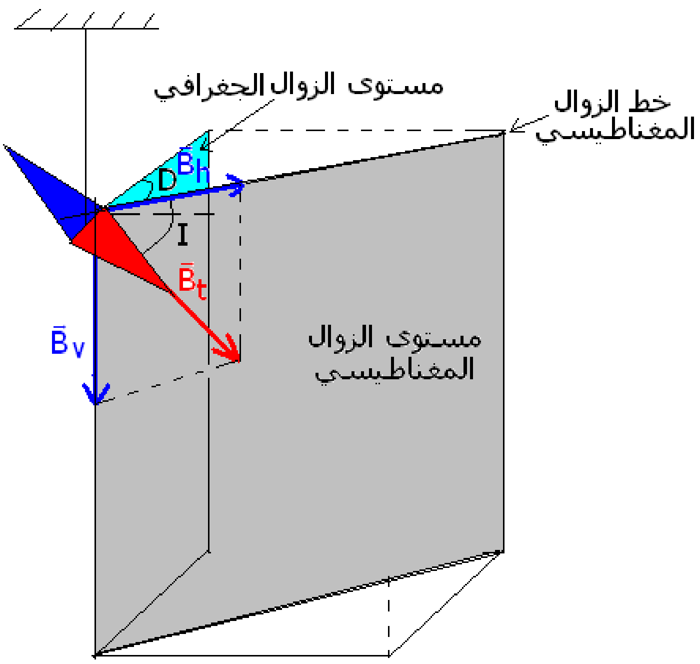
يكون المجال المغنطيسي الأرضي منتظما في حيز محدود من الفضاء وشدته $B_T = 4.10^{-5}\,T$

يسمى المستوى الرأسي الذي يضم اتجاه الإبرة الممغنطة ، مستوى الزوال المغنطيسي . Plan de méridien magnétique .

* في القطب الشمالي للكرة الأرضية يتجه القطب الشمالي للإبرة الممغنطة نحو الأرض

* في القطب الجنوبي للكرة الأرضية يتجه القطب الجنوبي للإبرة الممغنطة نحو الأرض

وفي كلتا الحالتين تسمى الزاوية I زاوية الميل



تكتب متجهة المجال المغنطيسي الأرضي على الشكل التالي : $\vec{B}_T = \vec{B}_H + \vec{B}_v$

$\vec{B}_H$ المركبة الأفقية للمجال المغنطيسي الأرضي وقيمتها $B_H = 2.10^{-5}\,T$

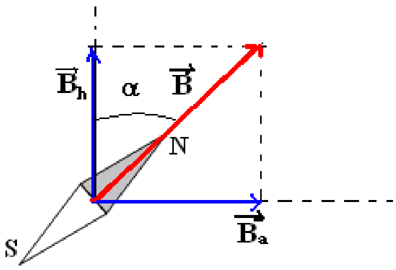
$\vec{B}_v$ المركبة الرأسية للمجال المغنطيسي الأرضي

I زاوية الميل نحسبها انطلاقا من العلاقة

$$\cos I = \frac{B_H}{B_T}$$

<u>تمرين تطبيقي</u> : <u>عند تقريب القطب الشمالي لمغنطيس بحيث يكون محوره في مستوى أفقي ومتعامد مع المركبة $\vec{B}_H$ في نقطة حيث توجد إبرة ممغنطة بإمكانها الدوران في مستوى أفقي حول محور رأسي ثابت يمر من مركزها ، تنحرف هذه الأخير بحيث يكون اتجاهها زاوية α=30° مع $\vec{B}_H$. أحسب شدة متجهة المجال المغنطيسي المحدثة من طرف المغنطيس في هذه النقطة.</u>

<u>نعطي</u> $B_H = 2.10^{-5}\,T$



تخضع الإبرة الممغنطة لتأثيرين ، تأثير المجال المغنطيسي الأرضي $\vec{B}_H$ وتأثير المغنطيس متجهة مجاله $\vec{B}_a$ إذن الإبرة تأخذ اتجاه المجال الكلي $\vec{B}$

بحيث أن $\vec{B} = \vec{B}_H + \vec{B}_a$

$$\tan\alpha = \frac{B_a}{B_H} \Rightarrow B_A = B_H \tan\alpha$$ تطبيق عددي $B_a = 1{,}15.10^{-5}\,T$

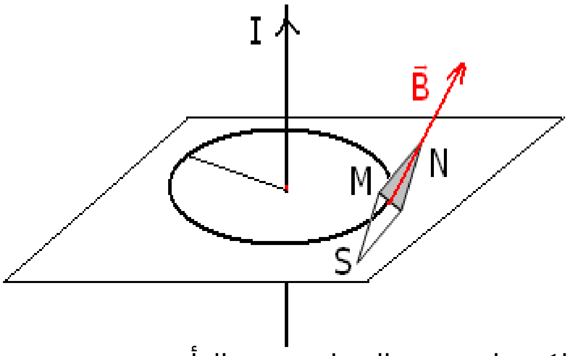
R

II ـ المجال المغنطيسي المحدث من طرف التيار الكهربائي .

1 ـ المجال المغنطيسي المحدث من طرف موصل مستقيمي

1 ـ 1 طيف المجال المغنطيسي موصل مستقيمي

خطوط المجال المغتطيسي أو طيف المجال المغنطيسي بالنسبة لسلك مستقيمي يمر فيه تيار كهربائي مستمر هي عبارة عن دائرات ممركزة حول نقطة تقاطع السلك والمستوى المتعامد مع السلك .



1 ـ 2 منحى متجهة المجال المغنطيسي

يتعلق منحى متجهة المجال المغنطيسي B بمنحى التيار الكهربائي المار في الموصل المستقيمي ، ويحدد بواسطة إبرة ممغنطة .

نحدد منحى متجهة المجال B بتطبيق إحدى القاعدتين :

قاعدة ملاحظ أمبر :

نعتبر ملاحظا واقفا طول السلك الموصل حيث يجتازه التيار الكهربائي من الرجلين نحو الرأس . عندما ينظر هذا الملاحظ إلى النقطة M من المجال المغنطيسي ، تشير دراعه اليسرى إلى منحة متجهة المجال $\vec{B}$ في هذه النقطة .

قاعدة اليد اليمنى :

نضع اليد اليمنى على الموصل بحيث تكون راحتها موجهة نحو نقطة M من المجال المغنطيسي ويخرج التيار من أطراف الأصابع يشير الإبهام ، عند إبعاده عن الأصابع الأخرى ، إلى منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$.

1 ـ 3 شدة المجال المغنطيسي لموصل مستقيمي

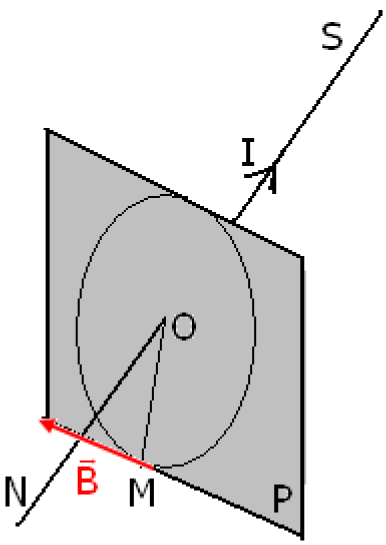
نعبر عن شدة المجال المغنطيسي الذي يحدثه موصل مستقيمي طويل ، في نقطة M ، توجد في مستوى عمودي على الموصل وتبعد عنه بالمسافة r ، بالعلاقة التالية :

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi}.\frac{I}{r}$$

μ_0 : ثابتة تسمى بالنفادية وهي تميز الوسط الذي يوجد فيه المجال المغنطيسي . بالنسبة للفراغ أو الهواء ، وفي النظام العالمي للوحدات : $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,(S.I)$

تمرين تطبيقي :

يوجد خط التغدية الكهربائي لقاطرة على ارتفاع h=6,0m من سطح الأرض . يمر في الخط تيار كهربائي شدته I=150A ، منحاه من الشمال نحو الجنوب .



1 ـ حدد مميزات متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}(M)$ المحدث في النقطة M ، من سطح الأرض من طرف الخط الكهربائي .

2 ـ قارن شدة المجال المغنطيسي $\vec{B}(M)$ مع المركبة الأفقية B_H للمجال المغنطيسي الأرضي . $B_H=2,0.10^{-7}T$.

الجواب :

مميزات المتجهة $\vec{B}(M)$:

الاتجاه : متوازي مع سطح الأرض

المنحى : نطبق قاعدة ملاحظ أمبير أنظر الشكل

R

الشـدة : نطبق العلاقة $B = \frac{\mu_0}{2\pi}.\frac{I}{r}$

بحيث أن r=h=6,0m بالتالي $B(M) = 0,5.10^{-5}T$

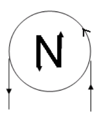
2 ــ مقارنة $B(M)$ و B_H :

$\frac{B(M)}{B_H} = \frac{0,5.10^{-5}}{2,0.10^{-5}} = 0,25$ يلاحظ أن $B(M)$ تقارب رتبة قدر B_H .

2 ــ المجال المغنطيسي لوشيعة مسطحة دائرية

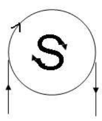
الوشيعة المسطحة الدائرية دارة كهربائية مكونة من عدة لفات موصلة بحيث يكون شعاعها كبيرا مقارنة مع سمكها .

2 ــ 1 طيف المجال المغنطيسي لوشيعة مسطحة دائرية



ــ بالنسبة لوشيعة مسطحة دائرية : خطوط المجال مستقيمية قرب مركز الوشيعة ومنحنية كلما ابتعدنا عن مركزها .

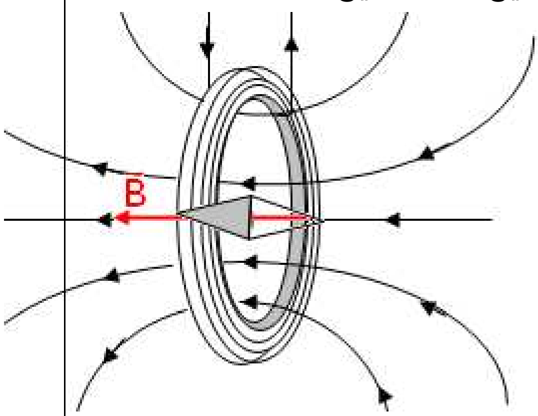
للوشيعة وجهان : وجه شمالي ووجه جنوبي .



قياسا على المغنطيس ، نسمي الوجه الشمالي وجه الوشيعة الذي تخرج منها خطوط المجال . والوجه الجنوبي الذي تدخل منه خطوط المجال

ملحوظة :

بالنسبة لوشيعتي هولموتز : تتكون وشيعتي هملمتز من وشيعتين مسطحتين متمحورتين ومركبتين على التوالي ولهما نفس الشعاع R وتفصل مركزيهما المسافة d=R .



خطوط المجال بين وشيعتي هولمتز متوازية فيما بينها أي أن المجال المغنطيسي منتظم في حيز الفضاء الموجود بين الوشيعتين .

2 ــ 2 منحى متجهة المجال المغناطيسي

تمكن إبرة ممغنطة موضوعة في مركز الوشيعة من تحديد منحى متجهة المجال المغنطيسي

$\vec{B}$. يتعلق هذا المنحى بمنحى التيار المار في لفات الوشيعة .

ويمكن كذلك معرفة منحى $\vec{B}$ بتطبيق قاعدة ملاحظ أمبير أو قاعدة اليد اليمنى .

2 ــ 3 شدة المجال المغنطيسي في مركز الوشيعة

وشيعة مسطحة عدد لفاتها N وشعاعها R يحدث في مركزها O ، عندما يمر فيها تيار كهربائي شدته I ، مجال مغنطيسي شدته :

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{2}.\frac{N.I}{R}$$

3 ــ المجال المغنطيسي المحدث من طرف ملف لولبي .

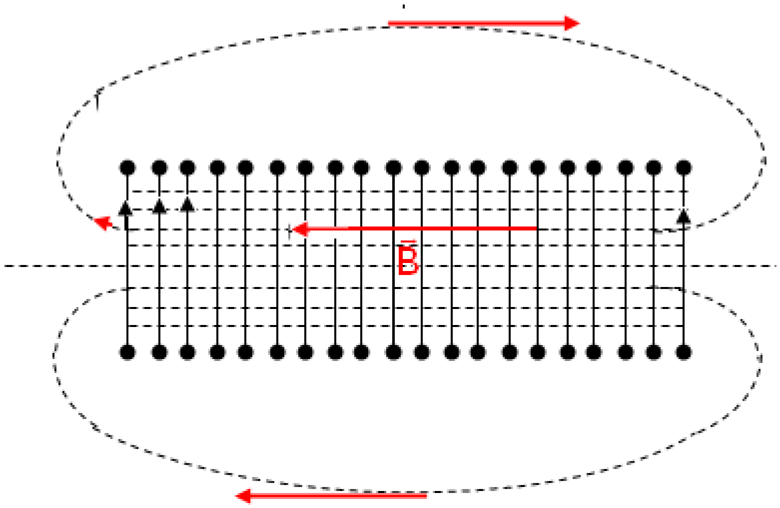
الملف اللولبي وشيعة طولها كبير بالنسبة لشعاعها . ويتميز الملف اللولبي :

بطوله L وهو المسافة بين طرفيه .

بشعاعه R .

بعدد لفاته N . يمكن أن تكون هذه اللفات متصلة أو غير متصلة .

إذا كان L>5R يكون الملف اللولبي طويلا .



إذا كان L<5R يكون الملف اللولبي قصيرا .

3 ـ 1 خطوط المجال لملف لولبي

يكون المجال المغنطيسي منتظم داخل الملف اللولبي عندما يمر فيه تيار كهربائي مستمر ، ما عدا جوار طرفيه .

3 ـ 2 منحى متجهة المجال المغنطيسي

تمكننا الإبر الممغنطة من تحديد وجهي الملف اللولبي بنفس الطريقة التي حددت بها في الوشيعة المسطحة .

خطوط المجال المغنطيسي للملف اللولبي ، عندما يمر فيه تيار كهربائي مستمر ، تخرج من الوجه الشمالي للملف اللولبي وتدخل إلى وجهه الجنوبي .

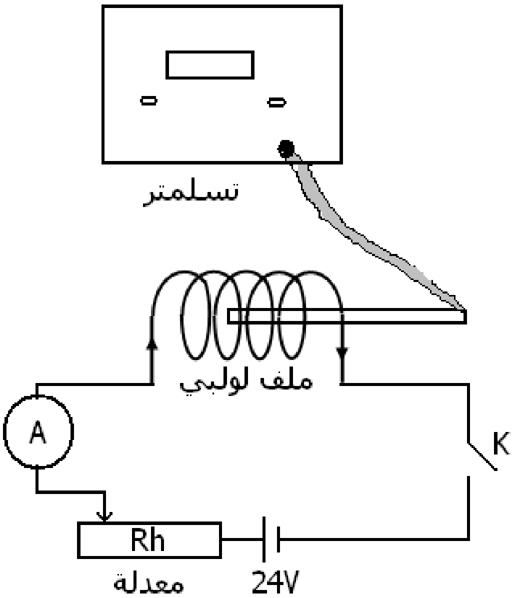
منحى متجهة المجال المغنطيسي داخل ملف اللولبي تحدد باستعمال قاعدة ملاحظ أمبير أو قاعدة اليد اليمنى أو بتحديد وجهي الملف $\vec{B} = \overrightarrow{SN}$

4 ـ شدة المجال المغنطيسي داخل ملف لولبي .

الدراسة التجريبية : النشاط التجريبي 2

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) .

قاطع التيار مفتوح . نضع مجس هول داخل الملف اللولبي ، ونضبط التسلامتر على القيمة صفر .



1 ـ تأثير شدة التيار الكهربائي .

نستعمل الطول الكلي للملف اللولبي S_1 $(N_1=200)$ وعدد لفاته في وحدة الطول هي :

$$n_1 = \frac{N_1}{L} = 485m^{-1}$$

قاطع التيار مغلق : نغير شدة التيار الكهربائي بواسطة المعدلة ونقيس في كل مرة الشدة B للمجال المغنطيسي داخل الملف اللولبي .

ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي :

I(A)							
B(mT)							

2 ـ تأثير عدد اللفات لوحدة الطول

نربط الملفين S_1 و S_2 على التوالي فنحصل على ملف لولبي S طوله L=41,2cm وعدد لفاته N=400 .

عدد اللفات في وحدة الطول هي : $n=2n_1=970m^{-1}$.

نغير الشدة I ونقيس في كل مرة الشدة B للمجال المغنطيسي داخل النلف اللولبي

ندون النتائج في الجدول التالي :

I(A)							
B(mT)							

استثمار :

1 ـ أرسم المنحنيين B=f(I) على نفس الورق المليمتري .
2 ـ اعتمادا على المنحنيين بين أن B=K.n.I .
3 ـ أحسب الثابتة K وقارنها مع $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,(S.I)$.
4 ـ أستنتج تعبير الشدة B للمجال المغنطيسي لملف لولبي بدلالة μ_0 و Iو n .

$$B = \mu_0.n.I$$

μ_0 تابتة تسمى نفادية الفراغ وقيمتها في النظام العالمي للوحدات هي :

$$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,(S.I)$$

n عدد اللفات في وحدة الطول $n = \frac{N}{\ell}$ بحيث أن N عدد اللفات و ℓ طول الملف اللولبي ب (m) .

تمرين تطبيقي :

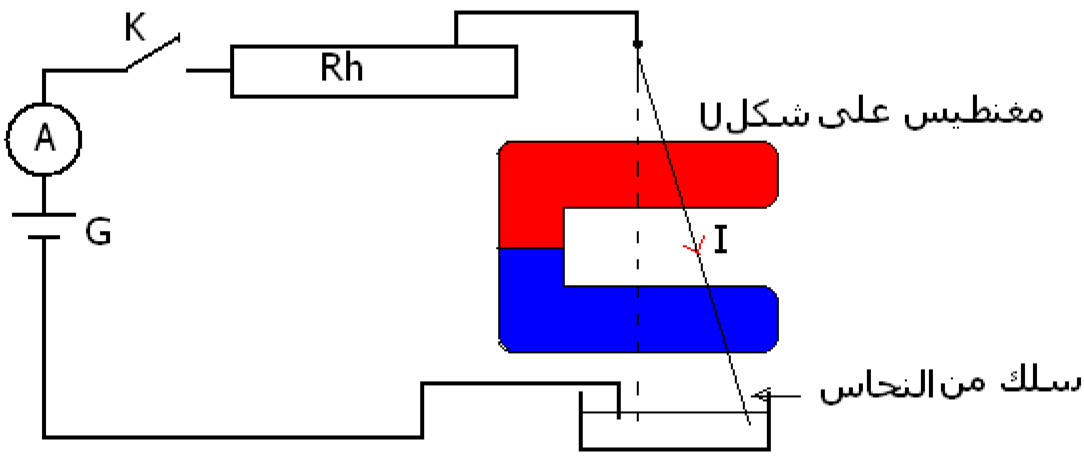
نعتبر ملفا لولبيا طوله L=10cm وقطره D=2,0cm ، وعدد لفاته N=150 . يمر فيه تيار كهربائي شدته I=2,5A ، منحاه موضح في الشكل جانبه .

1 ـ أنقل الشكل ومثل عليه :
ـ خط المجال المغناطيسي المتطابق مع محور الملف والمار من المركز O .
ـ الوجه الشمالي والوجه الجنوبي للملف .
ـ منحى واتجاه متجهة المجال $\vec{B}(O)$ في النقطة O .
2 ـ أحسب عدد اللفات في المتر n للملف .
3 ـ أحسب شدة المجال المغناطيسي B(O) .

القوى الكهرمغنطيسية ـ قانون لبلاص

I ـ القوة الكهرمغنطيسية

النشاط التجريبي2:



نعلق السلك AB في النقطة A بحيث يمكنه لدوران حول A و الطرفB مغمور في محلول مائي مشبع لنترات النحاس المحمض بحمض النتريك . ويمر السلك في تفرجة لمغنطيس على شكل U . نركب على التوالي المولد والسلك والأمبير متر ومحلول نترات النحاس وقاطع التيار والمعدلة .

نغلق قاطع التيار فيمر في السلك تيار كهربائي شدته I .

لاحظ انحراف السلك عندما :

- نزيد في شدة التيار I ؛
- نعكس منحى التيار الكهربائي ؛
- نعكس منحى متجهة المجال المغنطيسي .

استثمار :

1 ـ عند غلق قاطع التيار ، ماذا نلاحظ ؟ أجرد القوى المطبقة على السلك في هذه الحالة .

<u>1 ـ قانون لبلاص :</u>

عندما يوجد جزء من موصل طوله ℓ يمر فيه تيار كهربائي I في مجال مغنطيسي $\vec{B}$ ، فإنه يخضع لقوة كهرمغنطيسية $\vec{F}$ تسمى قوة لبلاص تعبيرها هو : $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B}$ حيث توجه $\vec{\ell}$ حسب منحى التيار الكهربائي .

<u>2 ـ مميزات قوة لبلاص</u>

نقطة التأثير : منتصف جزء الموصل الذي يوجد في المجال المغنطيسي

خط التأثير : المستقيم العمودي على المستوى الذي يحدده الموصل ومتجهة المجال المغنطيسي .

المنحى : يحدد بحيث تكوّن المقادير المتجهة $\left(\vec{F}, I\vec{\ell}, \vec{B}\right)$ ثلاثي أوجه مباشر .

الشدة : $F = I\ell B\left|\sin\left(\vec{\ell}, \vec{B}\right)\right|$

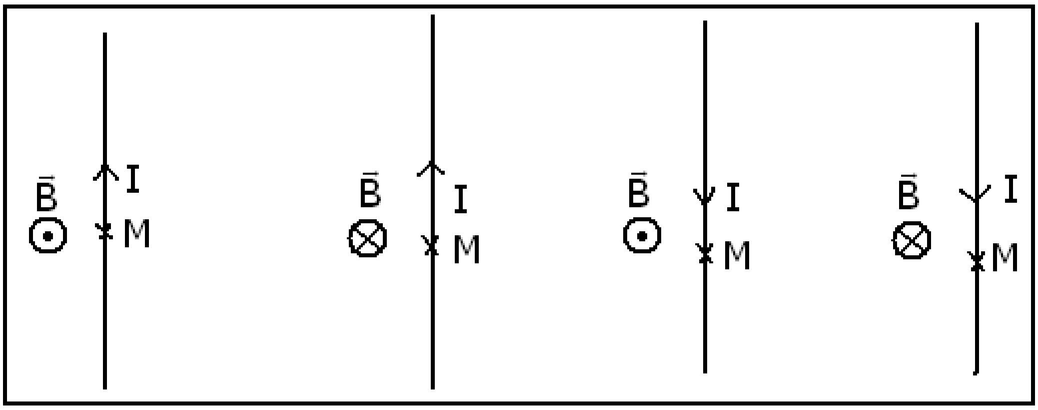
I شدة التيار بالأمبير A

ℓ جزء الموصل الموجود في المجال المغنطيسي (m) .

B : شدة المجال المغنطيسي بالتسلا (T) .

α الزاوية المكونة بين $\vec{I}$ و $\vec{B}$.

2 ـ يعطي الشكل 2 الحالات الأربع الممكنة عند عكس منحى التيار I ومنحى $\vec{B}$ حيث :
مثل على كل حالة متجهة قوة لبلاص في النقطة M .
3 ـ تحقق ، بتطبيق إحدى القواعد (ملاحظ أمبير أو مفك البرغي أو منحى ثلاثي الأوجه المباشر) من منحى متجهة لبلاص في النقطة M .
كيف تتغير شدة قوة لبلاص مع شدة التيار الكهربائي I ؟



II ـ تطبيقات قوة لبلاص

<u>1 ـ مكبر الصوت الكهردينامكي .</u>

النشاط التجريبي 3

المناولة : نعلق في الطرف الأسفل لنابض رأسي وشيعة ذات مقطع مستطيلي وعد لفاتها 500 ، ندخل وسطها أحد فرعي مغنطيس على شكل U . ونركب على التوالي مولد التوتر المستمر والوشيعة وقاطع التيار .

استثمار :

1 ـ ماذا نلاحظ عند مرور التيار الكهربائي في الوشيعة ؟

2 ـ نعكس مربطي المولد ، ماذا نلاحظ ؟

مثل على التبيانة متجهة قوة لبلاص $\vec{F}$ المطبقة في نقطة من الوشيعة موجودة داخل المجال المغناطيسي المحدث من طرف المغنطيس على شكل U بالنسبة للحالتين .

3 ـ يتكون مكبر الصوت الكهردينامكي أساسا من وشيعة مرتبطة بغشاء وموجودة في مجال مغنطيسي شعاعي محدث من طرف مغنطيس ذي شكل دائري .

الحركة الدورية للوشيعة تؤدي إلى حركة الغشاء ، وهو بدوره يؤثر على طبقات الهواء المحيطة به ؛ مما يحدث صوتا تردده يوافق تردد حركة الغشاء .

3 ـ 1 بمقارنة عناصر التجربة والعناصر للمكبر الصوت ، ما هو العنصر الذي يلعب دور الغشاء ؟ (النابض)

3 ـ 2 ما طبيعة التيار الكهربائي ، الذي يجب تمريره في وشيعة مكبر الصوت ، لكي تفرض عليه قوى لبلاص حركة تذبذبية دورية ؟

3 ـ 3 إلى أي شكل تتحول الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف مكبر الصوت الكهردينامكي ؟

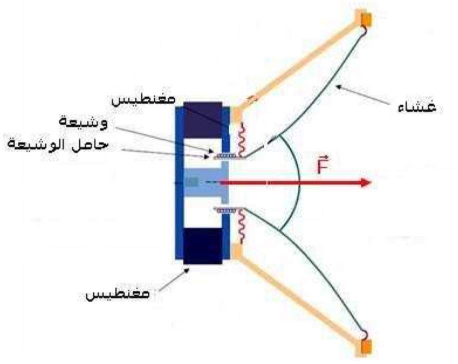
خلاصة :

يتكون مكبر الصوت الكهردينامكي من :

ـ مغنطيس : ذي شكل دائري يحدث مجالا مغنطيسيا شعاعيا .

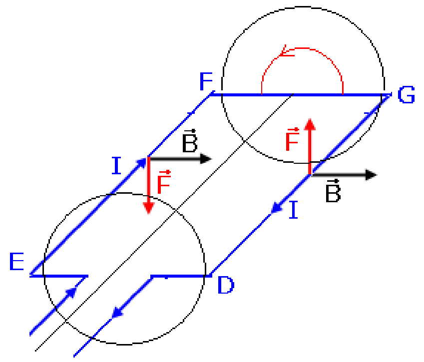
ـ وشيعة يمكنه الحركة طول القضيب الشمالي للمغنطيس .

ـ غشاء مرتبط بالوشيعة .



مبدأ اشتغال مكبر الصوت الكهرديناميكي .
عند مرور تيار كهربائي I في الوشيعة ، تخضع كل لفة لقوة لبلاص ، وتمثل $\vec{F}$ القوة الإجمالية المطبقة على كل لفات الوشيعة .
إذا كانت طبيعة التيار المار في الوشيعة تيار متناوب جيبي أي دوري فإن القوة $\vec{F}$ كذلك تكون دورية ، مما يؤدي إلى تحريك الغشاء بطريقة دورية مؤثرا بدوره على طبقات الهواء المحيط به ، فيحدث صوتا تردده يوافق تردد التيار الكهربائي المار في الوشيعة .
يحول مكبر الصوت التذبذبات الكهربائية إلى تذبذبات صوتية أي ميكانيكية .

<u>2 ـ المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر .</u>

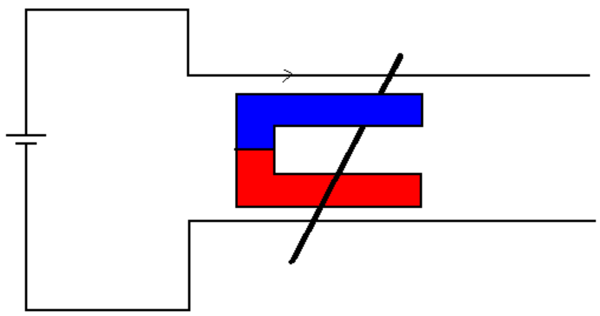


يتكون المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر أساسا من جزئين :
ـ الساكن : وهو عبارة عن مغنطيس يحدث مجالا مغنطيسيا شعاعيا في تفرجة الحديد .
ـ الدوار : هو الجزء المتحرك ، وهو عبارة عن أسطوانة من الحديد قابلة للدوران حول محورها ، لف حول سطحها الخارجي عدد كبير من الموصلات النحاسية .
عندما يمر تيار كهربائي في لفات الدوار ، فإنها تخضع لقوى لبلاص والتي تؤدي إلى دورانه . وعندما تتجاوز زاوية دورانه 180° ، تحدث قوى لبلاص دورانه في المنحى المعاكس . ولكي يحافظ الدوار على حركة دورانية في نفس المنحى ، يجب عكس منحى التيار كلما أنجز الدوار نصف دورة . وهذا ما تقوم به المجموعة { المشطبتان + المجمع }
في المحرك الكهربائي المغذى بتيار مستمر تمكن قوى لبلاص من إحداث دوران الدوار ، وتمكن مجموعة تسمى ب{ المشطبتان + المجمع } من الحفاظ على نفس منحى الدوران .
في محرك كهربائي تحول القوى الكهرمغنطيسية الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .

III ـ المزاوجة الكهرميكانيكية (علوم رياضية)

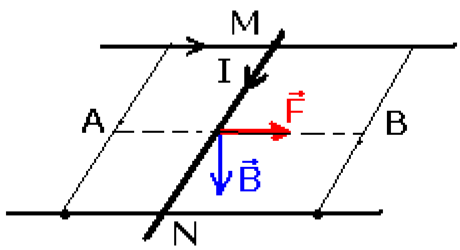
<u>1 ـ تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية</u>

النشاط التجريبي 4 ـ(الدور المحرك لقوة لبلاص)



نتجز التركيب المبين في الشكل .
1 ـ ماذا نلاحظ عندما نمرر تيارا كهربائيا في الدارة ؟
2 ـ ماذا نلاحظ عند عكس منحى التيار الكهربائي تم عند عكس منحى متجهة المجال $\vec{B}$ المغنطيسي ؟
3 ـ ما دور قوة لبلاص في هذه التجربة ؟
4 ـ أعط تعبير شغل هذه القوة عند انتقال الساق من موضع (A) إلى موضع (B) . هل هو محرك أم مقاوم ؟ ما هو شكل الطاقة التي تحولت إليه الطاقة الممنوحة من طرف المولد ؟

R



MN=l
AB=d

تعبير شغل القوة عند انتقال الساق من الموضع A إلى الموضع B هو :

$$\underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.d$$

$$F = I\ell B \Rightarrow \underset{A\to B}{W}\left(\vec{F}\right) = I\ell Bd > 0$$

إذن شغل قوة لبلاص شغل محرك .
تتحول الطاقة الكهربائية التي يمنحها المولد إلى طاقة ميكانيكية تكتسبها الساق .

ب ـ تحول الطاقة على مستوى محرك كهربائي .

في المحرك الكهربائي تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .
الحصيلة الطاقية لمحرك كهربائي :
يكتسب المحرك خلال مدة زمنية Dt الطاقة الكهربائية $W_e = U.I.\Delta t$ ، ويحول جزء منها إلى طاقة نافعة W_{mec} بينما يضيع الجزء الآخر من الطاقة الكهربائية بفعل الاحتكاكات بين سطوح التماس وعلى شكل طاقة حرارية مبددة في الدارة بمفعول جول .

مردود المحرك هو $\rho = \dfrac{W_{mec}}{W_e}$

<u>2 ـ تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية</u>

تجربة: ـ حركة وشيعة أمام مغنطيس .
عندما نحرك وشيعة أمام مغناطيس أو مغناطيس أمام وشيعة يظهر تيار كهربائي في الوشيعة
في هذه التجربة تتحول الطاقة الميكانيكية (حركة المغناطيس) إلى طاقة كهربائية (ظهور تيار كهربائي)

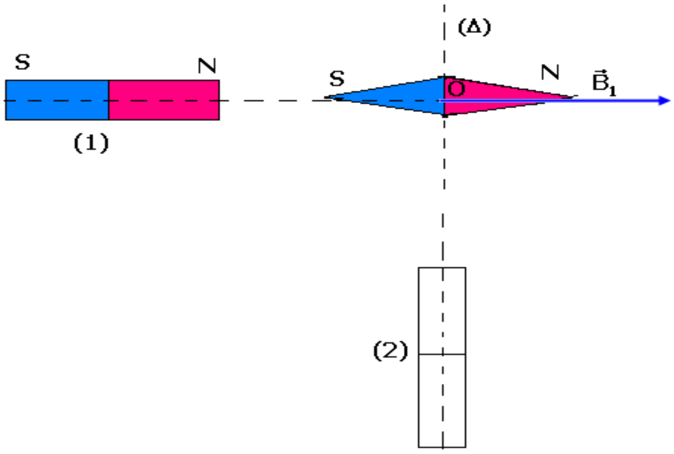
<u>3 ـ خلاصة :</u>

تحول المحركات الكهربائية ومكبرات الصوت الكهرديناميكية الطاقة الكهربائية التي تكتسبها ، عن طريق شغل قوى لبلاص ، إلى طاقة ميكانيكية . نقول إن هذه الأجهزة تشتغل بالمزاوجة الكهرميكانيكية . couplage electromecanique
هذا الانتقال الطاقي يكون شبه كلي لأن الطاقة المبددة بالاحتكاك وبمفعول جول تكون جد ضعيفة بالمقارنة مع الطاقة الكهربائية المكتسبة .
المزاوجة الكهرميكانيكية ظاهرة عكوسة بحيث تتحول الطاقة من شكل ميكانيكي إلى شكل كهربائي والعكس .

تمارين حول المغنطيسية

تمرين 1

نضع إبرة ممغنطة ، بحيث يكون مركزها O على محور قضيب مغنطيسي (1) ، فنلاحظ أنها تتوجه على هذا المحور حسب متجهة المجال $\vec{B}_1$ شدتها $B_1=5.10^{-3}T$.



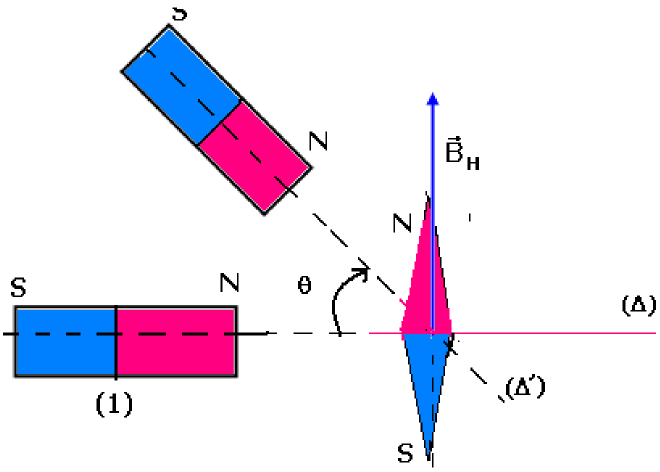
عند وضع قضيب مغنطيسي (2) ، كا يبين الشكل أسفله ، تنحرف الإبرة بزاوية $\theta=25°$ في منحى دوران عقارب الساعة .

1 ــ عين مميزات المتجهة $\vec{B}_2$ ، الممثلة للمجال المغنطيسي الذي يحدثه المغنطيس (2) في النقطة O ووضح قطبية المغنطيس (2) .

2 ــ أحسب قيمة الزاوية α التي يجب أن ندير بها المحور (Δ) للمغنطيس (2) ، حول O ، لتتخذ الزاوية θ القيمة $\theta'=20°$ ، ووضح منحى هذا الدوران .

تمرين 2

نضع في نقطة من المجال المغنطيسي الأرضي إبرة ممغنطة تدور حول محور رأسي يمر بمركزها O .



1 ــ نضيف إلى المجال المغنطيسي الأرضي المجال الذي يحدثه مغنطيس مستقيمي بحيث يمر من النقطة O محوره (Δ) ، الأفقي والعمودي على الاتجاه البدئي للإبرة الممغنطة (أنظر الشكل)

عندما يوجد القطب الشمالي N للمغنطيس المستقيمي على مسافة d من النقطة O ، تدور الإبرة بزاوية 60° .

أ ــ في أي منحى تدور الإبرة ؟

ب ــ أعط الشدة B للمجال المغنطيسي الذي يحدثه المغنطيس في النقطة O .

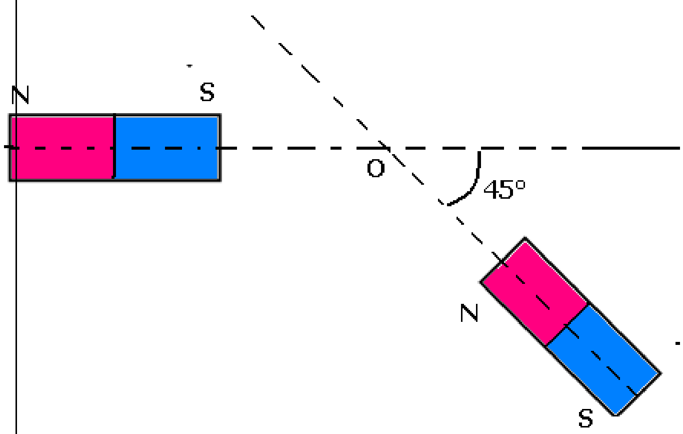
نعطي $B_H=2.10^{-5}T$.

2 ــ ندير بعد ذلك المحور (Δ) للمغنطيس ، في المستوى الأفقي ، بزاوية $\theta=60°$ بحيث يبقى القطب N على نفس المسافة d من النقطة O .

ما الزاوية التي تدور بها الإبرة الممغنطة ؟

تمرين 3

نضع مغنطيسين مستقيمين مماثلين (A) و (B) كما يبين الشكل أسفله بحيث توجد النقطة O على نفس المسافة من المغنطيسين .

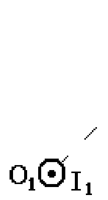


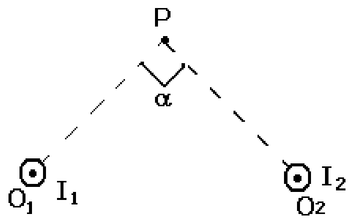
علما أن شدة المجال المغنطيسي الذي يحدثه كل مغنطيس في النقطة O هو $B_A=B_B=B_0=20mT$.

حدد مميزات المتجهة $\vec{B}$ للمجال المغنطيسي المحصل في النقطة O .

تمرين 4

نعتبر سلكا موصلا لا متناه في الطول ، متعامد مع الورقة ويتقاطع معها في النقطة O_1 . يمر في السلك تيار كهربائي شدته $I_1=10A$.

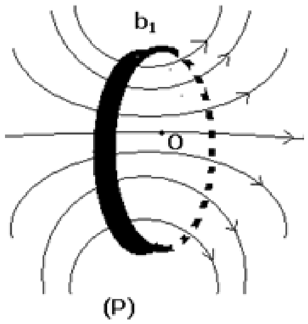




1 ـ أعط مميزات متجهة المجال المغنطيسي المحدث من طرف السلك في النقطة P تبعد عنه بمسافة $O_1P=10cm$ نعطي $\mu_0=2\pi 10^{-7}(SI)$

2 ـ نعتبر الآن سلكين لا متناهيين في الطول ، متعامدين مع الورقة ويتقطعان معها في النقطة O_1 و O_2 ويمر فيهما تياران كهربائيان لهما نفس المنحى ونفس الشدة $I_1=I_2=10A$. أوجد منظم متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ المحدث من طرف السلكين في النقطة P بحيث $O_1P=O_2P=10cm$ و $\alpha=90°$

تمرين5

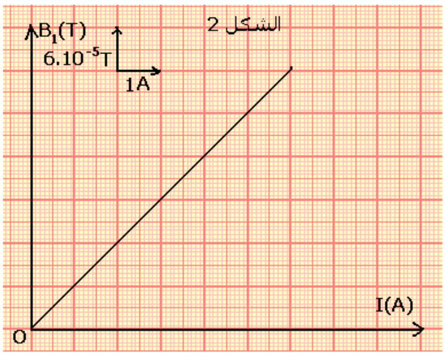


الشكل (1)

1 ـ نعتبر وشيعة مسطحة دائرية (b_1) عدد لفاتها $N_1=10$ وشعاعها R_1 . نمرر بهذه الوشيعة تيارا كهربائيا ، فتحدث مجالا مغناطيسيا . يبين الشكل بعض خطوط هذا المجال في مستوى (P) متعامد مع مستوى الوشيعة ، ويمر في مركزها O .

عين على التبيانة جانبه منحى التيار الكهربائي

2 ـ يمثل المبيان الشكل 2 تغيرات الشدة B_1 للمجال المغنطيسي المحدث في النقطة O من طرف الوشيعة (b_1) ، وذلك بدلالة الشدة I للتيار .



2 ـ 1 أوجد مبيانيا تعبير B_1 بدلالة I .

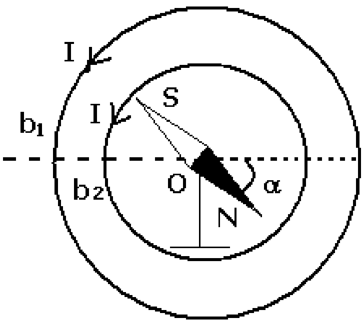
2 ـ 2 استنتج قيمة الشعاع R_1 للوشيعة (b_1) .

نعطي نفادية الوسط $\mu_0=4\pi.10^{7}(S.I)$.

3 ـ نعتبر وشيعة مسطحة ودائرية (b_2) ، عدد لفاتها $N_2=N_1$

وشعاعها $R_2=\dfrac{R_1}{2}$.

الشكل (3)



نضع الوشيعتين (b_1) و (b_2) بحيث يكون مستواهما في خط الزوال المغناطيسي ، ويكون لهما نفس المركز O ، الذي توجد فيه إبرة ممغنطة ، قابلة للدوران بدون احتكاك ، في مستوى أفقي ، حول محور رأسي (الشكل 3)

عندما نمرر في الوشيعتين تيارين لهما نفس المنحى ونفس الشدة I ، تنحرف الإبرة عن اتجاهها البدئي (اتجاه $\vec{B}_H$) بزاوية $\alpha=80°$

3 ـ 1 أوجد شدة المجال المغنطيسي الكلي المحدث من طرف الوشيعتين في مركزهما O . نعطي منظم المركبة الأفقية للمجال المغنطيسي الأرضي : $B_H = 2.10^{-5}T$.

3 ـ 2 استنتج الشدة I للتيار الكهربائي .

R

تمرين 6

يتكون ملف لولبي من خمس طبقات ذي لفات متصلة أنجزت بواسطة سلك موصل مغلف بواسطة عازل قطر السلك المغلف هو 1mm .

نوجه الملف اللولبي بحيث يكون محوره في مستوى أفقي و عمودي على خط الزوال المغناطيسي أي المركبة الأفقية $\vec{B}_H$ للمجال المغنطيسي الأرضي في مكان التجربة .

نضع إبرة ممغنطة ، يمكنها الدوران حول محور رأسي ، بمركز الملف اللولبي .

أحسب زاوية انحراف الإبرة الممغنطة عندما نمرر تيارا كهربائيا شدته 5mA في الملف اللولبي .

نعطي $B_H=2.10^{-5}T$.

تمرين 7

شدة المجال المغنطيسي في مركز وشيعة طولها ℓ وشعاعها r ، وعدد لفاتها N ويمر فيها تيار كهربائي شدته I ، نعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$B = 4\pi 10^{-7}\frac{N.I}{\sqrt{\ell^2+4r^2}}$$

1 ــ أستنتج من هذه العلاقة تعبير شدة المجال المغنطيسي لملف لولبي طوله ℓ وشعاعه r (بالنسبة للملف اللولبي $\ell >> r$)

2 ــ وشيعة مسطحة قطرها d=30cm وعدد لفاتها N=200 لفة (بالنسب لوشيعة مسطحة $\ell << r$)

2 ــ 1 استنتج من خلال العلاقة أعلاه أن شدة المجال المغنطيسي في مركز الوشيعة هو

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N.I}{r}$$

بحيث أن r شعاع الوشيعة .

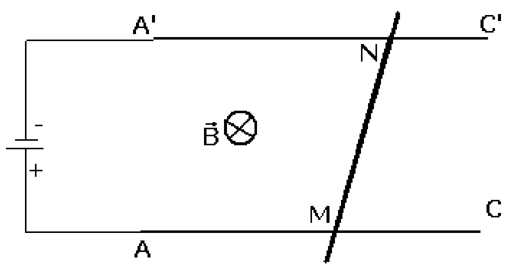
2 ــ 2 نضع الوشيعة على أساس أن محورها أفقي ومتعامد مع خط الزوال المغنطيسي . ونضع في مركزها إبرة ممغنطة قابلة للدوران حول محور رأسي . عندما نمرر في الوشيعة تيارا كهربائيا مستمرا شدته I=5mA تنحرف الإبرة عن موضعها البدئي بزاوية α . أحسب هذه الزاوية

2 ــ 3 احسب شدة المجال المغنطيسي الكلي المحدث بمركز الوشيعة .

تمرين 8

نضع ساقا MN كتلتها m=5g فوق سكتين AC و A′C′ متوازيتين وأفقيتين تفصل بينهما المسافة ℓ=10,0cm . نربط طرفي السكتين A و A′ بمولد كهربائي ، فيمر تيار كهربائي في الساق MN شدته I=10A .

توجد هذه الدارة الكهربائية في مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ رأسية نحو الأسفل وشدته B=0,1T. أنظر الشكل



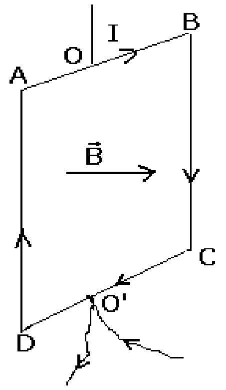
1 ــ عين مميزات قوة لبلاص المطبقة على الساق MN .

2 ــ نميل السكتين بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي إلى أن تبقى الساق في توازن بدون احتكاك فوق السكتين .

2 ــ 1 أرسم شكلا موضحا موضع السكتين بالنسبة للمستوى الأفقي .

2 ــ 2 أحسب الزاوية α .

تمرين9

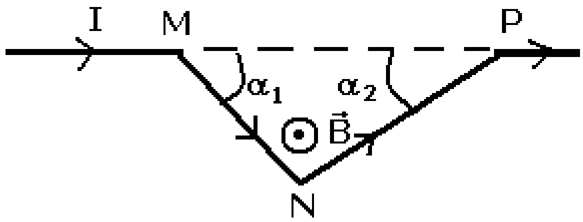


نعتبر إطارا ABCD يمر فيه تيار كهربائي شدته I=5,0A وموجود في مجال مغناطيسي شدته B=450mT نعطي : AB=BC=CD=DA=10cm 1 ـ أعط مميزات قوى لبلاص المطبقة على كل ضلع ، ثم مثلها .

2 ـ هل يتحرك الإطار تحت تأثير هذه القوى ؟ علل جوابك .

تمرين10

يمثل الشكل أسفله جزءا من سلك موصل يتكون من قطعتين مستقيميتين NM و NP طولهما L_1 و L_2 ، ويكونان مع الاتجاه MP الزاويتين α_1 و α_2 .



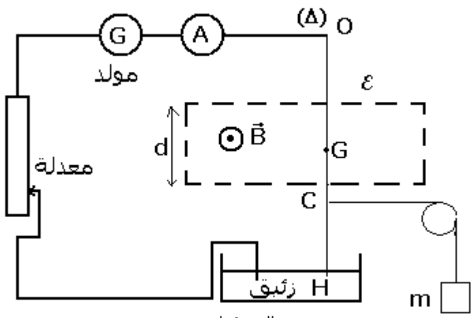
نضع السلك في مجال مغنطيسي منتظم عمودي على مستوى السلك ونمرر في هذا الأخير تيارا كهربائيا شدته I .

1 ـ عين المتجهتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ الممثلين للقوتين المطبقتين على جزئي السلك MN و NP . مثل هاتين المتجهتين .

2 ـ نسمي $\vec{F}$ مجموع المتجهتين $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$. عين إحداثيتي المتجهة $\vec{F}$ على الاتجاه MP وعلى الاتجاه العمودي عليه . ما منظم المتجهة $\vec{F}$ ؟

3 ـ قارن متجهة القوة التي نحصل عليها لو عوضنا MNP بسلك مستقيمي يصل النقطتين M و P .

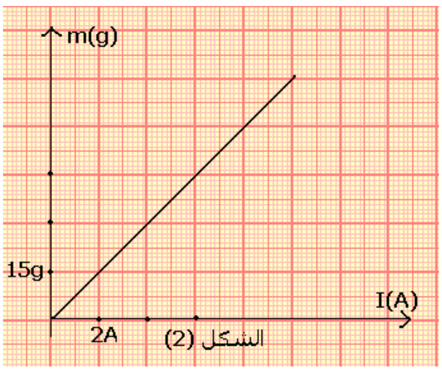
تمرين 11



الشكل (1)

نعتبر سلكا نحاسيا متجانسا OH طوله L يمكنه الدوران حول محور أفقي (Δ) يمر من النقطة A . يوجد جزء من السلك داخل حيز ε عرضه d=10cm ، وبه مجال مغنطيسي منتظم شدته B . السلك OH غير قابل للتشويه .

نمرر في السلك تيارا كهربائيا شدته I ، فينحرف بالنسبة لموضع توازنه الرأسي . لإعادة السلك إلى موضع توازنه الرأسي نطبق عليه في النقطة C حيث $OC=\frac{2}{3}L$ ، قوة أفقية بواسطة خيط غير قابل الامتداد كتلته مهملة ، يمر عبر مجرى بكرة كتلتها مهملة ويحمل كتلة معلمة m . أنظر الشكل (1)



الشكل (2)

1 ـ حدد مميزات قوة لبلاص ؛ ثم استنتج منحى التيار الكهربائي في السلك OH .

2 ـ باستعمال مبرهنة العزم أوجد تعبير الكتلة m بدلالة B و d و I و g . g شدة الثقالة .

3 ـ لتعيين الشدة B ، نغير قيم الكتلة المعلمة m ، ونقيس بالنسبة لكل قيمة شدة التيار الكهربائي اللازمة للحفاظ على التوازن الرأسي للسلك . يمثل الشكل (2) منحنى تغيرات m بدلالة I .

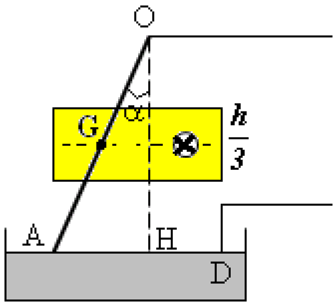
3 ـ 1 انطلاقا من المنحنى ، أوجد تعبير m بدلالة I .

3 ـ 2 استنتج قيمة الشدة B .

نعطي g=10N/kg

تمرين 12

سلك نحاسي OA طوله $\ell = 30,5cm$ ووزنه $P = 0,100N$ يمكنه الدوران بدون احتكاك حول النقطة O . نغمر الطرف الحر A للسلك في إناء به زئبق . المسافة الفاصلة بين النقطة والمستوى الحر للزئبق OH=h=30cm . ننجز دارة كهربائية بربط النقطة O والنقطة D من الزئبق بمولد كهربائي للتيار المستمر . يمر السلك في تفرجة لمغنطيس على شكل U عرض فرعيه $\frac{h}{3}$ في منتصف OH .



نعتبر أن ا المغناطيس يحدث بين فرعيه مجالا مغنطيسيا منتظما (أنظر الشكل) .

نمرر في السلك تيارا شدته8,80A= I . فينحرف السلك بزاوية α في الاتجاه المبين في الشكل .

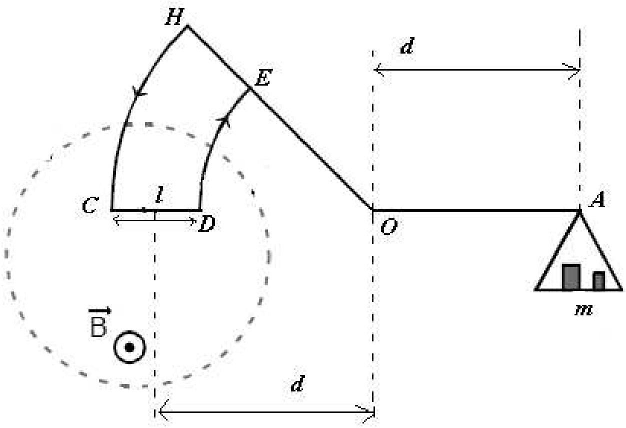
1 ــ حدد منحى التيار في السلك

2 ــ أوجد تعبير شدة المجال B واحسب قيمته

تمرين 13

لقياس شدة مجال مغنطيسي $\vec{B}$ نستعمل ميزان كوتون (أنظر الشكل)

نعطي $g = 10N/kg\ ;\ CD = \ell = 2cm$



1 ــ نعتبر الميزان في توازن أفقي , مثل على الشكل :

1 ــ 1 متجهات القوى المطبقة على الميزان

1 ــ 2 منحى التيار المار عبر الدارة HCDE .

2 ــ بتطبيق مبرهنة العزوم أوجد تعبير الكتلة m بدلالة g; I;/; B .

3 ــ عندما نغير شدة التيار الكهربائي I المار عبر الدارة HCDE يفقد الميزان توازنه ، ولإعادة هذا التوازن نغير الكتل المعلمة . فنحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي :

I(A)	0,50	0,70	1	1,25	1,50	1,70
m(g)	0,25	0,35	0,50	0,62	0,75	0,85

3 ــ1 ارسم منحنى الدالة $m = f(I)$ السلم $1cm \Leftrightarrow 0,2A$
$1cm \Leftrightarrow 0,2g$

3 ــ2 أوجد مبيانيا :

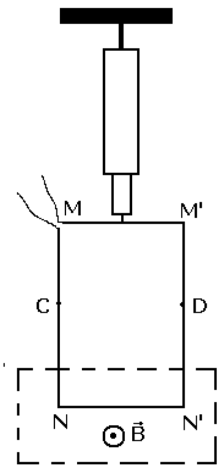
ــ قيمة المعامل الموجه K باستعمال الوحدات العالمية للقياسات واستنتج شدة المجال $\vec{B}$.

ــ قيمة الكتلة المعلمة عندما تكون شدة التيار هي I=0,8A

تمرين 14

نعلق بدينامومتر إطارا مربعا غير قابل للتشويه MM′N′N ومكونا من سلك موصل . الضلع NN′ موجود في مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ عمودية على الضلع NN′ . أنظر الشكل .

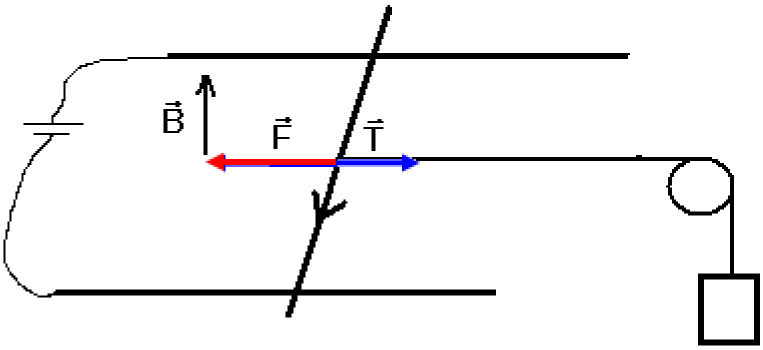
1 ــ عندما يكون التيار منعدما بالإطار يشير الدينامومتر إلى القيمة 2N . ماذا تمثل هذه القيمة؟



2 ـ نمرر بالإطار تيارا كهربائيا شدته I=5A ، فيشير الدينامومتر إلى القيمة 2,5N .
2 ـ 1 أرسم الإطار على ورقتك ممثلا عليه بدون سلم ، متجهة القوة الكهرمغنطيسية $\vec{F}$ المطبقة على الضلع NN′ ومبينا عليه منحى التيار المار بالإطار . علل جوابك .
2 ـ 2 أوجد شدة المجال المغنطيسي $\vec{B}$.
نعطي NN′=20cm
2 ـ 3 بين أنه إذا غمرنا الإطار في المجال المغنطيسي إلى النقطتين C و D فإن إشارة الدينامومتر لاتتغير .
3 ـ نعكس شدة التيار الكهربائي المار بالإطار دون تغيير شدته .
3 ـ 1 أوجد القيمة التي يشير إليها الدينامومتر .
3 ـ 2 ما هي القيمة التي سيشير إليها الدينامومتر إذا انعدمت شدة المجال المغنطيسي ؟ علل الجواب .

تمرين 15

نضع ساقا موصلتين فوق سكتين موصلتين أفقيتين تفصل بينهما المسافة d ومتعامدتين مع الساق ومربوطتين بمولد التيار المستمر الذي يطبق توترا U . لتكن I شدة التيار الذي يمر من الدارة عند تشغيل المولد . نسمي مقاومة جزء الساق المحصور بين السكتين ب R ، بينما نهمل مقاومة السكتين . يمكن للساق أن تنزلق بدون احتكاك فوق السكتين ، ونضع الدارة داخل مجال مغنطيسي منتظم رأسي .
نربط الساق بواسطة خيط غير مدود يمر عبر مجرى بكرة تحول الحركة الأفقية للساق إلى حركة رأسية للكتلة M (أنظر الشكل)



نعتبر أن الكتلة M تتحرك بسرعة ثابتة V .
1 ـ أنجز حصيلة طاقية للمحرك المكون من الساق .
2 ـ استنتج أن التوتر U وشدة التيار I تربطهما علاقة على النحو التالي : U=RI+E واعط صيغة E بدلالة d و B و V .
3 ـ عبر عن شدة التيار I بدلالة M و g و B و d .

تمرين 16

تولّد الطاقة الكهربائية في محطة كهرمائية بواسطة منوب . يتحرك هذا المنوب تحت تأثير الماء الذي يسقط من خزان يوجد على ارتفاع 100m بالنسبة إليه .
1 ـ ما هو التحول الطاقي الذي يحدث ؟
2 ـ أحسب الطاقة الكهربائية المولّدة عندما تسقط كتلة M=10t من الماء على المنوب .
نعطي g=10N/kg . علما أن مردود التحول هو $\rho=60\%$ وأن الماء يغادر المنوب بسرعة منعدمة .
3 ـ في بعض محطات توليد الطاقة ، وخلال الفترات التي يقل فيها الطلب على الطاقة ، يثم استغلال الطاقة الكهربائية المتوفرة لإرجاع الماء إلى الخزان .
ما هو التحول الطاقي الذي يحدث ؟

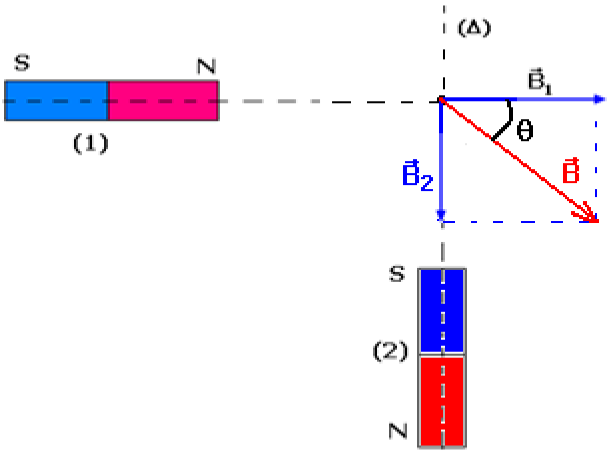
تصحيح تمارين حول المغنطيسية

<u>تمرين 1</u>

1 ـ مميزات متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}_2$:

الأصل : النقطة O

المنحى : بما أن الإبرة الممغنطة تنحرف في منحى دوران عقارب الساعة ، فإن منحى $\vec{B}_2$ سيكون من الأعلى نحو الأسفل على الورقة (أنظر الشكل)



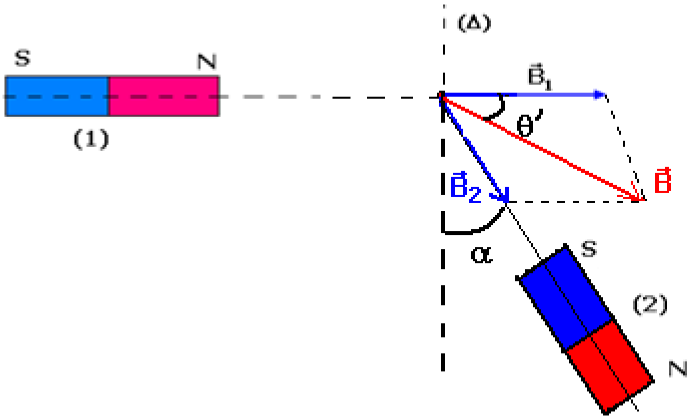
الاتجاه : عمودي على متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}_1$.

المنظم :

$$\tan\theta = \frac{B_2}{B_1} \Rightarrow B_2 = B_1 \tan\theta = 2,33.10^{-3}\,T$$

2 ـ نعتبر α الزاوية التي يجب أن ندير بها المغنطيس (2) لكي تتخذ الزاوية بين $\vec{B}$ و$\vec{B}_1$ القيمة θ′ (أنظر الشكل)

نختار محورين متعامدين ونسقط عليهما العلاقة المتجهية $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ فنحصل



على المحور الأفقي x′Ox

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

على المحور الرأسي y′Oy

$$-B\sin\theta' = -B_2\cos\alpha$$

من العلاقتين نستنتج أن :

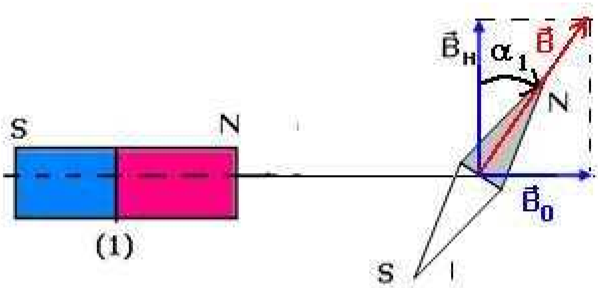
$$\tan\theta' = \frac{\sin\theta'}{\cos\theta'} = \frac{B_2\cos\alpha}{B_1 + B_2\sin\alpha}$$

لحل هذه المعادلة نضع $\tan\frac{\alpha}{2} = t$ وبالتالي يكون $\cos\alpha = \frac{1-t^2}{1+t^2}$, $\sin\alpha = \frac{2t}{1+t^2}$ وتصبح المعادلة السابقة على الشكل التالي :

$\tan\theta = \frac{B_2\left(1-t^2\right)}{B_1\left(1+t^2\right)+2B_2 t}$ وبالتالي تكون لدينا معادلة من الدرجة الثانية :

$$\left(B_1\tan\theta' + B_2\right)t^2 + 2B_2\tan\theta' + \left(B_1\tan\theta' - B_2\right) = 0$$

حل المعادلة يؤدي إلى حلين موجب وسالب ونأخذ الموجب t=0,100 وبالتالي α=11,5°



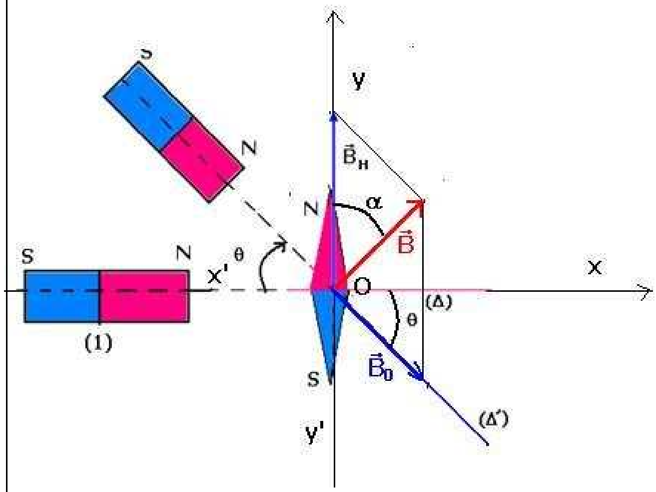
<u>تمرين 2</u>

1 ـ أ ـ أنظر الشكل

المغنطيس سيجدب القطب الجنوبي للإبرة الممغنطة . وستدور الإبرة في منحى دوران عقارب الساعة .

ب ـ شدة المجال المغنطيسي B_0 المحدث من طرف المغنطيس في النقطة O :

$$\tan\alpha_1 = \frac{B_0}{B_H} \Rightarrow B_0 = B_H \tan\alpha_1 = 3,46.10^{-5}\,T$$



2 ـ عند إدارة المحور (Δ) للمغنطيس بزاوية $\theta=60°$

نحصل على الشكل التالي :

بما أن القطب N للمغنطيس يوجد على نفس المسافة d من النقطة O ، فسيحتفظ المجال المغنطيسي المحدث من طرف المغنطيس على نفس الشدة

نسقط العلاقة المتجهية $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ على المحور x'Ox : $B\sin\alpha = B_0\cos\theta$

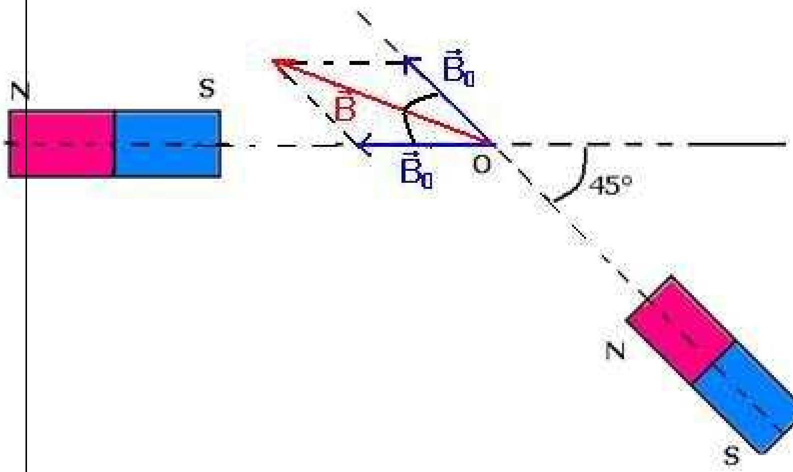
على المحور y'Oy $B\cos\alpha = B_H - B_0\sin\theta$

ومن العلاقتين نستنتج

$$\tan\alpha = \frac{B_0\cos\theta}{B_H - B_0\sin\theta}$$

تطبيق عددي : $B_0=3,46.10^{-5}T$ و $B_H=2.10^{-5}T$.

$\alpha=60,05°$



تمرين 3

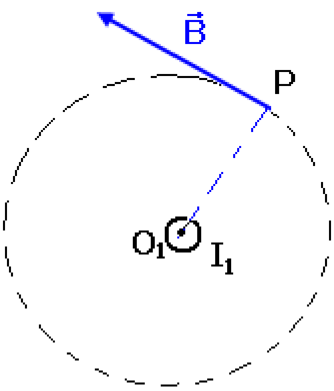
مميزات متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ في النقطة O :

المغنطيسين مماثلين ويوجدان على نفس المسافة من النقطة O أي أن شدة المجال المحدث من طرف كل مغنطيس ستكون متقايسة وتساوي $B_0=20mT$.

حسب العلاقة المتجهية :

$$B^2 = B_0^2 + B_0^2 + 2B_0^2\cos\frac{\pi}{4} \Rightarrow B^2 = 2B_0^2 + B_0^2\sqrt{2}$$

$$B^2 = B_0^2\left(2+\sqrt{2}\right) \Rightarrow B = B_0\sqrt{\left(2+\sqrt{2}\right)} = 36,95mT$$



تمرين 4

بالنسبة للتبيانة نعتبرالسلك متعامد مع مستوى الورقة

1 ـ مميزات متجهة المجال المغنطيسي المحدث من طرف السلك في النقطة P :

ـ الأصل : P

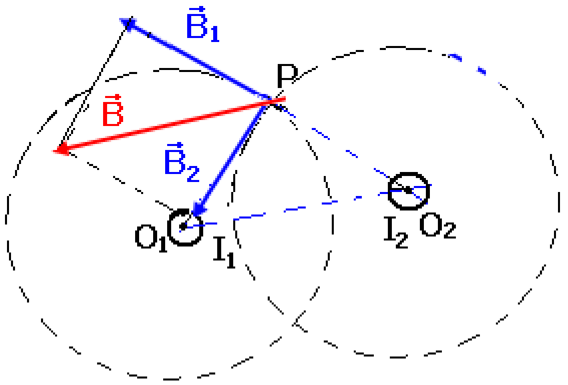
ـ المنحى نحدده بواسطة ملاحظ أمبير (أنظر الشكل)

ـ الاتجاه عمودي على شعاع خط المجال الدائري مركزه نقطة

تقاطع المستوى والسلك

ـ الشدة :

$$B=\frac{\mu_0 I}{2\pi . O_1P}=2.10^{-5}T$$



2 ـ منظم متجهة المجال المحدث من طرف السلكين :

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

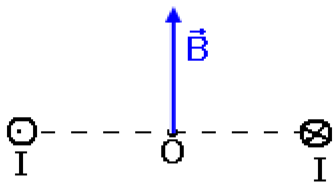
$$\vec{B}_1\perp\vec{B}_2\Rightarrow B^2=B_1^2+B_2^2$$

$$B=\frac{\mu_0 I_1}{2\pi O_1P}\sqrt{2}=2\sqrt{2}.10^{-5}T$$

تمرين 5

1 ـ تعين منحى التيار في الوشيعة :

بتطبيق ملاحظ أمبير يكون منحى التيار في الوشيعة كما يلي :



2 ـ 1 تعبير B_1 بدلالة I :

بما أن المنحنى $B_1=f(I)$ عبارة عن مستقيم يمر من أصل المحورين فإن معادلته تكتب على الشكل : $B_1=k.I$ حيث

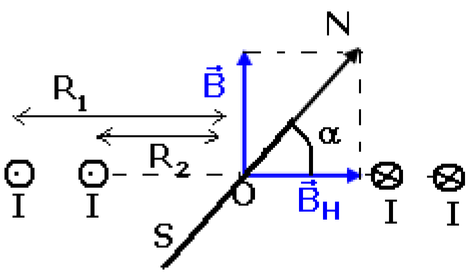
$k=\frac{\Delta B}{\Delta I}=6.10^{-5}T/A$ تمثل المعامل الموجه للمستقيم

وبالتالي : $B_1=6.10^{-5}I$.

2 ـ 2 استنتاج قيمة الشعاع R_1 :

بمقارنة التعبيرين التالين :

ـ شدة المجال المحدث من طرف الوشيعة في مركزها :



$$B_1=\frac{\mu_0 NI}{2.R_1}$$

ـ $B_1=k.I$

نستنتج أن $R_1=\frac{\mu_0 N}{2k}=10,5cm$

3 ـ 1 تحديد شدة المجال المغنطيسي الكلي **المحدث من طرف الوشيعتين** B : الوشيعتين يوجدان في مستوى الورقة .

$$\tan\alpha=\frac{B}{B_H}\Rightarrow B=B_H\tan\alpha=1,13.10^{-4}T$$

3 ـ 2 استنتاج شدة التيار الكهربائي I :

ـ يحدث التيار الكهربائي المار في الوشيعة (b_1) المجال B_1 شدته هي : $B_1=\frac{\mu_0 NI}{2.R_1}$

ـ يحدث التيار الكهربائي المار في الوشيعة (b_2) المجال B_2 شدته هي : $B_2=\frac{\mu_0 NI}{2.R_2}$

وبما أن للتيار نفس المنحى في الوشيعتين فإن $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ لهما نفس المنحى أي أن :

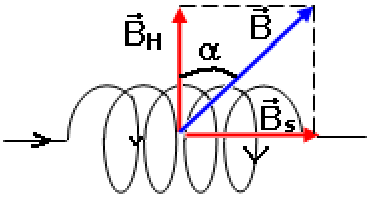
$B=B_1+B_2$ وبالتالي :

R

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$R_1 = 2R_2$$

$$B = \frac{3\mu_0 NI}{2R_1} \Rightarrow I = \frac{2R_1.B}{3\mu_0 N} = 0,63A$$



تمرين 6

بما أن الملف يتكون من 5 طبقات ولفاته متصلة فإن طول الملف هو

طول طبقة واحدة وهو : $\ell = N_1.d$

حيث N_1 عدد لفات طبقة واحدة وبالتالي فعدد اللفات بالنسبة لخمس

طبقات هو : $N = 5N_1$

وبالتالي فإن عدد اللفات هو : $N = \frac{5.\ell}{d}$

شدة المجال المحدث من طرف الملف اللولبي عندما يمر فيه تيار كهربائي هو :

$$B_S = \mu_0 \frac{5.I}{d}$$

إذن زاوية انحراف الإبرة عندما نمرر تيار كهربائي هي :

$$\tan\alpha = \frac{B_s}{B_H} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{5\mu_0 I}{d.B_H} = 1,57$$

$$\alpha = 57,5°$$

تمرين 7

1 ــ تعبير شدة المجال المغنطيسي في مركز ملف لولبي هو :

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N.I}{\sqrt{\ell^2 + 4r^2}} = \mu_0 \frac{N.I}{\ell}$$

2 ــ 1بما أن$\ell << r$ في العلاقة التالية :

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N.I}{\sqrt{\ell^2 + 4r^2}} = 4\pi.10^{-7}\frac{N.I}{\sqrt{4r^2}} = \frac{\mu_0 N.I}{2.r}$$

من خلال هذه المقاربة نتوصل إلى شدة المجال المغنطيسي في مركز وشيعة .

2 ــ 2 بنفس الطرق السابقة في التمارين نتوصل إلى

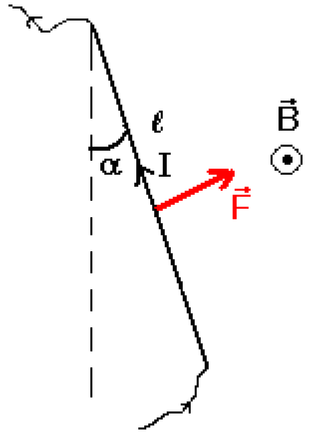
$$\tan\alpha = \frac{B_b}{B_H} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{\mu_0 NI}{2\left(\frac{d}{2}\right).B_H} = \frac{4\pi.10^{-7}200.5.10^{-3}}{2.15.10^{-2}.2.10^{-5}} = 0,209$$

$$\alpha = 11,8°$$

2 ــ 3 نحسب

R

$$\cos\alpha = \frac{B_h}{B_T} \Rightarrow B_T = \frac{B_h}{\cos\alpha} = \frac{2.10^{-5}}{0,978} = 2,04.10^{-5}\,T$$



تمرين 8

1 ـ لدينا حسب قانون لبلاص :

$F = I\ell B\sin\beta$ بحيث أن $\left(I\vec{\ell},\vec{B}\right) = \frac{\pi}{2}$ أي أن $\sin\beta = 1$

وبالتالي $F = I\ell B$

تطبيق عددي : $F = 10^{-2}N$

2 ـ إذا تضاعفت شدة التيار أي أن $I_1=2I$ فإن

$F' = 2I\ell B = 2.10^{-2}N$

تمرين 9

1 ـ مميزات قوة لبلاص المطبقة على الساق MN :

الأصل : مركزالساق MN

المنحى : حسب قاعدة اليد اليمنى أنظر الشكل (انتقال الساق نحو اليسار)

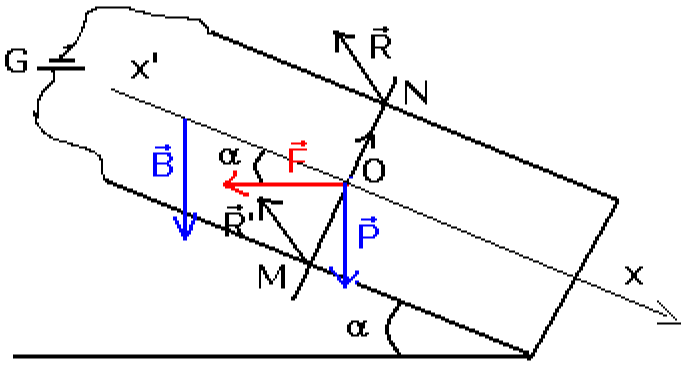
الاتجاه : عمودي على الساق والمتجهة $\vec{B}$ أي تنتمي إلى المستوى A'AMN

الشدة : $F = I\ell B\sin\beta$ بحيث أن

$\left(I\vec{\ell},\vec{B}\right) = \frac{\pi}{2}$ أي أن $\sin\beta = 1$ وبالتالي

$F = I\ell B$

$F = 0,1N$



2 ـ نميل السكتين بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي إلى أن تبقى الساق في حالة توازن بدون احتكاك فوق السكتين :

2 ـ 1 : أنظر الشكل

2 ـ 2 بما أن العارضة في حالة توازن ، نطبق شروط توازن جسم تحت تأثير عدة قوى .

جرد القوى المطبقة على العارضة :

$\vec{P},\vec{R},\vec{R'},\vec{F}$

بحيث أن : $\vec{P}+\vec{F}+\vec{R}+\vec{R}'=\vec{0}$

نسقط العلاقة على Ox :

$$-F\cos\alpha + P\sin\alpha = 0 \Rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg}$$

تطبيق عددي : $\alpha = 63,4°$

تمرين 10(أنظر الدرس)

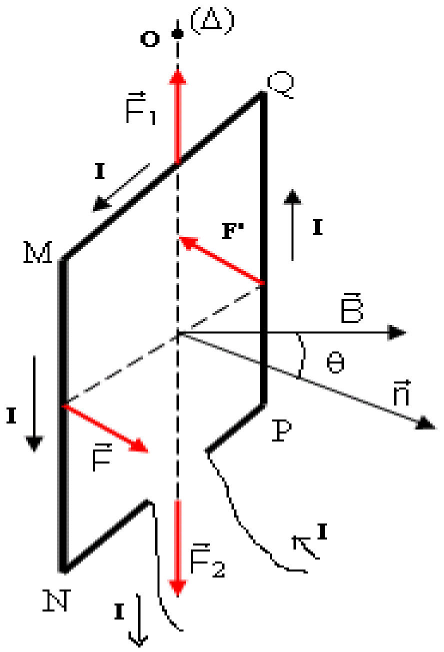
ـ تعين قوى لبلاص المطبقة على كل ضلع من أضلاع الإطار :

* على الضلع MQ يوجد تحت تأثير قوة لبلاص ممثلة بالمتجهة $\vec{F}_1$.

خط تأثيرها المحور (Δ)

منحاها : نحو الأعلى

R



شدتها : $F_1 = NI\ell\left|\sin\left(\theta+\frac{\pi}{2}\right)\right|$

عزم هذه القوة بالنسبة للمحور (Δ) منعدم .

* الضلع NP نمثل قوة لبلاص بالمتجهة $\vec{F}_2$

خط تأثيرها المحور (Δ)

منحاها نحو الأسفل

شدتها : $F_2 = NI\ell\left|\sin\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)\right|$

كذلك عزم هذه القوة منعدم .

* الضلع MN نمثل القوة بالمتجهة $\vec{F}$

خط تأثيرها عمودي على MN وعلى متجهة المجال المغناطيسي $\vec{B}$.

منحاها باستعمال قاعدة اليد اليمنى أي نحو الأمام .

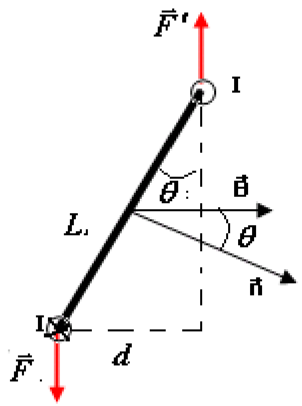
الشدة : $F = NI\ell B$ لكون أن $\theta = 0$ وبالتالي $\sin\theta = 1$

* على الضلع PQ نمثل القوة بالمتجهة $\vec{F}'$

خط تأثيرها عمودي على الضلع MN وعلى $\vec{B}$

منحاها : يعين باستعمال قاعدة اليد اليمنى وهو نحو الخلف

شدتها : $F' = NI\ell B$



من خلال الشكل يلاحظ أن $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ يكونان مزدوجة قوتين (نفس الشدة ، منحاهما متعاكسان ، لهما نفس خط التأثير)

عزمها بالنسبة للمحور (Δ) : $\mathcal{M}_\Delta = F.d$

بحيث أن $d = \ell\sin\theta$ إذن $\mathcal{M}_\Delta = N.I.S.B.\sin\theta$ و

$S = L.\ell$

من خلال هذه النتيجة يتبين أن $\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_i) = N.I.S.B.\sin\theta$

أي أن الإطار يدور حول المحور (Δ)

<u>تمرين 11</u>

2 ـ إحداثيات $\vec{F}$ على الاتجاه MP :

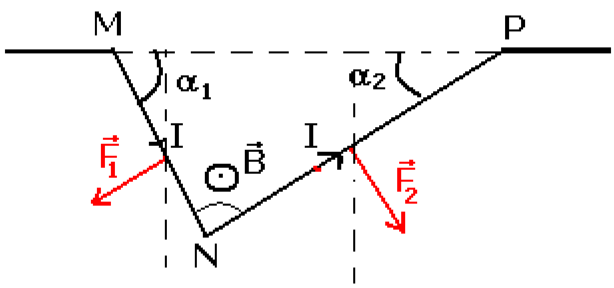
$$F_2\sin\alpha_2 - F_1\sin\alpha_1 = F_x$$

إحداثيات $\vec{F}$ على الاتجاه العمودة :

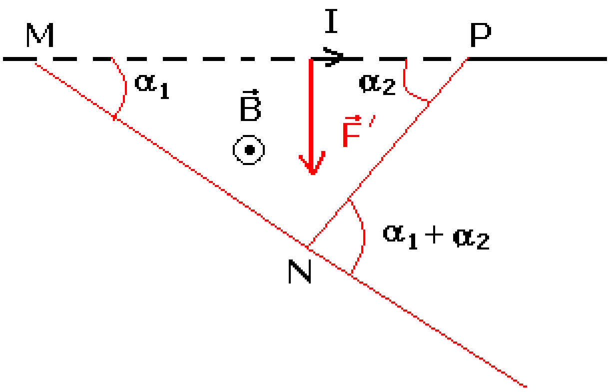
$$-F_2\cos\alpha_2 - F_1\cos\alpha_1 = F_y$$

منظم المتجهة $\vec{F}$:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$



$$F_x^2 = F_2^2 \sin^2\alpha_2 + F_1^2 \sin^2\alpha_1 + 2F_1F_2 \sin\alpha_1 . \sin\alpha_2$$
$$F_y^2 = F_2^2 \cos^2\alpha_2 + F_1^2 \cos^2\alpha_1 + 2F_1F_2 \cos\alpha_1 . \cos\alpha_2$$
$$F^2 = F_x^2 + F_y^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)$$
$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}$$
$$F_1 = IL_1B , F_2 = IL_2B$$
$$F = IB\sqrt{L_1^2 + L_2^2 + 2L_1L_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)}$$



3 ـ متجهة القوة المطبقة على الجزء المستقيمي MP :

الجزء MP يخضع لقوة لبلاص $\vec{F}'$ بحيث أن

$$\vec{F}' = I\overrightarrow{MP} \wedge B$$

ولدينا $\overrightarrow{MP} = \overrightarrow{MN} + \overrightarrow{NP}$

وحسب الجداء السلمي لدينا :

$$MP^2 = MN^2 + NP^2 + 2MN.NP.\cos(\overrightarrow{MN}, \overrightarrow{NP})$$

نضع MP=L ولدينا حسب الشكل ان $(\overrightarrow{MN}, \overrightarrow{NP}) = (\alpha_1 + \alpha_2)$ وبالتالي :

$$F' = ILB = IB\sqrt{L_1^2 + L_2^2 + 2L_1L_2 \cos(\alpha_1 + \alpha_2)} = F$$

<u>تمرين 12</u>

1 ـ مميزات قوة لبلاص

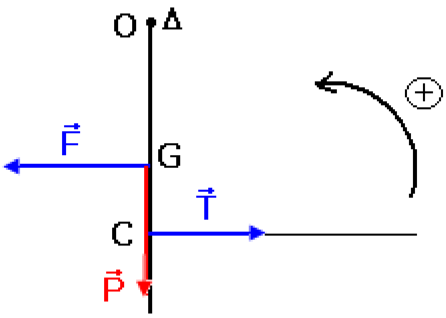
بما أن قوة لبلاص تساهم في توازن السلك OH فمميزاتها كالتالي :

ـ نقطة التأثير : G

ـ خط التأثير : المستقيم الأفقي المار من G أو العمودي على السلك

ـ المنحى : المنحى المعاكس لتأثير الخيط أي من G نحو اليسار .

ـ الشدة : F=IBd



2 ـ إثبات العلاقة :

عند التوازن يخضع السلك إلى القوى التالية : $\vec{P}$ وزن السلك ، $\vec{F}$ قوة لبلاص ، $\vec{T}$ تأثير الخيط .

بتطبيق مبرهنة العزم لتوازن السلك OH نكتب :

$$M_\Delta(\vec{F}) + M_\Delta(\vec{P}) + M_\Delta(\vec{T}) = 0$$

المحور Δ متطابق مع النقطة O وأن $M_\Delta(\vec{P}) = 0$

وحسب المنحى المحدد في الشكل نكتب :

$$M_\Delta(\vec{T}) = \frac{2}{3}mgL$$

$$M_\Delta(\vec{F}) = -\frac{1}{2}IdBL$$

وبالتالي تصبح العلاقة :

R

$$M_{\Delta}(\vec{F})+M_{\Delta}(\vec{T})=0\Rightarrow-\frac{1}{2}IdBL+\frac{2}{3}mgL=0$$

$$m=\frac{3}{4}.\frac{Bd.I}{g}$$

3ـ1 تعبير m بدلالة I

بما أن المنحنى m=f(I) عبارة عن جزء من مستقيم يمر من أصل المحورين ، فإن معادلته تكتب على الشكل التالي : m=K.I

حيث K المعامل الموجه للجزء من المستقيم مبيانيا نجد $K=7,5.10^{-3}S.I$

ومنه : $m=7,5.10^{-3}.I$

3 ـ 2 استنتاج قيمة الشدة B :

بناءا على العلاقتين المحصل عليهما في السؤالين 2 و 3 ـ 1 نجد :

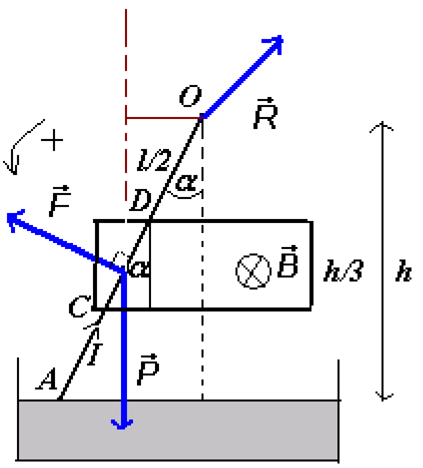
$$B=\frac{4g.K}{3d}=1T$$

تمرين 13

1ـ منحى التيار في السلك

حسب قوة لبلاص $\vec{F}=I\overrightarrow{CD}\wedge\vec{B}$ بحيث أن قوة لبلاص $\vec{F}$ متعامدة مع $\overrightarrow{OA}$ و $\vec{B}$ أي أن ويكون المتجهات الثلاث ثلاثي الأوجه مباشر . حسب خاصيات الجداء المتجهي $\vec{B}\wedge\vec{F}=I\overrightarrow{CD}$ أي أن منحى التيار من A نحو O

2 ـ تعبير شدة المجال $\vec{B}$



القضيب في حالة توازن تحت تأثير القوى التالية :

$\vec{P}$ ، $\vec{R}$ ، $\vec{F}$ قوة لبلاص $\vec{F}=I\overrightarrow{CD}\wedge\vec{B}$ وبما أن $\vec{B}$ عمودية على $\overrightarrow{CD}$ فإن $(\overrightarrow{CD},\vec{B})=\frac{\pi}{2}$

حسب شروط التوازن : $\vec{P}+\vec{F}+\vec{R}=\vec{0}$

$$(1)\sum\mathcal{M}_o(\vec{F}_i)=0\Leftrightarrow\mathcal{M}_o(\vec{P})+\mathcal{M}_o(\vec{F})+\mathcal{M}_o(\vec{R})=0$$

و $\mathcal{M}_o(\vec{P})=+P.\frac{\ell}{2}.\sin\alpha$ و $\mathcal{M}_o(\vec{R})=0$

$\mathcal{M}_o(\vec{F})=-I\frac{h}{3.\cos\alpha}.B.\frac{\ell}{2}$ وبما أن $\cos\alpha=\frac{h}{\ell}$

$\mathcal{M}_o(\vec{F})=-I\frac{\ell}{3}.B.\frac{\ell}{2}$ في العلاقة (1) $P\frac{\ell}{2}\sin\alpha=I.B.\frac{\ell^2}{6}$

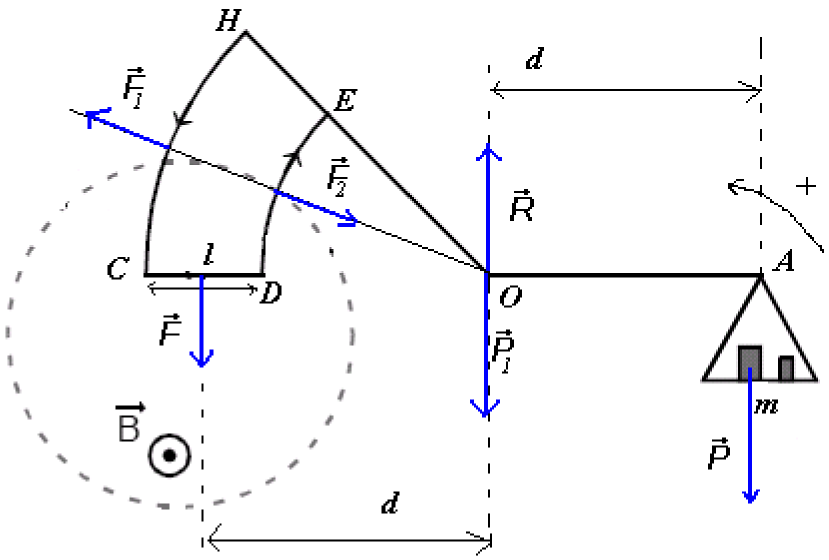
أي أن $B=\frac{3P\sin\alpha}{I.\ell}$ أو كذلك التعبير التالي صحيح $B=\frac{3P\sin\alpha\cos\alpha}{Ih}=\frac{3P\sin2\alpha}{2I.h}$

نحسب قيمة B

حساب α نطبق العلاقة السابقة $\cos\alpha=\frac{h}{\ell}$ فنحصل على $\alpha=10,23°$ ومنه فإن

$$B=2,02.10^{2}T$$

تمرين 14



1 ـ 1 تمثيل متجهات القوى المطبقة على الميزان

1 ـ 2 حسب ملاحظ أمبير يكون منحى التيار الكهربائي في الدارة HCDE من C إلى D .

2 ـ بتطبيق مبرهنة العزوم نجد :

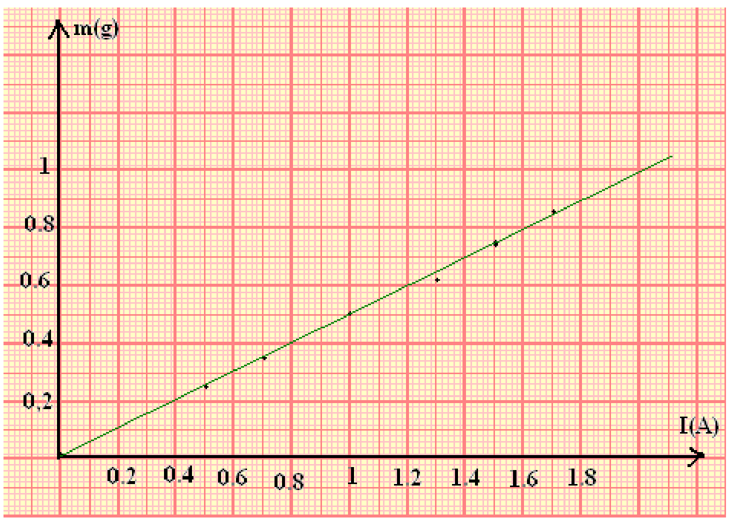
حسب الشكل وبالنسبة لمحور يمر من النقطة O فإن $\mathcal{M}_O(\vec{P}_1)=0$ و $\mathcal{M}_O(\vec{R})=0$ و

$\mathcal{M}_O(\vec{F}_1)=\mathcal{M}_O(\vec{F}_2)=0$

$\mathcal{M}_O(\vec{P})=-mgd$ و $\mathcal{M}_O(\vec{F})=F.d$ ومنه حسب مبرهنة العزوم : $F.d-mgd=0$ أي أن $m=\dfrac{F}{g}$

وبما أن F شدة قوة لبلاص تساوي $F=IB\ell$ فإن $m=\dfrac{IB\ell}{g}$

3 ـ 1



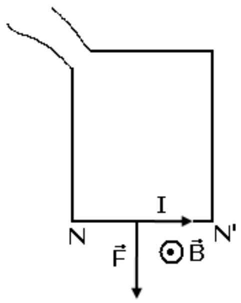
3 ـ 2 ـ أ المعامل الموجه هو $K=\dfrac{\Delta m}{\Delta I}=5.10^{-4}\,kg/A$ حسب العلاقة السابقة $m=\dfrac{IB\ell}{g}$ وكذلك

حسب المنحنى $m=f(I)=K.I$ نجد أن $K=\dfrac{B\ell}{g}$ وبالتالي $B=\dfrac{K.g}{\ell}$ تطبيق عددي نجد

$B=0,25T$

ب ـ قيمة الكتلة المعلمة التي تناسب شدة التيار $I=0,8A$ هي $m=4.10^{-4}kg$

تمرين 15



1 ــ عندما يكون التيار الكهربائي منعدما :

تكون القوى المغنطيسية المطبقة على الإطار كذلك منعدمة وبالتالي يشير الدينامومتر في هذه الحالة إلى شدة وزن الجسم (حسب شروط توازن جسم تحت تأثير قوتين) $P=2N$.

2 ــ 1 تمثيل القوة $\vec{F}$ ومنحى التيار الكهربائي :

بما أن الدينامومتر يشير إلى القيمة $2,5N$ فإن منحى القوة المغنطيسية يكون من الأعلى نحو الأسفل وشدتها : $F=2,5-2=0,5N$.

وحسب منحى متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ يكون التيار من N نحو N' .

2 ــ 2 تحديد شدة المجال $\vec{B}$:

لدينا حسب قانون لبلاص :

$$\vec{F}=I\overrightarrow{NN'}\wedge\vec{B}\Rightarrow F=IB.NN'.\sin\frac{\pi}{2}=IB.NN'$$

$$B=\frac{F}{I.NN'}$$

تطبيق عددي : $B=0,5T$

2 ــ 3 لنبين أنه عندما نغمر الإطار في المجال المغنطيسي إلى النقطتين C و D فإن إشارة الدينامومتر لا تتغير :

عند غمر الإطار في المجال المغنطيسي $\vec{B}$ إلى النقطتين C و D فإن الجزئين CN و $N'D$ يخضعان إلى قوتين مغنطيسيتين :

$$\vec{F}_{CN}=I.\overrightarrow{CN}\wedge\vec{B}\quad,\quad\vec{F}_{N'D}=I.\overrightarrow{N'D}\wedge\vec{B}$$

وبما أن النقطتين توجدان على نفس الخط الأفقي أي أن $CN=N'D$ ، فإن للقوتين نفس الشدة ونفس خط التأثير ومنحيان متعاكسان وبالتالي : $\vec{F}_{CN}+\vec{F}_{N'D}=\vec{0}$ الشيء الذي يبين عدم تغير إشارة الدينامومتر .

3 ــ 1 تحديد قيمة إشارة الدينامومتر :

عندما نعكس منحى التيار الكهربائي المار في الإطار دون تغيير شدته ، فإنه يتغير منحى القوة المغنطيسية $\vec{F}$ المطبقة على الضلع NN' دون تغيير شدتها $F=0,5N$.

وبالتالي تكون شدة التيار الكهربائي هي : $2-0,5=1,5N$.

3 ــ 2 تحديد إشارة الدينامومتر في حالة $B=0$:

عندما تنعدم الشدة B تنعدم كذلك شدة القوة المغنطيسية أو بالأحرى غياب القوة المغنطيسية وبالتالي يشير الدينامومتر إلى وزن الإطار $P=2N$.

تمرين 16

1 ــ الحصيلة الطاقية للمحرك المكون من الساق :

الطاقة المكتسبة من طرف الساق والتي يمنحها المولد للساق تتحول إلى طاقة ميكانيكية وطاقة حرارية مبددة بمفعول جول في الساق :

$W_e=W_m+W_{th}$ بحيث أن $W_m=W(\vec{T})=T.x$ و $W_{th}=RI^2\Delta t$

$T=F=IBd$ و $x=V.\Delta t$ وبالتالي $W_m=IBdV\Delta t$

2 ـ الطاقة المكتسبة من طرف المحرك (الساق) $W_e=UI\,\Delta t=IBdV\Delta t+RI^2\Delta t$

أي أن $U=RI+BdV$ وبالتالي : $E'=BdV$

3 ـ تعبير شدة التيار الكهربائي :

نفترض أن كتلة البكرة مهملة والخيط غير قابل للإمتداد وكتلته مهملة في هذه الحالة سيكون عندنا :

$$P=Mg=T=IBd$$

$$I=\frac{M.g}{B.d}$$

<u>تمرين 17</u>

1 ـ تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

2 ـ حسب مبدأ انحفاظ الطاقة خلال هذا التحول لدينا : $W_m=W_e+W_{th}$

بحيث أن $W_e=0,6W_m$ وأن $W_m=MgH$ أي أن الطاقة الكهربائية المولدة هي :

$W_e=0,6MgH=6Mj$

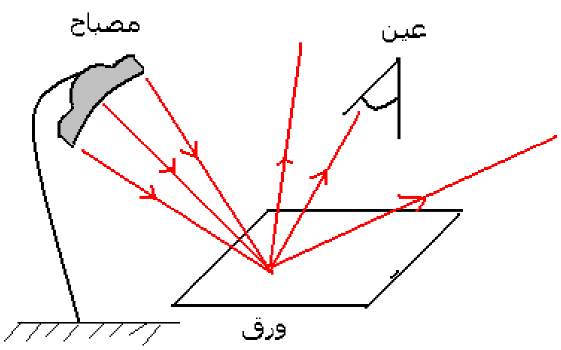
3 ـ تتحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

R

شروط قابلية رؤية الشيء

I ـ رؤية الأشياء

1 ـ مفهوم الشيء الضوئي



أ ـ نسمي الشيء الضوئي كل شيء ينبعث من الضوء .

ب ـ الأشياء الضوئية نوعان :

ـ أشياء تنتج الضوء وتسمى منابع الضوء Des sources lumineuses كالشمس والمصباح المتوهج ، القنديل الخ

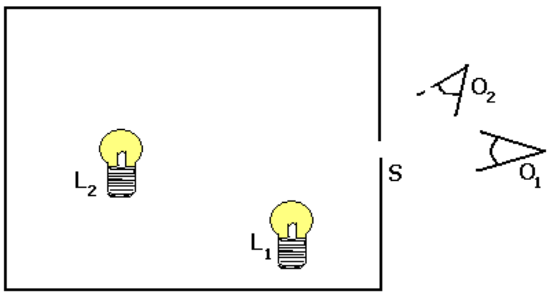
ـ أشياء مضاءة ، لا يمكن رؤيتها إلا إذا سلط عليها الضوء ، هذه الأشياء تستقبل الضوء وترسل منه جزءا في جميع الاتجاهات (تشتته) مثال : القمر والورق الشفاف ..

يمكن اعتبار الشيء الضوئي مكون من مجموعة نقط باعثة أو مشتتة للضوء Emission ou diffusion ، كل نقطة منه تسمى بالنقطة الشيء الضوئي .

2 ـ هل يمكن رؤية الضوء ؟ : شرطا قابلية رؤية الشيء

تمرين 1

يوجد داخل علبة مظلمة وجوانبها الداخلية سوداء بها ثقب S ، مصباحان L_1 و L_2 مشتغلان .

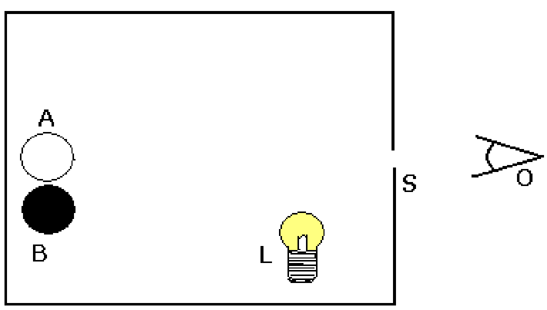


ملاحظان O_1 و O_2 يوجدان في الوضعية المشار إليها في التبيانة جانبه ينظران من خلال الثقب S .

1 ـ أي من المصباحان يراه الملاحظ O_1 ؟ لماذا لا يرى هذا الملاحظ المصباح الآخر ؟

نفس السؤال بالنسبة للملاحظ O_2 .

2 ـ في التجربة الثانية لا ترى العين O إلا الجسم A ، فسر ذلك .



3 ـ أستنتج شروط رؤية الشيء .

خلاصة : **لا يمكن رؤية الشيء إلا إذا كان منبعا للضوء أو مضاءا ويشتت جزءا من الضوء الذي يستقبله .** (الضوء لا يرى لكن ترى الأشياء المضاءة)**وأن يصل الضوء المنبعث من الشيء إلى عين المشاهد .**

3 ـ مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء .

أ ـ الوسط الشفاف والوسط المعتم :

كل وسط يخترقه الضوء فهو وسط شفاف transparent. في حالة عكس ذلك يسمى الوسط معتم opaque . ويكون الوسط متجانس إذا كان يتميز بنفس الخاصيات البصرية في جميع نقطه

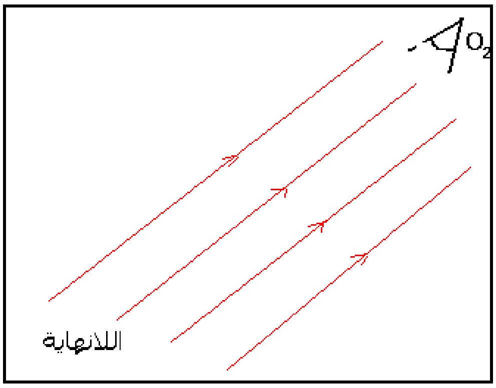
ب ـ مبدأ الانتشار المستقيمي للضوء :

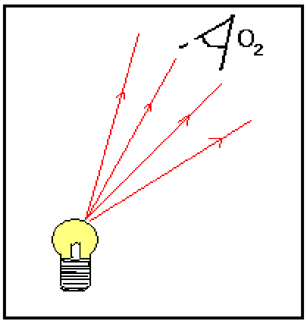
ينتشر الضوء في وسط شفاف ومتجانس وفق خطوط مستقيمية .

ج ـ نموذج الشعاع الضوئي

يمكن تمثيل المسارات التي يسلكها الضوء المنبعث من نقطة شيء في وسط شفاف ومتجانس ، بمستقيمات موجهة بسهم حسب منحى انتشار الضوء اتداءا من نقطة الشيء :
نسمي كلا من هذه المستقيمات : شعاعا ضوئيا rayon lumineux .

ملحوظة 1 :
ليس للشعاع الضوئي وجود مادي ، فمن المستحيل عزل شعاع واحد عن حزمة ضوئية تجريبيا
ملحوظة 2:
إذا كان الشيء بعيدا جدا عن العين ، أي يمكن اعتباره موجودا في اللانهاية ، فإن الأشعة التي تبعثها كل نقطة منه تكون متوازية فيما بينها .
إذا كان الشيء قريبا ، نعتبر أن كل نقطة منه تبعث حزمة ضوئية متفرقة .





II ـ ظاهرة انكسار وانعكاس الضوء

النشاط التجريبي
نضع نصف أسطوانة من البليكسيكلاص على قرص مدرج وبواسطة منبع ضوئي ، يتكون من مصباح يعطي ضوءا أبيضا ، نرسل حزمة ضوئية رقيقة تمر من النقطة O مركز نصف الأسطوانة .
حيث تتستت الحزمة الضوئية على القرص المدرج وفق خط مستقيمي .
ـ حدد زاوية الورود i_1 ، ثم قس زاوية الانكسار i_2 على البليكسيكلاص .
ـ أنجز قياسات متعددة وذلك بتغيير زاوية الورود .
املأ الجدول التالي :

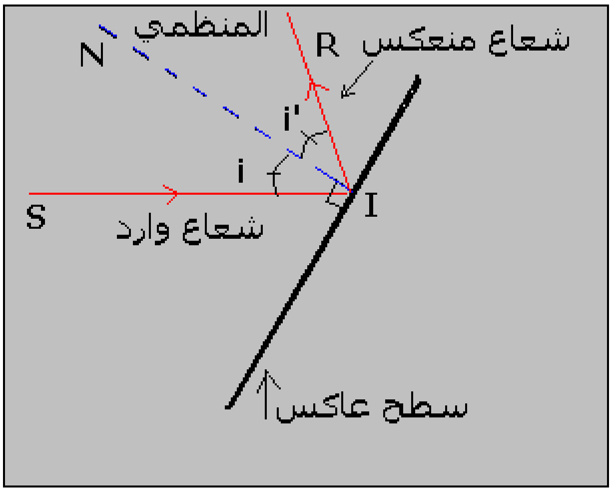
$i_1°$	0	10	20	30	40	50	60	70	80
$i'_1°$									
$i_2°$									
$Sini_1$									
Sin_2									

استثمار :
1 ـ تحقق من أن الحزمة الضوئية الواردة والحزمة الضوئية المنعكسة توجدان في نفس المستوى .
2 ـ تحقق كذلك من أن الحزنمة الضوئية الواردة والحزمة الضوئية المنكسرة توجدان في نفس المستوى أيضا .
3 ـ قارن بين قيم i_1 زاوية الورود وقيم i'_1 زاوية الانعكاس . ماذا تستنتج ؟

4 ـ حدد وسطي انتشار الحزمتين الضوئيتين الواردة والمنكسرة.
5 ـ أرسم المنحنى $\sin i_1=f(\sin i_2)$.
2 ـ أكتب الصيغة الرياضية لهذا المستقيم . ماذا يمثل معامله الموجه الذي نسميه بمعامل الانكسار ؟ استنتج قيمته .
3 ـ استنتج العلاقة بين زاوية الورود وزاوية الانكسار .
4 ـ ماذا يحدث لأشعة الضوء عند اجتيازها لسطح كاسر ؟

1 ـ انعكاس الضوء

أ تعريف



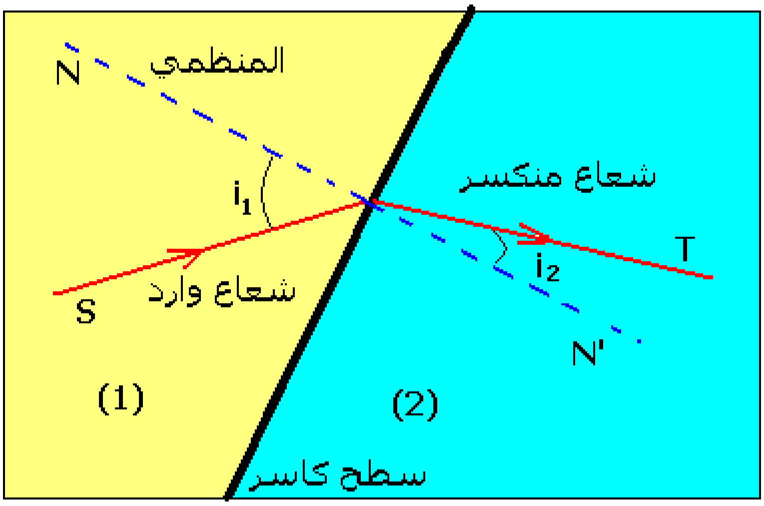
الانعكاس هو انحراف شعاع ضوئي وفق اتجاه معين ، عندما يرد الشعاع الضوئي على سطح عاكس . ويتم هذا الانحراف في نفس الوسط الذي يأتي منه الشعاع الوارد .
نسمي مستوى الورود المستوى الذي يضم المنظمي والشعاع الضوئي الوارد .
زاوية الورود i هي الزاوية التي يشكلها الشعاع الوارد مع المنظمي .
زاوية الانعكاس i' هي الزاوية التي يكونها الشعاع المنعكس مع المنظمي .

ب ـ قانونا ديكارت للانعكاس .

القانون الأول : الشعاع الوارد والشعاع المنعكس يوجدان في نفس المستوى (مستوى الورود)
القانون الثاني : زاوية الورود i وزاوية الانعكاس i' متساويتان : $i=i'$

2 ـ انكسار الضوء

أ ـ تعريف



الانكسار هو تغيير اتجاه شعاع ضوئي عندما يعبر هذا الأخير السطح الفاصل بين وسطين مختلفين وشفافين ومتجانسين .
السطح الكاسر هو السطح الفاصل بين الوسطين . والمنظمي هو المستقيم العمودي على السطح الكاسر عند نقطة الورود I .
يكوّن الشعاع الوارد مع المنظمي زاوية الورود i_1 ويكوّن الشعاع المنكسر مع المنظمي زاوية الانكسار i_2 .

ب ـ قانونا ديكارت الانكسار

القانون الأول : الشعاع الوارد والشعاع المنكسر يوجدان في نفس المستوى .
القانون الثاني : زاوية الورود i_1 وزاوية الانكسار i_2 ترتبطان بالعلاقة :

$$n_1\sin i_1=n_2\sin i_2$$

حيث n_1 معامل الانكسار للوسط (1)
و n_2 معامل الانكسار للوسط (2)

ج ـ معامل الانكسار

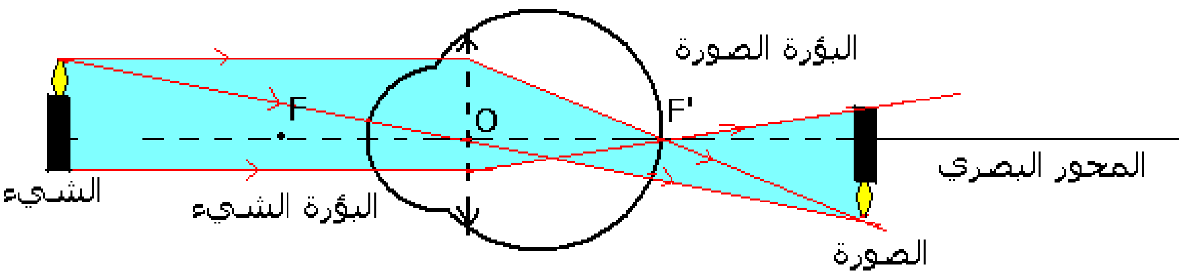
*** معامل الانكسار النسبي**
نعرف معامل الانكسار النسبي للوسط (2) بالنسبة للوسط (1) بالعلاقة التالية :

$$n_{2/1} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

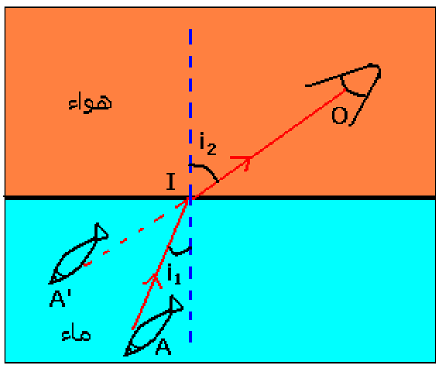
وهو مقدار بدون وحدة .
*** معامل الانكسار المطلق**
نسمي معامل الانكسار المطلق n لوسط شفاف ، معامل انكسار هذا الوسط بالنسبة للفراغ .
معامل انكسار الفراغ يساوي 1
معامل الانكسار المطلق للهواء هو : n=1,0003
معامل الانكسار المطلق للزجاج هو : n=1,5
ملحوظة :
حسب القانون الثاني للديكارت يمكن كتابة العلاقة على الشكل التالي :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$$

إذا كانت $n_1<n_2$ فإن $\sin i_2<\sin i_1$ وبالتالي $i_2<i_1$ يكون انحناء الشعاع الضوئي دائما نحو المناطق التي لها معامل انكسار تزايدي .
تطبيقات للإنكسار : رؤية الأشياء
يمكن تشبيه العين بجهاز بصري يتكون من سطوح كاسرة، البؤبؤ ، السائل الزجاجي ، الشبكية ويمكن تمثيل العين بعدسة مجمعة مسافتها البؤرية الصورة f′ . ويسمى هذا النموذج بالعين البسيطة .
بالنسبة لهذا النموذج لا تتكون الصورة في الشبكية عندما يكون الشيء قريبا . لتصحيح ذلك تؤثر عضلات العين على البلورية لتغير مسافتها البؤرية الصورة . نقول أن العين تكيفت .
وتجدر الإشارة إلى أن الرؤية عند الإنسان ، تتعلق أساسا باشتغال الدماغ وراء المستقبل وهو العين .



أمثلة لتكيف الدماغ على الانتشار المستقيمي للضوء
مثال 1
مثال ثاني : السراب



ترى العين السمكة وكأنها قرئية من السطح الحر للماء وهذا ليس حقيقة

<u>3 ـ مبدأ الرجوع العكسي للضوء</u>
نص المبدأ :
إذا سلك الضوء مسارا معينا ، فإنه عند عكس منحة انتشاره يسلك نفس المسار .

R

III ـ العدسة أداة تغير شكل حزمة ضوئية .

1 ـ تعريف

العدسة الكروية وسط شفاف ومتجانس محدود بوجهين كرويين أوبوجه كروي وآخر مستو .

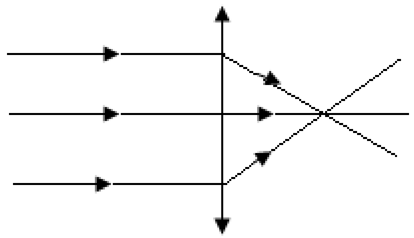
سمك حافة عدسة كروية يختلف عن سمك وسطها ، وهي نوعان :

ــ عدسات ذات حافة رقيقة وتتميز بكونها رقيقة عند الحافة وتزداد سمكا في الوسط ، وتسمى العدسات المجمعة .

ــ عدسات ذات حافة سميكة وتتميز بكونها رقيقة في الوسط وتزداد سمكا عند الحافة وتسمى العدسات المجمعة .

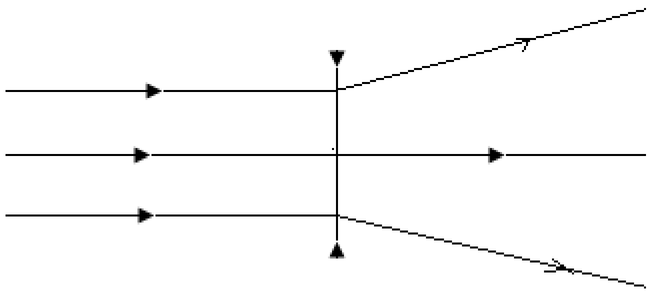
2 ـ تأثير عدسة مجمعة وعدسة مفرقة على حزمة ضوئية متوازية .

تجربة 1:



العدسة المجمعة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية مجمعة .

تجربة 2



العدسة المفرقة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية متفرقة .

ملحوظة : الأوساط الشفافة للعين تتصرف مثل عدسة مجمعة ، ذلك أنها تجمع الحزم الضوئية التي تدخل إلى العين لتصل إلى الشبكية .

الصورة المحصل عليها بواسطة مرآة مستوية
Image formée par un miroir plan

I ـ صورة شيء محصل عليها بواسطة مرآة مستوية

1 ـ تعريف بالمرآة المستوية

نسمي مرآة مستوية كل سطح مستو عاكس للضوء الذي يرد عليه .
مثال سطح ماء ساكن ، صفيحة فلزية مصقولة ، صفيحة زجاجية وجهها الخلفي مكسو بطبقة فلزية رقيقة .

2 ـ مشاهدة الصورة

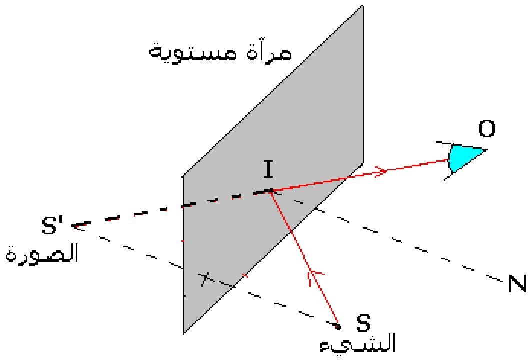
عند وضع جسم S أمام مرآة مستوية ، فإن الجسم S يمثل الشيء Objet بالنسبة للمرآة ، فتعطي المرآة صورة S′ للجسم S ، حيث S و S′ متماثلان بالنسبة للمرآة .

ملحوظات :

*عندما ترى عين الملاحظ النقطة S مباشرة ، تشكل النقطة S الشيء بالنسبة للعين .

* عندما ترى عين الملاحظ S′ من خلال المرآة فإن S′تمثل الشيء بالنسبة للعين .

* أما بالنسبة للمرآة فإن S هي النقطة الشيء و S′ هي النقطة الصورة المحصل عليها للشيء S .

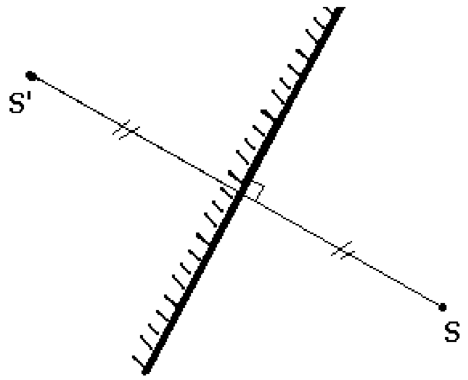


3 ـ تحديد موضع الصورة

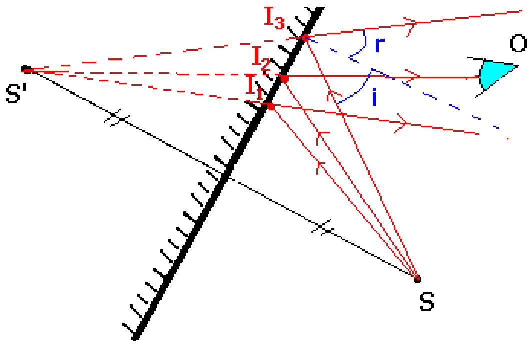
لتحديد موضع الصورة S′ لشيء S عبر مرآة مستوية هناك طريقتان:

الطريقة الأولى : بتحديد S′ نقطة تماثل النقطة S بالنسبة لمرآة مستوية .

الطريقة الثانية : بتحديد نقطة تقاطع امتدادات مسارات الأشعة المنعكسة .



تحديد'S نقطة تماثل S بالنسبة للمرآة المستوية



تحديد نقطة تقاطع امتدادات مسارات الأشعة المنعكسة

4 ـ أبعاد الصورة

تعطي المرآة المستوية لشيء صورة لها نفس أبعاد الشيء .

مراحل الإنشاء الهندسي للشعاع المنعكس الذي يصل إلى عين الملاحظ :

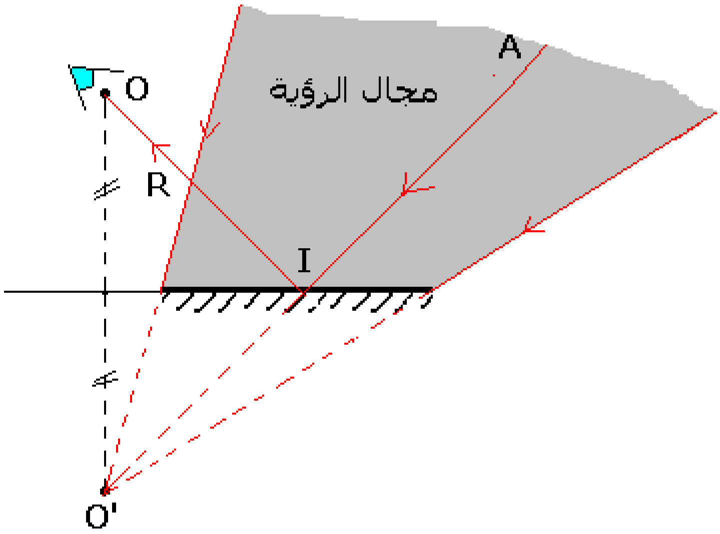
ـ نحدد متماثل A (الشيء) بالنسبة للمرآة : A′ .

ـ نحدد النقطة I نقطة الورود ونرسم الشعاع الوارد الممثل بالقطعة [AI].

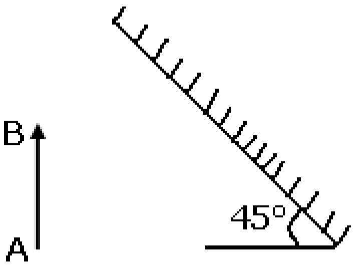
ـ نرسم الشعاع المنعكس الذي تمثله القطعة [OI]

II ـ مجال الرؤية

مجال الرؤية بالنسبة لمرآة مستوية ، بالنسبة لموضع (O) لعين ملاحظ ، هو حيز الفضاء الذي يمكن للعين رؤية صور الأشياء الموجودة فيه ، عبر المرآة . ويتعلق هذا المجال بموضع عين الملاحظ ، وبأبعاد المرآة .



تطبيقات



نعتبر AB شيئا ضوئيا يوجد أمام مرآة مستوية M مائلة بزاوية 45° عن المستوى الأفقي .

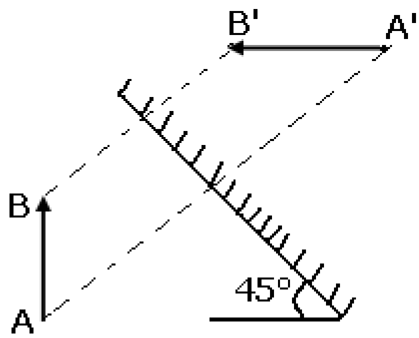
1 ـ أنشئ الصورة A′B′ التي تعطيها المرآة المستوية .

2 ـ لون المجال الذي يجب أن توجد فيه العين لكي ترى الشيء AB بكامله .

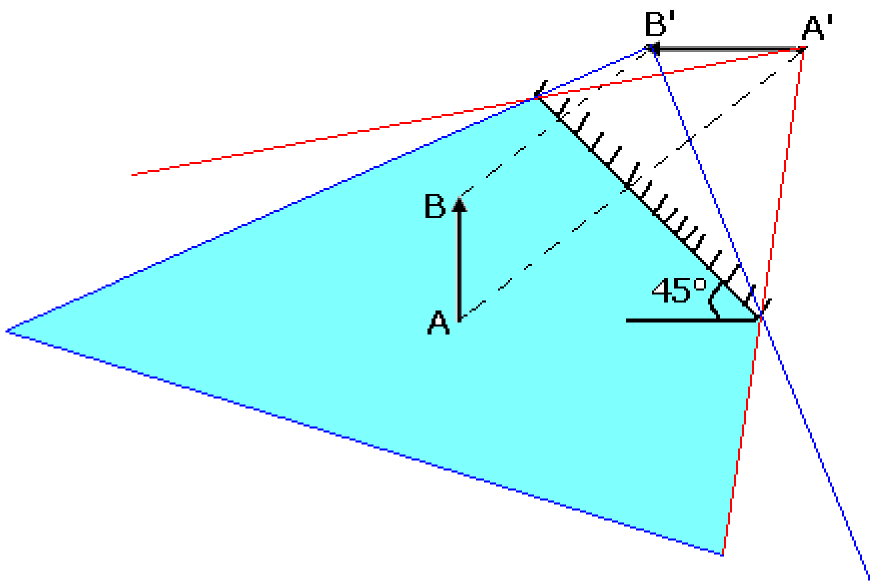
الحل :

1 ـ إنشاء الصورة A′B′

ننشئ المماثل ل A و B بالنسبة لمستوى المرآة



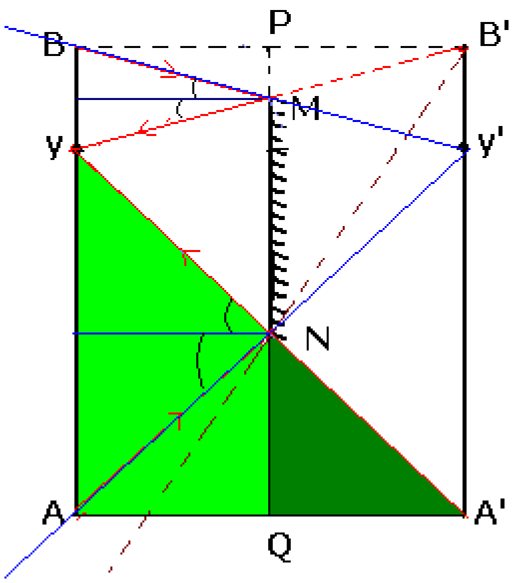
2 ـ المجال الذي يجب أن توجد فيه العين لكي ترى الشيء بكامله هو ذي اللون الأزرق .



تمرين 2

يرى مشاهد في مرآة ارتفاعها h ، وتوجد على مسافة d من سطح الأرض .
توجد عينا المشاهد على مسافة 1,60m من سطح الأرض ، والمسافة بين منبث شعره وعينيه تساوي 10cm .

1 ــ مثل مبيانيا صورة الشخص بواسطة المرآة .



نرمز للشخص الذي يرى في المرآة ب AB حيث النقطة A تمثل رجليه و النقطة B تمثل شعره و النقطة y تمثل عينيه . صورة الشخص بواسطة مرآة أنظر الشكل .

2 ــ أحسب المسافة d بين سطح الأرض والحافة الأفقي السفلى للمرآة لكي يرى الشخص رجليه في المرآة :

لكي يرى الشخص رجليه يجب أن تكون الأشعة المنبعثة من الرجلين تنعكس على حافة المرآة N تم تصل إلى العين .

نطبق خاصيات طاليس على المثلثين : A′QN و A′Ay

$$\frac{NQ}{yA} = \frac{A'Q}{A'A}$$

$$A'A = 2A'Q$$

$$NQ = d$$

$$yA = H = 1{,}60m$$

$$\frac{d}{H} = \frac{1}{2} \Rightarrow d = \frac{H}{2} = 0{,}80m$$

3 ــ ما هو الارتفاع الدنوي h_0 للمرآة المستوية لكي يرى الشخص رجليه وعينيه ؟

لكي يرى الشخص صورته من رجليه إلى منبت شعره ، يجب أن يكون داخل مجال الرؤية الدنوي ، وهو المخروط الذي رأسه y′ والمستند على حافتي المرآة N و M .

الارتفاع h_0 للمرآة هو: $h_0=NM=AB-QN-MP$

نعتبر المثلثين التاليين : BB′y و PB′M ونطبق خاصيات طاليس :

$$\frac{BB'}{BP} = \frac{By}{PM}$$

$$BB' = 2BP$$

$$yB = h' = 10cm$$

$$PM = ?$$

$$\frac{2}{1} = \frac{h'}{PM} \Rightarrow PM = \frac{h'}{2} = 5cm$$

وبالتالي فالارتفاع الدنوي $h_0=91cm$.

سلسلة التمارين حول البصريات 01
قابلية رؤية شيء

تمرين 1

ترد حزمة ضوئية دقيقة على السطح الأفقي لسائل . تكوّن هذه الحزمة زاوية 50° مع المستوى الأفقي .

علما أن زاوية الانحراف بين الحزمة الواردة والحزمة المنكسرة تساوي 17° ، أحسب معامل الانكسار للسائل .

تمرين 2 : الانكسار الحدى والانعكاس الكلي نرسل على سطح فاصل بين وسطين شفافين (1) و (2) وعاملا انكسارهما على التوالي n_1 و n_2 ، حزمة ضوئية دقيقة . نقول أن الوسط (2) أكثر انكسارية من الوسط (1) إذا كانت $n_2>n_1$.

(n_1و أقل انكسارية من n_2)

1 ـ الوسط (2) أكثر انكسارية من الوسط (1) . بتطبيق القانون الثاني لديكارت بين أن زاوية الانكسار i_2 لها قيمة حدية i_ℓ نسميها بزاوية الانكسار الحدي . أوجد تعبير i_ℓ بدلالة n_1 و n_2 .

تطبيق عددي : أحسب زاوية الانكسار الحدي عند انتقال الضوء من الهواء إلى الزجاج .

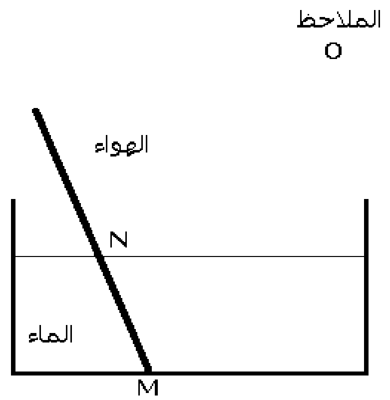
نعطي : معامل انكسار الهواء : $n_1=1$

معامل انكسار الماء : $n_2=1,33$.

2 ـ الوسط (2) أقل انكسارية من الوسط (1)

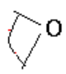
بتطبيق القانون الثاني لديكارت بين أن زاوية الورود لها قيمة حدية i_ℓ . وهي زاوية الإنكسار الحدي . و يلاحظ أن الشعاع الوارد ينعكس كليا على السطح الكاسر .

تطبيق : أحسب زاوية الانكسار الحدي عند انتقال الضوء من الزجاج إلى الهواء .



تمرين 3 العصا المنكسرة

نضع عصا في إناء مملوء بالماء بحيث تكون منغمرة جزئيا . فتظهر كأنها منكسرة على السطح الفاصل بين الهواء والماء . فسر هذه الظاهرة باستعمال الأشعة الضوئية المنبعثة من النقطة M والنقطة N ، والتي تصل إلى عين المشاهد .

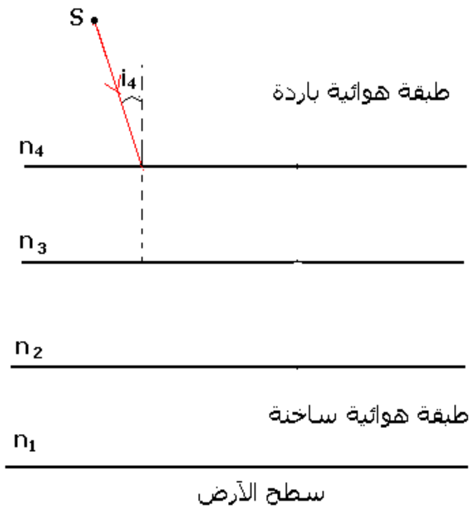


تمرين 4 : ظاهرة السراب le mirage

تظهر ظاهرة السراب عندما تكون درجة الحرارة للجو مرتفعة ، خصوصا في فصل الصيف ، حيث تِثر درجة الحرارة على معامل انكسار طبقات الهواء المجاورة لسطح الأرض .

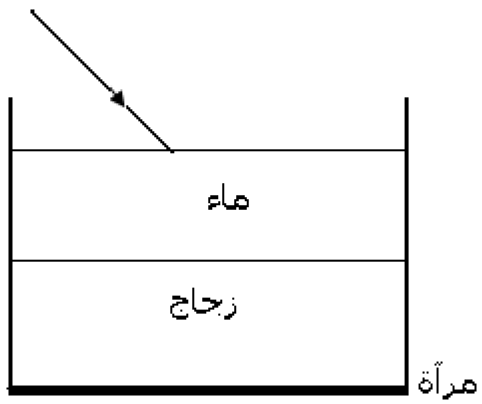
وكلما اقتربنا نحو الأرض تزداد درجة الحرارة ، وتنقص قيمة معامل الانكسار ، ممايؤدي إلى ظهور السراب .

1 ـ مثل المسار المتبع من طرف الشعاع الضوئي SI_4 بحيث أن نقطة الورود I_4 على السطح الفاصل بين طبقتين من الهواء وأن الزاوية $i_2=i_\ell$.



2 ـ حدد الشيء الذي سيلاحظه المشاهد O محددا منحى انتشار الضوء .

تمرين 5



ترد حزمة ضوئية دقيقة أحادية اللون على سطح الماء الموجود في إناء زجاجي قعره سميك ، والذي وضع على مرآة مستوية أفقية (أنظر الشكل) .

نعطي معامل الانكسار المطلق للهواء $n_1=1$ ومعامل الانكسار المطلق للماء: $n_2=1,33$.

1 ـ نضبط اتجاه الحزمة الضوئية الدقيقة بحيث تكون زاوية $60°$ مع سطح الماء . أحسب زاوية الانكسار بالنسبة للسطح الكاسر الهواء ـ الماء .

2 ـ أحسب معامل الانكسار المطلق n_3 للزجاج علما أن زاوية الانكسار بالنسبة للسطح الكاسر ماء ـ زجاج هي $19,5°$.

3 ـ حدد قيمة زاوية انعكاس الحزمة الضوئية على المرآة ثم مثل مسار الحزمة الضوئية في الأوساط الثلاثة بعد الانعكاس .

تمرين 6

I ـ نعتبر التركيب المبين في الشكل جانبه حيث يرد شعاع ضوئي على نصف أسطوانة من البليكسيكلاص معامل انكسارها $n=1,5$.

1 ـ اشرح لماذا لا يحدث انكسار الشعاع الضوئي عند النقطة K .

2 ـ يكون الشعاع الوارد زاوية $i=30°$ مع المنظمي على السطح الكاسر ، أحسب قيمة زاوية الانكسار .

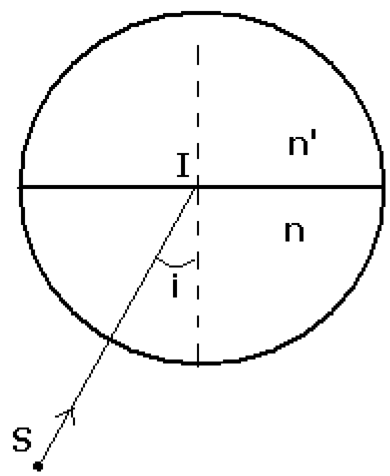
3 ـ عندما يصير الشعاع المنكسر مماسا للسطح الكاسر (زجاج ـ هواء) تأخذ زاوية الورود قيمة حدية α . أحسب α .

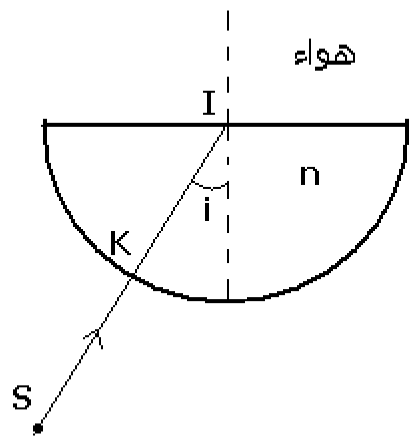
4 ـ ماذا يحدث إذا كانت زاوية الورود $i=60°$.

II ـ نضيف إلى نصف الأسطوانة السابقة ، نصف أسطوانة أخرى معامل انكسارها $n'=1,33$.

1 ـ حدد القيمة الجديدة لزاوية الانكسار الحدي .

2 ـ ماذا يحدث إذا كانت زاوية الورود $i=60°$ ؟





الصورة المحصل عليها بواسطة مرآة مستوية
Image formée par un miroir plan

I ـ صورة شيء محصل عليها بواسطة مرآة مستوية

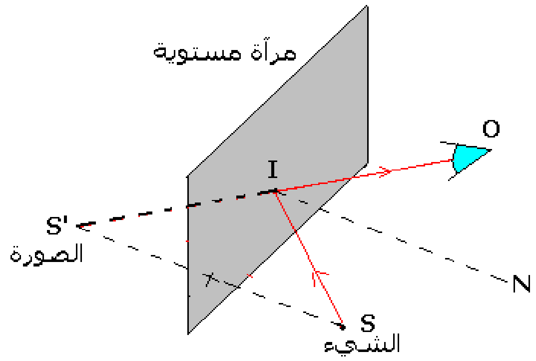
1 ـ تعريف بالمرآة المستوية

نسمي مرآة مستوية كل سطح مستو عاكس للضوء الذي يرد عليه .
مثال سطح ماء ساكن ، صفيحة فلزية مصقولة ، صفيحة زجاجية وجهها الخلفي مكسو بطبقة فلزية رقيقة .

2 ـ مشاهدة الصورة

عند وضع جسم S أمام مرآة مستوية ، فإن الجسم S يمثل الشيء Objet بالنسبة للمرآة ، فتعطي المرآة صورة S′ للجسم S ، حيث S و S′ متماثلان بالنسبة للمرآة .

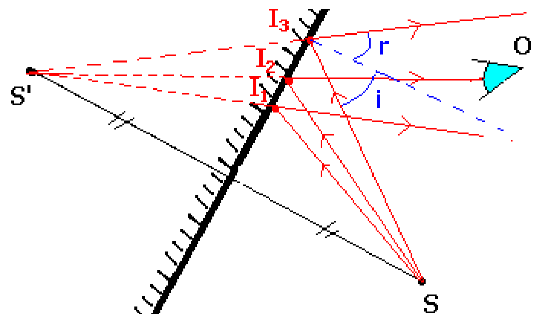
ملحوظات :



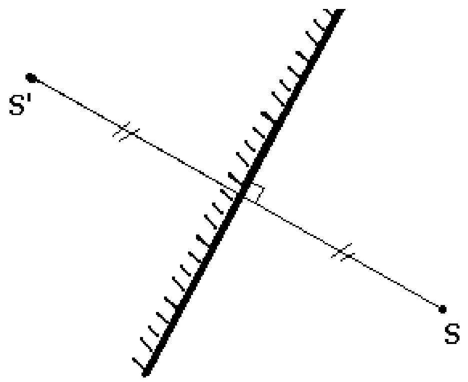
*عندما ترى عين الملاحظ النقطة S مباشرة ، تشكل النقطة S الشيء بالنسبة للعين .
* عندما ترى عين الملاحظ S′ من خلال المرآة فإن S′تمثل الشيء بالنسبة للعين .
* أما بالنسبة للمرآة فإن S هي النقطة الشيء و S′ هي النقطة الصورة المحصل عليها للشيء S .

3 ـ تحديد موضع الصورة

لتحديد موضع الصورة S′ لشيء S عبر مرآة مستوية هناك طريقتان:
الطريقة الأولى : بتحديد S′ نقطة تماثل النقطة S بالنسبة لمرآة مستوية .
الطريقة الثانية : بتحديد نقطة تقاطع امتدادات مسارات الأشعة المنعكسة .



تحديد نقطة تقاطع امتدادات مسارات الأشعة المنعكسة



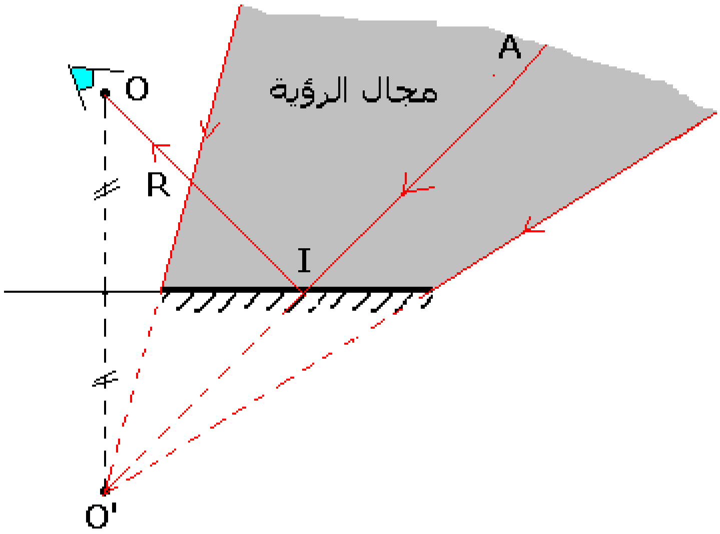
تحديد S' نقطة تماثل S بالنسبة للمرآة المستوية

4 ـ أبعاد الصورة

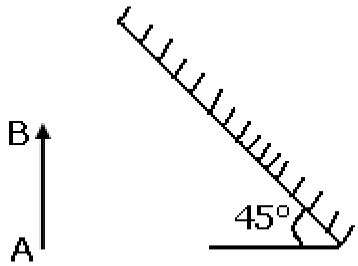
تعطي المرآة المستوية لشيء صورة لها نفس أبعاد الشيء .
مراحل الإنشاء الهندسي للشعاع المنعكس الذي يصل إلى عين الملاحظ :
ـ نحدد متماثل A (الشيء) بالنسبة للمرآة : A′ .
ـ نحدد النقطة I نقطة الورود ونرسم الشعاع الوارد الممثل بالقطعة [AI].
ـ نرسم الشعاع المنعكس الذي تمثله القطعة [OI]

II ـ مجال الرؤية

مجال الرؤية بالنسبة لمرآة مستوية ، بالنسبة لموضع (O) لعين ملاحظ ، هو حيز الفضاء الذي يمكن للعين رؤية صور الأشياء الموجودة فيه ، عبر المرآة . ويتعلق هذا المجال بموضع عين الملاحظ ، وبأبعاد المرآة .



تطبيقات



نعتبر AB شيئا ضوئيا يوجد أمام مرآة مستوية M مائلة بزاوية 45° عن المستوى الأفقي .

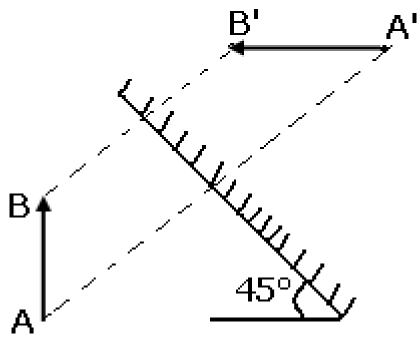
1 ـ أنشئ الصورة A’B’ التي تعطيها المرآة المستوية .

2 ـ لون المجال الذي يجب أن توجد فيه العين لكي ترى الشيء AB بكامله .

الحل :

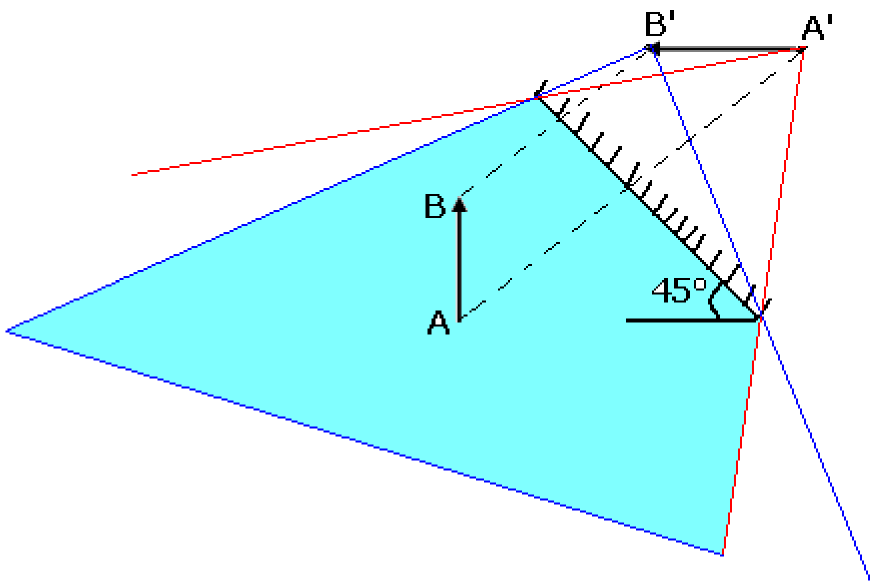
1 ـ إنشاء الصورة A’B’

ننشئ المماثل ل A و B بالنسبة لمستوى المرآة



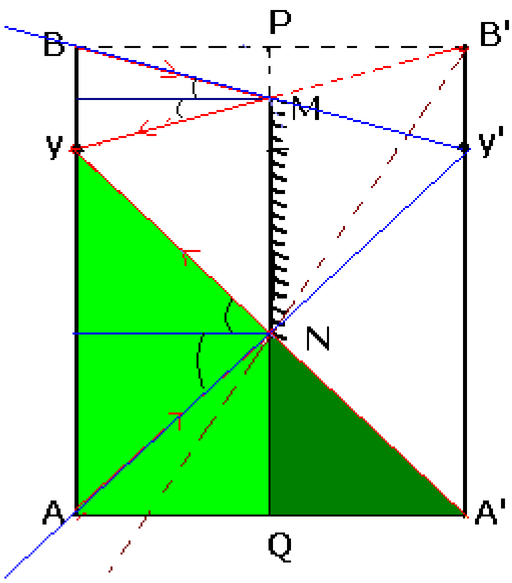
2 ـ المجال الذي يجب أن توجد فيه العين لكي ترى الشيء بكامله هو ذي اللون الأزرق .

R



تمرين 2

يرى مشاهد في مرآة ارتفاعها h ، وتوجد على مسافة d من سطح الأرض .
توجد عينا المشاهد على مسافة 1,60m من سطح الأرض ، والمسافة بين منبث شعره وعينيه تساوي 10cm .
1 ـ مثل مبيانيا صورة الشخص بواسطة المرآة .



نرمز للشخص الذي يرى في المرآة ب AB حيث النقطة A تمثل رجليه و النقطة B تمثل شعره و النقطة y تمثل عينيه . صورة الشخص بواسطة مرآة أنظر الشكل .
2 ـ أحسب المسافة d بين سطح الأرض والحافة الأفقي السفلى للمرآة لكي يرى الشخص رجليه في المرآة :
لكي يرى الشخص رجليه يجب أن تكون الأشعة المنبعثة من الرجلين تنعكس على حافة المرآة N تم تصل إلى العين .
نطبق خاصيات طاليس على المثلثين : A′QN و A′Ay

$$\frac{NQ}{yA}=\frac{A'Q}{A'A}$$
$$A'A=2A'Q$$
$$NQ=d$$
$$yA=H=1{,}60m$$
$$\frac{d}{H}=\frac{1}{2}\Rightarrow d=\frac{H}{2}=0{,}80m$$

3 ــ ما هو الارتفاع الدنوي h_0 للمرآة المستوية لكي يرى الشخص رجليه وعينيه ؟

لكي يرى الشخص صورته من رجليه إلى منبث شعره ، يجب أن يكون داخل مجال الرؤية الدنوي ، وهو المخروط الذي رأسه y′ والمستند على حافتي المرآة N و M .

الارتفاع h_0 للمرآة هو: $h_0=NM=AB-QN-MP$

نعتبر المثلثين التاليين : BB′y و PB′M ونطبق خاصيات طاليس :

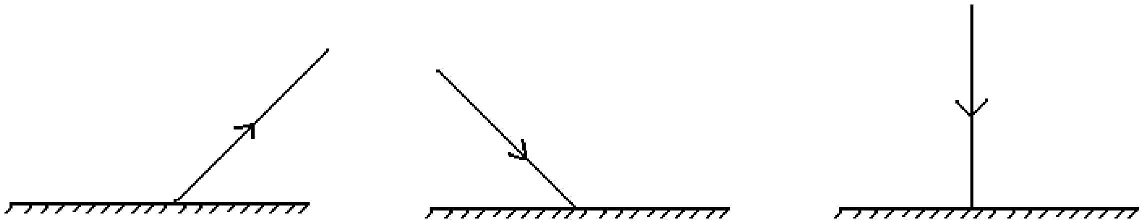
$$\frac{BB'}{BP}=\frac{By}{PM}$$
$$BB'=2BP$$
$$yB=h'=10cm$$
$$PM=?$$
$$\frac{2}{1}=\frac{h'}{PM}\Rightarrow PM=\frac{h'}{2}=5cm$$

وبالتالي فالارتفاع الدنوي $h_0=91cm$.

الصورة المحصل عليها بواسطة مرآة مستوية
سلسلة التمارين 02

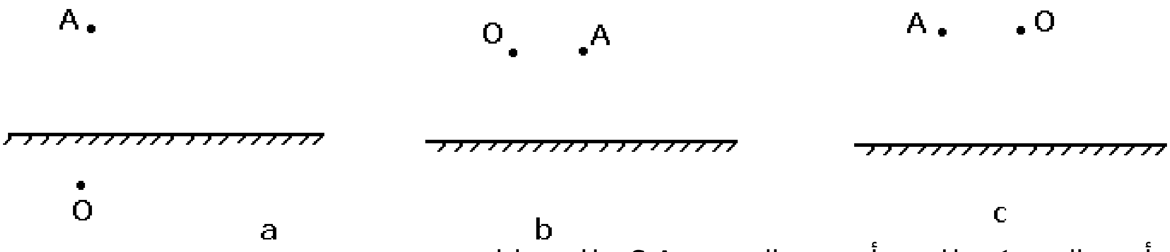
تمرين 1

أتمم مسار الأشعة التالية :



تمرين 2

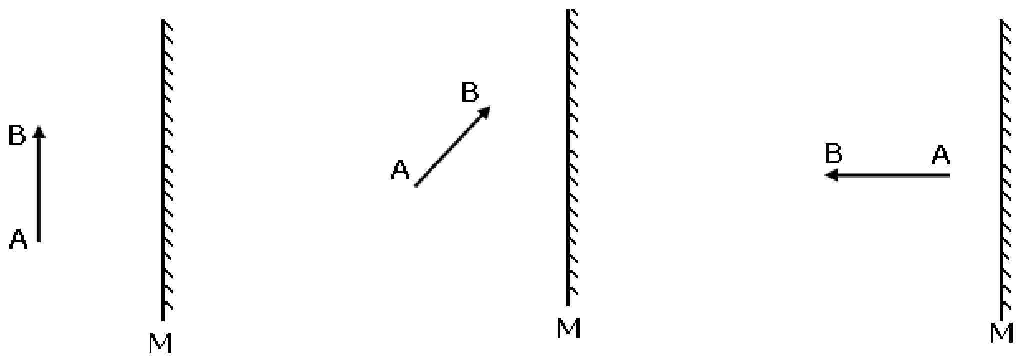
في الأشكال التالية A تمثل شيئا ضوئيا نقطيا و M مرآة مستوية و O موضع عين المشاهد .



في أي حالة يمكن للعين أن ترى الشيء A ؟ علل جوابك .

تمرين 3

حدد مبيانيا موضع وأبعاد الصورة A′B′ المحصل عليها بواسطة مرآة مستوية لشيء AB طوله 40cm في الحالات التالية :

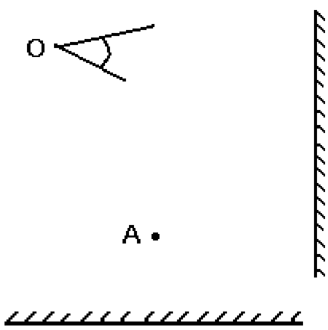


تمرين 4

نعتبر شيئا نقطيا A مضيئا موضوعا أمام مرآة M ، كما يبين الشكل جانبه .

1 ـ أنشئ على الشكل A′ صورة النقطة A المحصلة بواسطة المرآة M .

2 ـ أنشئ الأشعة الواردة على المرآة من A ، والتي تبين أن صورة A تراها عين الملاحظ O .

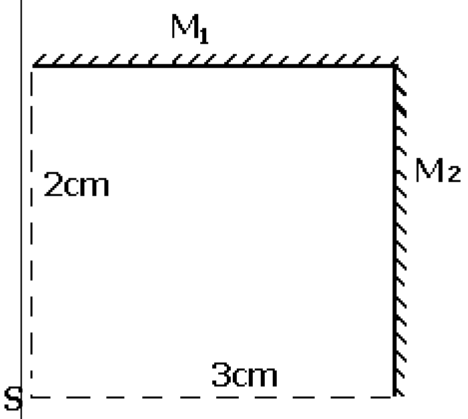


R

تمرين5

نريد أخذ صورة عبر مرآة لشيء ضوئي نقطي A يوجد أمام مرآة مستوية بواسطة آلة التصوير P
1 ــ حدد بالإنشاء المنطقة التي يجب أن تكون فيها آلة التصوير 2 ــ نريد بالإضافة إلى ذلك ألا نرى آلة التصوير في المرآة حدد في التبيانة المنطقة التي يتحقق فيها هذان الشرطان .

تمرين 6

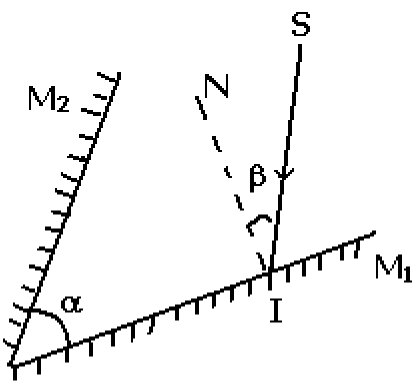


نعتبر مرآتان مستويتين ومتعامدتين ، كما يبين الشكل جانبه .
1 ــ يرد شعاع ضوئي على المرآة M_1 ، بزاوية ورود 30° فينعكس عليها ، ثم يرد الشعاع المنعكس على المرآة M_2 . أنجز الإنشاء الهندسي لهذه الوضعية ثم قارن اتجاهي الشعاعين الوارد والمنبثق بعد انعكاسين متتالين . .
2 ــ يوجد شعاع نقطي مضيء S على بعد 2cm من المرآة M_1 و 3cm من المرآة M_2 .
أ ــ أنشئ S_1 صورة S بالنسبة للمرآة M_1 و S_2 صورة S_1 بالنسبة للمرآة M_2 .
ب ــ تكون S و S_1 و S_2 و S_3 ، صورة S_2 بالنسبة للمرآة M_1 شكلا هندسيا ما هو ؟

تمرين 7

يرد شعاعا ضوئيا منبعثا من منبع ضوئي نقطي على مرآة مستوية عند النقطة I. المرآة في وضع رأسي .
ندير المرآة بزاوية $\alpha=15°$ حول محور رأسي (Δ) يمر من I .
1 ــ أنجز تبيانة مبرزا فيها الشعاع الوارد والشعاع المنعكس قبل دوران المرآة ، ثم بعده .
2 ــ حدد زاوية الدوران β للشعاع المنعكس الناتجة عن دوران المرآة .
3 ــ حدد في إنشاء هندسي آخر موضعين S_1 و S_2 لصورتي S بواسطة المرآة قبل دوران هذه الأخيرة وبعده .
4 ــ أوجد قيمة الزاوية (S_1I, IS_2)

تمرين 8



نعتبر مرآتين مستويتين M_1 و M_2 موضوعتين رأسيا وتكونان بينهما زاوية $\alpha=45°$. يرد شعاع ضوئي SI على المرآة M_1 بحيث يكون زاوية β مع المنظمي على المرآة M_1 .
أحسب الزاوية انحراف الشعاع المنعكس خلال الانعكاس بعد الانعكاس الثاني بالنسبة للشعاع الوارد SI .
يرى الكلب الرجل كاملا ؟

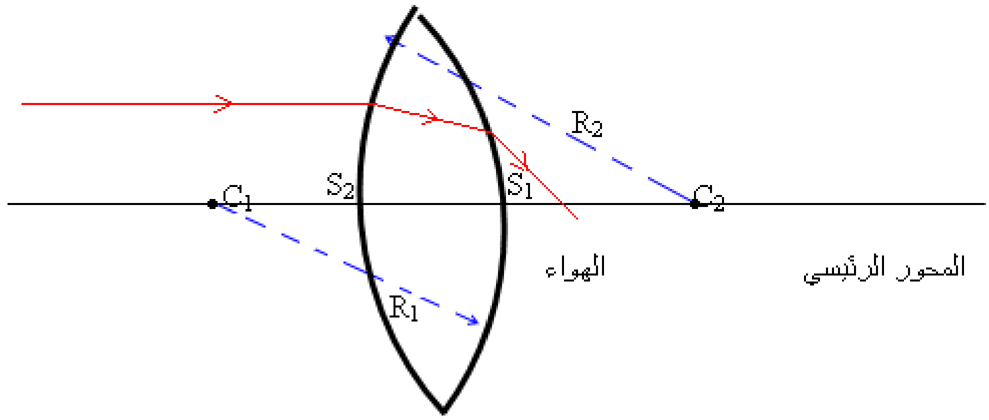
R

الصور المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة مجمعة

I ـ عموميات حول العدسات :

1 ـ تعريف العدسة الكروية

العدسة الكروية وسط شفاف ومتجانس محدود بوجهين كرويين أو بوجه كروي وألآخر مستو وتصنع من الزجاج والبليكسيكلاص .
تتكون العدسة من وسط معامل انكساره n ، يختلف عن معامل انكسار الهواء .

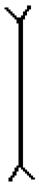


2 ـ تعريف العدسة الرقيقة ونوعا العدسة الرقيقة.

نسمي عدسة رقيقة عندما يكون سمكها على المحور البصري الرئيسي صغيرا جدا . أي $e \ll R_1$ و $e \ll R_2$ و $e \ll R_1 - R_2$ بحيث $e=S_1S_2$
وفي هذه الحالة يمكن إعتبار S_1 و S_2 منطبقين في نقطة واحدة تسمى مركز العدسة .

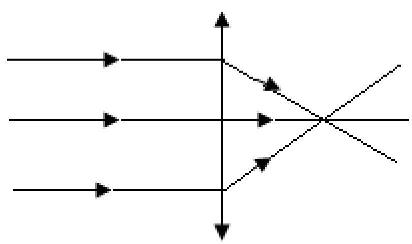
3 ـ نوعا العدسة الرقيقة .

العدسات الرقيقة المجمعة ذات حافة رقيقة رمزها هو : 

العدسات الرقيقة المفرقة ذات حافة سميكة ورمزها  :

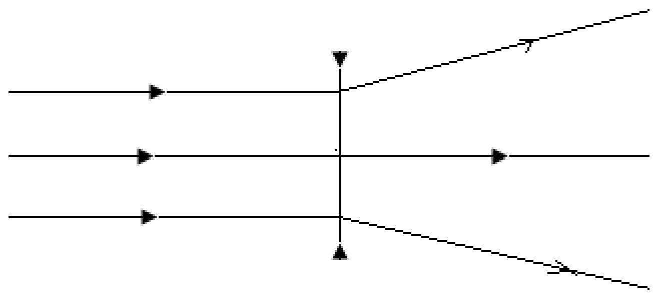
4 ـ تاثير العدسات على حزمة ضوئية أشعتها متوازية :

تجربة 1:



العدسة المجمعة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية مجمعة .

تجربة 2



العدسة المفرقة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية متفرقة .
ملحوظة : الأوساط الشفافة للعين تتصرف مثل عدسة مجمعة ، ذلك أنها تجمع الحزم الضوئية التي تدخل إلى العين لتصل إلى الشبكية .

تجربة 3 : مشاهدة شيء قريب عبر العدسة .

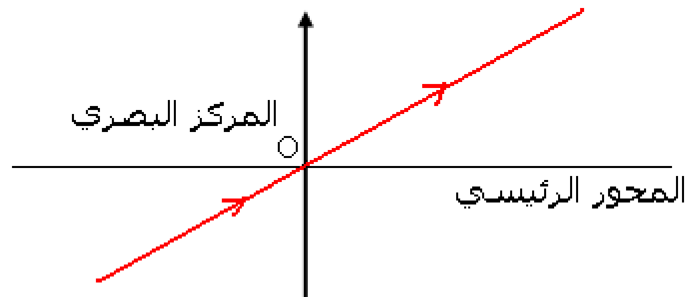
عندما نرى بواسطة عدسة رقيقة مجمعة شيئا يبدو هذا الشيء كبير نقول أن العدسة تلعب دور مكبرة .
عند استعمال عدسة مفرقة نرى العكس أي أن الشيء يبدو صغيرا .

II ـ مميزات العدسة الرقيقة المجمعة .

1 ـ المركز البصري والمحور البصري لعدسة رقيقة مجمعة :

كل الأشعة التي تمر من المركز O للعدسة المجمعة لا تنحرف . تسمى النقطة O بالمركز البصري للعدسة .

المحور البصري للعدسة هو محور تماثل العدسة ، ونمثل هذا المحور مبيانيا بالمستقيم المتعامد مع العدسة المجمعة والمار من مركزها .



2 ـ البؤرة الرئيسية الصورة والمسافة البؤرية

<u>أ ـ البؤرة الرئيسية الصورة :</u>

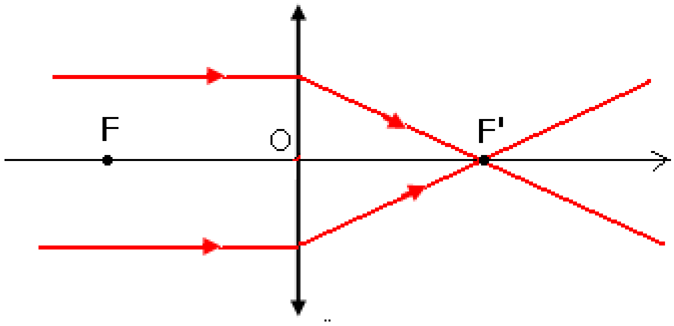
كل الأشعة الواردة متوازية مع المحور البصري الرئيسي تنبثق من العدسة وتتجمع في نقطة واحدة ، تسمى البؤرة اتلرئيسية الصورة ، ويرمز لها ب F' وتنتمي إلى المحور البصري الرئيسي

<u>ب ـ المسافة البؤرية .</u>

نوجه المحور البصري الرئيسي في نفس منحى انتشار الضوء ، ونختار المركز البصري كأصل لهذا المحور .

R

نعرف المسافة البؤرية للعدسة بالمقدار $\overline{OF'}$ ، ونرمز لهذه المسافة ب f′ وهي موجبة ووحدة قياسها المتر m .



ج ـ قوة العدسة الرقيقة المجمعة .

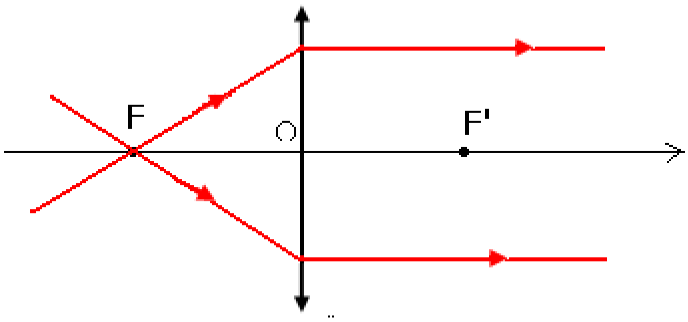
نعرف قوة العدسة بالمقدار C ونعبر عنها بالعلاقة التالية : $C = \dfrac{1}{f'}$

f' بالمتر و C بالديوبتري δ .

د ـ البؤرة الرئيسية الشيء .

توجد نقطة تنتمي إلى المحور البصري لكل عدسة مجمعة ، بحيث أن كل الأشعة التي تمر منها تنبثق من العدسة متوازية مع المحور البصري الرئيسي ، تسمى هذه النقطة البؤرية الرئيسية الشيء ونرمز لها ب F .

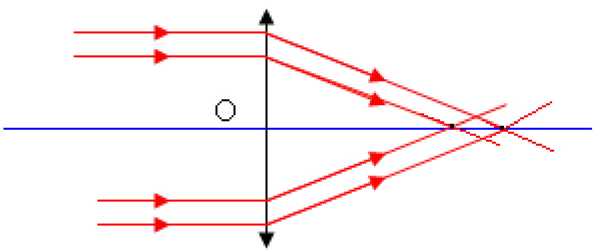
F نقطة متماثلة مع البؤرة الرئيسية الصورة F′ بالنسبة للمركز البصري O . وباعتماد منحى انتشار الضوء هو المنحى الموجب لدينا : $\overline{OF'} = -\overline{OF}$



III ـ الصورة المحصل عليها بواسطة العدسة الرقيقة المجمعة .

1 ـ جودة العدسة الرقيقة المجمعة . شروط التقريب لكوص Les condition d'approximation de Gauss

تجربة ـ 1 :



R

ملاحظة: نلاحظ أن ألأشعة تتجمع لكن في نقطتين مختلفتين على المحور البصري . الشعاعان المستندان على حافتي العدسة يتجمعان في نقطة قريبة من العدسة بينما يتجمع الأخريان في نقطة أبعد .

عند وضع حجاب قبل العدسة لايسمح بانتشار إلا الأشعة الضوئية القريبة من المحور البصري الرئيسي نلاحظ أن الأشعة تتجمع في نقطة واحدة .

نستنتج أن العدسة جهاز بصري فضاح للحزمة الضوئية الرقيقة القريبة من المحور البصري الرئيسي والموازية له .

تجربة ـ 2 : نعيد التجربة مع إمالة الأشعة الضوئية .

نلاحظ : العدسة أقل فضاحة كلما ازدادت زاوية الميل للحزمة الضوئية الرقيقة بالنسبة للمحور البصري .

نستنتج أن العدسة جهاز بصري فضاح للحزمة الضوئية الرقيقة المائلة قليلا بالنسبة للمحور البصري الرئيسي .

شرطا كوص :

للحصول على صورة واضحة يجب استعمال العدسات الرقيقة في شروط كوص وهي :

ـ أن ترد الحزم الضوئية الرقيقة على العدسة قريبة من مركزها البصري .

ـ أن تكون الحزم الضوئية الرقيقة الواردة على العدسة مائلة قليلا بالنسبة للمحور الرئيسي .

<u>2 ـ الحصول على صورة بواسطة عدسة رقيقة مجمعة .</u>

2 ـ 1 كيفية إنشاء صورة شيء ضوئي .

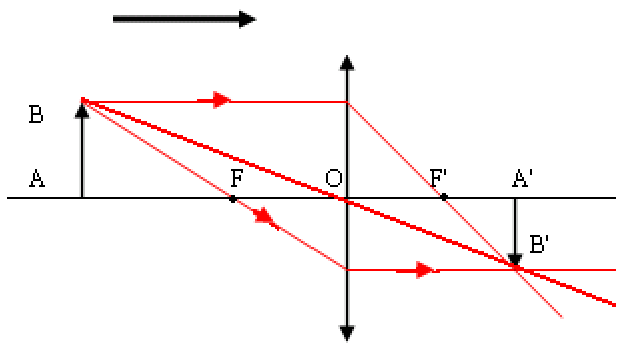
يمكن تحديد موضع الصورة A′B′ لشيء AB المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة مجمعة هندسيا وذلك باتباع الطريقة التالية :

ـ إنشاء مسار الشعاع الوارد المار من المركز البصري الرئيسي للعدسة بحيث يجتازها دون انحراف .

ـ الشعا الوارد ، الموازي للمحور البصري الرئيسي للعدسة ، ينبثق منها مارا من البؤرة الرئيسية الصورة F′ .

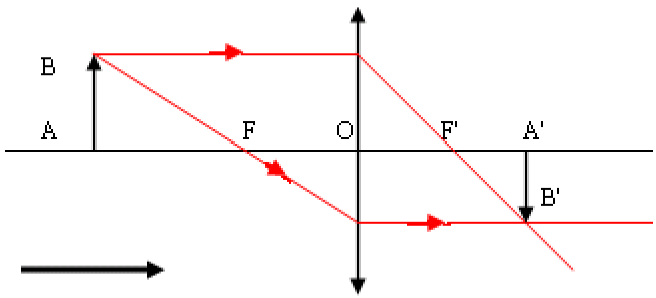
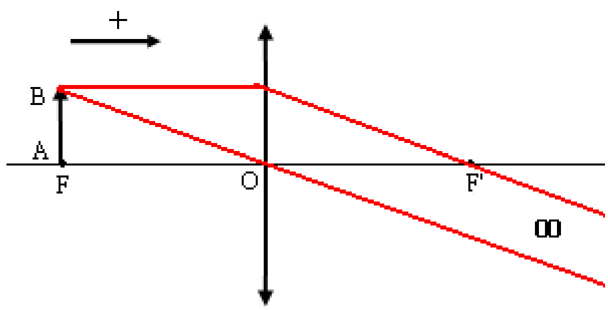
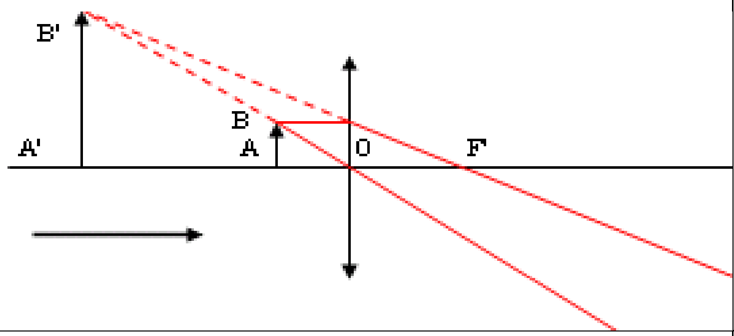
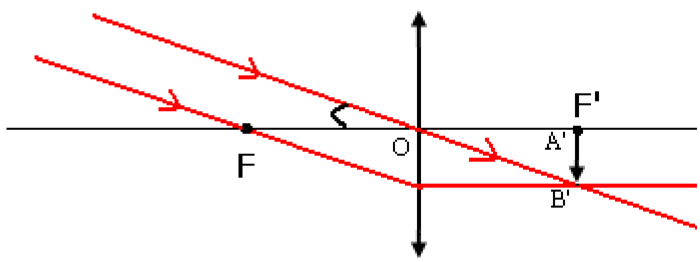
ـ الشعاع الوارد المار من البؤرة الرئيسية الشيء F يجتاز العدسة وينبثق منها موازيا للمحور البصري الرئيسي .

يتقاطع شعاعان منبثقان في النقطة الصورة B′ لنقطة الشيء B وبعملية إسقاط على المحور البصري الرئيسي نحصل على A′ .



2 ـ 2 مختلف أوضاع الصورة

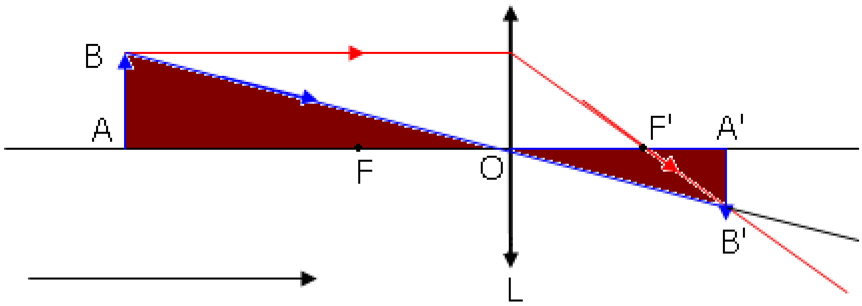
تجربة : نضع عدسة رقيقة بين الجسم المضيء والشاشة على استقامة واحدة .

مميزة الشيء	مميزة الصورة	إنشاء الصورة A′B′ للشيء AB
الشيء في الا نهاية $\overline{OA} > 2f$	الصورة أصغر من الشيء وحقيقية ، مقلوبة $f' < \overline{OA'} < 2f'$	
الشيء حقيقي $\overline{OA} = f$	تتكون الصورة في ألانهاية ووهمية	
الشيء حقيقي $\overline{OA} > f$	وهمية معتدلة وأكبر من الشيء $\overline{OA} > \overline{OA'}$	
الشيء يوجد في ألا نهاية	الصورة حقيقية ومقلوبة $\overline{OA'} = f'$	

VI ـ علاقة التوافق والتكبير .

1 ـ تكبير عدسة :

نسمي النسبة $\frac{A'B'}{AB}$ تكبير عدسة ويرمز له ب γ وهو مقدار بدون وحدة .



من خلال الشكل يلاحظ أن المثلثين متحاكين أي أن :

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

أي أن

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

γ قيمة جبرية تمكن من معرفة طول الصورة ومنحاها :

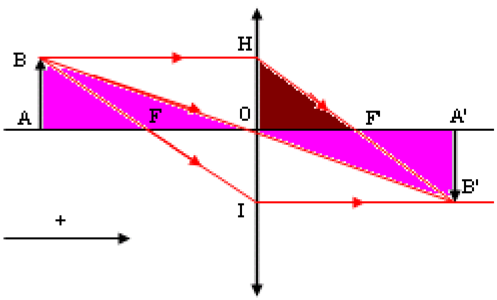
γ>0 للصورة نفس منحى الشيء أي معتدلة .

γ<0 للصورة منحى معاكس للشيء أي مقلوبة .

1 > |γ| الصورة أصغر من الشيء .

1 <|γ| الصورة أكبر من الشيء .

2 ـ علاقة التوافق



من خلال الشكل وعلاقة التكبير يمكن أن نكتب :

$$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \quad و \quad \frac{\overline{FO}}{\overline{F'A'}} = \frac{\overline{OH}}{\overline{A'B'}}$$

وبما أن $\overline{OH} = \overline{AB}$

$$\frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} \quad أي أن \quad 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{F'O} + \overline{OA'}}{\overline{F'O}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

$$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 1 + \frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}} \quad \textbf{أي أن} \quad \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}}$$

نضع $p' = \overline{OA'}$ **و** $p = \overline{OA}$ **و** $f' = \overline{OF'}$ **فتكتب العلاقة السابقة**

$$\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$$

R

وتسمى هذه العلاقة بعلاقة التوافق أو علاقة ديكارت . وتطبق هذه العلاقة بالنسبة للعدسة المجمعة أو المفرقة .

فحسب الاصطلاحات السابقة :

$OF' > 0$ العدسة مجمعة

$OF' < 0$ العدسة مفرقة

$OA > 0$ الشيء وهمي

$OA < 0$ الشيء حقيقي

$OA' > 0$ الصورة حقيقية

$OA' < 0$ الصورة وهمية

3 ـ تطبيقات : تحديد المسافة البؤرية لعدسة مجمعة .

3 ـ 1 طريقة نقطتي التوافق .

<u>النشاط التجريبي</u>

نضع على النضد البصري ، وعلى التوالي ، العناصر التالية :

ـ الشيء المضيء F نرمز له ب AB

ـ العدسة الرقيقة المجمعة .

ـ الشاشة حيث تتكون صورة الشيء والتي نرمز لها ب $A'B'$

نبحث عن موضع أوضح للصورة وذلك بإزاحة الشاشة فوق النضد البصري ، ثم نسجل المسافة OA بين العدسة والشيء والمسافة OA' بين العدسة والشاشة .

نغير المسافة OA ونبحث ، بنفس الطريقة ، على المسافة OA' وفي كل حالة نقيس طول الصورة $A'B'$.

نربط النضد البصري بنظمة محورين $(O,\vec{i},\vec{j})$ بحيث أن المحور $(O,\vec{i})$ مطابقا للمحور البصري وموجها في منحى انتشار الضوء و $(O,\vec{j})$ محورا رأسيا موجها نحو الأعلى .

نملأ الجدول التالي :

$\overline{OA}(cm)$	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40
$\overline{OA'}(cm)$	41	43	45,5	49,5	55,5	69	103
$\overline{A'B'}(cm)$	0,80	1,00	1,15	1,45	2,00	2,80	4,60

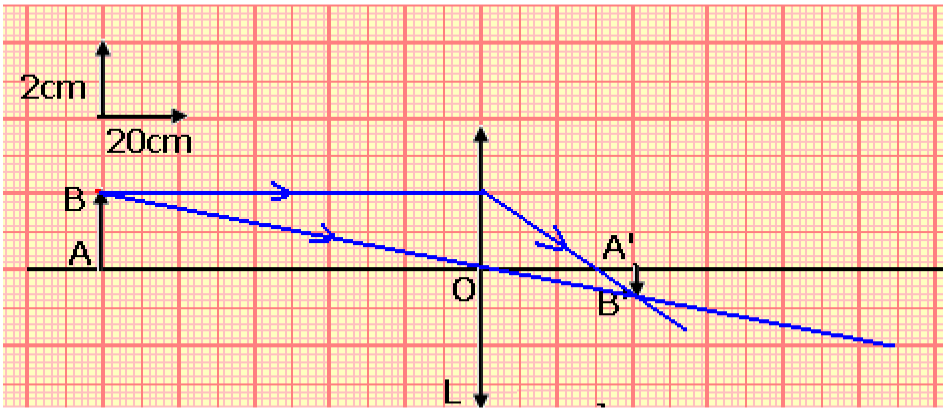
1 ـ مثل تبيانة التركيب التجريبي مبرزا السلم المعتمد بالنسبة للمحور البصري الرئيسي .

2 ـ مثل منحنى تغيرات $\frac{1}{\overline{OA'}}$ بدلالة $\frac{1}{\overline{OA}}$ ثم تحقق من أن المنحنى المحصل عليه خطي .

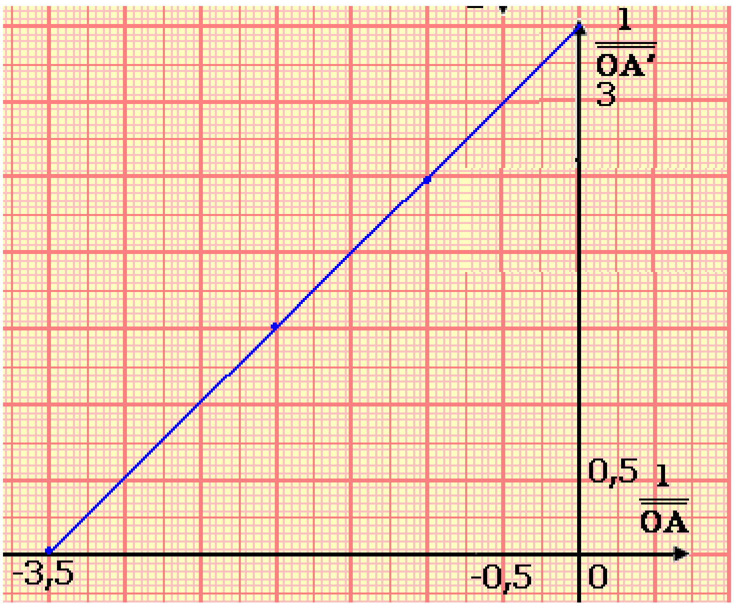
3 ـ عين ، مبيانيا ، قيمة المعامل الموجه لهذا المنحتى وكذا قيمة الأرتوب الموافق لأصل الأفاصيل . ماذا تستنتج ؟

4 ـ أحسب المسافة البؤرية للعدسة .

R

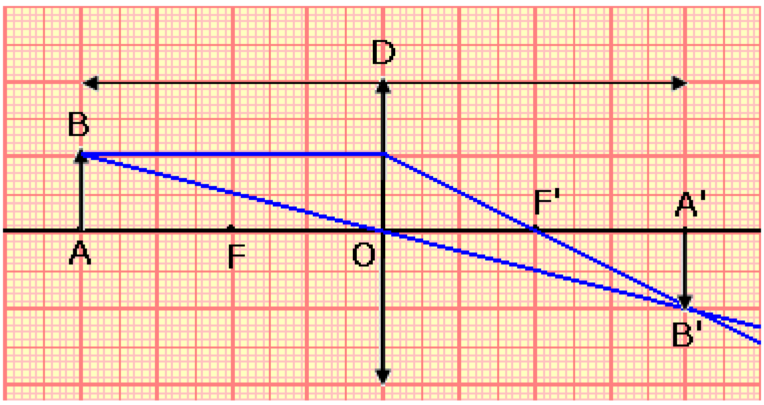


التمثيل المبياني :



من التمثيل المبياني نستنتج المسافة البؤرية f′ وذلك بتمديد المنحنى المحصل عليه حتى يتقاطع مع محور الأفاصيل في نقطة أفصولها يساوي $\frac{1}{f'}$ وحسب الشكل

$$\frac{1}{f'} = 3,5 \Rightarrow f' = 0,28m$$



الطريقة الثانية وهي طريقة سيلبيرمان Silbermann .

حسب علاقة التوافق نبين أنه إذا كانت $\overline{OA} = -2f' \Rightarrow \overline{OA'} = 2f$ فتكون الصورة حقيقية ومقلوبة ومتقايسة مع الشيء .

لدينا حسب الشكل أن :

D=4f′ وبالتالي $f' = \frac{D}{4}$

R

تمرين تطبيقي : المكبرة

المكبرة هي عبارة عن عدسة رقيقة مجمعة ذات مسافة بؤرية صغيرة (بضع سنتميترات) ، وهي أداة تعطي لشيء دقيق صورة مكبّرة .

توجد عين ملاحظ عند نقطة P ، وترى شيئا AB طوله 10mm . لكي يشاهد الملاحظ الشيء AB بشكل أفضل استعمل عدسة رقيقة مجمعة قوتها 10δ ومركزها البصري O كمكبرة .

1 ــ أحسب المسافة البؤرية f′ للعدسة .

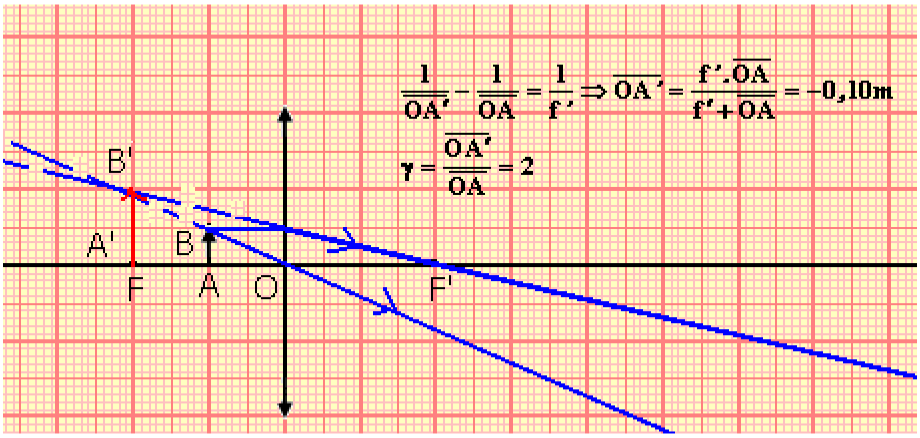
2 ــ يجعل الملاحظ العدسة على بعد 5cm من AB .

أ ــ أحسب قيمة OA′ موضع الصورة A′B′ المحصل عليها بواسطة العدسة .

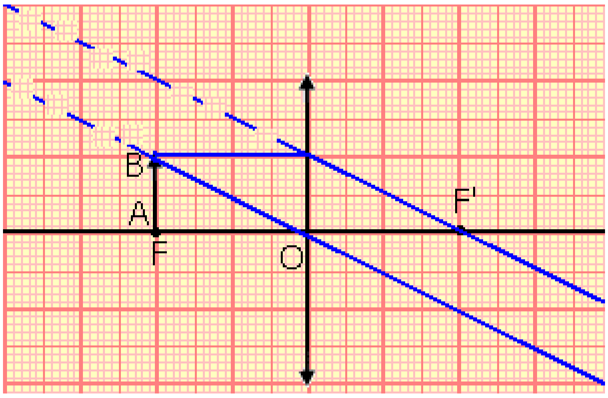
ب ــ أحسب γ تكبير العدسة واستنتج طول الصورة A′B′ .

ج ــ أنجز الإنشاء الهندسي ، مستعملا السلم الحقيقي ، للصورة A′B′ المحصل عليها بواسطة العدسة ، ثم تحقق من القيم السابقة .

3 ـأين ينبغي على الملاحظ وضع المركز البصري للعدسة لكي تكون الصورة A′B′ في الا نهاية ؟ ما الفائدة من هذه الوضعية بالنسبة للملاحظ ؟



لكي تكون الصورة في ألا نهاية نضع الشيء AB في البؤرة الرئيسية الشيء أي أن OA=f

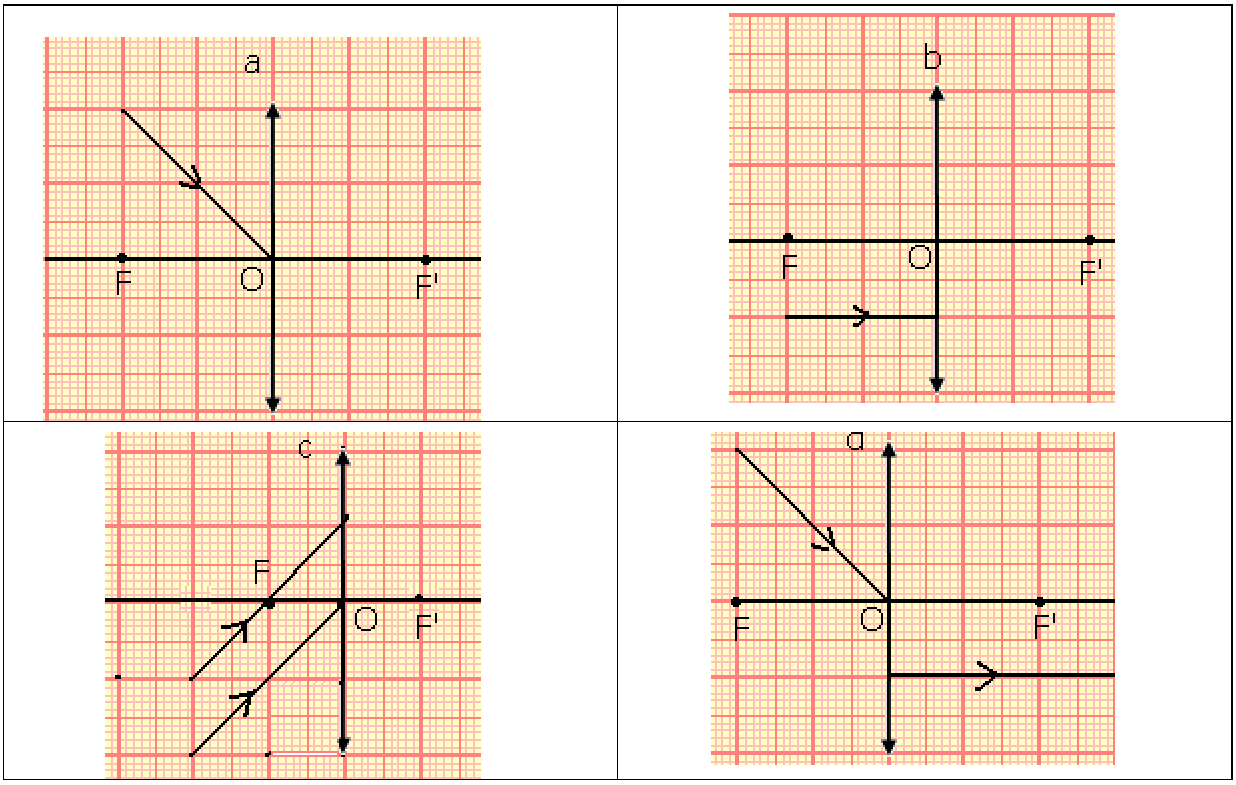


الحصول على حزمة ضوئية متوازية ـ منار بحري .

البصريات : السلسلة 3
الصورة المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة ومجمعة .

<u>تمرين 1</u>

أنقل الأشكال التالية على دفترك وأتمم رسم مختلف الأشعة الضوئية:



<u>تمرين2</u>

أحسب بالسنتمتر المسافة البؤرية لعدسة رقيقة مجمعة (L_1) قوتها 5,0δ .

نعتبر عدسة رقيقة مجمعة (L_2) ذات مسافة بؤرية 5,0cm . أي من العدستين ، (L_1) أم (L_2) لها قدرة أكبر على تجميع الأشعة الضوئية ؟ علل جوابك .

<u>تمرين3</u>

نعتبر عدسة مجمعة قوتها C=12,5δ .

1 ـ أحسب المسافة البؤرية للعدسة .

2 ـ مثل العدسة المجمعة والبؤرتين F و F′ بالسلم 1/2 .

3 ـ بالاعتماد على أشعة خاصة أنشىء هندسيا الصورة A′B′ لشيء ضوئي طوله 2cm ويبعد عن مركز العدسة ب 12cm ثم أستنتج موضع وطول الصورة .

4 ـ تحقق حسابيا من القيم المحصل عليها هندسيا .

<u>تمرين4</u>

بواسطة عدسة مجمعة مسافتها البؤرية f′=15cm نريد الحصول على صورة متكونة على شاشة ، وطولها ضعف طول الشيء . نعتبر $\overline{OA}$ القياس الجبري لموضع الشيء و $\overline{OA'}$ القياس الجبري لموضع الصورة . ونعتبر أصل المحور هو منحى انتشار الضوء .

1 ـ حدد إشارة كل من $\overline{OA'}$ و $\overline{OA}$.

2 ـ أستنتج معادلتين : الأولى تعطي $\overline{OA}$ بدلالة f' ، والثانية $\overline{OA'}$ بدلالة f' .

3 ـ أحسب $\overline{OA'}$ و $\overline{OA}$.

4 ـ تحقق من القيمتين السابقتين هندسيا .

تمرين 5

نريد قياس المسافة البؤرية لعدسة مجمعة باستعمال طريقة بيسل (Bessel) . لهذا الغرض نأخذ عدسة مجمعة مركزها البصري O ، ونوجه محورها البصري في نفس منحى انتشار الضوء وهو المنحى الموجب ، نعتبر O هو أصل المحور .

يوجد شيء AB متعامد مع هذا المحور في النقطة A ذات الأفصول x حيث $\overline{OA} = x$ ، $A'B'$ هي صورة الشيء AB بواسطة العدسة المجمعة ، x' تمثل أفصول النقطة A' حيث $\overline{OA'} = x'$. في هذه الحالة تم اختيار موضع مناسب للشيء بحيث تتكون الصورة على الشاشة .

لنعتبر D هي المسافة بين الشيء والشاشة .

1 ـ بين أن $D=x-x'$.

2 ـ أكتب علاقة التوافق بالنسبة للعدسة المجمعة .

3 ـ أكتب معادلة من الدرجة الثانية يمكن من خلالها حساب x' بدلالة f' و D .

4 ـ أبحث عن حل هذه المعادلة عندما تكون $D>4f'$. أعط الحلول الممكنة x_1 و x_2 للمعادلة .

5 ـ استنتج وجود موضعين للعدسة يمكنا من الحصول على الصورة $A'B'$.

6 ـ أحسب المسافة d الفاصلة بين الموضعين ، واستنتج صيغة بيسل $f' = \dfrac{(D^2 - d^2)}{4D}$

7 ـ من خلال تجربة على عدسة مجمعة نجد D=40cm و d=25cm . أحسب f' .

تمرين6

تعطي عدسة مجمعة وضعت فوق نضد بصري لشيء AB متعامد مع محورها البصري في النقطة A صورة $A'B'$ مقلوبة ولها نفس طول الشيء AB=5cm .

المسافة الفاصلة بين النقطتين A و A' تساوي 40cm .

1 ـ أنجز الإنشاء الهندسي بالسلم 1/5 وحدد موضع مركز العدسة وبؤرتيها F و F' .

2 ـ استنتج المسافة البؤرية .

3 ـ أحسب تكبير العدسة .

4 ـ ما هي العلاقة بين AA' و f' عندما يكون طول الشيء يساوي طول الصورة ؟

استنتج طريقة تجريبية لتحديد المسافة البؤرية لعدسة مجمعة (طريقة سيلبرمان)

تمرين 7

تعطي عدسة مجمعة (L) صورة معتدلة بالنسبة للشيء .

الشيء AB متعامد مع المحور البصري في النقطة A . وطول الصورة يساوي ثلاثة أضعاف طول الشيء .

نعطي : $\overline{A'B'} = 3cm , \overline{AB} = 1cm , \overline{A'F'} = 9cm$

1 ـ ضع الصورة $A'B'$ وبين على المحور البؤرة الصورة F' ، استعمل السلم الحقيقي .

2 ـ بالاعتماد على أشعة خاصة ، حدد موضع العدسة ثم استنتج المسافة البؤرية f' للعدسة .

3 ـ حدد هندسيا موضع الشيء AB .

R

تصحيح تمارين حول العدسة الرقيقة المجمعة

تمرين 2

حساب المسافة البؤرية لعدسة (L_1) : $C_1 = 5,0\delta$

$$C_1 = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow f'_1 = \frac{1}{C_1}$$

$$f'_1 = 0,20m$$

حساب قوة العدسة (L_2) : $f'_2=0,05m$

$$C_2 = \frac{1}{f'_2}$$

$$C_2 = 20\delta$$

العدسة التي لها أكبر قدرة على تجميع الأشعة الضوئية تكون مسافتها البؤرية أصغر [أ] قريبة من المركز البصري أي كذلك لها قوة أكبر :

بما أن $C_1 < C_2$ إذن فالعدسة L_2 لها قدرة أكبر على تجميع الأشعة الضوئية .

تمرين 3

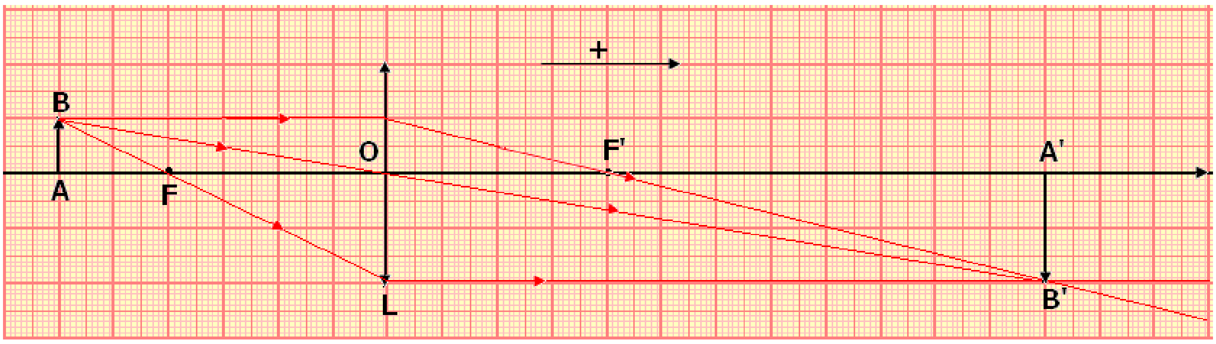
نعتبر عدسة مجمعة قوتها $C = 12,5\delta$

1 ـ المسافة البؤرية للعدسة :

$$C = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{1}{C}$$

$$f' = 0,08m$$

2 ـ الإنشاء الهندسي



من خلال الشكل يتبين أن طول الصورة $A'B'=4cm$ وموضع الصورة : $OA'=24cm$.

4 ـ التحقق الحسابي :

حسب علاقة التوافق والتكبير :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{f' \times \overline{OA}}{f' + \overline{OA}} = 0,24m$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \overline{AB} \times \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 0,04m$$

تمرين 4

ملاحظة : أن معطيات التمرين لم تحدد طبيعة الصورة $A'B'$ لهذا يجب أن نتناول التمرين بصفة عامة ونجيب عن الأسئلة بالنسبة لكل حالة .

حسب علاقة التوافق لدينا : $\dfrac{1}{f'} = \dfrac{1}{x'} - \dfrac{1}{x}$ وحسب علاقة التكبير لدينا

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

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x} \Rightarrow f' = \frac{xx'}{x + x'}$$

$$*x = \frac{x'}{\gamma} \Rightarrow f' = \frac{\frac{x'^2}{\gamma}}{\frac{x'}{\gamma} - x'} = \frac{x'}{1-\gamma}$$

$$x' = (1-\gamma)f' \quad (1)$$

$$*x' = \gamma x$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\gamma x} - \frac{1}{x} \Rightarrow f' = \frac{\gamma x}{1-\gamma} \Rightarrow x = \frac{f'(1-\gamma)}{\gamma} \quad (2)$$

$\boxed{\text{الحالة الأولى}}$: الصورة $A'B'$ مقلوبة و $f' = 0,15m$ أي أن $\gamma = -2$

حساب x و x'

$$x = \overline{OA} = -0,225m$$

$$x' = \overline{OA'} = 0,45m$$

$\overline{OA} < 0$ لأن الشيء حقيقي

$\overline{OA'} > 0$ لأن الصورة حقيقية .

$\boxed{\text{الحالة الثانية}}$: إذا كانت الصورة $A'B'$ معتدلة وتساوي مرتين AB فإن $\gamma = +2$

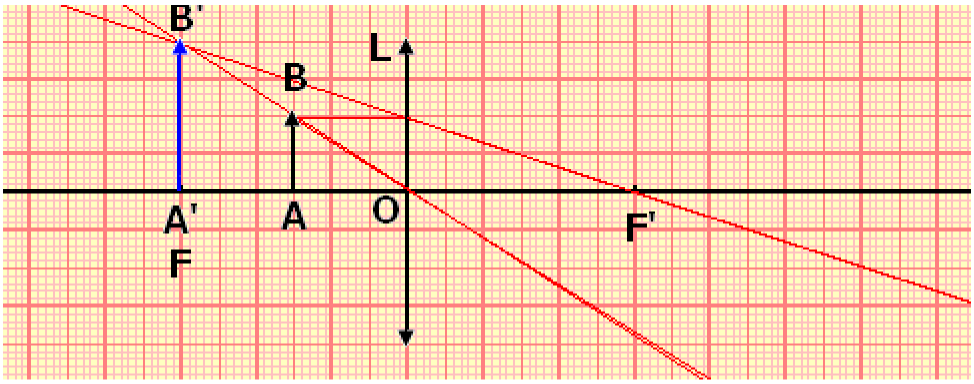
$$x = \overline{OA} = -0,075m$$

$$x' = \overline{OA'} = -0,150m$$

1 ـ $\overline{OA} < 0$ لأن الشيء حقيقي

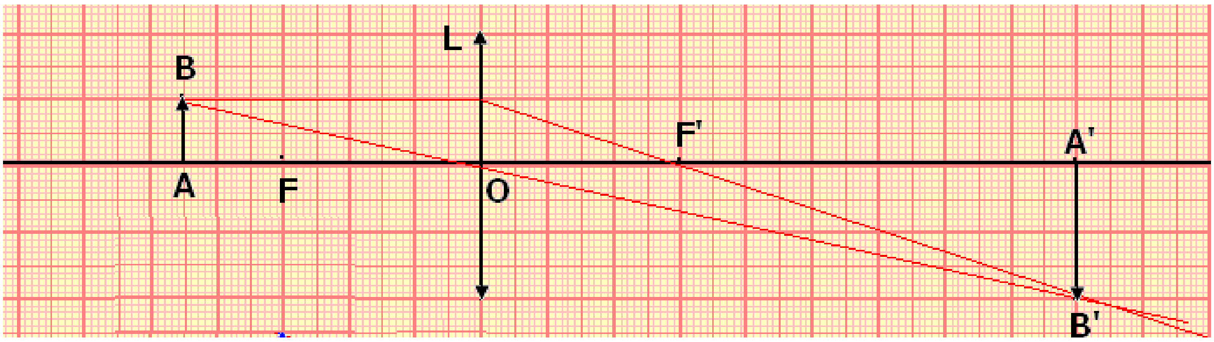
$\overline{OA'} > 0$ لأن الصورة وهمية توجد في مجال الشيء .

التحقق من القيم بالإنشاء الهندسي :

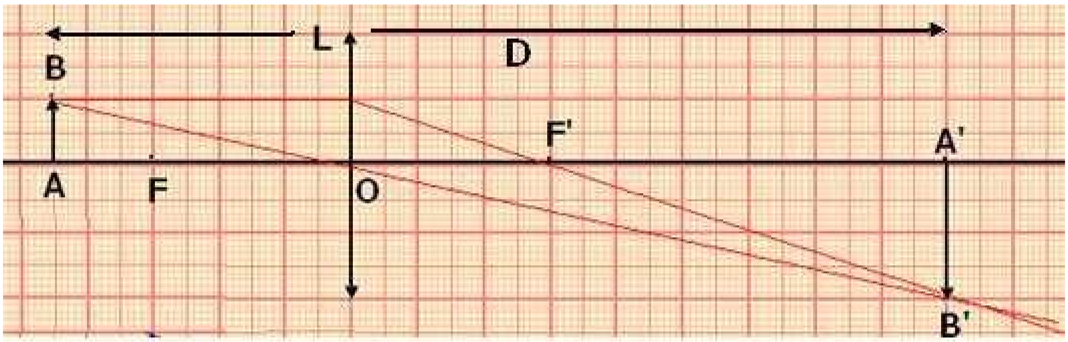


الحالة الثانية

الحالة الأولى



تمرين 5



1 ـ من خلال الشكل أعلاه يتضح أن

$$\overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'}$$
$$\overline{OA'} = x', \overline{OA} = x$$
$$D = \overline{AA'} = x' - x$$

2 ـ علاقة التوافق والتكبير :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x} \quad et \; x = x' - D$$
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x' - D} \Rightarrow x'^2 - x'D + f'D = 0$$

4 ـ حل المعادلة من الدرجة الثانية :

$$x'^2 - x'D + f'D = 0 \Rightarrow \Delta = D^2 - 4f'D$$

لكي يوجد حلا لهذه المعادلة يجب أن تكون

$$\Delta > 0 \Rightarrow D^2 - 4f'D \geq 0$$
$$D - 4f' \geq 0$$

وفي هذه الحالة يكون تعبير الجذرين :

$$x'_1 = \frac{D\left(1 + \sqrt{1 - \frac{4f'}{D}}\right)}{2}, x'_2 = \frac{D\left(1 - \sqrt{1 - \frac{4f'}{D}}\right)}{2}$$

5 ـ بما أن المعادلة لها حلين فإن العدسة يمكن أن توجد في موضعين يمكنا من الحصول على الصورة $A'B'$ لأن x'_1 و x'_2 مختلفين ويرافقهما موضعين للشيء هما :

R

$$x_1 = x'_1 - D$$
$$x_2 = x'_2 - D$$

بحيث أن موضعا العدسة هما O_1 و O_2 .

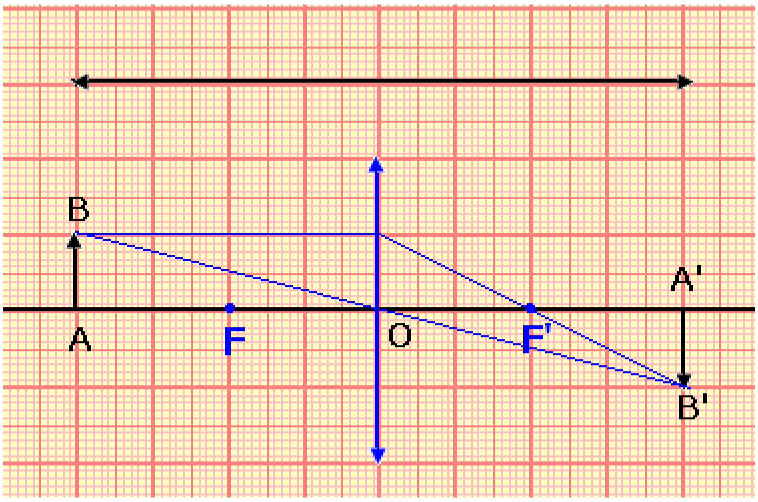
6 ـ المسافة الفاصلة بين الموضعين للعدسة هي :

$$d = \left|\overline{O_1O_2}\right| = \left|\overline{O_1A'} + \overline{A'O_2}\right| = \left|\overline{O_1A'} - \overline{O_2A'}\right| = \left|x'_1 - x'_2\right|$$

من خلال نتائج السؤال السابق نستنتج أن :

$$d = \sqrt{D^2 - 4Df'} \Rightarrow d^2 = D^2 - 4Df'$$
$$f' = \frac{d^2 - D^2}{4D}$$

تمرين 6



من خلال الشكل المسافة البؤرية :

$$f' = 20cm$$

تكبير العدسة هو : $\gamma = 1$

يلاحظ من خلال الشكل أن

$$AA' = 4f'$$

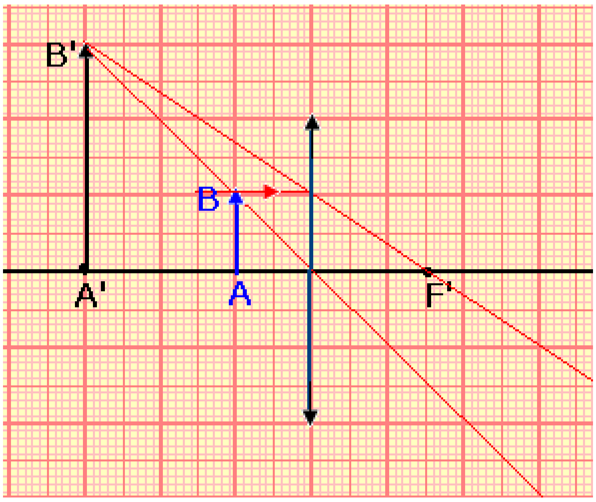
الطريقة أنظر الدرس (طريقة سيلبريمان)

تمرين 7

1 ـ نطبق علاقة التوافق والتكبير بالنسبة للعدسة المجمعة :

$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$ وحسب علاقة التكبير لدينا $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 3 \Rightarrow \overline{OA'} = 3\overline{OA}$

نعوض في علاقة التوافق فنحصل على :



$$\overline{OF'} = -\frac{3}{2}\overline{OA}$$
$$\overline{OF'} = \overline{OA'} + \overline{A'F'} \Rightarrow \overline{OF'} = 3\overline{OA} + \overline{A'F'}$$
$$\overline{OA} = -\frac{2}{9}\overline{A'F'} = -2cm$$
$$\overline{OA'} = -6cm$$

المسافة البؤرية الصورة هي OF′=3cm

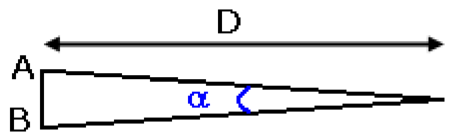
بعض الأجهزة البصرية

I ـ المكبرة

1 ـ العين

يعتمد إنسان في الرؤية على العين والتي تتكون من مجموعة أعضاء أهمها الشبكية والبلورية

أ ـ القطر الظاهري



يمكن للعين أن ترى شيئا AB من خلال زاوية α تسمى بالقطر الظاهري للشيء .

من خلال الشكل يمكن أن نكتب : $\tan\alpha = \dfrac{AB}{D}$

بما أن α لها قيمة صغير جدا فإن $\tan\alpha \approx \alpha$ وبالتالي $\alpha = \dfrac{AB}{D}$

ب ـ تكيف العين

يمكن اعتبار العين كنظام بصري بواسطته يمكن الحصول على صورة لهذا يمكن نمذجة العين بعدسة مجمعة L تبعد بالمسافة d عن الشبكية . هذه الأخيرة تلعب دور الشاشة التي تتكون فيها الصورة وسمى هذا النموذج بالعين البسيط .

يمكن للعين أن تشاهد أشياء على مسافات مختلفة ، هذا يدل على أن العين يمكنها أن تغير مسافتها البؤرية حسب موضع الشيء المشاهد حتى تكون الصورة واضحة على الشبكية وتلعب البلورية دورا مهما في تغيير المسافة البؤرية نسمي هذه العملية **بتكيف العين .**

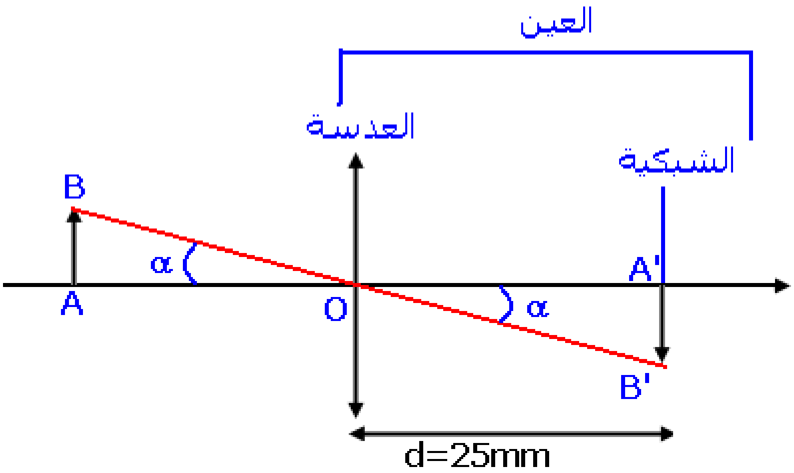
تكيف العين يكون محدود في مجال محصور بين نقطتين حديتين وهما :

نقطة الكشف البعيدة PR (ponctum remotum) وهي أقصى نقطة تراها العين بدون تكيف .

نقطة الكشف القريبة (ponctum proximum) وهي أقرب نقطة تراها العين بتكيف أقصى .

بالنسبة لعين عادية توجد PR في اللانهاية وتوجد PP على مسافة $d_m=25cm$ من العين . فالعين العادية لا يمكن أن ترى بوضوح شيئا يوجد على مسافة أصغر من d_m .

عندما يكون الشيء في اللانهاية ، تكون العين في راحة ، وبالتالي فإن عملية التكيف غير واردة .



$A'B' = d\tan\alpha \Rightarrow A'B' = d.\alpha$

α القطر الظاهري للشيء

عندما ترى العين بدون تكيف ، فإن المسافة البؤرية للعين يمكن نمذجتها ب f' ، حيث $f'=d$,

في الحالة التي ترى فيها بتكيف فإن $f'<d$.

ج ـ قوة التكسر لجهز بصري

هناك بعض الأجهزة البصرية تتميز بقوة تكبيرها G . ومنها المنظار الفلكي .

نعبر عن قوة التكبير بالعلاقة التالية :

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

α: القطر الظاهري للشيء

α : القطر الظاهري للصورة

2 ـ الإنشاء الهندسي للصورة بواسطة مكبرة (أنظر التمرين في الدرس السابق)

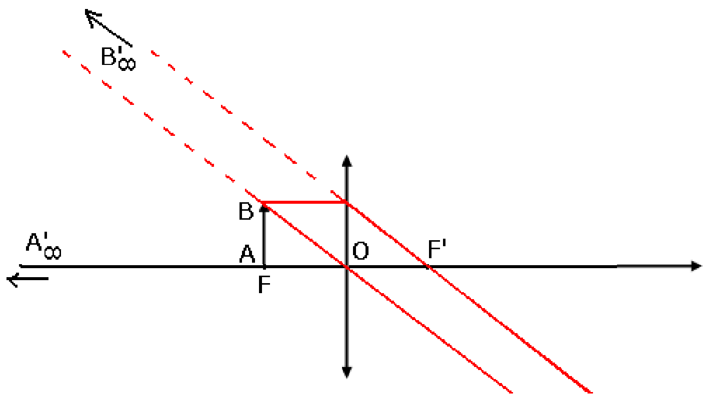
R

قوة تكبير مكبرة

تتعلق قوة تكبير مكبرة بالعين والمكبرة وتموضعهما بالنسبة للشيء .

بالنسبة لعين سليمة من العيوب المتعلقة بالإبصار فإن المسافة الدنيا d_m للإبصار المميز تساوي 25cm .

القطر الظاهري للشيء : $\alpha = \frac{AB}{d_m} = \frac{AB}{0,25}$



بواسطة المكبرة حيث نأخذ الحالة التي لا تتكيف فيها العين ، فإن الصورة $A'B'$ المحصل عليها بواسطة المكبرة متكونة في اللانهاية

$$\tan\alpha' = \frac{AB}{f'} \approx \alpha'$$

قوة التكبير التجاري لمكبرة هي :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{AB}{f'} \times \frac{d_m}{AB} = \frac{d_m}{f'} = \frac{1}{4f'} = \frac{C}{4}$$

II ـ المنظار الفلكي Lunette astronomique

المنظار الفلكي جهاز بصري يستعمل لمشاهدة الأشياء البعيدة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة . وهو يعطي صورة مكبرة لهذة الأشياء البعيدة ، بحيث أنه يمكن من الزيادة من قيمة القطر الظاهري لهذه الأشياء حتى تتمكن العين المجردة من رؤيتها .

1 ـ مبدأ المنظار الفلكي

يتكون المنظار الفلكي من نظامين بصريين مجمعين ، لهما نفس المحور البصري :

ـ النظام الشيئي ويوجه نحو الشيء . Objectif

ـ النظام العيني ، ومنه ترى العين . Oculaire

2 ـ نموذج المنظار الفلكي

يمكن مماثلة النظامين الشيئي والعيني بعدستين (L_1) و (L_2) مجمعتين لهما نفس المحور البصري ، مسافتهما البؤرية هي على التوالي f'_1 و f'_2

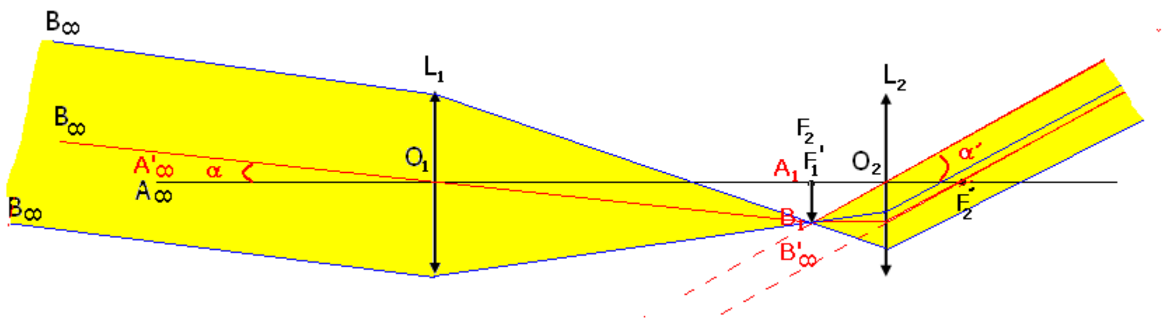
نعتبر شيئا AB **يوجد في اللانهاية** $A_\infty B_\infty$

ترى العين المجردة الشيء AB من خلال قطر ظاهري α . ونعتبر أن **أسفل الشيء AB ممثل بالنقطة A ، وهي تنتمي إلى المحور البصري المشترك بين العدستين L_1 و L_2 .**

يعطي النظام الشيئي L_1 الصورة A_1B_1 للشيء AB المتواجد في اللانهاية . وهذه الصورة المحصل عليها **توجد في المستوى البؤري الصورة للعدسة L_1 .**

باعتبار أن المنظار يوجد في **وضع لا بؤري** حيث **البؤرة الشيء F_2 للعدسة L_2 منطبقة مع البؤرة الصورة F'_1 للعدسة L_1 .**

الصورة A_1B_1 تعتبر شيئا بالنسبة للنظام العيني L_2 الذي يعطي بدوره الصورة $A'B'$.



R

عندما يكون المنظار لابؤريا :

$$\tan\alpha \approx \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1'}$$

$$\tan\alpha' \approx \alpha' = \frac{A_1B_1}{f_2'}$$

α القطر الظاهري للشيء و α' القطر الظاهري للصورة عبر المنظار الفلكي .

وبالتالي فإن قوة تكبير المنظار الفلكي اللابؤري :

$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$ والتي نعبر عنها بالعلاقة التالية : $G = \frac{f_1'}{f_2'}$

f'_1 المسافة البؤرية للنظام الشيئي .

f'_2 المسافة البؤرية للنظام العيني .

يكبر المنظار الشيء إذا كانت $f_1' > f_2'$

رتبة المقادير : في منظار للهواة : $f'_1=1m$ و $f'_2=0{,}01m=1cm$ في هذه الحالة $G = \frac{f_1'}{f_2'} = 100$

III ـ المجهر Le microscope

المجهر جهاز بصري يمكن العين من رؤية بعض الجسيمات المادية والمخلوقات الدقيقة .

1 ـ المكونات البصرية للمجهر .

يتكون المجهر من نظامين بصريين هما :

ـ **النظام الشيئي** : ويتكون من عدة عدسات مجمعة لها نفس المحور البصري ، وتشكل نظاما بصريا واحدا له مسافة بؤرية صغيرة (بضع ميليمترات)

يكون النظام الشيئي موجها نحو الشيء وقريبا منه .

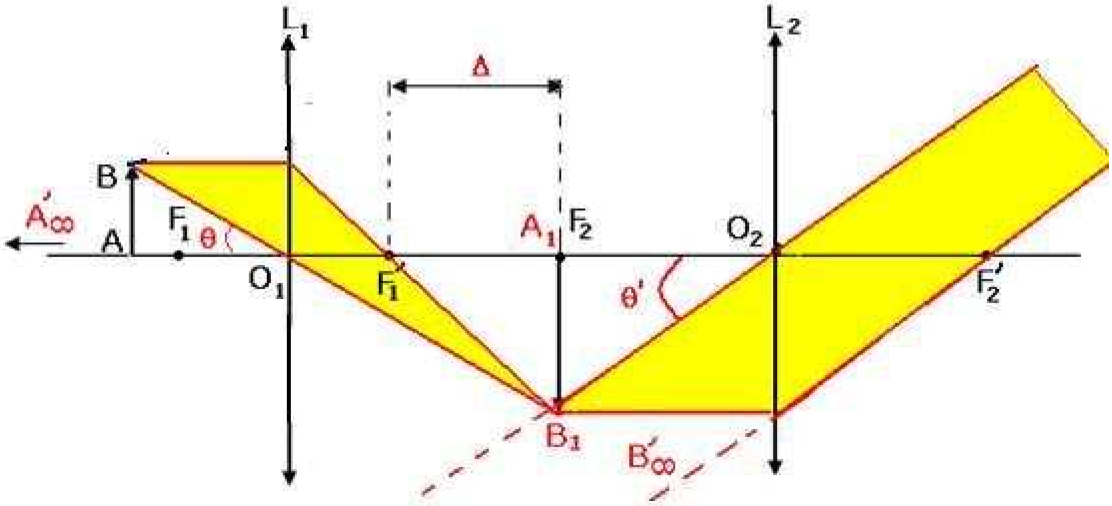
ـ **النظام العيني** : هو نظام بصري مجمع يتألف من عدسات مجمعة ، ويكون هذا النظام قريبا من عين المشاهد . ومسافته البؤرية لا تتعدى بضع سنتمترات ويلعب دور مكبرة .

2 ـ الإنشاء الهندسي للصورة المحصلة بواسطة مجهر :

يعطي النظام الشيئي صورة A_1B_1 لشيء AB وهذه الصورة تمثل الشيء بالنسبة للنظام العيني الذي يعطي بدوره صورة $A'B'$. لكي ترى عين عادية ومجردة الصورة $A'B'$ دون عناء ينبغي أن تتكون هذه الصورة في اللانهاية . وبالتالي فالصورة A_1B_1 توجد في المستوى البؤري الشيء للنظام العيني .

طبيعة الصورة المحصل عليها بواسطة العدسة L_1 : صورة حقيقية ومقلوبة وأكبر من الشيء .

ويعطي النظام العيني ل A_1B_1 صورة $A'B'$ وهمية ومكبرة .
يمكن تحديد موضع وطول الصورة A_1B_1 هندسيا باستعمال السلم المطبق في الإنشاء الهندسي أو حسابيا



علاقتي التوافق والتكبير بالنسبة للعدسة L_1 .

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}}-\frac{1}{\overline{O_1A}}=\frac{1}{f_1'}$$

$$\gamma=\frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{A_2B_2}}=\frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$$

و

$$|\gamma|=\frac{A_1B_1}{AB}=\frac{A_1B_1}{O_1I}=\frac{F_1'F_2}{O_1F_1'}=\frac{\Delta}{f_1'}$$

مع أن $\overline{O_1A_1}=\overline{O_1F_1}=f_1'+\Delta$

نسمي Δ بالمجال البصري للمجهر .

<u>قوة تكبير النظام العيني المجهري .</u>

لنعتبر G_2 قوة تكبير النظام العيني .

نعتبر A_1B_1 شيئا بالنسبة للنظام العيني الذي يعطي الصورة $A'B'$ وهي صورة A_1B_1 .

لنعتبر أن θ_1 القطر الظاهري الذي ترى العين المجردة من خلاله A_1B_1 .

$$\theta_1=\frac{A_1B_1}{d_m}$$

d_m المسافة الدنيا للإبصار المميز $d_m=0,25m$ ونأخذ $d=1/4m$

- القطر الظاهري α' للصورة $A'B'$ يعبر عنه بالعلاقة :

$$\theta'=\frac{A_1B_1}{f_2'}(\tan\theta'\approx\theta'=\frac{A_1B_1}{f_2'})$$

$$G_2=\frac{\theta'}{\theta_1}=\frac{A_1B_1}{f_2'}\times\frac{d_m}{A_1B_1}=\frac{d_m}{f_2'}$$

$$d_m=\frac{1}{4}m\Leftrightarrow G_2=\frac{1}{4f_2'}$$

قوة التكبير العياري المجهري

R

يرمز للتكبير العياري المجهري ب G ويعبر عنه بالعلاقة : $G = \dfrac{\theta'}{\theta}$

θ القطر الظاهري الذي ترى العين المجردة من خلاله الشيء AB .

$$\theta = \frac{AB}{d_m}$$

التكبير العياري للمجهر G :

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{A_1B_1}{f_2'} \times \frac{d_m}{AB} = \frac{A_1B_1}{AB} \times \frac{d_m}{f_2'}$$

$$|\gamma_1| = \frac{A_1B_1}{AB} = \frac{\Delta}{f_1'} \quad et \quad G_2 = \frac{d_m}{f_2'}$$

$$G = |\gamma_1| \times G_2$$

ونكتب كذلك : $G = \dfrac{\Delta}{4f_1'f_2'}$

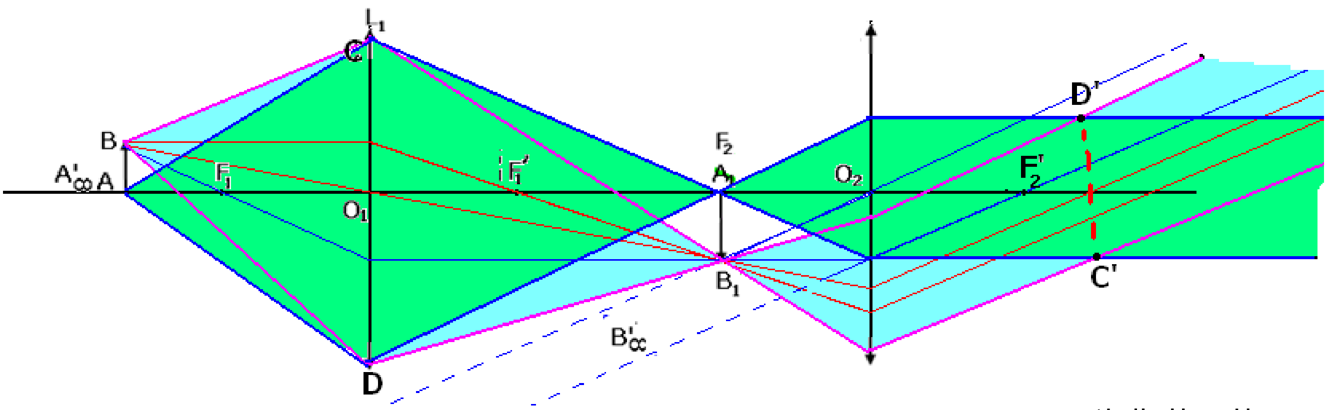
قوة التكبير العياري المجهري يعبر عنه بالعلاقة : $G = |\gamma| G_2$

الدائرة العينية

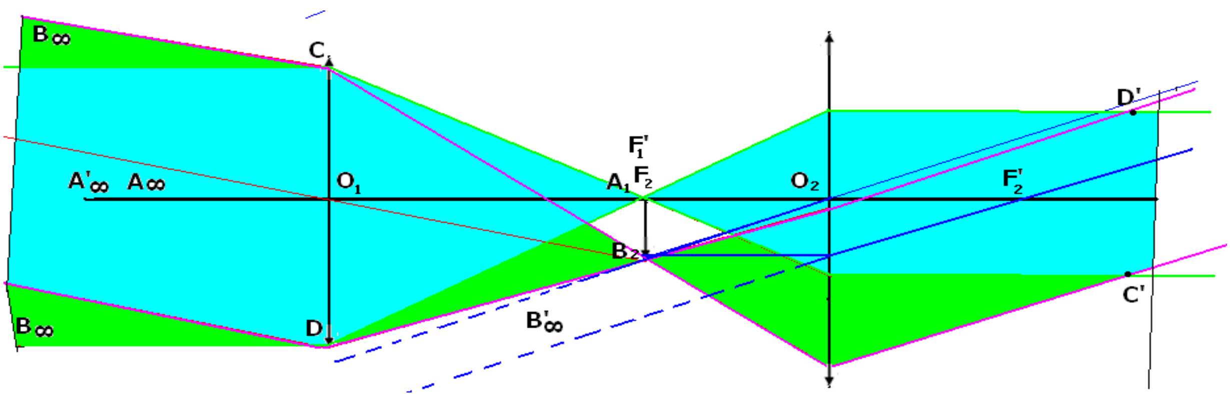
كل الأشعة المنبعثة من الشيء تجتاز أنظمة المجهر ، وعند خروجه نحو العين تمر من دائرة قطرها C′D′ ، تسمى الدائرة العينية .

- الدائرة العينية هي صورة النظام الشيئي L_1 بواسطة النظام العيني .
- الدائرة العينية تكون دائما قريبة من المستوى البؤري الصورة للنظام العيني .
- الدائرة العينية هي الموضع الذي يجب أن يكون فيه بؤبؤ العين لاستقبال أكثر ما يمكن من الضوء .

بالنسبة للمجهر :



بالنسبة للمنظار الفلكي :



السلسلة الرقم 04
بعض الأجهزة البصرية

تمرين 1

منظار فلكي لا بؤري نظامه الشيئي قوته $c=4\delta$ ونظامه العيني مسافته البؤرية $f'_2=3cm$.

1 ــ أعط تعبير قوة التكبير المنظار بدلالة f'_1 و f'_2 .

2 ــ أحسب قوة التكبير G للمنظار .

تمرين 2

يتكون منظار فلكي من :

نظام شيئي مسافته البؤرية $f'_1=20cm$ وشعاعه $R=4cm$.

نظام عيني مسافته البؤرية $f'_2=1cm$

1 ــ حدد المسافة O_1O_2 (بين مركزي النظامين الشيئي والعيني) لكي يكون الجهاز البصري لا بؤريا (Systeme afocal)

" نذكر أن الجهاز البصري يكون لا بؤري ، إذا كانت صورة شيء موجود في لا نهاية ، توجد أيضا فيما لا نهاية "

2 ــ أوجد تعبير قوة التكبير المنظار بدلالة f'_1 و f'_2.واحسب قيمتها .

3 ــ حدد موضع وشعاع الدائرة العينية (Cercle oculaire) .

تذكير : الدائرة العينية هي صورة النظام الشيئي بواسطة النظام العيني .

تمرين 3

نشاهد القمر بواسطة منظار فلكي ، حيث المسافة البؤرية ، حيث المسافة البؤرية للنظام الشيئي هي : $f'_1=80cm$ ، والمسافة البؤرية للنظام العيني هي : $f'_2=2,0cm$.

1 ــ أحسب طول الصورة A_1B_1 المحصل عليها بواسطة النظام الشيئي ، إذا علمت أن القمر يرى من الأرض تحت زاوية $32'$.

2 ــ ما الزاوية θ' التي يرى من خلالها القمر بواسطة المنظار الفلكي ؟

3 ــ أحسب قوة تكبير المنظار الفلكي بطريقتين مختلفتين .

تمرين 4

يمكن مماثلة مجهر بواسطة جهاز بصري مكون من عدستين L_1 و L_2 مجمعتين و لهما نفس المحور البصري ، وتفصل بينهما مسافة $O_1O_2=12,5cm$.

المسافتين البؤرية ل (L_1) و (L_2) بالتتابع : $f'_1=5cm$ و $f'_2=2cm$.

1 ــ نضع أمام العدسة L_1 ، شيئا AB طوله $5\mu m$ ، عموديا على محورها البصري حيث $\overline{O_1A}=-5,25cm$ وتنتمي A لهذا المحور . أوجد موضع وطول الصورة A_1B_1 المحصل عليها بواسطة L_1 ثم خصائص الصورة النهائية $A'B'$.

2 ــ يشاهد ملاحظ من F'_2 (البؤرة الرئيسية الصورة للنظام العيني L_2) الصورة $A'B'$.

2 ــ 1 أحسب α' القطر الظاهري للصورة $A'B'$.

2 ــ 2 ما القطر الظاهري α للشيء عندما يشاهد مباشرة وعلى بعد مسافة $d_m=25cm$ من العين ؟

2 ــ 3 استنتج G قوة تكبير المجهر .

تمرين 5

يتألف منظار فلكي من نظام شيئي نمثله بعدسة مجمعة مسافتها البؤرية $f'_1=100cm$ ، ومن نظام عيني نمثله بعدسة مجمعة (L_2) ذات مسافة بؤرية $f'_2=5cm$.

R

1 ـ أحسب المسافة $\overline{O_1O_2}$ لكي تتكون الصورة النهائية المحصلة بواسطة المنظار في اللانهاية

2 ـ أنجز الإنشاء الهندسي لسير حزمة ضوئية عبر المنظار باعتبار السلم 1/5 بالنسبة للمحور البصري الرئيسي والسلم الحقيقي بالنسبة للمحور المتعامد مع المحور البصري الرئيسي .

3 ـ أثبت العلاقة $G=\frac{f'_1}{f'_2}$ حيث G قوة تكبير المنظار . أحسب G .

تمرين 6

تتجلى وظيفة المجهر في تكبير الأشياء القريبة والصغيرة ، وذلك بزيادة القطر الظاهري . ويمكن مماثلة المجهر بواسطة جهاز بصري مكون من عدستين L_1 و L_2 مجمعتين و لهما نفس المحور البصري ، وتفصل بينهما مسافة $O_1O_2=12,5cm$ ومسافتهما البؤرية بالتتابع بالتتابع :
$f'_1=0,5cm$ و $f'_2=2,0cm$ ..

ليكن AB شيء عمودي على المحور البصري وA تنتمي لهذا المحور .

أجز الإنشاء الهندسي للجهاز ، باستعمال سلم مناسب وضع على هذا الإنشاء موضعي البؤر الرئيسية للعدستين .

2 ـ حدد O_1F_2 المسافة بين مركز (L_1) والبؤرة الرئيسية الشيء ل (L_2) .

3 ـ حدد موضع (AB) بالنسبة للعدسة (L_1) ، لكي تكون الصورة A_1B_1 المحصل عليها بواسطة (L_1) ، في المستوى البؤري الشيء للعدسة (L_2) . هل هذه الصورة مقلوبة أو معتدلة ؟

4 ـ ضع A_1B_1 على الشكل (نعتبر أن طول هذه الصورة هو 2cm) ، ثم أنشئ الشيء AB .

5 ـ عبر عن طول الصورة A_1B_1 بواسطة L_1 . استنتج تعبير القطر الظاهري الصورة α' ل A_1B_1
$d_m=25cm$ (المسافة d_m هي مسافة الكشف القريب بالنسبة لعين عادية)

استنتج قوة التكبير G للمجهر .

تصحيح تمارين حول بعض الأجهزة البصرية

تمرين 1

تعبير قوة تكبير المنظار بدلالة f'_1 و f'_2 :

نعلم أن $G=\dfrac{\alpha'}{\alpha}$ بحيث أن α' القطر الظاهري الصورة $\alpha'=\dfrac{A_1B_1}{f'_2}$ و α القطر الظاهري الشيء

حيث $\alpha=\dfrac{A_1B_1}{f'_1}$

وبالتالي $G=\dfrac{\alpha'}{\alpha}=\dfrac{f'_1}{f'_2}$

لنحسب قوة التكبير للمنظار الفلكي :

لدينا

$$f'_1=\frac{1}{C}=0,25m$$

$$f'_2=0,03m$$

أي أن $G=8,33$

تمرين 2

1 ـ تحديد المسافة $\overline{O_1O_2}$

يكون المنظار الفلكي لا بؤريا حسب التعريف ، إذا كانت صورة شيء موجود في ما لانهاية ، توجد أيضا فيما لا نهاية :

صورة شيء AB، يوجد في اللانهاية ، A_1B_1 بواسطة عدسة مجمعة (L_1) يجب أن تكون في المستوى البؤري الصورة للعدسة L_1 ولكي تعطي العدسة (L_2) ، النظام العيني ، صورة في اللانهاية للشيء A_1B_1 يجب أن تكون هذه الأخير كذلك في المستوى البؤري الشيء للعدسة L_2 . أي أن A_1 متطابقة مع F'_1 و F_2 أي أن البؤرة الرئيسية الصورة F'_1 متطابقة مع البؤرة الرئيسية الشيء F_2 وبالتالي فإن :

$$\overline{O_1O_2}=\overline{O_1F'_1}+\overline{F_2O_2}=\overline{O_1F'_1}-\overline{O_2F_2}$$

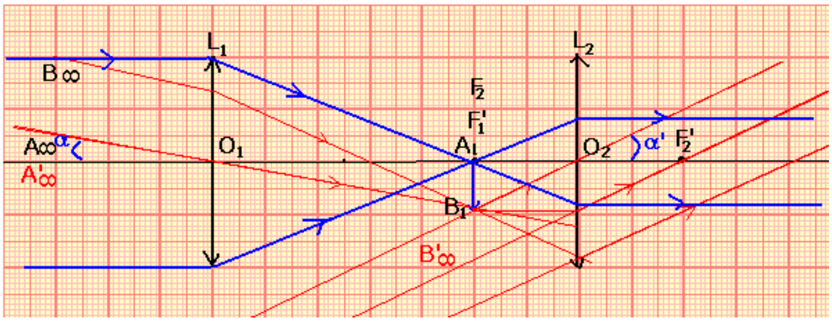
$$\overline{O_2F_2}=-f'_2$$

$$\overline{O_1F'_1}=f'_1$$

$$\overline{O_1O_2}=f'_1+f'_2=21cm$$

2 ـ تعبير قوة تكبير المنظار بدلالة f'_1 و f'_2

نعلم أن $G=\dfrac{\alpha'}{\alpha}$ بحيث أن α' القطر الظاهري الصورة $\alpha'=\dfrac{A_1B_1}{f'_2}$ و α القطر الظاهري الشيء



حيث $\alpha=\dfrac{A_1B_1}{f'_1}$

وبالتالي $G=\dfrac{\alpha'}{\alpha}=\dfrac{f'_1}{f'_2}$

حساب G

R

$$G = \frac{20}{1} = 20$$

3 ـ الدائرة العينية

هي حسب التعريف صورة النظام الشيئي بواسطة النظام العيني .

للحصول عليها هندسيا نرسم شعاعين موازيين للمحور البصري ويمران بمحاذاة حافتي العدسة L_1 ، عند اجتيازهما للعدسة L_2 سيخرجان موازيين للمحور البصري .

لتحديد موضع الصورة العدسة L_1 بواسطة العدسة L_2 نستعمل علاقة التوافق :

$$\frac{1}{f'_2} = \frac{1}{\overline{O_2C'}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}}$$

بحيث أن C' هي موضع صورة العدسة L_1 بواسطة العدسة L_2 .

O_1 موضع الشيء (العدسة L_1) بالنسبة للعدسة L_2 .

$$\frac{1}{f'_2} = \frac{1}{\overline{O_2C'}} - \frac{1}{\overline{O_2O_1}}$$

$$\overline{O_2C'} = \frac{\overline{O_2O_1}.f'}{f' + \overline{O_2O_1}} = 1,05cm$$

وبالتالي توجد الدائرة العينية على 1,05cm من النظام العيني .

ولتحديد شعاع الدائرة العينية نستعمل علاقة التكبير على العدسة L_2 :

R' شعاع الدائرة العينية (أو طول الصورة)

R شعاع العدسة L_1 (أو طول الشيء)

$$|\gamma| = \left|\frac{\overline{O_2C'}}{\overline{O_2O_1}}\right| = \frac{R'}{R} \Rightarrow R' = R\left|\frac{\overline{O_2C'}}{\overline{O_2O_1}}\right| = 0,2cm$$

تمرين 3

1 ـ طول الصورة A_1B_1 المحصلة بواسطة النظام الشيئي في حالة $\theta = 32'$

لدينا حسب علاقة القطر الظاهري للشيء وطول الصورة A_1B_1 :

$$\theta = \frac{A_1B_1}{f'_1} \Rightarrow A_1B_1 = \theta.f'_1$$

$$\theta = 0,32 \times \frac{\pi}{180} = 5,6.10^{-3} rad$$

$$A_1B_1 = 4,47.10^{-3} m$$

2 ـ الزاوية θ' (القطر الظاهري الذي نرى منه الصورة) أي التي يرى من خلالها القمر بواسطة المنظار :

$$\theta' = \frac{A_1B_1}{f'_2} = \frac{4,47.10^{-3}}{0.02} = 0,223rad$$

$$\theta' = 12,8°$$

3 ـ قوة تكبير المنظار الفلكي :

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = 40$$

أو بطريقة أخرى : $G = \frac{f'_1}{f'_2} = 40$

تمرين 4

موضع الصورة A_1B_1 المحصل عليها بواسطة L_1 :

حسب علاقة التوافق لدينا :

$$\frac{1}{\overline{O_1F'_1}} = \frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} \Rightarrow \overline{O_1A_1} = \frac{\overline{O_1A} \times f'_1}{\overline{O_1A} + f'_1} = 105mm$$

تحديد طول الصورة A_1B_1

$$\frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{A_1B_1} = \overline{AB} \times \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}} = -100\mu m$$

ملحوظة : إن الصورة A_1B_1 ستتكون في اللانهاية

لدينا $\overline{O_1A_1} = 10,5cm$ ، إذن :

$$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1A_1} \Rightarrow \overline{O_2A_1} = -12,5 + 10,5 = -2cm$$

$$\overline{O_2A_1} = \overline{O_2F_2}$$

أي أن الصورة A_1B_1 تتكون في المستوى البؤري الشيء للعدسة L_2 أي أن A_1 متطابقة مع F_2 البؤرة الرئيسية الصورة ، وبالتالي ، فإن الصورة $A'B'$ المحصل عليها بواسطة L_2 تتكون في اللانهاية وهي مقلوبة وكبيرة جدا .

2 ــ 1 القطر الظاهري α' للصورة $A'B'$:

$$\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2} = 5.10^{-3} rad$$

2 ــ 2 لدينا القطر الظاهري α للشيء عندما يرى مباشرة على بعد مسافة d_m=25cm من العين :

$$\alpha = \frac{AB}{d_m} = 2.10^{-5} rad$$

2 ــ 3 قوة تكبير المجهر :

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 250$$

تمرين 5

1 ــ لكي تتكون الصورة النهائية المحصلة في اللانهاية يجب أن يكون المنظار لا بؤريا :

أن تكون الصورة للشيء بواسطة النظام الشيئي توجد في المستوى البؤري الصورة للنظام الشيئي والمستوى البؤري الشيء بالنسبة للنظام العيني ، أي أن A_1 متطابقة مع F'_1 البؤرة الرئيسية الصورة للعدسة L_1 و F_2 البؤرة الرئيسية الشيء بالنسبة للعدسة L_2 . أي أن :

$$\overline{O_1O_2} = \overline{O_1F'_1} + \overline{F'_1O_2} = \overline{O_1F'_1} - \overline{O_2F_2}$$

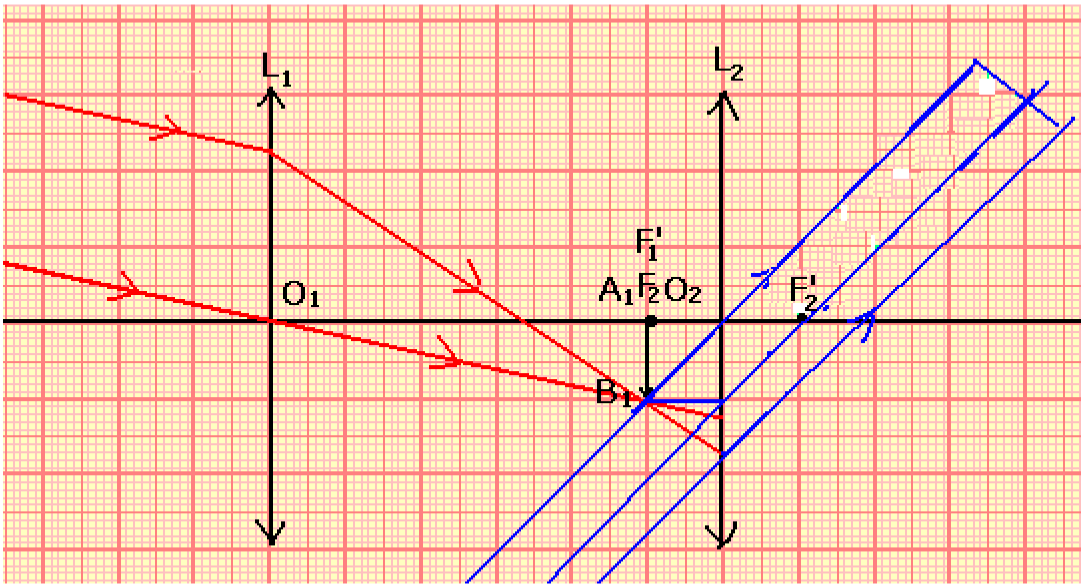
$$\overline{O_2F_2} = -f'_2$$

$$\overline{O_1F'_1} = f'_1$$

$$\overline{O_1O_2} = f'_1 + f'_2 = 105cm$$

– 2

R



3 ــ إثبات العلاقة $G = \frac{f'_1}{f'_2}$

ـ أنظر التمرين 1

حساب G : G=20

تمرين 6

عناصر الإجابة :

$$2 - \overline{O_1F_2} = 16{,}5cm$$

$$3 - \overline{O_1A} = -0{,}52cm$$

A_1B_1 عبارة عن صورة حقيقية إذن فهي مقلوبة .

5 ــ تعبير A_1B_1 طول الصورة :

علاقة التكبير

$$\overline{A_1B_1} = -32\overline{AB}$$

$$\alpha' = 16 \times \overline{AB}$$

6 ــ قطر AB الظاهري α

$$\alpha = \frac{AB}{d_m}$$

قوة تكبير العدسة $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{16AB}{\frac{AB}{25}} = 400$

القياس في الكيمياء
السنة الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية
2007-2006

أهمية القياس في الكمياء

تاريخيا كانت أعمال العالم الفيزيائي لافوارييه أثرا كبيرا على تطور الكيمياء الكمية حيث أن قانونه الشهير انحفاض كمية المادة خلال التحول الكيميائي أعطى دفعة مهمة في تطوير أدوات وأجهزة القياس في الكيمياء . في الوقت الحالي أصبحت تقنيات التحليل والقياس في الكيمياء أكثر تطورا من حيث الدقة والتنوع . وأصبح الإنسان يعتمد عليها في مختلف مجالات الحياة من بيئة وتغذية وصحة وذلك من أجل توفير المعلومات اللازمة والمعطيات الكمية لكي يتمكن من اتخاذ الإجراءات اللازمة والتدابير المناسبة .

النشاط 1(القياس من أجل الإخبار)

لصيقة قنينة ماء معدني مسوق A

minéralisation en mg/l Résidu sec à 110°C : 186		
Sodium	25,50	صوديوم
Potassium	2,80	بوتاسيوم
Magnésium	8,70	مغنزيوم
Calcium	12,02	كالسيوم
Chlorures	14,20	كلورور
Bicarbonates	103,70	بكاربونات
Sulfates	41,70	سلفات
Nitrates	0,10	نترات

لصيقة قنينة ماء معدني مسوق B

minéralisation en mg/l Résidu sec à 110°C : 186		
Sodium	120	صوديوم
Potassium	8	بوتاسيوم
Magnésium	40	مغنزيوم
Calcium	70	كالسيوم
Chlorures	220	كلورور
Bicarbonates	335	بكاربونات
Sulfates	20	سلفات
Nitrates	4	نترات

باعتمادك على الوثيقتين أعلاه :

1 ــ ما هي مكونات الماء المعدني المسوق ؟

2 ــ إذا علمنا أن مستهلك يتبع حمية بدون ملح ، أي قنينة يمكنه اختيارها ؟

3 ــ استهلك شخص خلال يوم $1,5\ell$ من ماء معدني B . أحسب كتلة الصوديوم المستهلكة خلال اليوم .

4 ــ ما هو دور اللصيقة بالنسبة للمستهلك ؟

خلاصة : يلجأ الصانع إلى القيام بقياسات كيميائية كمية ، من أجل وضع لصيقة على منتوجه ؛ حيث تمكن هذه اللصيقة من إخبار المستهلك بمكونات المنتوج وبنسب تواجدها فيه .

النشاط 2 (القياس من أجل المراقبة والحماية)

تتغير نوعية الهواء حسب الأماكن التي تتعرض لظاهرة التلوث . هناك شبكة مختصة في قياس المؤشر المتوسط أو المؤشر التحتاني (sous – indice) لنوعية الهواء وبحسب اعتمادا على ثلاث ملوثات أساسية و هي ثنائي أوكسيد الكبريت SO_2 وثنائي أوكسيد الأزوت NO_2 والأوزون O_3 . والجدولين التاليين يحددان المؤشر المتوسط لنوعية الهواء وكذلك التراكيز الكتلية للغازات الملوثة الأساسية :

Sous-indice	SO_2 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	O_3 ($\mu g \cdot m^{-3}$)	NO_2 ($\mu g \cdot m^{-3}$)
2	40 à 79	30 à 54	30 à 54
4	120 à 159	80 à 104	85 à 109
6	200 à 249	130 à 149	135 à 164
8	300 à 399	180 à 249	200 à 274
10	> 600	> 360	> 400

1 ــ ما هو الهدف من عملية قياس جودة الهواء ؟ (من أجل مراقبة جودة الهواء لحماية البيئة)

2 ــ ما هي عتبات(les seuils) مختلف الملوثات الموافقة للمؤشر التحتاني 7 ($250\mu g/m^3<t(SO_2)<299\mu g/m^3$ ، $150\mu g/m^3<t(O_3)<179\mu g/m^3$ ، $165\mu g/m^3<t(NO_2)<199\mu g/m^3$)

3 ـ أعطت قياسات جودة الهواء بمدينة أوروبية في يوم 12 أبريل 2005 النتائج التالية :

$$SO_2 \to 140 \mu g / m^3$$

$$NO_2 \to 40 \mu g / m^3$$

$$O_3 \to 45 \mu g / m^3$$

أحسب مؤشر الثلوث في هذا اليوم واستنتج جودة هواء هذه المدينة .

($SO_2 : 4$, $NO_2 : 2$, $O_3 : 2$) وبالتالي sous – indice = 4 ، هواء جيد)

نعرف المؤشر المتوسط لنوعية الهواء هو المؤشر التحتاني (sous – indice)الأكبر للملوثات الأربعة .

خلاصة : من أجل مراقبة وحماية البيئة والصحة ، يقوم الإنسان بإجراء العديد من القياسات والتحاليل التي تستهدف مختلف عناصر البيئة ، كالهواء والماء والتربة وكذا مختلف مواد الاستهلاك .

النشاط 3 (القياس من أجل التدخل)

تمثل الوثيقة جانبه نتائج تحليلات بيولوجية طبية خضع لها شخص ما صباحا قبل الإفطار :

ـ لمعرفة هل شخص ما مصاب بداء السكري يطلب منه إجراء تحليلة بيولوجية تحدد تحلون الدم بعد الصيام حيث يتم قياس تركيز مادة الغليكوز في الدم بعد 12 ساعة من الصيام على الأقل .

ـ حمض البوليك ($C_5H_4N_4O_3$) مادة يفرزها الكبد أو يتناولها الإنسان عن طريق الغذاء . القيم المرجعية لتركيز هذه المادة بالنسبة لرجل سليم هي : (420µmol/L- 210µmol/L) وبالنسبة لإمرأة سليمة (350µmol/L-150µmol/L) .

تحليلات بيولوجية

اسم المريض
الطبيب المعالج
التاريخ

المادة	النتائج	القيم المرجعية
تلون الدم عند الصيام	1,09g/L	1,10-0,7
حمض البوليك	70,2mg/L	70,0-35,0

إذا كان تركيز هذا الحمض في الدم أكبر من القيمة المرجعية القصوى ، فإن ذلك قد يؤدي إلى الإصابة بداء النقرس (Goutte) وهو داء مؤلم جدا . وإذا كان تركيز الحمض أصغر من القيمة المرجعية الدنيا ، فإن ذلك يكون مؤشرا على إمكانية الإصابة بالتهاب الكبد أو سرطان الكبد .

1 ـ ماذا تعني القيم المرجعية ؟ هي قيم يجب الإعتماد عليه لتحديد وضعية الشخص الذي أجريت له التحليلات هل هو سليم أم مريض .

2 ـ ماذا تستخلص من نتيجة تحلون الدم بالنسبة للشخص الذي أجريت له هذه التحليلات ؟ هو سليم من داء السكري

3 ـ ماذا تستنتج من نتيجة حمص البوليك ؟ تركيز الحمض في الدم أكبر من القيمة المرجعية القصوى . فهو مصاب بداء النقرس

4 ـ بين كيف يمكن التعرف على هذا الشخص الذي أجريت له التحليلات رجلا أم امرأة ؟ حساب كمية المادة الموجودة في 70,2mg .

5 ـ ما هو الهدف من القيام بهذه التحليلات ؟ للتعرف على الوضع الصحي لهذا الشخص والتدخل في الوقت المناسب لتصحيح الوضع المختل .

كيف يتم القياس في الكيمياء ؟

1 ـ قياسات تقريبية وقياسات دقيقة

لتأكد من جودة الحليب نقوم بقياس مقادير أساسة منها pH الحليب بحيث يجب أن تكون قيمته محصورة بين 6.7 و 6.5 .

ما هي الأجهزة التي يمكن استعمالها لمعرفة جودة الحليب ؟

عندما يتعلق الأمر بقياسات تتوخى الدقة ، يتم استعمال أجهزة دقيقة ومتطورة ، بينما يتم الاعتماد على أدوات البسيطة في الحالة المعاكسة .

2 ـ قياسات متواصلة وقياسات بأخذ عينات

كيف تتم مراقبة جودة الماء ؟ يتم أخذ عينات من الماء وتحليل محتوياتها في أوقات دورية محددة .

كيف تتم مراقبة جودة الهواء ؟ يمكن جهاز مراقبة نسب الغازات في الهواء من تتبع تطور نسب تواجدها بشكل مستمر

تمكن القياسات المتواصلة من تتبع تطور مقدار معين بشكل مستمر ، بينما تمكن القياسات بأخذ عينات من تتبع تطور مقدار معين بشكل متقطع . ويتطلب كل نوع من القياسات استعمال أجهزة وأدوات مناسبة .

3 ـ قياسات مدمرة وقياسات غير مدمرة

لقياس تركيز الأيونات الموجودة في الدم نأخذ عينة صغيرة جدا ونستعمل جهاز يسمى باليونومتر . هذه التقنية غير مدمرة . استعمال المعايرة هي تقنية مدمرة .

عندما تكون المادة المدروسة قليلة ، أو غالية الثمن ، يتم استعمال تقنيات قياس تستهلك كميات ضئيلة أو لا تستهلك شيئا البتة ، وتسمى تقنيات غير مدمرة . في حالة دراسة مادة موجودة بوفرة ، وغير مكلفة ، يمكن استعمال تقنيات تستهلك بعضا منها ، وتسمى تقنيات مدمرة

R

المقادير المرتبطة بكميات المادة

I ـ كمية المادة بالنسبة للأجسام الصلبة والسائلة

1 ـ كمية المادة

للتعبير بسهولة عن عدد الدقائق (الذرات ، الجزيئات ، الأيونات ، الخ ..) المتواجدة في عينة من المادة نستعمل وحدة القياس : المــول .

نعرف المول بكمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد من المكونات الأساسية ويساوي عدد الذرات المتواجدة في $0,012kg$ من الكربون 12 . وهو $6,02.10^{23}$ ذرة . ويطلق على هذا العدد بعدد أفوكادرو .

2 ـ كمية المادة والكتلة

كمية المادة n الموجودة في عينة ذات كتلة m من مادة X كتلتها المولية $M(X)$ هي :

$$n = \frac{m}{M(X)}$$

n : بالمول mol

m بالغرام g

$M(X)$ بالوحدة g/mol

تمرين تطبيقي : نقيس بواسطة ميزان إلكتروني الكتلة m_1 للماء والكتلة m_2 لعينة من الحديد فنجد

$$m_1 = m_2 = 100g$$

أحسب كمية مادة جزيئات الماء الموجودة في $100g$ من الماء

احسب كمية مادة ذرات الحديد الموجودة في $100g$ من فلز الحديد .

نعطي : $M(O) = 16g/mol, M(H) = 1g/mol, M(Fe) = 56g/mol$

3 ـ كمية المادة والحجم

يتم تحديد كمية مادة عينة ذات حجم V انطلاقا من الكتلة المولية M والكتلة الحجمية ρ .

أ ـ الكتلة الحجمية والكثافة

* الكتلة الحجمية لمادة ما تساوي خارج قسمة كتلة عينة ما من هذه المادة على الحجم الذي تحتله .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

m : بالوحدة kg

V: بالوحدة m^3

ρ: بالوحدة kg/m^3

الوحدة الاعتيادية للكتلة الحجمية هي : g/cm^3

* الكثافة : كثافة جسم ما ذي كتلة حجمية ρ بالنسبة لجسم مرجعي ذي كتلة حجمية ρ_0 هي :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}$$

d بدون وحدة و ρ و ρ_0 بنفس الوحدة

بالنسبة للأجسام الصلبة والسائلة يتم اختيار كجسم مرجعي الماء حيث $\rho_{eau} = \rho_0 = 1,00g/cm^3$

ب ـ علاقة كمية المادة بالحجم

كمية المادة n الموجودة في عينة ما من مادة X وذات حجم V وكتلة مولية $M(X)$ وكتلة حجمية ρ ، هي :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho V}{M} = \frac{d\rho_0 V}{M}$$

تمرين تطبيقي :

الهكسان C_6H_{14} جسم سائل عند درجة الحرارة $20°C$ ، كتلته الحجمية $\rho = 0,66g/cm^3$.

أحسب الحجم V للهكسان الذي يجب قياسه بواسطة مخبار مدرج للحصول على $n = 0,1mol$ من هذا السائل ؟

II – كمية المادة بالنسبة للأجسام الغازية .

1 – الحجم المولي

الحجم المولي V_m لغاز هو الحجم الذي يحتله مول واحد من الغاز ، في ظروف معينة لدرجة الحرارة و الضغط .

وحدته في النظام العالمي للوحدات هي : $\ell.mol^{-1}$

في الشروط النظامية لدرجة الحرارة و الضغط $(t_0 = 0°C , p_0 = 1atm)$ يسمى الحجم المولي ، الحجم المولي النظامي : $V_0 = 22,4\ell.mol^{-1}$.

قانون أفوكادرو أمبير : يكون الحجم المولي في نفس الشروط لدرجة الحرارة و الضغط ثابتا ، كيف ما كان الغاز .

2– علاقة كمية مادة غاز بحجم العينة والحجم المولي :

كمية مادة الغاز X الموجودة في عينة ما ذات حجم V وفي شروط معينة لدرجة الحرارة و الضغط هي :

$$n = \frac{V}{V_m}$$

n بالمول

V_m بالوحدة ℓmol^{-1}

V باللتر ℓ

3 – قانون بويل – ماريط Loi de Boyle – Mariotte

نشاط تجريبي

نسد محقنة بأصبع ونضغط على المكبس فينقص حجم الهواء في المحقنة . أي أن هناك علاقة بين ضغط غاز وحجمه . فما هي هذه العلاقة ؟

مناولة : نستعمل محقن يحتوي على كمية من الهواء ومانومتر لقياس الضغط .

نضغط بلطف على المكبس ، فيتناقص الحجم V للهواء داخل المحقن ويشير المانومتر لإلى تزايد الضغط .

نسجل قيمة الضغط P بالنسبة لكل حجم V ، في جدول القياسات التالي :

V(ml)	15	20	25	30	35
P(hPa)	100,0	75,0	60,0	50,0	42,8
P.V	1500	1500	1500	1500	1498

املأ الجدول أعلاه . ماذا تستنتج ؟ عندما يتزايد الحجم ، يتناقص الضغط للغاز عند درجة الحرارة ثابتة . ويبق الجداء $P.V$ ثابتا أي $P.V = Cte$ و هذا يترجم قانون بويل – ماريوط .

نص القانون :

عند درجة حرارة ثابتة يكون ، بالنسبة لكمية غاز معينة ، جداء الضغط P والحجم V الذي يشغله هذا الغاز ، ثابتا $(P.V = Cte)$

4 – السلم المطلق لدرجة الحرارة

نشاط تجريبي 2

نقوم بحصر كمية معينة من الهواء داخل حوجلة (n و V ثابتان) ونقوم بتسخين الحوجلة تم نسجل قيم درجة الحرارة و الضغط خلال هذه العملية . فنحصل على الجدول التالي :

t°C	-10	0	8	15	20	45
P(Pa)	91200	94600	97400	99800	100900	110200

نمثل تغيرات الضغط بدلالة درجة الحرارة المئوية t . نحصل على منحنى لا يمر من أصل المعلم وأنه يقطع محور t في نقطة $-237°C$ و هي درجة الحرارة التي ينعدم فيها ضغط الغاز وبما أن ضغط الغاز لا يمكن أن ينعدم ، فإن درجة الحرارة لا يمكن لها أن تنزل عن $-237°C$ لهذا تسمى بالصفر المطلق .

بإزاحة نقطة الأصل في التدريج الحراري إلى $-237°C$ نحصل على ما يسمى بالتدريج المطلق حيث نعوض محور الدرجات الحرارة المئوية $t°C$ بمحور درجات الحرارة المطلقة T المعبر عنها بالوحدة الكلفين (K)

$$T = t + 273$$

T بالكلفين (K)

R

t بالسيلسيوس $°C$

5 ـ الغازات الكاملة

* الغاز الكامل هو نموذج يخضع خضوعا تاما لقانون بويل ـ ماريوط .
* يقترب سلوك الغاز الحقيقي أكثر فأكثر من سلوك الغاز الكامل كلما كان ضغطه منخفضا ودرجة حرارته مرتفعة .
* متغيرات الحالة الأربعة (T,n,P,V) مرتبطة فيما بينها بعلاقة تسمى معادلة الحالة للغازات الكاملة :

$$PV = nRT$$

P بالوحدة الباسكال Pa

V بالوحدة m^3

n بالمول mol

R ثابتة الغازات الكاملة $R = 8,314 J.mol^{-1}.K^{-1}$

T بوحدة الكلفين K

ملحوضة : تمكن هذه العلاقة من تحديد كمية مادة غاز ، انطلاقا من معرفة ضغطه ودرجة حرارته والحجم الذي يشغله .

$$n = \frac{PV}{RT}$$

كذلك تمكن من حساب الحجم المولي V_m لغاز . وهو الحجم الذي يشغله مول واحد من هذا الغاز .

6 ـ كثافة غاز بالنسبة للهواء

كثافة غاز بالنسبة للهواء هي خارج الكتلة m لحجم V من هذا الغاز على الكتلة m_0 للحجم نفسه من الهواء . وذلك في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط .

$d = \frac{m}{m_0}$ ولدينا $m = nM$ مع M الكتلة المولية للغاز .

لدينا كذلك : $m_0 = \rho_0 V = \rho_0 .n.V_m$ ونعلم أنه أيا كانت درجة الحرارة والضغط يكون $\rho_0 V_m = 29 g / mol$ وبالتالي :

$$d = \frac{M}{29}$$

السلسلة 2 من تمارين الكيمياء 2006-2007
الأولى سلك بكالوريا علوم رياضية وتجريبية
القياس في الكيمياء

تمرين 1

تتكون ذرة كربون 12 من 12 نوية و6 إلكترونات .

1 ـ ما هو عدد البروتونات والنوترونات المتواجدة في نواة الكربون 12 ؟

2 ـ كتلة نوية هي $m_n = 1,67.10^{-27}\,kg$

أ ـ أحسب كتلة نواة ذرة الكربون 12 .

ب ـ أحسب كتلة مول واحد من نويات ذرة الكربون 12 .

3 ـ أحسب عدد الإلكترونات المتواجدة في مول واحد من ذرة الكربون 12 . استنتج الكتلة التي تمثلها هذه الإلكترونات . ما هو تعليقك على هذه النتيجة ؟

4 ـ أحسب كتلة ذرة الكربون 12 .

تمرين 2

1 ـ إذا علمت أن كثافة الحديد $d = 7,8$ ، أحسب كتلة مكب من الحديد حرفه $a = 20cm$.

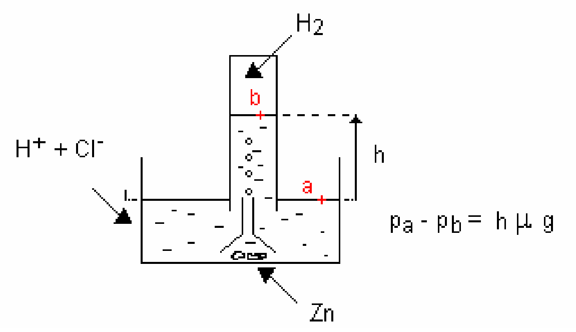
2 ـ أحسب كمية مادة ذرات الحديد المتواجدة في هذا المكعب .

نعطي الكتلة الحجمية للماء في شروط التجربة $\rho_{eau} = 1g/cm^3$ والكتلة المولية الذرية للحديد

$$M(Fe) = 55,8g/mol$$

الأجوبة : $m = 62,4.10^3 g$ و $n = 1118mol$

تمرين 3



لتهيئ غاز ثنائي الهيدروجين (H_2) نستعمل التجربة التالية :

ندخل حبات من الزنك في محلول حمض الكلوريدريك $(H^+ + Cl^-)$ فينطلق غاز ثنائي الهيدروجين (H_2) في مخبار مدرج (أنظر الشكل) .

عند نهاية التفاعل نحصل على $120ml$ من غاز ثنائي الهيدروجين .

1 ـ أحسب الضغط المطبق من طرف غاز ثنائي الهيدروجين على محلول حمض الكلوريدريك في المخبار المدرج باعتبار أن مستوى المحلول في المخبار ارتفع ب $h = 15cm$ بالنسبة لمستوى المحلول المتواجد في الحوض .

نعطي العلاقة التالية : $p_A - p_B = h\rho_{acide}g$ بحيث أن $\rho_{HCl} \simeq \rho_{eau} = 1,0.10^3 kg/m^3$ و $g = 9,8N/kg$ و $p_A = p_{atm} = 1,013.10^5 Pa$

2- ما هي كمية مادة ثنائي الهيدروجين الناتج عند درجة الحرارة $t = 27°C$.

نعطي $R = 8,314J.mol^{-1}.K^{-1}$

تمرين 4

وجد ثقتي في مختبر الكيمياء ، قارورة تحتوي على غاز عديم اللون . ولأخذ الاحتياطات اللازمة قرر الكشف عن طبيعة هذا الغاز ، فأخذ بواسطة محقن عينة من هذا الغاز وسجل النتائج التالية :

درجة الحرارة الاعتيادية : $25°C$

الضغط الجوي : $1013hPa$ ، حجم الغاز : $262ml$

كتلة المحقن فارغا : $68,3g$ ، كتلة المحقن مملوء بالغاز : $68,6g$

باستثمار هذه المعطيات :

1 ـ ما كمية مادة الغاز الموجود في المحقن ؟

2 ـ ما طبيعة الغاز الموجود في القارورة ؟

طبيعة الغاز	SO_2	NO_2	N_2	CO_2
الكتلة المولية (g/mol)	64	46	28	44

نعطي : $R = 8,314SI$

تصحيح سلسلة 2 من تمارين الكيمياء
المقادير المرتبطة بكمية المادة
الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية2006 -2007

تمرين 1

1 ـ عدد البروتونات : 6
عدد النوترونات : 6

2 ـ أ ـ كتلة نواة ذرة الكربون : $M_{noyau} = Am_n$ بحيث أن $m_n = 1,67.10^{-27}kg$ و $A = 12$

$M_{noyau} = 2.10^{-26}kg$

ب ـ كتلة مول واحد من نوويات ذرة الكربون : نعلم أن مول واحد يحتوي على N_A عدد أفوكادرو نوية أي أن كتلة مول واحد هي : $M_{noyau}(C) = 6,023.10^{23} \times 2.10^{-26} = 12,04g/mol$ ويمثل هذا المقدار الكتلة المولية الذرية لذرة الكربون .

3 ـ عدد الإلكترونات المتواجدة في مول واحد من ذرات الكربون 12 : نعلم أنه في ذرة واحدة للكربون 6 إلكترونات وعدد الذرات الموجودة في مول واحد هو عدد أفوكادرو N_A أي أن عدد ألالإلكترونات الموجودة في مول واحد هو :

$$N(e^-) = 6N_A = 36,1.10^{23}$$

الكتلة التي تمثلها هذه الإلكترونات في مول واحد من ذرات الكربون 12 : $M(e^-) = N(e^-).m_{e^-} = 329.10^{-8}kg$

بمقارنة الكتلة المولية الذرية و الكتلة المولية للإلكترونات يلاحظ أنها جد مهملة أمام كتلة النواة لذا فكتلة الذرة هي : $M_{atome} = A.m_n$ أي أنه بالنسبة لذرة الكربون 12 كتلة ذرة واحدة هي : $M_{atome} = M_{noyau} = 2.10^{-26}kg$

تمرين 2

1 ـ حساب كتلة مكعب من الحديد حرفه $a = 20cm$
نعلم أن كثافة جسم صلب بالنسبة للماء هي :

$$d = \frac{\rho_{fer}}{\rho_{eau}} = \frac{\frac{m}{V}}{\rho_{eau}} \Rightarrow d = \frac{m}{\rho_{eau}.V}$$

$$m = d.\rho_{eau}.a^3$$

بحيث أن $V = a^3$

تطبيق عددي : $m = 624.10^2 g$

2 ـ كمية مادة ذرات الحديد المتواجدة في المكعب :

$n = \frac{m}{M(Fe)}$ وبالتالي $n = 1118mol$

تمرين 3

1 ـ حساب الضغط المطبق من طرف غاز ثنائي الهيدروجين على محلول حمض الكلوريدريك في المخبار المدرج :

نطبق العلاقة : $p_{atm} - p_{H_2} = h\rho_{acide}g \Rightarrow p_{H_2} = p_{atm} - h\rho_{acide}g$

$$p_{H_2} = 0,998.10^5 Pa$$

2 ـ كمية مادة ثنائي الهيدروجين الناتج عند درجة الحرارة $t = 27°C$:

نعتبر أن غاز الهيدروجين غاز كامل ونطبق علاقة الغازات الكاملة : $p_{H_2}.V_{H_2} = n_{H_2}.R.T$ أي أن

$$n_{H_2} = \frac{p_{H_2}.V_{H_2}}{R.T}$$

بحيث أن $T = 273 + t = 300K$ و $V_{H_2} = 120cm^3 = 120.10^{-6}m^3$ و $R = 8,314SI$

$$n_{H_2} = 5.10^{-3}mol$$

تمرين 4

1 ـ كمية مادة الغاز الموجود في المحقن :

نعتبر أن هذا الغاز X كامل ونطبق علاقة الغازات الكاملة $p_X.V_X = n_X.R.T$

R

أي أن $n_X = \dfrac{p_X . V_X}{R.T}$ بحيث أن $T = 273 + t = 298K$ و $V_{H_2} = 262cm^3 = 262.10^{-6}m^3$ و $R = 8,314SI$

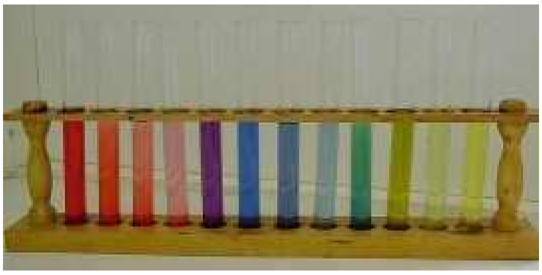
$n_X = 1,07.10^{-2}\,mol$

2 ـ نستنتج طبيعة الغاز الموجود في القارورة :

$$n_X = \frac{m}{M(X)} \Rightarrow M(X) = \frac{m}{n_X} = 28g/mol$$

$X \equiv N_2$

غاز ثنائي الأزوت .



R

التركيز والمحاليل الألكتروليتية وتتبع تحول كيميائي

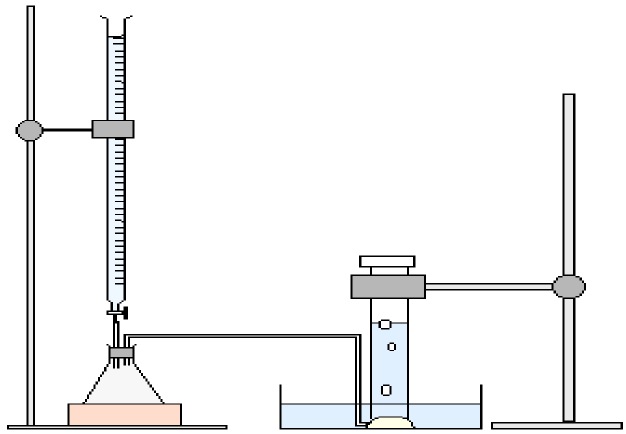
النشاط التجريبي (ذ الغزيزال)

تتبع تطور تحول كيميائي
(تأثير حمض الكبريتيك على المغنيزيوم)

الأهداف:

- كتابة المعادلة الكيميائية متوازنة مشيرا إلى الحالة الفيزيائية (صلب ، سائل ، مذاب أو غاز)
- خط جدول تطور كيميائي (مبرزا فيه الحالة البدئية ، الحالة خلال التحول ، والحالة النهائية)
- التعرف على المتفاعل الحدي (إن وجد) ثم تحديد التركيب النهائي (بمعرفة التقدم الأقصى).
- خط تغيرات كمية المادة للمجموعة الكيميائية واستثمارها .

العدة التجريبية



- دورق من حجم 250ml + سداد بثقبين +
- منصة رافعة
- كأس 100ml
- سحاحة 250ml
- مخبار مدرج بسداد
- ميزان ذو دقة
- محرار + مضغاط (لمعرفة درجة حرارة المختبر والضغط الجوي داخله)
- محلول حمض الكلوريدريك ذو تركيز $C_A = 0{,}5\ mol.l^{-1}$
- شريط المغنيزيوم : $m = 54mg$ $(M = 24.3)$

المناولة

معادلة التفاعل : $Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

- نضع شريط من مغنيزيوم (4cm) ونحدد كتلته $m = 54{,}1mg$ في الدورق وبواسطة السحاحة نضيف 15ml من حمض الكبريتيك
- نحرك الخليط ونسجل الحجم المزاح إلى المخبار المدرج (نحرص على أن يكون مستوى الماء في المخبار هو نفس المستوى في الحوض : وذلك بإفراغ الماء من الحوض حتى يتحقق الشرط السابق) : $V = 72\ ml$
- نقرأ درجة حرارة الحجرة والضغط الجوي بها : $(R = 0{,}082UP)$ $P = 1atm$ $T = 22°C$

النتائج واستغلالها

1. **الحجم المولي** في شروط التجربة $P.V_m = R.T$ و نستنتج $V_m = 24{,}1L.mol^{-1}$.
2. **حجم غاز الهيدروجين** $V_T = V(H_2) + V_{(air)}$ الحجم المزاح هو مجموع حجمي غاز الهيدروجين و الهواء الناتج عن إدخال المحلول (15ml)
إذن $V(H_2)_{exp} = V - 15{,}0$ و $V(H_2)_{exp} = 72{,}0 - 15{,}0$ وبالتالي $V(H_2)_{exp} = 57{,}0mL$
3. **كمية مادة المغنيزيوم:** $m/M = n(Mg) = 2{,}23.10^{-3}\ mol$
4. **كمية مادة H_3O^+** نعلم $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$. ومنه $[H_3O^+] = C_A$ إذن : $n(H_3O^+) = C_A.V_A$

$$n(H_3O^+)_i = 7{,}50.10^{-3}mol$$

5. الجدول الوصفي:

Équation de la réaction	$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$			
Etat initial (mol)	$n(Mg)_i = 2{,}23.10^{-3}$	$n(H_3O^+)_i = 7{,}50.10^{-3}$	$n(Mg^{2+})_i = 0{,}0$	$n(H_2)_i = 0{,}0$
Etat à la date t l'avancement est x	$n(Mg)_t = 2{,}23.10^{-3} - x$	$n(H_3O^+)_t = 7{,}50.10^{-3} - 2.x$	$n(Mg^{2+})_t = x$	$n(H_2)_t = x$
Etat final (mol) l'avancement est x_{max}(mol)	$n(Mg)_f = 2{,}23.10^{-3} - x_{max}$	$n(H_3O^+)_f = 7{,}50.10^{-3} - 2.x_{max}$	$n(Mg^{2+})_f = x_{max}$	$n(H_2)_f = x_{max}$

R

.6 التقدم القصوي :

$$\begin{cases} 2{,}23.10^{-3} - x \geqslant 0 \\ 7{,}50.10^{-3} - 2.x \geqslant 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x \leqslant 2{,}23.10^{-3} \\ x \leqslant 3{,}75.10^{-3} \end{cases}$$

$$\Rightarrow x_{max} = 2{,}23.10^{-3}\ \text{mol.}$$

.7 المتفاعل الحدي : المغنيزيوم إذن هو المتفاعل الحدي

.8

Équation de la réaction	$Mg_{(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$			
Etat initial (mol)	$n(Mg)_i = 2{,}23.10^{-3}$	$n(H_3O^+)_i = 7{,}50.10^{-3}$	$n(Mg^{2+})_i = 0{,}00$	$n(H_2)_i = 0{,}00$
Etat à la date t l'avancement est x	$n(Mg)_t = 2{,}23.10^{-3} - x$	$n(H_3O^+)_t = 7{,}50.10^{-3} - 2.x$	$n(Mg^{2+})_t = x$	$n(H_2)_t = x$
Etat final (mol) l'avancement est x_{max}(mol)	$n(Mg)_f = 0{,}00$	$n(H_3O^+)_f = 3{,}04.10^{-3}$	$n(Mg^{2+})_f = 2{,}23.10^{-3}$	$n(H_2)_f = 2{,}23.10^{-3}$

.8 المتفاعل الموجود بوفرة هو H_3O^+ لأن كمية مادته لا تنعدم عند نهاية التفاعل .

.9 حجم غاز الهيدروجين النظري :

$V(H_2)_{the} = n(H_2)_f.V_m$	=>	$V(H_2)_{the} = 2{,}23.10^{-3} \times 24{,}1$
	=>	$V(H_2)_{the} = 53{,}7.10^{-3}L$
	=>	$V(H_2)_{the} = 53{,}7mL$

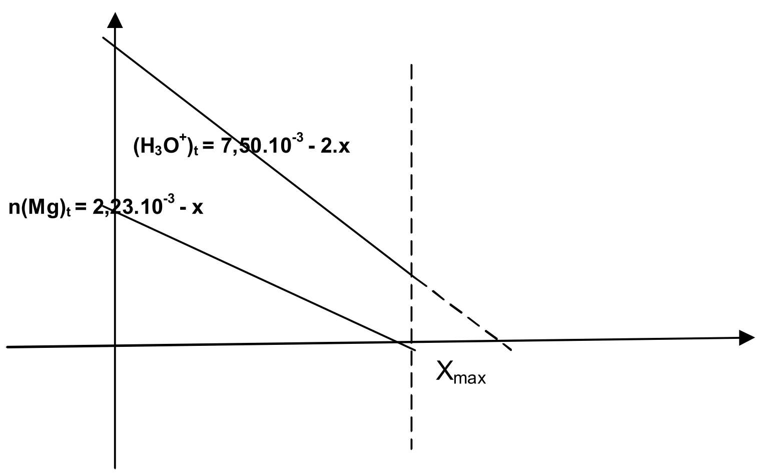
10 . الإرتياب النسبي :

$$\frac{\Delta V(H_2)}{V_{th}(H_2)} = \frac{V_{th} - V_{exp}}{V_{th}} = \frac{\left|53{,}7.10^{-3} - 57.10^{-3}\right|}{53.7.10^{-3}} = 6{,}15\%$$

11 . مخطط تطور كميات المادة المتفاعلات بدلالة التقدم : **x**

$n(H_3O^+)_t = 7{,}50.10^{-3} - 2.x$

$n(Mg)_t = 2{,}23.10^{-3} - x$



التركيز والمحاليل الألكتروليتية وتتبع تحول كيميائي

I ـ الجسم الصلب الأيوني

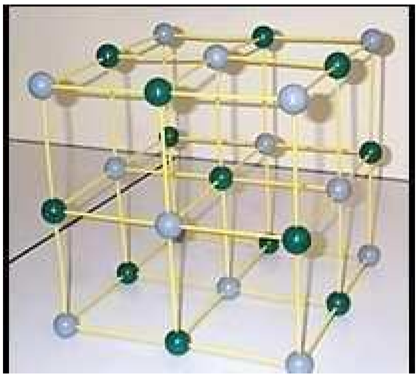
أمثلة لأجسام صلبة أيونية :

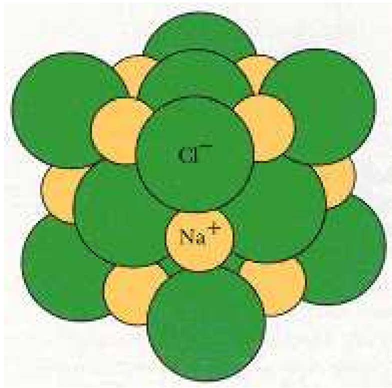
بلورات كلورور الصوديوم وفليورور الكالسيوم

تتكون بلورات كلورور الصوديوم في الحالة الصلبة من أيونات الصوديوم Na^+ أنيونات ومن أيونات $C\ell^-$ الكاتيونات .

تتكون بلورات فليورور الكالسيوم في الحالة الصلبة من أيونات الكالسيوم Ca^{2+} ومن أيونات فليورور F^-

يعطي الشكل 1 نموذج بلورات كلورور الصوديوم والشكل 2 نموذج بلورات فليورور الكالسيوم .





كيف تنتظم هذه الأيونات في الجسم الأيوني ؟

تتضيد منظم للأيونات الموجبة والأيونات السالبة حيث تحتل مراكز الأيونات كل رؤوس ومراكز أوجه مكعبات متجاورة :
هذا التوزيع المنظم للأيونات يكون شبكة بلورية مكعبة Réseau cristallin cubique .

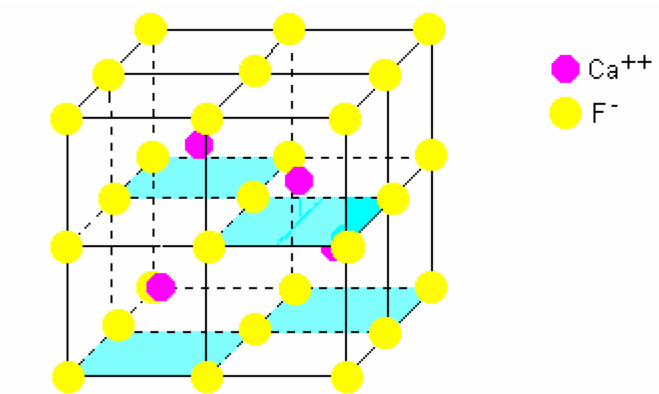
يلاحظ أن هذه البلورات متماسكة فيما بينها . فكيف يتحقق هذا التماسك ؟

من خلال الشبكة البلورية يلاحظ أن كل أيون موجب محاط بعدد من الأيونات السالبة وكذلك كل أيون سالب محاط بعدد من الأيونات الموجبة .

حسب التأثيرات الكهرساكنة (التأثيرات الكولومبية) كل أيون موجب يجذب الأيونات السالبة المحاطة به وكل أيون سالب يجذب الأيونات الموجبة المحاطة به . وهذا التجاذب الكهربائي يضمن تماسك الشبكة البلورية وبالتالي تماسك الجسم الصلب الأيوني .

الجسم الصلب الأيوني متعادلا كهربائيا .

نفس التفسير بالنسبة لبلورات فليورور الكالسيوم



Ca ++ توجد في مراكز المكعبات الجزءية أساسها ملون بالأزرق

ما هي الصيغة الكيميائية لجسم صلب أيوني ؟

بلورة كلورور الصوديوم تحتوي على نفس العدد من الأيونات $C\ell^-$ والأيونات Na^+ إذن فالصيغة الكيميائية لهذا الجسم الأيوني هي : $NaC\ell$

بالنسبة لبلورة فليورور الكالسيوم فكل أيون كالسيوم Ca^{2+} يكون مرفقا بأيونين من الفليورور F^- وبالتالي فالصيغة الكيميائية لهذا الجسم هي CaF_2 . وتسمى هذه الصيغة بالصيغة الإحصائية لجسم الصلب الأيوني وهي تدل على نسبة وطبيعة الأيونات دون الإشارة إلى شحنتها .

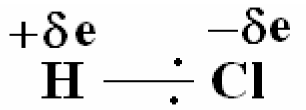
II – الحصول على محلول إلكتروليتي

1 – الميزة الثنائية القطبية لجزيئة

*** جزيئة كلورور الهيدروجين . صيغتها الكيميائية** $HC\ell$

نوع الرابطة بين ذرتي الهيدروجين والكلور رابطة تساهمية ناتجة عن زوج إلكتروني مشترك تساهم فيه كل ذرة بإلكترون واحد . تجريبيا فإن هذا الزوج الإلكتروني غير موزع بالتساوي بين الذرتين فهو إحصائيا أقرب إلى ذرة الكلور لكونها أكثر كهر سلبية من ذرة الهيدروجين . **(فحسب الترتيب الدوري للعناصر الكيميائية أن العناصر الأكثر كهر سلبية تتزايد من اليسار نحو اليمين ومن الأسفل نحو الأعلى للترتيب الدوري)**

يؤدي هذا التوزيع اللاتماثل للزوج إلى ظهور شحنة جزئية $+\delta e$ بحيث أن $0 < \delta < 1$ ، على ذرة الهيدروجين وشحنة جزئية سالبة $-\delta e$ على ذرة الكلور : نقول أن الرابطة $H - C\ell$ مستقطبة .

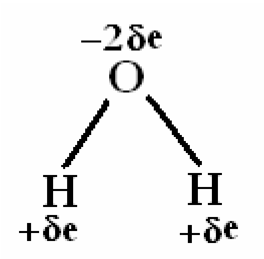


كذلك أن مرجح الشحن الموجبة لا ينطبق مع مرجح الشحن السالبة .

إذن جزيئة كلورور الهيدروجين لها ميزة ثنائية القطبية .

*** جزيئة الماء**

تتكون جزيئة الماء من ذرة أوكسجين وذرتي هيدروجين : صيغتها الكيميائية H_2O



تموضع ذرة الأوكسجين وذرة الهيدروجين في جدول الترتيب الدوري للعناصر يتبن أن الأوكسجين أكثر كهر سلبية من الهيدروجين لهذا فالزوجين الإلكترونين للرابطتين يكونا أقرب إلى ذرة الأوكسجين من ذرة الهيدروجين ، إذن الرابطة $O - H$ مستقطبة . حيث تحمل ذرة الأوكسجين $-2\delta e$ وكل ذرة هيدروجين $+\delta e$

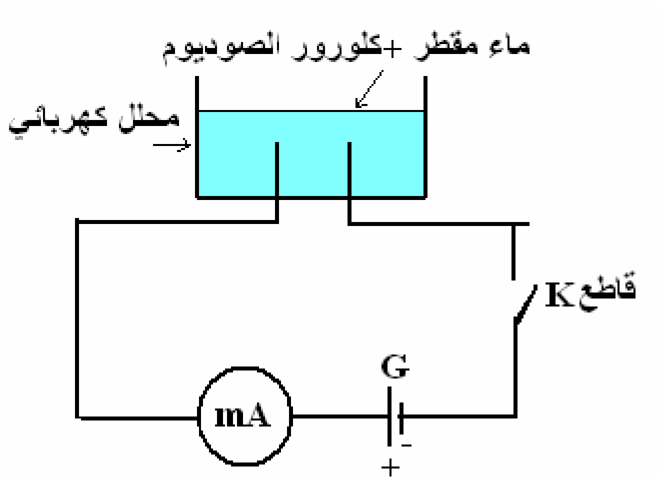
وبما أن جزيئة الماء مكوعة فإن مرجح الشحن الموجبة لا ينطبق مع مرجح الشحن السالبة :

إذن فجزيئة الماء قطبية

الماء مذيب قطبي ، لأنه يتكون من جزيئات قطبية .

2– ذوبانية جسم صلب أيوني في الماء

تجربة 1: ذوبان بلورات كلورور الصوديوم في الماء



ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه :

نضيف في الحوض كمية قليلة من بلورات كلورور الصوديوم ونحرك لتسهيل ذوبان كلورور الصوديوم في الماء .

نلاحظ أن جهاز الأمبير متر يشير إلى مرور تيار كهربائي .

استنتاج : محلول كلورور الصوديوم يوصل التيار الكهربائي أكثر من الماء المقطر . إذن فهو يحتوي على أيونات التي تؤكد مرور التيار الكهربائي :

نقول أن محلول كلورور الصوديوم **محلولا إلكتروليتيا** .

عند وجود بلورات كلورور الصوديوم في الماء فإن الخاصية أو الميزة القطبية للماء تضعف التأثيرات الكهربائية بين الأيونات حيث تصبح كل أيون محاط بعدد محدود من جزيئات الماء . نقول أنها أصبحت **متميهة** hydraté وهذا يؤدي إلى تحطم البناء البلوري لكلورور الصوديوم فنحصل على محلول كلورور الصوديوم والذي يتكون أساسا من ايونات Na^+_{aq} و $C\ell^-_{aq}$

تكتب معادلة التفاعل الموافقة لذوبان كلورور الصوديوم في الماء كالتالي :

$$NaC\ell_s \xrightarrow{\text{الماء}} Na^+_{aq} + C\ell^-_{aq}$$

نرمز لمحلول كلورور الصوديوم ب $\quad Na^+_{aq} + C\ell^-_{aq}$:

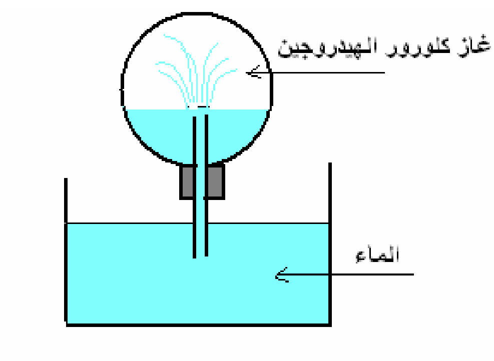
أو باختصار $Na^+ + C\ell^-$

تجربة 2 : ذوبان غاز ثنائي كلورور الهيدروجين في الماء

هل المحلول المائي لكلورور الهيدروجين إليكتروليتا ؟

نضع بعض قطرات من حمض الكلوريدريك المركز بحوجلة تحتوي على أنبوب و نسخنه حتى يتحول إلى الحالة الغازية .

R



نقلب الحوجلة في حوض يحتوي على الماء .
نلاحظ أن الماء يصعد بسرعة متدفقا في الحوجلة على شكل نافورة . نغمر قطعة من ورق pH في المحلول المحصل عليه فنلاحظ أن $pH<7$.
نأخذ قليلا من المحلول المحصل عليه ونضيف إليه بضع قطرات من محلول نترات الفضة فنلاحظ تكون راسب أبيض .

ـ فسر نافورة الماء في القارورة .

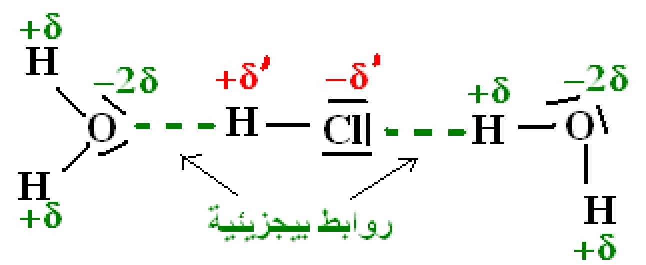
ـ ما هي الأنواع الكيميائية الأساسية التي يحتوي عليها المحلول المائي المحصل عليه ؟

* عند ذوبان قليل من كلورور الهيدروجين غاز في قطرات من الماء ينخفض الضغط في الحوجلة يكون أصغر من الضغط الجوي مما ينتج عنه صعود الماء بقوة . نقول أن كلورور الهيدروجين شديد الذوبان في الماء .

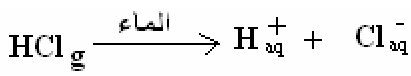
* $pH<7$ يدل على أن المحلول المحصل عليه حمضي أي انه يحتوي على أيونات H^+ المميهة ونرمز لها ب H^+_{aq} ويسمى المحلول المحصل عليه محلول حمض الكلوريدريك .

* يدل الراسب الأبيض لكلورور الفضة على أن المحلول المحصل عليه يحتوي على أيونات الكلور $C\ell^-$ المميهة نرمز لها ب $C\ell^-_{aq}$.

أثناء الذوبان يحدث تحول كيميائي نتيجة التأثيرات البينية بين جزيئات الماء القطبية و جزيئات كلورور الهيدروجين القطبية كذلك حيث تقام روابط بيجزيئية والتي تضعف كثيرا الرابطة التساهمية $H-C\ell$ فتتكسر وتؤدي إلى ظهور أيونات مميهة H^+_{aq} و $C\ell^-_{aq}$



تكتب معادلة التفاعل الموافقة لذوبان كلورور الهيدروجين في الماء كالتالي :



$$HCl_g \xrightarrow{\text{الماء}} H^+_{aq} + Cl^-_{aq}$$

محلول المائي لكلورور الهيدروجين هو إليكتروليتا .

تجربة 3 : ذوبان حمض الكبريتيك في الماء

حمض الكبريتيك الخالص سائل جزيئي صيغته الكيميائية H_2SO_4

تجربة : عند إضافة 10ml من حمض الكبريتيك الخالص المركز إلى 100ml من الماء المقطر ونتتبع درجة حرارة المحلول بواسطة محرار ترتفع درجة الحرارة و نحصل على محلول مائي لحمض الكبريتيك .

من ماذا يتكون هذا المحلول ؟

* ارتفاع درجة الحرارة يدل على حدوث ذوبان حمض الكبريتيك في الماء .

* نجري على المحلول رائز pH فنلاحظ أن المحلول المحصل عليه حمضي أي أنه يحتوي على الأيونات H^+ المميهة : $H^+_{(aq)}$.

* نضيف إلى أنبوب اختبار يحتوي على محلول كلورور الباريوم قطرات من محلول حمص الكبريتيك نلاحظ تكون راسب أبيض $BaSO_4$ مما يدل على وجود أيونات الكبريتات $SO^{2-}_{4(aq)}$.

معادلة التفاعل الموافق لهذا الذوبان هو :

$$H_2SO_4(s) \xrightarrow{\text{الماء}} 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

صيغة المحلول المائي لحمض الكبريتيك هي :

$$2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$

III – التركيز المولي .

1 – التركيز المولي للمذاب المستعمل أو التركيز المولي لمحلول إلكتروليتي

نرمز له ب $C(X)$ بحيث X المذاب المستعمل ونعبر عنه بالعلاقة التالية :

$$C(X) = \frac{n(X)}{V}$$

$n(X)$ كمية مادة المذاب و V حجم المحلول غير المشبع المحصل عليه .

2– التركيز المولي الفعلي أو التركيز المولي للأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول :

يرمز له ب $[X]$ بحيث X النوع الكيميائي الموجود في المحلول . ونعبر عنه بالعلاقة :

$$[X] = \frac{n(X)}{V}$$

$n(X)$ كمية مادة النوع الكيميائي الموجود في المحلول و V حجم المحلول .

3 – العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الكتلي .

نعلم أن التركيز الكتلي $C_m(X) = \frac{m(X)}{V}$ و أن التركيز المولي $C(X) = \frac{n(X)}{V}$ وبما أن

$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \Rightarrow m(X) = n(X).M(X)$ أي أن :

$$C_m(X) = C(X).M(X)$$

$M(X)$ الكتلة المولية ل X .

4 – تمرين تطبيقي :

نحصل على حجم $V = 50m\ell$ من محلول S بإذابة كتلة $m = 2,2g$ من كبريتات الألومينيوم المميه $(A\ell_2(SO_4)_3,14H_2O)$.

1 – أحسب الكتلة المولية لكبريتات الألومينيوم المميه .

2 – أحسب التركيز المولي للنوع المذاب .

3 – أكتب معادلة الذوبان واستنتج التراكيز المولية الفعلية للأيونات الناتجة .

الحل :

1 – الكتلة المولية لكبريتات الألومينيوم المذاب : $M(A\ell_2(SO_4)_3,14H_2O) = 594g/mol$

2 – التركيز المولي للنوع المذاب :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{V.M} = 7,40.10^{-2}mol/\ell$$

3 – معادلة الذوبان :

$Al_2(SO_4)_3,14H_2O$	$\xrightarrow{\text{الماء}}$	$2Al^{3+}$	$+3SO_4^{2-}$	$+14H_2O$	التقدم	
$0.370.10^{-2}$		0	0	المذيب	0	الحالة البدئية mol
$0.370.10^{-2} - x_{max}$		$2x_{max}$	$3x_{max}$	المذيب	x_{max}	الحالة النهائية mol

R

ذوبان كبريتات الألومينيوم في الماء هو تفاعل تام

تركيز المولي للمذاب هو $C=7,40.10^{-2}mol/\ell$ **أي أن عدد المولات الموجودة في** $50m\ell$ **هي**

$x_{max}=0,370.10^{-2}mol$ **أي أن تقدم التفاعل** $n_0=C.V=7,40.10^{-2}.50.10^{-3}=0,370.10^{-2}mol$

وبالتالي وحسب جدول تقدم التفاعل فإن :

$$n\left(A\ell^{3+}\right)=2x_{max}=0,74.10^{-2}mol$$

$$n\left(SO_4^{2-}\right)=3x_{max}=1,11.10^{-2}mol$$

ومنه نستنتج التراكيز المولية الفعلية :

$$\left[A\ell^{3+}\right]=\frac{n\left(A\ell^{3+}\right)}{V}=1,48.10^{-1}mol/\ell$$

$$\left[SO_4^{2-}\right]=\frac{n\left(SO_4^{2-}\right)}{V}=2,22.10^{-1}mol/\ell$$

IV ـ تطبيقات لتتبع تفاعل كيميائي

1 ـ تطور مجموعة خلال تحول كيميائي

تجربة : التفاعل بين محلول مائي لنترات الكالسيوم ومحلول مائي لفوسفات الصوديوم .

نصب في كأس حجما $V_1=20m\ell$ من محلول S_1 لنترات الكالسيوم $Ca^{2+}+2NO_3^-$ تركيزه $C_1=0,20mol/\ell$

نضيف إليه حجما $V_2=15m\ell$ من محلول S_2 لفوسفات الصوديوم $3Na^++PO_4^{3-}$ تركيزه $C_2=0,20mol/\ell$

نلاحظ تكون راسب أبيض فوسفات الكالسيوم $Ca_3\left(PO_4\right)_2$ نرشح الخليط ونصب جزء في أنبوب اختبار T_1 والجزء الآخر في أنبوب اختبار T_2 .

نضيف إلى الأنبوب T_1 بعض قطرات نترات الفضة $Ag^++NO_3^-$ نلاحظ تكون راسب أصفر .

نضيف إلى الأنبوب T_2 بعض قطرات من محلول كربونات الصوديوم $2Na^++CO_3^{2-}$ ، نلاحظ عدم ظهور أي راسب .

استثمار :

1 ـ أحسب كمية مادة هذه الأنواع الكيميائية الموجودة في الكأس قبل ظهور راسب فوسفات الكالسيوم .

$$n_i\left(Ca^{2+}\right)=C_1.V_1=0,2.20.10^{-3}=4mmol$$

$$n_i\left(PO_4^{3-}\right)=C_2.V_2=0,2.15.10^{-3}=3mmol$$

2 ـ أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في الكأس بعد ظهور الراسب .

الأنواع الكيميائية الموجودة في الكأس بعد ظهور الراسب :

فوسفات الكالسيوم $Ca_3\left(PO_4\right)_2(s)$ ، PO_4^{3-} ، NO^{3-},Na^+ بينما CO^{3-} تفاعلت كليا .

أي أن التفاعل تام بحيث أنه اختفى إحدى المتفاعلات كليا خلال التفاعل .

3 ـ أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل بين المحلولين S_1 و S_2 .

$$3Ca^{2+}_{(aq)}+2PO_4^{3-}\rightarrow Ca_3\left(PO_4\right)_2(s)$$

أ ـ تقدم التفاعل :

تعريف : تسمى كمية المادة x ، تقدم التفاعل ويعبر عنها بالمول mol .

يمكن تقدم التفاعل من تحديد كميات مادة مختلف الأنواع الكيميائية المساهمة في التفاعل خلال تطور كيميائي .

ب ـ الجدول الوصفي وحصيلة المادة .

4 ـ أنسئ جدول التقدم بالنسبة للتفاعل الكيميائي الحاصل بين S_1 و S_2

	التقدم	$3Ca^{2+}_{(aq)}$	$+ \; 2PO_4^{3-}$	$\rightarrow \; Ca_3(PO_4)_2(s)$
الحالة البدئية	0	4,0mmol	3,0mmol	0
خلال التحول	x	4,0-3x	3,0-2x	x
الحالة النهائية	x_{max}	$4{,}0-3x_{max}$	$3{,}0-2x_{max}$	x_{max}
حصيلة المادة	1,33mmol	0mmol	0,34mmol	1,33mmol

5 – حدد التقدم الأقصى والمتفاعل المحد اعتمادا على الطريقة الحسابية ثم الطريقة المبيانية .

الطريقة الحسابية :

نفترض أن التفاعل المحد هو PO_4^{3-} أي أن

$3-2x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=1{,}5mmol$

إذا كان هو Ca^{2+} :

$4-3x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=1{,}33mmol$

وبالتالي فإن تالمتفاعل المحد هو Ca^{2+}

<u>نعرف الحالة النهائية لمجموعة كيميائية الحالة التي يتوقف فيها المجموعة عن التطور . عندما يختفي كليا أحد المتفاعلات ويسمى هذا المتفاعل بالمتفاعل المحد . في هذه الحالة يساوي التقدم النهائي التقدم الأقصى x_{max} .</u>

6 – أعط حصيلة المادة لهذا التفاعل .

أنظر الجدول الوصفي للتفاعل .

<u>ج – الخليط الستوكيومتري</u>

<u>يكون الخليط ستوكيومتريا ، إذا كانت كميات المادة البدئية للمتفاعلات متوفرة حسب معاملات استوكيومترية للمتفاعلات في المعادلة .</u>

<u>في الحالة النهائية ، تختفي المتفاعلات كليا .</u>

<u>2– تحديد ضغط غاز .</u>

نذخل في حوجلة قطعة من فلز الزنك Zn كتلتها $m=0{,}11g$ ونضيف إليها $20m\ell$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C=5{,}00.mol/\ell$. بو اسطة جهاز مانومتر لقياس الضغط p ، نقيس ضغط الغاز المحصل عليه خلال هذه التجربة حيث نسجل الضغط النهائي p_f عند توقف انتشار الغاز المحصل عليه .

في ظروف التجربة : يحتل الغاز المتكون الحجم $V=1{,}1\ell$ عند درجة الحرارة $T=293K$.

الضغط البدئي في الحوجلة هو ضغط الهواء $p_i=1025hPa$.

1 – ما هو الغاز المحصل عليه خلال هذا التفاعل ؟

الغاز المحصل عليه خلال هذا التفاعل هو غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$

2 – أكتب المعادلة الكيميائية الحصيلة لهذا التفاعل .

$Zn+2H^+ \rightarrow Zn^{2+}+H_2$

3 – أحسب كمية المادة البدئية للمتفاعلات . ثم أنشئ جدول لتقدم التفاعل و استنتج التقدم الأقصى و المتفاعل المحد لهذا التفاعل .

كميات المادة البدئية للمتفاعلات :

R

$$n_i(Zn) = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} = 1,7.10^{-3}\,mol$$

$$n_i(H^+) = C.V = 5,0.20.10^{-3} = 0,10mol$$

Zn	$+ \ 2H^+ \rightarrow$	Zn^{2+}	$+ \ H_2$	التقدم	
$1,7.10^{-3}mol$	$0,10mol$	0	0	0	الحالة البدئية
$1,7.10^{-3} - x$	$0,10-2x$	x	x	x	خلال التحول
$1,7.10^{-3}-x_{max}$	$0,10-2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	x_{max}	الحالة النهائية
$0\,mol$	$0,098mol$	$1,7.10^{-3}mol$	$1,7.10^{-3}mol$	$1,7.10^{-3}mol$	حصيلة المادة

4 ـ أعط حصيلة المادة لهذا التفاعل واستنتج ضغط الحالة النهائية .

انطلاقا من معادلة الغازات الكاملة يمكن حساب ضغط ثنائي الهيدروجين داخل القنينة :

$$p(H_2) = \frac{n(H_2).RT}{V} = 37,65hPa$$

وبالتالي الضغط في الحالة النهائية هو : $p_f = p(H_2) + p_{air} = 1062,65hPa$

خلاصة

تمكن المقادير الكيميائية المرتبطة بكمية المادة من توقع كتلة وضغط وحجم المتفاعلات والنواتج .

تمارين حول التركيز و المحاليل الإلكتروليتية
الأولى بكالوريا علوم رياضية وتجريبية
2007-2006

تمرين 1

نعتبر ثلاث جزيئات : ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 والأمونياك NH_3 وكبريتور الهيدروجين H_2S .

1 ـ هل الروابط التساهمية في هذه الجزيئة مستقطبة .

2 ـ هل للجزيئات ميزة ثنائية قطبية ؟ علل إجابتك .

3 ـ فسر الذوبانية الضعيفة لثنائي أوكسيد الكربون في الماء مقارنة مع ذوبانية الأمونياك وذوبانية كبريتور الهيدروجين .

تمرين 2

أثناء تجربة نافورة الماء تمت إذابة كمية من غاز كلورور الهيدروجين حجمها $V = 250ml$ في حجم $250ml$ من الماء

1 ـ أكتب معادلة ذوبان كلورور الهيدروجين في الماء .

2 ـ أحسب تركيز الأيونات H^+_{aq} و $C\ell^-_{aq}$ الموجودة في المحلول .

نعطي : $V_m = 24\ell / mol$

تمرين 3

نقوم بمزج حجم $V_1 = 50ml$ من محلول مائي لنترات النحاس II ذي تركيز $C_1 = 0,25mol/l$ مع حجم $V_2 = 100ml$ من محلول مائي لكلورور الصوديوم ذي تركيز $C_2 = 0,10mol/l$.

1 ـ أحسب التراكيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في الخليط .

2 ـ تأكد أن المحلول المحصل عليه محايدا كهربائيا .

تمرين 4

كبريتات النحاس المميهة جسم صلب أبيض . عندما يتميه يصبح لونه أزرق . صيغته الكيميائية هي : $CuSO_4(s), nH_2O$ ز نحضر محلولا مائيا S حجمه $V = 100m\ell$ بإذابة $m = 10g$ من كبريتات النحاس II المميهة في الماء .

حدد قيمة n ، علما أن التركيز المولي الفعلي لأيونات النحاس في المحلول S هي : $\left[Cu^{2+}\right] = 0,4mol/l$.

تمرين5

يتكون قرص دواء يستعمل لعلاج القرحة المعدية وذو كتلة إجمالية تساوي $8,33g$ من المكونات التالية :

ـ $680mg$ من كربونات الكالسيوم

ـ $80mg$ من هيدروجينوكربونات المغنيزيوم .

ـ مواد محلية .

1 ـ أحسب كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص الدواء .

2 ـ أعط صيغة كربونات الكالسيوم و هيدروجينوكربونات المغنيزيوم .

3 ـ نذيب قرصا في $20c\ell$ من الماء المقطر . أكتب معادلتي ذوبان كربونات الكالسيوم و هيدروجينوكاربونات المغنيزيوم في الماء .

4 ـ أحسب كميتي مادة كربونات الكالسيوم و هيدروجينوكاربونات المغنيزيوم المستعملين .

5 ـ أحسب التراكيز المولية الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول المحصل عليه .

تطبيقات لتتبع تحول كيميائي .

تمرين 1

ننجز التفاعل الكيميائي بين $11,2g$ من الحديد و غاز ثنائي الكلور الموجود في قنينة حجمها 6ℓ فنحصل على جسم صلب ، كلورور الحديد III صيغته الكيمائية $FeC\ell_3$.

1 ـ أكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل .

2 ـ حدد التقدم الأقصى للتفاعل و المتفاعل المحد .

3 ـ أعط حصيلة المادة عند نهاية التفاعل و استنتج كتلة أو حجم الجسم المستعمل بوفرة و كتلة كلورور الحديد III المتكون.

4 ـ إذا انطلقنا من خليط ستوكيومتري ، حدد كتلة الحديد الذي يمكن استعماله في حجم 1ℓ من غاز ثنائ الكلور .

نعطي :

$$M(Fe) = 56g/mol; M(C\ell) = 35,5g/mol$$

$$V_m = 24\ell / mol$$

R

تمرين 2

من بين التقنيات المستعملة لتلحيم السكك الحديدية هناك تقنية تعتمد على تفاعلا كيميائيا ينتج عنه فلز الحديد ، وفق المعادلة التالية :

$$Fe_2O_3(s) + 2A\ell(s) \rightarrow A\ell_2O_3(s) + 2Fe(s)$$

نتوفر على كمية بدئية من أوكسيد الحديد III كمية مادتها تساوي : $n_i(Fe_2O_3) = 1,0mol$.

1 ـ أحسب كمية مادة الألومينيوم اللازم استعمالها لكي يكون الخليط البدئي موافقا للمعاملات التناسبية .

2 ـ استنتج الكتلة الإجمالية البدئية للمتفاعلات .

3 ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل ، وحدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} .

4 ـ أحسب الكتلة الإجمالية النهائية للنواتج المحصل عليها . هل تغيرت كتلة المجموعة أثناء التحول ؟

تمرين 3

نقوم بحرق كمية من تبن الحديد كتلتها m=0,5g في قنينة ذات حجم $V = 500m\ell$ بها غاز ثنائي الكلور $C\ell_2$ تحت ضغط $p_0 = 1,02.10^5 Pa$.

ينتج عن التفاعل دخان أشقر لكلورور الحديد III $FeC\ell_3(s)$ /

1 ـ أكتب معادلة التفاعل .

2 ـ نعتبر a_0 و b_0 كميتي مادتي Fe و $C\ell_2$ البدئيتين .

أحسب a_0 و b_0 علما أن درجة الحرارة تساوي $t = 20°C$.

3 ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل .

4 ـ أحسب التقدم الأقصى x_{max} .

5 ـ استنتج الضغط النهائي p_f داخل القنينة عندما تأخذ درجة الحرارة قيمتها البدئية $t = 20°C$.

تمرين 4

لتعيين الصيغة الإجمالية لمركب هيدروكربوري C_xH_y نحرق 0,14g من هذا المركب في كمية وافرة من ثنائي الأوكسيجين الخالص .

علما أنه يتكون خلال هذا الاحتراق الماء وثنائي أوكسيد الكربون .

1 ـ أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل الحاصل معبرا عن المعاملات التناسبية بدلالة x و y .

2 ـ نحصل في الحالة النهائية على $232m\ell$ من غاز ثنائي أوكسيد الكربون و 0,217g من الماء . أحسب كمية مادة كل ناتج .

3 ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل واستنتج النسبة $\frac{y}{x}$

4 ـ علما أن y عدد زوجي أصغر من 12 . أوجد جميع القيم الممكنة للعددين x و y . واستنتج الصيغة الكيميائية للمركب الهيدروكربوري المدروس .

نعطي : $V_m = 24\ell / mol$.

R

تصحيح تمارين حول التركيز والمحاليل الإلكتروليتية .

تمرين 3

1 ـــ حساب التراكيز المولية الفعلية للأيونات المتواجدة في المحلول :

الأيونات المتواجدة في المحلول هي : $Cu^{2+} + 2NO_3^-$ محلول نترات النحاس II ، $Na^+ + C\ell^-$ محلول كلورور الصوديوم

كمية مادة الأيونات المتواجدة في كل محلول قبل مزج الخليطين :

معادلة ذوبان نترات النحاس II في الماء هي :

$$Cu(NO_3)_2(s) \rightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-$$

هذا الذوبان هو تفاعل تام أي أنه حسب الجدول الوصفي للتفاعل لدينا :

	التقدم	$Cu(NO_3)_2(s) \rightarrow$	$Cu^{2+} +$	$2NO_3^-$
الحالة البدئية mol	0	n_0	0	0
الحالة النهائية mol	x	$n_0 - x$	x	2x
حصيلة المادة mol		0	n_0	$2n_0$

$$n(Cu^{2+}) = C_1V_1 = 0,25 \times 50.10^{-3} mol = 12,5.10^{-3} mol$$

$$n(NO_3^-) = 2n(Cu^{2+}) = 25.10^{-3} mol$$

معادلة ذوبان كلورور الصوديوم في الماء لتعطي محلول مائي لكلورور الصوديوم

$$NaC\ell \rightarrow Na^+ + C\ell^-$$

كمية مادة أيونات Cl^- و Na^+ هي :

$$n(Na^+) = n(C\ell^-) = C_2V_2 = 10^{-2} mol$$

تركيز الأيونات المتواجدة في الخليط بعد مزج المحلولين

حجم الخليط : $V_T = V_1 + V_2 = 150 m\ell$

* تركيز أيونات Cu^{2+} :

$$[Cu^{2+}] = \frac{n(Cu^{2+})}{V_T} = \frac{12,5.10^{-3}}{150.10^{-3}} = 0,083 mol/\ell$$

* تركيز أيونات NO_3^- :

$$[NO_3^-] = \frac{n(NO_3^-)}{V_T} = \frac{2n(Cu^{2+})}{V_T} = 2[Cu^{2+}] = 0,167 mol/\ell$$

تركيز أيونات Cl^-

$$[C\ell^-] = \frac{n(C\ell^-)}{V_T} = \frac{n(Na^+)}{V_T} = \frac{10^{-2}}{150.10^{-3}} = [Na^+] = 0,067 mol/\ell$$

2 ـــ التأكد من حياد الخليط المحصل عليه :

في محلول مائي ، يكون محايدا كهربائيا إذا كانت كميات الشحنات الكهربائية الموجبة المحمولة من طرف الكاتيونات مساوية لكميات الشحنات السالبة المحمولة من طرف الأنيونات . أي أن :

$$n\left(Na^{+}\right)+2n\left(Cu^{2+}\right)=n\left(NO_3^{-}\right)+n\left(C\ell^{-}\right)$$

$$\frac{n\left(Na^{+}\right)}{V_T}+2\frac{n\left(Cu^{2+}\right)}{V_T}=\frac{n\left(NO_3^{-}\right)}{V_T}+\frac{n\left(C\ell^{-}\right)}{V_T}$$

$$\left[Na^{+}\right]+2\left[Cu^{2+}\right]=\left[NO_3^{-}\right]+\left[C\ell^{-}\right]$$

$$0,067mol/\ell+0.166mol/\ell=0,167mol/\ell+0,067mol/\ell$$

مما يؤكد أن الخليط محايدا كهربائيا .

تمرين 4

معادلة ذوبان كبريتات النحاس II المميهة في الماء :

$$\left(CuSO_4,nH_2O\right)s\rightarrow Cu^{2+}+SO_4^{2-}+nH_2O$$

الجدول الوصفي للتفاعل هو :

$(CuSO_4,nH_2O)s\rightarrow$	$Cu^{2+}+$	SO_4^{2-}	$+nH_2O$	التقدم	
n_0	0	0	مذيب	0	الحالة البدئية mol
n_0-x	x	x	مذيب	x	الحالة النهائية mol
0	n_0	n_0			حصيلة المادة mol

حساب n_0 كمية مادة كبريتات النحاس II المميهة :

$n_0=\frac{m}{M}$ بحيث أن $M=159,5+18n$ أي أن $n_0=\frac{m}{159,5+18n}$

تركيز الأيونات المتواجدة في المحلول هي

$$\left[Cu^{2+}\right]=\left[SO_4^{2-}\right]=\frac{n_0}{V_T}=\frac{m}{\left(159,5+18n\right).V_T}$$

$$\left[Cu^{2+}\right].\left(159,5+18n\right).V_T=m$$

$$18\left[Cu^{2+}\right]0V_T.n=m-\left[Cu^{2+}\right].159,5.V_T$$

$$n=\frac{m-\left[Cu^{2+}\right].159,5.V_T}{18\left[Cu^{2+}\right].V_T}$$

تطبيق عددي : n=5

تمرين 5

1 ـــــ كتلة المواد المحلية الموجودة في قرص من الدواء :

نضع M=8,33g الكتلة الإجمالية للقرص و $m_1=0,680g$ كتلة كربونات الكالسيوم و $m_2=0,080g$ كتلة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم . m كتلة المواد المحلية .

$$M=m_1+m_2+m\Rightarrow m=M-\left(m_1+m_2\right)=7,57g$$

2 ــ صيغة كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ لأن أيون الكربونات : CO_3^{2-} وأيون الكالسيوم Ca^{2+}

صيغة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم $Mg\left(HCO_3\right)_2$ لأن أيون الهيدروجينوكربونات HCO_3^{-} وأيون المغنيزيوم Mg^{2+}

R

3 ـــ عند إذابة القرص في الماء $\left(20c\ell = 20.10^{-2}\ell = 200m\ell\right)$

معادلة ذوبان كربونات الكالسيوم في الماء : $CaCO_3(s) \rightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$

معادلة ذوبان هيدروجينوكربونات المغنيزيوم في الماء : $Mg(HCO_3)_2(s) \rightarrow Mg^{2+} + 2HCO_3^{-}$

4 ـــ حساب كمية مادة كربونات الكلسيوم المستعملة :

$$n(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = 6,79.10^{-2}mol$$

كمية مادة هيدروجينوكربونات المغنيزيوم :

$$n(Mg(HCO_3)_2) = \frac{m(Mg(HCO_3)_2)}{M(Mg(HCO_3)_2)} = 5,46.10^{-4}mol$$

5 ـــ حساب التراكيز الفعلية لمختلف الأيونات الموجودة في المحلول .

الأيونات الموجودة في المحلول هي : $Ca^{2+}, Mg^{2+}, CO_3^{2-}, HCO_3^{-}$

حساب تركيز أيونات الكالسيوم :

$$\left[Ca^{2+}\right] = \frac{n(Ca^{2+})}{V} = \frac{n(CaCO_3)}{V}$$

$$\left[Ca^{2+}\right] = 0,034mol/\ell$$

حساب تركيز أيونات الكربونات:

$$\left[CO_3^{2-}\right] = \frac{n(CO_3^{2-})}{V} = \frac{n(CaCO_3)}{V} = \left[Ca^{2+}\right] = 0,034mol/\ell$$

حساب تركيز أيونات المغنيزيوم

$$\left[Mg^{2+}\right] = \frac{n(Mg^{2+})}{V} = \frac{n(Mg(HNO_3)_2)}{V} = 0,273.10^{-2}mol/\ell$$

$$\left[HCO_3^{-}\right] = \frac{n(HCO_3^{-})}{V}$$

$$\frac{n(HCO_3^{-})}{2} = n(Mg(HCO_3)_2) \Rightarrow n(HCO_3^{-}) = 2n(Mg(HCO_3)_2)$$

$$\left[HCO_3^{-}\right] = 2\left[Mg^{2+}\right] = 0,546.10^{-2}mol/\ell$$

تطبيقات للتبع تحول كيميائي

تمرين 1

1 ـــ المعادلة الكيميائية للتفاعل :

$2Fe + 3C\ell_2 \rightarrow 2FeC\ell_3$

2 ـــ الجدول الوصفي للتفاعل :

حساب كمية المادة البدئية للحديد : $n_0(Fe) = \frac{m}{M(Fe)} = 0,2mol$

كمية المادة البدئية للكلور : $n_0(C\ell_2) = \frac{V}{V_m} = 0,25mol$

R

$2Fe$	$+ \; 3C\ell_2$	$\rightarrow \; 2FeC\ell_3$	التقدم	
0,20	0,25	0	0	الحالة البدئية mol
$0,20-2x$	$0,25-3x$	$2x$	x	أثناء التفاعل
$0,20-2x_{max}$	$0,25-3x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}	الحالة النهائية mol

3 ــ المتفاعل المحد : نفترض أن المتفاعل المحد هو Fe : $0,20-2x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=0,10mol$

نعوض في المعادلة $0,25-0,3<0$ وبالتالي فالمتفاعل المحد هو ثنائي الكلور والتقدم الأقصى هو :

$$0,25-3x_{max}=0 \Rightarrow x_{max}=0,083mol$$

وبالتالي فحصيلة المادة هي :

$$n(Fe)=0.033mol$$

$$n(C\ell_2)=0$$

$$n(FeC\ell_3)=0,166mol$$

الجسم المستعمل بوفرة هو الحديد والكتلة المتبقية من هذا الجسم هي :

$$n(Fe)=\frac{m'}{M(Fe)} \Rightarrow m'=n(Fe).M(Fe)=1,85g$$

وكتلة كلورور الحديد III المتكون هي :

$$n(FeC\ell_3)=\frac{m''}{M(FeC\ell_3)} \Rightarrow m''=n(FeC\ell_3).M(FeC\ell_3)=26,97g$$

سؤال لإضافي : تأكد من انحفاظ الكتلة خلال هذا التفاعل .

4 ــ ننطلق من خليط ستوكيومتري أي سيصبح الجدول الوصفي على الشكل التالي :

يكون الخليط ستوكيومتريا إذا كانت كميات المادة البدئية للمتفاعلة متوفرة حسب المعاملات التناسبة للمتفاعلات في المعادلة . وتختفي المتفاعلات كليا عند نهاية التفاعل .

$2Fe$	$+ \; 3C\ell_2$	$\rightarrow \; 2FeC\ell_3$	التقدم	
$n_0(Fe)$	$n_0(Cl_2)$	0	0	الحالة البدئية mol
$n_0(Fe)-2x$	$n_0(Cl_2)-3x$	$2x$	x	أثناء التفاعل
$n_0(Fe)-2x_{max}$	$n_0(Cl_2)-3x_{max}$	$2x_{max}$	x_{max}	الحالة النهائية mol

من خلال الجدول الوصفي يتبين أن :

$$\frac{n_0(Fe)}{2}=\frac{n_0(C\ell_2)}{3} \Rightarrow n_0(Fe)=\frac{2}{3}n_0(C\ell_2)$$

$$\frac{m}{M(Fe)}=\frac{2}{3}\frac{v}{V_m} \Rightarrow m=\frac{2}{3}\frac{v.M(Fe)}{V_m}=1,55g$$

R

تمرين 2

1 ــ حساب كمية مادة الألومينيوم اللازم استعمالها لكي الخليط البدئي موافقا للمعاملات التناسبية :

حسب معادلة التفاعل :

$$\frac{n_i(Fe_2O_3)}{1}=\frac{n_i(A\ell)}{2}\Rightarrow n_i(A\ell)=2n_i(Fe_2O_3)$$
$$n_i(A\ell)=2,0mol$$

2 ــ الكتلة الإجمالية البدئية للمتفاعلات هي :

$$m_i=m_i(A\ell)+m_i(Fe_2O_3)$$
$$m_i=M(A\ell).n_i(A\ell)+M(Fe_2O_3).n_i(Fe_2O_3)$$
$$m_i=54g+159,6g=213,6g$$

3 ــ الجدول الوصفي للتفاعل:

	التقدم	$Fe_2O_3(s)$	$+2A\ell(s)$	$\rightarrow A\ell_2O_3(s)$	$+2Fe(s)$
الحالة البدئية	0	1,0mol	2,0mol	0	0
أثناء التفاعل	x	1-x	2-2x	x	2x
الحالة النهائية	x_{max}	$1-x_{max}$	$2-2x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$
حصيلة المادة	1mol	0	0	1mol	2mol

الكتلة الإجمالية للنواتج :

$$m_f=m_f(A\ell_2O_3)+m_f(Fe)$$
$$m_f=M(A\ell_2O_3).n_f(A\ell_2O_3)+M(Fe).n_f(Fe)$$
$$m_f=102g+111,6g=213,6g$$

تمرين 3

1 ــــ معادلة التفاعل

$$2Fe(s)+3C\ell_2(g)\rightarrow 2FeC\ell_3(s)$$

2 ــ حساب كمية المادة البدئية للحديد a_0 بحيث أن :

$$a_0=\frac{m(Fe)}{M(Fe)}=8,96.10^{-3}mol$$

حساب كمية المادة البدئية لغاز الكلور :

نعتبر غاز الكلور كامل ونطبق علاقة الغازات الكاملة :

$$p_0V_0=b_0R.T\Rightarrow b_0=\frac{p_0V_0}{R.T}$$
$$b_0=20,9.10^{-3}mol$$

3 ــ الجدول الوصفي للتفاعل :

حساب التقدم الأقصى : $9-2x_{max}=0\Rightarrow x_{max}=4,5mmol$

	التقدم	$2Fe(s)$	$+3C\ell_2(g)$	$\rightarrow 2FeC\ell_3(s)$
الحالة البدئية	0	9mmol	20,9mmol	0
أثناء التفاعل	x	9-2x	20,9-3x	2x
الحالة النهائية	x_{max}	$9-2x_{max}$	$20,9-3x_{max}$	$2x_{max}$
حصيلة المادة	4,5mmol	0	7,4mmol	9mmol

4 ــ الضغط النهائي عندما تأخذ درجة الحرارة قيمتها البدئية $20°C$

$$p_f V_i = n_f(C\ell_2)RT_i \Rightarrow p_f = \frac{n_f(C\ell_2)RT_i}{V_i} = \frac{7,4.10^{-3}.8,314.293}{500.10^{-6}} = 36,05.10^3\,Pa$$

تمرين 4

1 ــ معادلة التفاعل الحاصل

$$aC_xH_y + bO_2 \rightarrow a'CO_2 + b'H_2O$$
$$ax = a'$$
$$ay = 2b'$$
$$2b = 2a' + b'$$
$$a = 1 \Rightarrow a' = x$$
$$b' = \frac{y}{2}$$
$$b = x + \frac{y}{4}$$
$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

2 ــ حساب كمية مادة كل ناتج :

كمية مادة غاز ثنائي أوكسيد الكربون :

$$n_f(CO_2) = \frac{v}{V_m} = \frac{232.10^{-3}}{24} = 9,66.10^{-3}\,mol$$

كمية مادة الماء :

$$n_f(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{0,217}{18} = 12.10^{-3}\,mol$$

3 ــ الجدول الوصفي للتفاعل :

حسب الجدول الوصفي للتفاعل لدينا :

$$x.z_{max} = 9,66.10^{-3}\,mol$$
$$\frac{y.z_{max}}{2} = 12.10^{-3}\,mol$$
$$\frac{2x}{y} = \frac{9,66}{12} \Rightarrow \frac{y}{x} = 2,5 \Rightarrow y = 2,5x$$

R

C_xH_y +	$\left(x+\frac{y}{4}\right)O_2$ →	xCO_2 +	$\frac{y}{2}H_2O$	التقدم	
$\frac{0,14}{12x+y}$	$n_i(O_2)$	0	0	0	الحالة البدئية
$\frac{0,14}{12x+y}-z$	$n_i(O_2)-z\left(x+\frac{y}{4}\right)$	zx	$\frac{yz}{2}$	z	أثناء التفاعل
$\frac{0,14}{12x+y}-z_{max}$	$n_i(O_2)-z_{max}\left(x+\frac{y}{4}\right)$	$x\,z_{max}$	$\frac{y.z_{max}}{2}$	z_{max}	الحالة النهائية
		9,66mmol	12mmol		

4 ـــ لتحقيق الشرط التالي : y عدد زوجي أصغر من 12

$y=2,5.x$ يجب أن تكون $x=4$ و $y=10$ وبالتالي فالصيغة الكيميائية للمركب C_xH_y هي C_4H_{10} .

الموصلة والموصلية

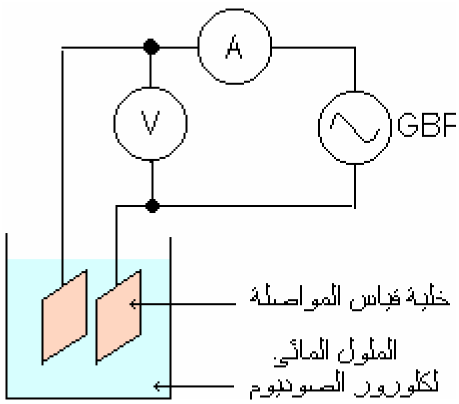
الأنشطة التجريبية

النشاط التجريبي 1

نغمس صفيحتين متوازيتين لهما نفس الأبعاد في محلول كلورور الصوديوم $(Na^+ + C\ell^-)$ تركيزه $C = 10^{-3} mol / \ell$

نصل الصفيحتين بمربطي مولد للتيار المتناوب (GBF) و ذي توتر يقارب $2V$.

ـ نغير التوتر الفعال U المطبق بين الصفيحتين ونقيس في كل حالة ، بواسطة ميليأمبيرمتر ، وفولطمتر القيمتين الفعالتين I و U لشدة التيار والتوتر ـ نمثل مبيانيا



U(V)							
I(mA)							

تغيرات شدة التيار I بدلالة التوتر الفعال U .

ما العلاقة بين U و I ؟

النشاط التجريبي 2 ـ تأثير الأبعاد الهندسية لخلية قياس المواصلة

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق .

* نحافظ على المسافة الفاصلة بين الإلكترودين ثابتة ، ونغير المساحة S لمقطع الجزء المحصور بين الإلكترودين من المحلول . وذلك بإدخال الصفيحتين أكثر في المحلول ومرة بسحبهما قليلا من المحلول ونسجل في كل مرة قيم U و I

* نحافظ على ثبات المساحة S ونغير المسافة L التي تفصل بين الصفيحتين ، مرة أو مرتين ، نسجل في كل حالة قيم U و I .

استثمار .

1 ـ كيف تتغير المواصلة G مع تغير المساحة S للمقطع الرأسي لجزء المحلول المكون للخلية ؟

2 ـ كيف تتغير المواصلة G مع تغير المسافة L الفاصلة بين الإلكترودين ؟

النشاط التجريبي 3 ـ تأثير طبيعة المحلول وتركيزه .

نستعمل نفس العدة التجريبية السابقة مع تحظير ثلاثة محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات تراكيز مختلفة :

S_1 : محلول لكلورور الصوديوم $C_1 = 10^{-2} mol / \ell$

S_2 : محلول مائي لكلورور الصوديوم $C_2 = 5.10^{-3} mol / \ell$

S_3 : محلول مائي لكلورور الصوديوم تركيزه $C_3 = 10^{-3} mol / \ell$.

ومحلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلورور البوتاسيوم لهما نفس التركيز $C = 10^{-2} mol / \ell$

* نحافظ على الأبعاد الهندسية للخلية ثابتة أي أننا نثبت الصفيحتين حتى تبقى المسافة L ثابتة ، ونغمرهما كليا في المحلول حتى تبقى المساحة كذلك ثابتة .

* نقوم بقياس مواصلات محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات التراكيز C_1 و C_2 و C_3 . ونسجل القيم المحصل عليها في الجدول التالي :

R

$C(mol/\ell)$	10^{-3}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
U(V)			
I(A)			
G(S)			

* نقوم بقياس مواصلات المحاليل المائية المختلفة ذات تراكيز متساوية . ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي

المحلول	$Na^{+}+C\ell^{-}$	$K^{+}+C\ell^{-}$	$Na^{+}+OH^{-}$
U(V)			
I(A)			
G(S)			

1 ـ من خلال الجدول 1، كيف يؤثر تركيز المحلول على المواصلة ؟

2 ـ ماذا تستخلص من نتائج الجدول الثاني ؟

النشاط التجريبي 4 منحنى التدريج $G=f(C)$

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق المستعمل لقياس المواصلة .

نأخذ خمس كؤوس زجاجية من فئة $600m\ell$ ـ ماء مقطر ـ سحاحة ـ حوجلة معيارية من فئة $500m\ell$ ـ محلول S لكلورور الصوديوم تركيزه $C=10^{-1}mol/\ell$.

* نصب في الحوجلة حجما V من المحلول S بواسطة السحاحة ، ثم نضيف إليه الماء المقطر حتى يصل السائل إلى خط معيار الحوجلة .

* نصب محتوى الحوجلة في إحدى الكؤوس الخمس ، ثم نقوم بقياس المواصلة باستعمال التركيب المشار إليه أعلاه .

* نعيد نفس الخطوات باستعمال أحجام مختلفة V من المحلول S .

1 ـ أوجد تركيز المحض في الحوجلة المعيارية بدلالة الحجم V للعينة المأخوذة من المحلول S .

2 ـ أتمم الجدول التالي :

$V(m\ell)$	5	10	15	20	25
$C(mmol/\ell)$	1	2	3	4	5
$G(mS)$	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75

3 ـ مثل المنحنى $G=f(C)$ باختيار سلم مناسب .

4 ـ لدينا محلول كلورور الصوديوم تركيزه مجهول باستعمال نفس التركيب التجريبي السابق ، نقيس مواصلته فنجد G=mS . أوجد قيمة C تركيز المحلول .

R

المواصلة والموصلية

I. مواصلة محلول أيوني

1. انتقال الأيونات في المحاليل الأيونية

النشاط التجريبي 1

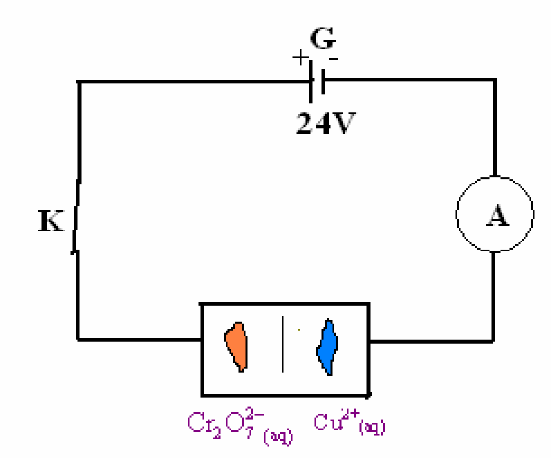
مناولة: نأخذ صفيحة زجاجية ونضع عليها ورقة الرشيح مبللة بمحلول كلورور البوتاسيوم $(K^+ + C\ell^-)$ تركيزه $1mol/\ell$.

نضع على طرفي الصفيحة إلكترودين من الغرافيت مرتبطين بمولد توتره 24V مستمر .

نضع في وسط الصفيحة بلورات ثنائي كرومات البوتاسيوم وبلورات كبريتات النحاس II .

بعد غلق قاطع التيار، يشير الأمبيرمتر إلى مرور تيار كهربائي .

نلاحظ بعد دقائق ظهور بقعتين إحداهما لونها أزرق والأخرى لونها برتقالي .



استثمار

1. ما لون ثنائي كرومات $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$ ؟ لونها أصفر – برتقالي .
2. ما لون أيونات النحاس II $Cu^{2+}(aq)$ ؟ لونها أزرق .
3. كيف يفسر ظهور البقعتين الملونتين ؟

عند مرور التيار الكهربائي في المحلول الأيوني يكون هناك انتقال الأيونات المتواجدة فيه . فتنتقل الكاتيونات $Cu^{2+}{}_{(aq)}$ نحو الكاتود أي الإلكترود المرتبط بالقطب السالب للمولد والأنيونات $Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$ نحو الأنود الإلكترود المرتبط بالقطب الموجب .

خلاصة:

مرور التيار الكهربائي في المحاليل الأيونية هو نتيجة انتقال الأيونات المتواجدة في المحلول، حيث تنتقل الكاتيونات في المنحى الاصطلاحي للتيار وتنتقل الأنيونات في المنحى المعاكس .

2. مقاومة ومواصلة محلول أيوني .

تذكير: مرور التيار في الموصلات الأومية تخضع لقانون أوم:

$$U = R.I$$

R مقاومة الموصل الأومي

هل يتحقق قانون أوم كذلك بالنسبة للمحاليل المائية الأيونية ؟

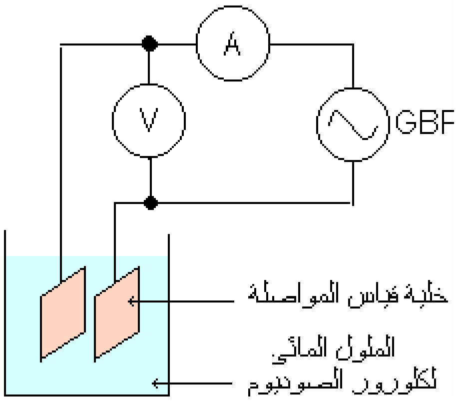
النشاط التجريبي 2

نغمر صفيحتين متوازيتين لهما نفس الأبعاد في محلول كلورور الصوديوم $(Na^+ + C\ell^-)$ تركيزه $C = 10^{-2} mol/\ell$

R

نصل الصفيحتين بمربطي مولد للتيار المتناوب (GBF) و ذي توتر يقارب 2V .

ـ نغير التوتر الفعال U المطبق بين الصفيحتين ونقيس في كل حالة ، بواسطة ميلي أمبيرمتر ، وفولطمتر القيمتين الفعالتين I و U لشدة التيار والتوتر .



U(V)							
I(mA)							

ـ نمثل مبيانيا تغيرات شدة التيار I بدلالة التوتر الفعال U .

ما العلاقة بين U و I ؟

استثمار

* المنحنى المحصل عليه $I = f(U)$ دالة خطية تمر من أصل المعلم . أي أن شدة التيار I يتناسب اطرادا مع التوتر U . وبالتالي نستنتج أن قانون أوم كذلك يطبق بالنسبة للمحاليل الأيونية .

$$G = \frac{1}{R} \text{ مع } U = R.I \text{ أو } I = G.U$$

حيث تمثل G معامل التناسب ، مواصلة عمود المحلول المحصور بين الصفيحتين .

وحدة المواصلة في النظام العالمي للوحدات هي السيمنس رمزه (S) .

3 ـ تأثير الأبعاد الهندسية لخلية قياس المواصلة

النشاط التجريبي 3

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق .

* نحافظ على المسافة الفاصلة بين الإلكترودين ثابتة ، ونغير المساحة S لمقطع الجزء المحصور بين الإلكترودين من المحلول . وذلك بإدخال الصفيحتين أكثر في المحلول ومرة بسحبهما قليلا من المحلول ونسجل في كل مرة قيم U و I

* نحافظ على ثبات المساحة S ونغير المسافة L التي تفصل بين الصفيحتين ، مرة أو مرتين ، نسجل في كل حالة قيم U و I .

استثمار .

1 ـ كيف تتغير المواصلة G مع تغير المساحة S للمقطع الرأسي لجزء المحلول المكون للخلية ؟

بالنسبة لتركيز C للمحلول ثابت والمسافة L ثابتة يلاحظ أن هناك تناسب بين المواصلة G و المساحة S .

2 ـ كيف تتغير المواصلة G مع تغير المسافة L الفاصلة بين الإلكترودين ؟

بالنسبة لتركيز C للمحلول ثابت و المساحة S ثابتة نلاحظ أن هناك تناسب بين المواصلة G و المسافة L الفاصلة بين الإلكترودين .

4 ـ تأثير طبيعة المحلول وتركيزه .

النشاط التجريبي 4

نستعمل نفس العدة التجريبية السابقة مع تحظير ثلاثة محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات تراكيز مختلفة :

S_1 : محلول لكلورور الصوديوم $C_1 = 10^{-2} mol / \ell$

S_2 : محلول مائي لكلورور الصوديوم $C_2 = 5.10^{-3} mol / \ell$

S_3 : محلول مائي لكلورور الصوديوم تركيزه $C_3 = 10^{-3} mol / \ell$.

ومحلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول كلورور البوتاسيوم لهما نفس التركيز $C = 10^{-2} mol / \ell$

* نحافظ على الأبعاد الهندسية للخلية ثابتة أي أننا نثبت الصفيحتين حتى تبقى المسافة L ثابتة، ونغمرهما كليا في المحلول حتى تبقى المساحة كذلك ثابتة .

* نقوم بقياس مواصلات محاليل مائية لكلورور الصوديوم ذات التراكيز C_1 و C_2 و C_3 . ونسجل القيم المحصل عليها في الجدول التالي :

$C(mol/\ell)$	10^{-3}	2.10^{-3}	5.10^{-3}
U(V)			
I(A)			
G(S)			

* نقوم بقياس مواصلات المحاليل المائية المختلفة ذات تراكيز متساوية . ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي

المحلول	$Na^+ + C\ell^-$	$K^+ + C\ell^-$	$Na^+ + OH^-$
U(V)			
I(A)			
G(S)			

1 ـ من خلال الجدول 1، كيف يؤثر تركيز المحلول على المواصلة ؟

تتزايد مواصلة المحلول بتزايد تركيزه المولي .

2 ـ ماذا تستخلص من نتائج الجدول الثاني ؟

يلاحظ أن مواصلة محلول أيوني تتعلق بطبيعته .

ملحوظة : تزداد المواصلة G مع تزايد درجة حرارة المحلول .

5ـ منحى التدريج $G = f(C)$

النشاط التجريبي 5

نحافظ على نفس التركيب التجريبي السابق المستعمل لقياس المواصلة .

نأخذ خمس كؤوس زجاجية من فئة $600m\ell$ ـ ماء مقطر ـ سحاحة ـ حوجلة معيارية من فئة $500m\ell$ ـ محلول S لكلورور الصوديوم تركيزه $C = 10^{-1} mol / \ell$.

* نصب في الحوجلة حجما V من المحلول S بواسطة السحاحة، ثم نضيف إليه الماء المقطر حتى يصل السائل إلى خط معيار الحوجلة .

R

* نصب محتوى الحوجلة في إحدى الكؤوس الخمس ، ثم نقوم بقياس المواصلة باستعمال التركيب المشار إليه أعلاه .

* نعيد نفس الخطوات باستعمال أحجام مختلفة V من المحلول S .

1 ـ أوجد تركيز المحض في الحوجلة المعيارية بدلالة الحجم V للعينة المأخوذة من المحلول S .

نطبق مبدأ التخفيف :

نأخذ من المحلول S حجما V_i تركيزه $C_i = 10^{-1} mol / \ell$ ونضيف إليه الماء المقطر للحصول على الحجم النهائي V_f وسيكون

تركيز المحلول المخفف هو :

حسب علاقة التخفيف : $C_iV_i = C_fV_f \Rightarrow C_f = \frac{V_i}{V_f}C_i$

2 ـ أتمم الجدول التالي :

$V(m\ell)$	5	10	15	20	25
$C(mmol/\ell)$	1	2	3	4	5
$G(mS)$	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75

3 ـ مثل المنحنى $G = f(C)$ باختيار سلم مناسب .

بالنسبة لمحاليل ذات تراكيز مولية ضعيفة $C < 10^{-2} mol / \ell$ ، تتناسب الموصلية G لجزء من محلول أيوني مع التركيز C لهذا المحلول :

$$G = a.C$$

تتعلق الثابتة a بأبعاد خلية قياس المواصلة (L, S) وبطبيعة المذاب وبدرجة الحرارة .

4 ـ لدينا محلول كلورور الصوديوم تركيزه مجهول باستعمال نفس التركيب التجريبي السابق ، نقيس مواصلته فنجد G=mS . أوجد

قيمة C تركيز المحلول .

<u>أهمية منحنى التدريج .</u>

تكمن أهمية منحنى التدريج $G = f(C)$ في إمكانية تحديد تركيز أي محلول كلورور الصوديوم ، شريطة الحفاظ على ثبات

العوامل المؤثرة التي تم تثبيتها أثناء خط المنحنى .

<u>حدود استعمال منحنى التدريج .</u>

للتمكن من استعمال منحنى التدريج $G = f(C)$ لتحديد تركيز محلول ما ، يجب توفر الشروط التالية :

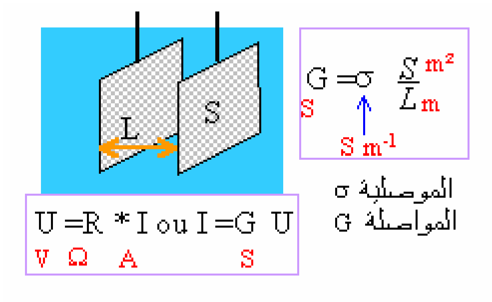
ـ أن يكون المحلول مكونا من جسم مذاب واحد ، أي أن يكون به نوع واحد من الأنيونات ونوع واحد من الكاتيونات .

ـ المحافظة على ثبات كل العوامل المؤثرة الأخرى .

ـ أن تكون تراكيز المحاليل المدروسة أقل من $C = 10^{-2} mol / \ell$. في الواقع يكون منحنى التدريج غير خطي تماما بالنسبة

لمحاليل ذات تراكيز أكبر من هذه القيمة .

R



6 - تعريف بمواصلة جزء من محلول أيوني .

يمكن أن تكتب المواصلة لجزء من محلول أيوني مقطعه S وطوله L

كالتالي : $G = \sigma . \frac{S}{L}$

يسمى المعامل σ موصلية (conductivité) المحلول ، ويعبر عنها

بالسيمنس على المتر (S / m) .

نقيس موصلية محلول أيوني بواسطة جهاز يسمى بمقياس المواصلة (la conductimétrie)

7 - الموصلية وتركيز المحلول

حسب التجربة السابقة توصلنا إلى : $G = a.C$

لدينا حسب تعريف الموصلية $G = \sigma . \frac{S}{L}$ أي أن :

$$\sigma . \frac{S}{L} = a.C \Rightarrow \sigma = \left(a . \frac{L}{S} \right) .C$$

والمعامل $\left(a . \frac{L}{S} \right)$ ثابت بالنسبة لشروط تجريبية معينة .

II - الموصلية المولية للأيونات

1 - تعريف :

يتميز كل أيون في محلول بقده (la taille) وشحنته وحالة تميهه (بالنسبة للمحاليل المائية) . وهذا التميز يجعله تختلف عن باقي الأنواع الأيونية الأخرى الموجودة في المحلول ، من حيث قدرته على توصيل التيار الكهربائي . ويتم التعبير عن هذه القدرة بمقدار فيزيائي يسمى : الموصلية المولية الأيونية ، التي يرمز لها ب λ ، ويعبر عنها بالوحدة $S.m^2.mol^{-1}$.

2 - العلاقة بين موصلية المحلول والموصليات المولية الأيونية

في محلول أيوني مائي يحتوي على n نوع من الأيونات X_i الأحادية الشحنة ، يساهم كل نوع من الأيونات في الموصلية الإجمالية للمحلول بمقدار خاص به وهو : $\sigma_i = \lambda_i [X_i]$ ، حيث تكتب موصلية المحلول كالتالي :

$$\sigma = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i [X_i]$$

σ : الموصلية الإجمالية للمحلول نعبر عنها $(S.m^{-1})$

$[X_i]$ التركيز المولي للنوع الكيميائي الأيوني X_i ونعبر عنه ب mol / ℓ

λ_i الموصلية المولية الأيونية للنوع الكيميائي X_i ويعبر عنها ب $S.m^2.mol^{-1}$

R

الموصليات المولية الأيونية لبعض الأيونات الأحادية الشحنة في محاليل مشاهية التخفيف وعند درجة حرارة 25°C

الكاتيونات	H^{+}_{aq}	Na^{+}_{aq}	K^{+}_{aq}	Li^{+}_{aq}	Ag^{+}_{aq}
λ $(S.m/mol)$	$34,9.10^{-3}$	$5,0.10^{-3}$	$7,3.10^{-3}$	$3,9.10^{-3}$	$6,2.10^{-3}$

الأنيونات	OH^{-}_{aq}	$C\ell^{-}_{aq}$	I^{-}_{aq}	$NO^{-}_{3(aq)}$	$CH_3COO^{-}_{aq}$
λ $(S.m/mol)$	$19,8.10^{-3}$	$7,6.10^{-3}$	$7,7.10^{-3}$	$7,1.10^{-3}$	$4,1.10^{-3}$

تكرين تطبيقي :

حدد موصلية محلول مائي لكلور الصوديوم ذي تركيز $C=10^{-2}mol/\ell$ عند درجة 25°C باستعمال قيم الموصليات المولية الأيونية الموجودة في الجدول .

الحل :

لدينا :

$$\sigma=\lambda_{Na^+}\left[Na^+_{aq}\right]+\lambda_{C\ell^-}\left[C\ell^-_{aq}\right]$$

$$\left[Na^+_{aq}\right]=\left[C\ell^-_{aq}\right]=10^{-2}mol/\ell=10mol/m^3$$

$$\lambda_{Na^+}=5,0.10^{-3}S.m^2.mol^{-1}$$

$$\lambda_{C\ell^-}=7,6.10^{-3}S.m.mol^{-1}$$

$$\sigma=126.10^{-3}S.m^{-1}$$

تمارين حول المواصلة والموصلية

تمرين 1

نقيس قيم التوتر الفعال المتناوب الجيبي المطبق بين طرفي خلية قياس المواصلة المغمورة في محلول إلكتروليتي وشدة التيار الفعال للتيار الكهربائي المار في المحلول فنحصل على : $U = 2,25V , I = 1,25mA$.

1. ضع تيانة التركيب الكهربائي المستعمل للقيام بهذه القياسات .
2. لماذا تم استعمال التيار المتناوب الجيبي لقياس المواصلة ؟
3. أحسب مواصلة جزء المحلول المحصور بين صفيحتي الخلية .

تمرين 2

تتكون خلية قياس المواصلة من صفيحتي نحاس مغمورتين كليا في محلول مائي أيوني .

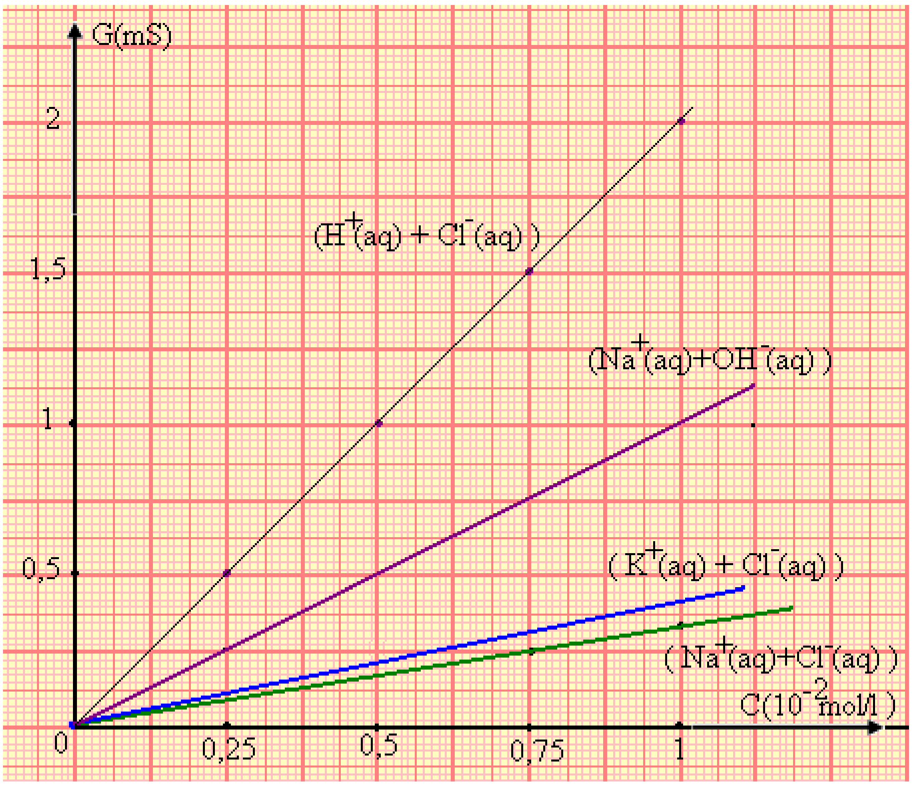
مساحة وجه كل إلكترود تساوي $S = 1,17cm^2$ والمسافة الفاصلة بينهما تساوي $L = 5mm$.

يعطي قياس المواصلة بواسطة هذه الخلية القيمة $G = 8,82mS$.

1. أعط العلاقة بين المواصلة المقاسة وموصلية المحلول ، محددا وحدة كل عنصر في العلاقة .
2. أحسب موصلية المحلول وعبر عنها بالوحدة Sm^{-1} .

تمرين 3

بواسطة خلية قياس المواصلة تم خط منحنيات التدريج لمختلف محاليل أيونية . النتائج المحصل عليها تم تجميعها في المخطط التالي :



1. كيف تتطور المواصلة G بدلالة التركيز ؟
2. بماذا يتعلق المعامل الموجه أو ميل منحنى التدريج $G = f(C)$ ؟
3. كم من مرة تكون مواصلة جزء من محلول حمض الكلوريدريك $(H^+_{aq} + C\ell^-_{aq})$ أكثر أهمية من مواصلة نفس الجزء لمحلول كلورور البوتاسيوم $(K^+_{aq} + C\ell^-_{aq})$ ؟ هل هذا العامل يتعلق بتركيز المحلول ؟
4. حدد ، من بين الكاتيونات التي اهتمت بها هذه الدراسة ، التي يمكن أن تكون مواصلتها تزايدية ؟ أعط ترتيب هذه الكاتيونات
5. نفس السؤال بالنسبة للأنيونات .

6. نقيس بواسطة هذه الخلية مواصلة محلول كلورور البوتاسيوم فنجد $G = 0,25mS$. ما هو تركيز هذا المحلول ؟

تمرين 4

لدينا $20m\ell$ من محلول S_1 لنترات الفضة $\left(Ag^+_{aq} + NO^-_{3\,aq}\right)$ تركيزه $C_1 = 1,00.10^{-3} mol/\ell$. مواصلة جزء من هذا المحلول هي $G_1 = 5,93.10^{-4} S$. لدينا كذلك $80,0m\ell$ من محلول S_2 ليودور الصوديوم $\left(Na^+ + I^-\right)$ تركيزه المولي $C_2 = 1,00.10^{-3} mol/\ell$. مواصلة جزء من هذا المحلول $G_2 = 5,65.10^{-4} S$. عند خلط هذين المحلولين نلاحظ ظهور ترسب أصفر اللون هو يودور الفضة AgI .

معادلة الترسب هي : $Ag^+_{aq} + I^-_{aq} \rightarrow AgI(s)$

نعطي : $\lambda_{Na^+} = 5.10^{-3} Sm^2mol^{-1}, \lambda_{I^-} = 7,68.10^{-3} Sm^2mol^{-1}, \lambda_{NO_3^-} = 7,14.10^{-3} Sm^2mol^{-1}$

عند درجة حرارة التجربة ، مواصلية محلول كلورور البوتاسيوم تركيزه $C = 10,0mol/m^3$ يساوي $0,141 S.m^{-1}$. عند غمر خلية القياس المستعملة في جميع التجارب على المحاليل السابقة نجد $G = 6,41.10^{-3} S$.

1. أحسب ثابتة خلية القياس

2. أوجد المواصلة النهائية للمحلول بعد التصفيق .

تمرين 5

نحضر $100m\ell$ من مائي بإذابة $68mg$ من إيثانوات الصوديوم الصلب $HCOONa(s)$ في الماء المقطر .

1. أكتب معادلة الذوبان .

2. أحسب التركيز المولي للمذاب المستعمل : C .

3. إذا علمت أن ذوبان إيثانوات الصوديوم يكون كليا ، أعط تراكيز الأيونات الموجودة في المحلول بالوحدة mol/m^3 .

4. أعط تعبير موصلية المحلول بدلالة تراكيز الأيونات الموجودة في المحلول ، واحسب قيمتها .

5. نضيف كمية من الماء المقطر إلى المحلول الأول ثم نقوم بقياس مواصلة جزء من المحلول من جديد باستعمال خلية ذات الخصائص التالية $\left(L = 1cm, S = 3,21cm^2\right)$ نقيس قيم U و I ونجد : $U = 1V, I = 2,47mA$.

أ. أحسب المواصلة G ثم استنتج موصلية المحلول الجديد .

ب. أحسب تراكيز الأيونات الموجودة في المحلول الجديد .

ج. استنتج حجم الماء المضاف إلى المحلول الأول .

نعطي : عند $25°C$. $\lambda_{Na^+} = 5.10^{-3} S.m^2mol^{-1}$ و $\lambda_{HCOO^-} = 5,5.10^{-3} S.m^2mol.$.

R

التفاعلات الحمضية – القاعدية

I ـ قاعدة برونشند للأحماض والقواعد .

1 ـ أمثلة للتفاعلات الحمضية القاعدية .

تفاعل غاز الأمونياك مع غاز كلورور الهيدروجين :

التفاعل بين غاز الأمونياك $NH_3(g)$ وغاز كلورور الهيدروجين $HC\ell(g)$ يؤدي إلى تكون مركب أيوني صلب كلورور الأمونيوم وفق المعادلة الكيميائية التالية :

$$NH_3(g)+HC\ell(g)\rightarrow\left(NH_4^+ + C\ell^-\right)(s)$$

تفاعل حمض النتريك السائل مع الماء.

يتفاعل حمض النتريك $HNO_3(\ell)$ مع الماء $H_2O(\ell)$ وينتج عن هذا التفاعل أيونات النترات $NO^-_{3\,aq}$ وأيونات الأوكسيونيوم $H_3O^+{}_{aq}$ وفق المعادلة التالية :

$$HNO_3(\ell)+H_2O(\ell)\rightarrow NO_3^-(aq)+H_3O^+(aq)$$

في المثال الأول يلاحظ أن الأمونياك $NH_3(g)$ اكتسب أيون الهيدروجين أو بروتونا H^+ بينما $HC\ell(g)$ فقد أيونا H^+ في المعادلة الكيميائية يلاحظ أن هناك نوع كيميائي يفقد بروتونا H^+ في نفس الوقت يكتسب النوع الكيميائي الآخر هذا البروتون أي أن <u>هناك تبادل بروتوني بين النوعين الكيميائيين المتفاعلين</u> .

2 ـ تعريف الأحماض والقواعد حسب برونشند .

الحمض : هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال تفاعل كيميائي .

القاعدة : كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون خلال تفاعل كيميائي .

والتفاعل حمض – قاعدة حسب برونشند هو تبادل بروتوني بين الحمض والقاعدة .

في المثالين : الحمض هو : $HC\ell(g)$ و $HNO_3(\ell)$

القاعدة هي : $NH_3(g)$ و $H_2O(\ell)$

II ـ المزدوجة حمض – قاعدة .

1 ـ تعريف :

جزيئة الأمونياك NH_3 كقاعدة برونشند باكتسابها بروتونا تتحول إلى أيون الأمونيوم NH_4^+ وهو حمض برونشند .

نفس الشيء أيون الأمونيوم NH_4^+ كحمض برونشند بفقدانه بروتونا يتحول إلى جزيئة الأمونياك NH_3 وهي قاعدة برونشند .

هذه المجموعة المكونة من النوعين الكيميائيين NH_4^+ و NH_3 تسمى بمزدوجة حمض – قاعدة . ونرمز لها ب $NH_4^+(aq)/NH_3(g)$ نسمي <u>NH_4^+ الحمض و NH_3 القاعدة المرافقة للحمض</u> .

R

يكوّن نوعان كيميائيان مزدوجة حمض – قاعدة ، إذا كان بالإمكان الانتقال من نوع لآخر باكتساب أو بفقدان بروتون H^+ .

مثال : $CH_3COOH(\ell)/CH_3COO^-(aq)$

2. نصف المعادلة حمض – قاعدة .

نعتبر الصيغة العامة للمزدوجة حمض – قاعدة : AH/A^- ، AH يمثل الحمض ، A^- تمثل القاعدة المرافقة للحمض

نمثل تحول الحمض AH إلى القاعدة A^- بالمعادلة التالية : $AH \rightarrow A^- + H^+$

نمثل تحول القاعدة A^- إلى الحمض AH بالمعادلة التالية : $A^- + H^+ \rightarrow AH$

وللتعبير عن التحولين الممكنين نستعمل الكتابة التالية : $AH = A^- + H^+$

تسمى هذه **المعادلة بنصف المعادلة حمض – قاعدة** .

تمرين تطبيقي : أكتب نصف المعادلة المقرونة بالمزدوجات حمض – قاعدة التالية :

$NH_4^+(aq)/NH_3(g)$ ، $CH_3COOH(\ell)/CH_3COO^-(aq)$ ، $HC\ell(g)/C\ell^-(aq)$

ملحوظة : عند كتابة نصف المعادلة حمض – قاعدة المقرونة بمزدوجة ما ، يكتب النوع الكيميائي المتفاعل على اليسار والناتج على اليمين .

جدول لبعض المزدوجات حمض – قاعدة وأنصاف معادلاتها .

المزدوجة	نصف المعادلة	اسم الحمض	اسم القاعدة
$NH_4^+(aq)/NH_3(g)$	$NH_4^+(aq) = NH_3(g) + H^+$	أيون الألومنيوم	الأمونياك
$CH_3COOH(\ell)/CH_3COO^-(aq)$	$CH_3COOH(\ell) = CH_3COO^-(aq) + H^+$	حمض الإيثانويك	أيون الإثانوات
$CO_2, H_2O/HCO_3^-(aq)$	$CO_2, H_2O = HCO_3^-(aq) + H^+$	ثنائي اوكسيد الكربون المميه	أيون هيدروجينوكربونات
$HCO_3^-(aq)/CO_3^{2-}(aq)$	$HCO_3^-(aq) = CO_3^{2-}(aq) + H^+$	أيون هيدروجينو كربونات	أيون الكاربونات
$HNO_3(\ell)/NO_3^-(aq)$	$HNO_3(\ell) = NO_3^-(aq) + H^+$	حمض النتريك	أيون النترات

3. مزدوجتا الماء

*أيون الأوكسونيوم $H_3O^+(aq)$ حمض ، قاعدته المرافقة هي جزيئة الماء $H_2O(\ell)$.

تكتب نصف المعادلة الموافقة للمزدوجة $H_3O^+(aq)/H_2O(\ell)$: $H_3O^+ = H_2O(\ell) + H^+$

*أيون الهيدروكسيد $OH^-(aq)$ قاعدة ، الحمض المرافق لها هو جزيئة الماء $H_2O(\ell)$.

تكتب نصف المعادلة الموافقة للمزدوجة $H_2O(\ell)/OH^-(aq)$ هي : $H_2O(\ell) = OH^-(aq) + H^+$

نسمي المزدوجتين $H_3O^+(aq)/H_2O(\ell)$ و $H_2O(\ell)/OH^-(aq)$ مزدوجتا الماء .

R

تكون جزيئة الماء في المزدوجة $H_2O^+(aq)/H_2O(\ell)$ قاعدة ، بينما تكون في المزدوجة $H_2O(\ell)/OH^-(aq)$ حمضا . بسبب هذا التصرف لجزيئة الماء يطلق عليها اسم الأمفوليت أو الأمفوتير ampholyte ou amphotère

هناك أنواع كيميائية أخرى غير جزيئة الماء تعتبر أمفوليتات . مثل أيون هيدروجينوكربونات $HCO_3^-(aq)$.

III ـ معادلة التفاعل حمض ـ قاعدة

*لا يتم فقدان بروتون H^+ من طرف نوع كيميائي (حمض) ، إلا إذا وجد نوع كيميائي آخر قادر على اكتساب هذا البروتون (قاعدة) .

من هذه الخاصية ، كل تفاعل كيميائي حمض – قاعدة لابد أن تشارك فيه مزدوجتين A_1H/A_1^- و A_2H/A_2^- ، حيث يتفاعل حمض إحدى المزدوجات مع قاعدة المزدوجة الأخرى .

عند تفاعل الحمض A_1H مع القاعدة A_2^- ، نحصل على المعادلة الحصيلة للتفاعل بإتباع الخطوات التالية : الحمض كمتفاعل :

$$A_1H = A_1^- + H^+$$

القاعدة كمتفاعلة : $A_2^- + H^+ = A_2^-H$

نُنجز مجموع نصفي المعادلتين :

$$\begin{array}{rl} & \mathbf{A_1H = A_1^- + H^+} \\ + & \mathbf{A_2^- + H^+ = A_2^-H} \\ \hline & \mathbf{A_1H + A_2^- \longrightarrow A_1^- + A_2^-H} \end{array}$$

مثال : تتفاعل القاعدة $NH_3(g)$ مع حمض الإيثانويك $CH_3COOH(\ell)$

1 ـ أكتب تعبيري المزدوجتين المشاركتين في التفاعل : $NH_4^+(aq)/NH_3(g)$ و $CH_3COOH(\ell)/CH_3COO^-(aq)$

2 ـ أكتب نصفي معادلة التفاعل حمض ـ قاعدة واستنتج معادلة التفاعل .

المتفاعل الأول هو القاعدة $NH_3(g)$ فنصف معادلة التفاعل حمض ـ قاعدة هو $NH_3(g) + H^+ = NH_4^+(aq)$ (1)

المتفاعل الثاني : الحمض $CH_3COOH(\ell)$ فنصف معادلة التفاعل حمض ـ قاعدة هو :

$$CH_3COOH(\ell) = CH_3COO^-(aq) + H^+ \quad (2)$$

للحصول على المعادلة الحصيلة للتفاعل (1)+(2)

$$\begin{array}{rl} & \mathbf{NH_3(g) + H^+ = NH_4^+(aq)} \\ + & \mathbf{CH_3COOH(\ell) = CH_3COO^-(aq) + H^+} \\ \hline & \mathbf{NH_3(g) + CH_3COOH(\ell) \longrightarrow NH_4^+(aq) + CH_3COO^-(aq)} \end{array}$$

R

IV ـ الكواشف الملونة

الكاشف الملون مزدوجة حمض ـ قاعدة يتميز حمضها وقاعدتها المرافقة له بلونين مختلفين . يأخذ الكاشف شكله الحمضي أو شكله القاعدي حسب pH المحلول الذي يوجد فيه .

عموما نرمز لمزدوجة الكاشف الملون بالكتابة : HIn / In^-

في حالة وجود حمض AH تتفاعل قاعدة المزدوجة الكاشف الملون In^- مع الحمض AH فتتحول إلى الحمض المرافق HIn وفق المعادلة التالية :

$$In^- + AH \rightarrow HIn + A^-$$

فيأخذ المحلول لون الشكل الحمضي للكاشف الملون HIn

نفس الشيء في حالة وجود قاعدة A^- تتفاعل مع HIn تتحول إلى القاعدة المرافقة In^- وفق المعادلة التالية :

$$A^- + HIn \rightarrow AH + In^-$$

فيأخذ المحلول لون الشكل القاعدي للكاشف الملون In^-

أمثلة : أزرق البروموتيمول B.B.T

V ـ التفاعلات حمض ـ قاعدة في الحياة اليومية

* تم استعمال الأحماض والقواعد منذ القدم وقد كان العرب سباقين إلى إنتاجها واستعمالها في حياتهم اليومية مثل الخل والأمونياك . وقد عرف هذا المجال نموا وتطورا متواصلا حديثا بحيث أصبح استعمال الأحماض والقواعد منتشرا في شتى المجلات .

بعض أمثلة هذه الاستعمالات :

- الخميرة الكيميائية التي تستعمل في تحضير الخبز والحلويات . تحتوي على هيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ و حمض النارتريك $C_4H_6O_2$. يؤدي التفاعل بينهما إلى تكون غاز ثنائي أوكسيد الكربون مما تجعل الخبز ينتفخ ويأخذ شكله المعهود

- تحتوي أقراص الأسبرين الفائرة على حمض أسيتيل ساليسيليك وهيدروجينوكربونات الصوديوم ، ويرجع الفوران الملاحظ عند وضع القرص في الماء إلى تفاعل الحمض مع القاعدة وتكون غاز ثنائي أوكسيد الكربون .

تمارين حول التفاعلات حمض – قاعدة والتفاعلات الأكسدة ـ الاختزال

تمرين1

عين من بين معادلات التفاعلات التالية ، المعادلات الممثلة لتفاعل حمض – قاعدة

$$H_3O^+ + CH_3COO^- \rightarrow H_2O + CH_3COOH$$
$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$4HC\ell + O_2 \rightarrow 2C\ell_2 + 2H_2O$$
$$Ag^+ + C\ell^- \rightarrow AgC\ell$$
$$NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$$
$$H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2H_2O$$
$$HF + C\ell O^- \rightarrow F^- + HC\ell O$$

تمرين 2

نحصل على ماء الجير بإذابة هيدروكسيد الكالسيوم في الماء حسب معادلة الذوبان التالية :

$$Ca(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2HO^-(aq)$$

1 ـ هل ماء الجير قاعدة حسب قاعدة برونشتد ؟

2 ـ أ ـ ما النوع الكيميائي الذي يمكن إبرازه بواسطة ماء الجير ؟

ب ـ يسمى هذا النوع عند إذابته في الماء ، حمض الكربونيك ، ما صيغته ؟

3 ـ أعط صيغة القاعدة عند إذابة حمض الكربونيك في الماء .

4 ـ يعتبر أيون هيدروجينوكربونات أمفوليت ، مثل ، الماء . ما المزدوجتان اللتان يتدخل فيهما هذا الأيون ؟

5 ـ يفسر تعكر ماء الجير بواسطة ثلاث تفاعلات :

ـــ التفاعل حمض – قاعدة بين الحمض CO_2, H_2O والأيونات $HO^-(aq)$

ـــ التفاعل حمض ـ قاعدة بين الأيونات $HCO_3^-(aq)$ والأيونات $HO^-(aq)$

ـــ تفاعل الترسب بين الأيونات $Ca^{2+}(aq)$ والأيونات $CO_3^{2-}(aq)$

أ ـ أكتب معادلات التفاعلات الثلاثة .

ب ـ بجمع المعادلات الثلاث ، بين أنه يمكن التعبير عن التفاعل الإجمالي بين ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 و ماء الجير (محلول هيدروكسيد الكالسيوم $Ca^{2+}(aq) + 2HO^-$) بالمعادلة الحصيلة التالية :

$CO_2 + Ca^{2+} + 2HO^- \rightarrow CaCO_3 + H_2O$.

تمرين 3

نعتبر المزدوجات مختزل – مؤكسد التالية :

$CO_2(aq), H_2O / C_2O_4^{2-}(aq)$ ، $NO_3^-(aq) / NH_4^+(aq)$

أكتب نصفي المعادلات الإلكترونية للمزدوجتين أعلاه .

تمرين 4

نضع في كأس عينة ذات حجم $V_1 = 50m\ell$ من محلول مائي لكبريتات النحاس II ذي تركيز $C_1 = 1{,}0 mol/\ell$ ، تم نضيف إليها كمية معينة من مسحوق الزنك ذات كمية مادة $n_i(Zn)$. نحرك الخليط لمدة حتى يختفي اللون الأزرق للمحلول كليا .

1 ـ أكتب صيغتي المزدوجتين المشاركتين في هذا التفاعل .

2 ـ أ ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل .

ب ـ حدد المتفاعل المحد ، معللا جوابك .

R

3 ـ حدد التقدم الأقصى .
4 ـ ما هي كمية المادة البدئية للزنك التي يجب استعمالها حتى يتم استهلاك ثلث كمية الزنك عند نهاية التفاعل ؟
5 ـ أحسب كتلة فلز النحاس عند نهاية التفاعل .

تمرين 5

نمزج حجما $V_1 = 30m\ell$ من محلول مائي S_1 لبرمنغنات البوتاسيوم $\left(K^+ + MnO_4^-\right)$ تركيزه $C_1 = 0,2mol/\ell$ وحجما $V_2 = 50m\ell$ من محلول S_2 محمض لكبريتات الحديد II $\left(Fe^{2+} + SO_4^{2-}\right)$ تركيزه $C_2 = 0,4mol/\ell$.

1 ـ أكتب نصفي المعادلة الإلكترونية للمزدوجتين المتفاعلتين .
2 ـ حدد حصيلة المادة للمجموعة عند نهاية التفاعل .

تمرين 6

نقوم بتحضير محلول مائي لحمض النتريك انطلاقا من محلول مسوق لحمض النتريك تحمل فنينته المعلومات التالية :

$\left(M_{HNO_3} = 63,0g.mol^{-1}, p = 100\%, d = 1,52\right)$

1 ـ هل المحلول التجاري سائل خالص أم محلول مائي ؟
2 ـ أحسب التركيز C_{HNO_3} للمحلول التجاري .
3 ـ أكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة بين حمض النتريك والماء محددا الحمض والقاعدة .
4 ـ بواسطة ماصة نأخذ حجما $V = 10m\ell$ من الحمض التجاري ، ونضعها في حوجلة معيارية ذات حجم $V' = 100m\ell$ تحتوي مسبقا على $50m\ell$ من الماء المقطر ، تم نضيف الماء المقطر حتى خط معيار الحوجلة . ما اسم العملية التي نقوم بها ؟
5 ـ أحسب تركيز المحلول المحصل عليه
6 ـ نمزج حجما $V_1 20m\ell$ من هذا المحلول مع حجم V_2 من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم ذي تركيز $C_2 = 1mol/\ell$.

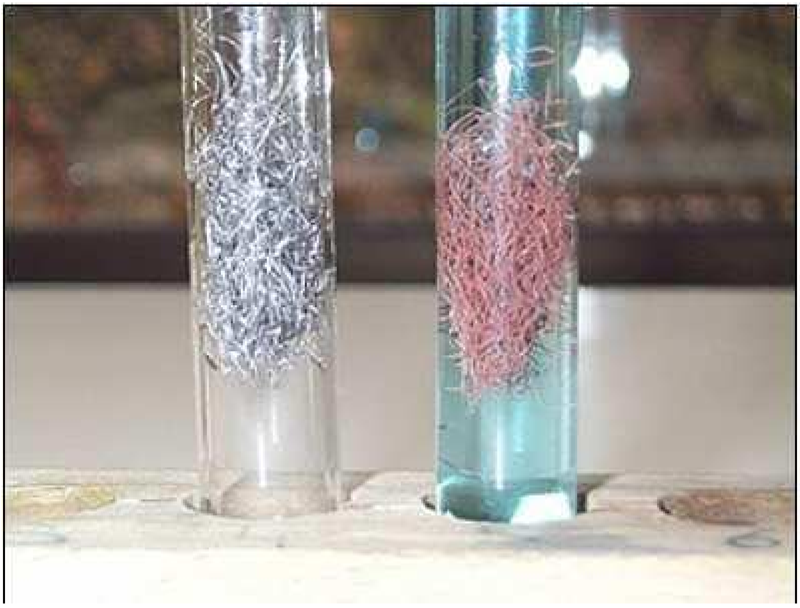
أ ـ أعط صيغة محلول هيدروكسيد الصوديوم ، واكتب معادلو ذوبانه في الماء .
ب ـ استنتج تركيز الأيونات الهيدروكسيد HO^- في المحلول .
ج ـ أعط المزدوجتين حمض – قاعدة اللتين تشاركان في التفاعل عند مزج المحلولين .
د ـ أكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة الحاصل .
ه ـ أحسب الحجم V_2 من محلول هيدروكسيد الصوديوم اللازم لاستهلاك كل أيونات الأكسيونيوم الموجودة في الحجم V_1 من محلول حمض النتريك .

التفاعلات أكسدة – اختزال

I – التفاعل أكسدة – اختزال

1 – التبادل الإلكتروني

الدراسة التجريبية :



نصب حجما من حلول كبريتات النحاس II في كأس ونضع بها قطعة من الحديد $Fe(s)$.

بعد نصف ساعة تقريبا نقوم بترشيح محتوى الكأس . نضيف إلى عينة من الرشاحة المحصل عليها قطرات من محلول الصودا ، فيتكون راسب أخضر هو هيدروكسيد الحديد II .

استثمار :

1 – ما هي الأيونات الموجودة في محلول كبريتات النحاس II ؟

$Cu^{2+}(aq)$ و $SO_4^{2-}(aq)$

2 – بماذا نفسر اختفاء اللون الأزرق خلال التجربة ؟

اختفاء اللون الأزرق هو نتيجة اختفاء أيونات النحاس II $Cu^{2+}(aq)$ والتي تتحول إلى فلز النحاس الذي يتوضع على قطعة الحديد ويتميز بلونه الأحمر .

3 – ما هو مصدر الأيونات $Fe^{2+}(aq)$ التي تتفاعل مع الأيونات $HO^-(aq)$ والتي تأتي من محلول الصودا لتعطي هيدروكسيد الحديد II $Fe(HO)_2(s)$ ؟

تأتي أيونات الحديد II من تحول ذرات الحديد إلى أيونات الحديد II مما يفسر تآكل الحديد خلال هذا التفاعل .

4 – نعبر عن التحول الذي يحدث للأيونات $Cu^{2+}(aq)$ بالمعادلة التالية : $Cu^{2+}(aq) + \quad\quad \rightarrow Cu(s)$

أتمم كتابة المعادلة محددا طبيعة وعدد الدقائق التي يكتسبها الأيون $Cu^{2+}(aq)$ ليتحول إلى ذرة النحاس .

$$(1)\ Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$$

طبيعة الدقائق المكتسبة من طرف أيون النحاس II هي الإلكترونات وعددها اثنان .

5 – عبر عن التحول الذي حدث لفلز الحديد $Fe(s)$ أثناء هذا التفاعل بكتابة معادلة(2) مماثلة للمعادلة (1) .

فلز الحديد $Fe(s)$ تحول إلى أيون الحديد II وذلك بفقدانه إلكترونين حسب المعادلة التالية :

$$(2)\ Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(s) + 2e^-$$

6 – نسمي النوع الكيميائي الذي اكتسب إلكترونا أو أكثر خلال التفاعل الكيميائي بالمؤكسد l'oxydant ونسمي النوع الكيميائي الذي فقد إلكترونا أو أكثر خلال تفاعل كيميائي بالمختزل le reducteur .

حدد في المعادلتين (1) و(2) المؤكسد والمختزل

__المؤكسد__ هو أيون النحاس II $Cu^{2+}(aq)$ و__المختزل__ هو الحديد $Fe(s)$

نلاحظ أنه خلال هذا التفاعل هناك **__تبادل إلكتروني بين المؤكسد والمختزل__**. نسمي هذا **التفاعل بتفاعل أكسدة – اختزال** .

7 – نسمي المعادلتين (1) و (2) نصفي المعادلة أكسدة واختزال . علما أن الدقائق المكتسبة أو المفقودة خلال هذا التفاعل لا يمكن أن تكون حرة طليقة في المحلول ، استنتج معادلة التفاعل الكيميائي وأعط تعريفا مناسبا للتفاعل الأكسدة والاختزال .

بجمع المعادلتين (1) و (2) نحصل على المعادلة الحصيلة للتفاعل :

$$Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$$

2 – تعاريف

أ – تعريف بالأكسدة والاختزال

R

الأكسدة هي فقدان لإلكترونات من طرف نوع كيميائي خلال تفاعل ما ، الاختزال هو اكتساب لإلكترونات من طرف نوع كيميائي خلال تفاعل ما .
لا يمكن لنوع كيميائي أن يتأكسد إلا بوجود نوع كيميائي يختزل . الأكسدة والاختزال ظاهرتان متلازمتان .

ب ـ المؤكسد والمختزل

نسمي مؤكسدا كل نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترونات خلال تفاعل كيميائي ، ونسمي مختزلا كل نوع كيميائي قادرا على فقدان لإلكترونات خلال تفاعل كيميائي .
يمكن لنوع كيمائي أن يلعب دور المؤكسد أو المختزل أن يكون أيونا $Cu^{2+}(aq)$ أو ذرة $Fe(s)$ أو جزيئة $O_2(g)$.

ج ـ التفاعل أكسدة واختزال

التفاعل أكسدة واختزال هو تبادل إلكتروني بين مؤكسد ومختزل ، حيث يفقد المختزل إلكترونات بينما يكتسبها المؤكسد .

II ـ المزدوجة مؤكسد ـ مختزل

1 ـ تعريف

في التجربة السابقة لاحظنا أن أيونات النحاس II $Cu^{2+}(aq)$ كمؤكسد تحول خلال التفاعل الكيميائي إلى ذرات النحاس $Cu(s)$. نسمي المجموعة المكونة من $Cu^{2+}(aq)$ و $Cu(s)$ بمزدوجة مؤكسد – مختزل . ونرمز لها بالكتابة :

$$Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$$

بصفة عامة ، يكون نوعان كيميائيان مزدوجة مؤكسد – مختزل (ox/red) إذا طان بالإمكان التحول من نوع إلى آخر باكتساب أو فقدان إلكترون أو أكثر .
أمثلة :

$$Fe^{2+}(aq)/Fe(s),Zn^{2+}(aq)/Zn(s),Ag^{+}(s)/Ag(s)$$

2 ـ نصف المعادلة أكسدة ـ اختزال

نعتبر بصفة عامة المزدوجة مؤكسد ت مختزل التالية : (ox/red)

عندما يتحول المؤكسد إلى المختزل المرافق نكتب $ox+ne^{-}\rightarrow red$

عندما يتحول المختزل إلى المؤكسد المرافق نكتب $red\rightarrow ox+ne^{-}$

وللتعبير عن هذين التحولين الممكنين نكتب : $red=ox+ne^{-}$ حيث n تمثل عدد الإلكترونات المتبادلة خلال التفاعل .
وتسمى هذه الكتابة بنصف المعادلة الإلكترونية أو نصف المعادلة أكسدة ـ اختزال .
ملحوظة : لكتابة نصف المعادلة الإلكترونية يجب الأخذ بعين الاعتبار :
عندما يكون المؤكسد ox متفاعلا تكتب على الشكل التالي : $ox+ne^{-}=red$
عندما يكون المختزل red متفاعلا تكتب على الشكل التالي : $red=ox+ne^{-}$
مثال : في التفاعل المدروس في النشاط التجريبي :
$Cu^{2+}(aq)$ كمتفاعل إذن نصف المعادلة أكسدة ـ اختزال هي : $Cu^{2+}(aq)+2e^{-}=Cu(s)$
و $Fe(s)$ كمتفاعل ، نصف المعادلة أكسدة ـ اختزال هي : $Fe(s)=Fe^{2+}(aq)+2e^{-}$

3 ـ أمثلة لمزدوجات مؤكسد ـ مختزل

معظم المزدوجات مؤكسد ـ مختزل تكتب بشكل بسيط لذا نسميها بالمزدوجات البسيطة $red=ox+ne$. ونجد من هذا النوع المزدوجات المتعلقة بالعناصر الفليزية ذات الصيغة العامة M^{n+}/M حيث يمثل M الفلز (المختزل) و M^{n+} الكاتيون الفلزي (المؤكسد)

R

<u>جدول بعض المزدوجات مؤكسد- مختزل</u>

المزدوجة	نصف المعادلة الإلكترونية	اسم المختزل	اسم المؤكسد
$Ag^{+}(s)/Ag(s)$	$Ag^{+}(aq)+e^{-}=Ag(s)$	فلز الفضة	أيون الفضة
$Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$	$Zn^{2+}(aq)+2e^{-}=Zn(s)$	فلز الزنك	أيون الزنك
$Al^{3+}(aq)/Al(s)$	$Al^{3+}(aq)+3e^{-}=Al(s)$	فلز الألومنيوم	أيون الألومنيوم
$Fe^{2+}(aq)/Fe(s)$	$Fe^{2+}(aq)+2e^{-}=Fe(s)$	فلز الحديد	أيون الحديدII
$Sn^{2+}(s)/Sn(s)$	$Sn^{2+}(aq)+2e^{-}=Sn(s)$	فلز القصدير	أيون القصدير

4 ـ مزدوجات مؤكسد ـ مختزل أخرى

المزدوجة $H^{+}(aq)/H_2(g)$

نصف المعادلة الإلكترونية لهذه المزدوجة : $2H^{+}(aq)+2e^{-}=H_2(g)$

مثال : عند تفاعل محلول حمض الكلوريدريك $H^{+}(aq)+C\ell^{-}(aq)$ مع فلز الزنك $Zn(s)$ ينتج عن هذا التفاعل غاز ثنائي الهيدروجين $H_2(g)$ و أيونات الزنك $Zn^{2+}(aq)$.

$H^{+}(aq)$ تلعب دور المؤكسد و الزنك $Zn(s)$ كمختزل .

المزدوجة $MnO_4^{-}(aq)/Mn^{2-}(aq)$

أيونات البرمنغنات $MnO_4^{-}(aq)$ مؤكسد وأيون المنغنيز $Mn^{2+}(aq)$ مختزل المرافق له .

تتميز الأيونات البرمنغنات باللون البنفسجي بينما أيونات المنغنيز عديمة اللون

كتابة نصف المعادلة الإلكترونية بالنسبة للمزدوجة $MnO_4^{-}(aq)/Mn^{2-}(aq)$

لكتابة هذه المعادلة نتبع الخطوات التالية :

* $MnO_4^{-}(aq)=Mn^{2+}(aq)$

* توازن عنصر المنغنيز بين المؤكسد والمختزل . $MnO_4^{-}(aq)=Mn^{2+}(aq)$

* توازن عنصر الأوكسيجين بإضافة جزيئات الماء : $MnO_4^{2-}(aq)=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell)$

* توازن عنصر الهيدروجين بإضافة أيونات الهيدروجين (لأن التحول من أيونات البرمنغنات إلى أيونات المنغنير عديمة اللون تساهم فيه أيونات $H^{+}(aq)$ أي يكون المحلول حمضيا)

$$MnO_4^{2-}(aq)+8H^{+}(aq)=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell)$$

* توازن الشحن الكهربائية بإضافة الإلكترونات :

$$MnO_4^{2-}(aq)+8H^{+}(aq)+5e^{-}=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell)$$

تمرين تطبيقي : نعتبر المزدوجة $Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$. بحضور مختزل مناسب تختزل أيونات ثنائي كرومات $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ لونها برتقالي إلى أيونات كرومات $Cr^{3+}(aq)$ لونها أخضر . وتبين التجربة أن هذا التحول يكون مصحوبا بتغير قيمة pH .

$$Cr_2O_7^{2-}(aq)+14H^{+}(aq)+6e^{-}=2Cr^{3+}(aq)+7H_2O(\ell)$$

R

جدول بعض المزدوجات مؤكسد- مختزل

المزدوجة	نصف المعادلة الإلكترونية	اسم المختزل	اسم المؤكسد
$H^+(aq)/H_2(g)$	$H^+(aq)+2e^- = H_2(g)$	ثنائي الهيدروجين	أيون الهيدروجين المتميه
$Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$	$Fe^{3+}(aq)+e^- = Fe^{2+}(aq)$	أيون الحديد II	أيون الحديد III
$MnO_4^-(aq)/Mn^{2-}(aq)$	$MnO_4^{2-}(aq)+8H^+(aq)+5e^- = Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell)$	أيون البمنغنات	أيون المنغنيز
$I_2(aq)/I^-(aq)$	$I_2(aq)+2e^- = 2I^-(aq)$	أيون اليودور	ثنائي اليود
$S_4O_6^{2-}(aq)/S_2O_3^{2-}(aq)$	$S_4O_6^{2-}(aq)+2e^- = 2S_2O_3^{2-}(aq)$	أيون التيوكبريتات	أيون رباعي تيونات

III ـ معادلة التفاعل أكسدة ـ اختزال

بصفة عامة ، خلال تفاعل أكسدة اختزال تشارك مزدوجتان مؤكسد- مختزل ox_1/red_1 و ox_2/red_2 ، حيث يتفاعل مؤكسد إحدى المزدوجات مع مختزل المزدوجة الأخرى .

مثلا عند تفاعل المؤكسد ox_1 مع المختزل red_2 . للحصول على المعادلة الحصيلة للتفاعل ، نكتب نصفي المعادلة الإلكترونية وننجز المجموع :

$$n_2\times(ox_1+n_1e^- = red_1)$$
$$n_1\times(red_2 = ox_2+n_2e^-)$$
$$n_2ox_1+n_1red_2 \rightarrow n_2red_1+n_1ox_2$$

ملحوظة :

يمكن ربط الطابع المؤكسد أو المختزل لبعض الأجسام البسيطة بموقع العناصر الكيميائية المرتبطة بها في الجدول الدوري للعناصر الكيميائية .

مثلا أهم المختزلات المعروفة هي

* فلزات توجد في الجزء الأيسر من الجدول هناك الفلزات القلائية هي العناصر التي تنتمي إلى العمود الأول من الجدول (باستثناء عنصر الهيدروجين) .

* القلائيات الترابية و هي عناصر العمود الثاني من الجدول .

أمثلة : $Na(s) = Na^+(aq)+1e^-$ أو $Ca(s) = Ca^{2+}(aq)+2e^-$

أهم المؤكسدات المعروفة هي أجسام بسيطة مرتبطة بعناصر كيميائية توجد في الجزء الأيمن من الجدول .

مثلا : ثنائي الأوكسيجين $O_2(g)$ ، ثنائي الكلور $C\ell_2(g)$.

$$C\ell_2(g)+2e^- = 2C\ell^-(aq)$$

R

المعـــــايرة المباشرة
Dosage direct

I ـ مبدأ المعايرة

1 ـ معايرة نوع كيميائي

معايرة نوع كيميائي في محلول ما هي تحديد تركيزه المولي في هذا المحلول .

مثال : معايرة أيونات الأكسيونيوم H_3O^+ في محلول حمض الكلوريدريك ـ معايرة الكوليسترول في الدم .

2 ـ المعايرة المباشرة

المعايرة المباشرة لنوع كيميائي A هي المعايرة باعتماد تفاعل كيميائي يحدث بينه وبين نوع كيميائي آخر يأتي به محلول آخر ذي تركيز معروف .

نسمي المحلول الذي يحتوي على النوع الكيميائي A ، المحلول المعاير . والمحلول الذي يحتوي على النوع الكيميائي ذي التركيز المعروف المحلول المعاير (بكسر الياء)

3 ـ تفاعل المعايرة والتكافؤ

أ ـ تفاعل المعايرة

التفاعل الحاصل بين النوعين الكيميائين A (المتفاعل المعاير (بفتح الياء)) و B (المتفاعل المعاير (بكسر الياء)) يسمى بتفاعل المعايرة .

ليكون التفاعل صالحا لإنجاز معايرة ما ، يجب أن تتوفر فيه الشروط التالية :

* أن يكون سريعا
* أن يكون تاما
* أن يكون مميزا للنوع الكيميائي A حيث لايتفاعل B إلا مع النوع الكيميائي A وإن وجدت أنواع كيميائية أخرى في المحلول المعاير .

ب ـ التكافؤ

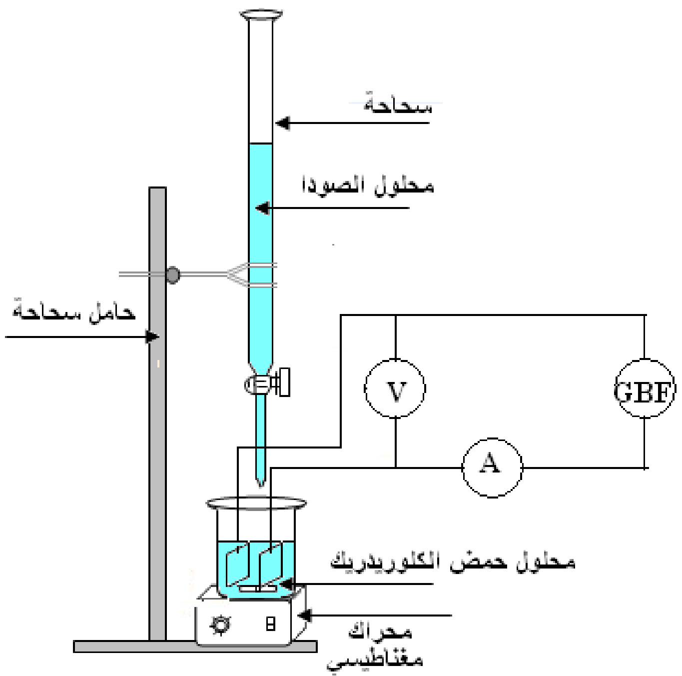
عند التكافؤ يكون المتفاعل المعاير والمتفاعل المعاير قد أستهلكا كليا .

يمكن تعيين التكافؤ بأساليب وطرق مختلفة ، منها :

* تغير لون الخليط المتفاعل ، طريقة تستعمل في تفاعلات الأكسدة والإختزال .
* تغير لون كاشف ملون تتم إضافته في بداية المعايرة إلى المحلول المعاير . وهي طريقة تستعمل في تفاعلات حمض ـ قاعدة .
* تتبع تطور مقدار فيزيائي مرتبط بتركيب الخليط المتفاعل ، حيث يتم خط المنحنى الممثل لتغيرات المقدار الفيزيائي بدلالة الحجم المضاف من المحلول المعاير . تم يتم استغلال المنحنى لتحديد V_{eq} وتدخل ضمن هذه المعايرات المعايرة ، بقياس المواصلة أو المعايرة بقياس pH المحلول .

II ـ المعايرة حمض ـ قاعدة

دراسة المعايرة بواسطة قياس المواصلة ، لمحلول حمض الكلوريدريك بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم .



النشاط التجريبي 1 تتبع شريط فيديو

العدة التجريبية : ـ خلية قياس المواصلة ـ سحاحة من فئة $25m\ell$ ـ كأس من فئة $250m\ell$ ـ مخبار مدرج من فئة $100m\ell$ ـ محراك مغناطيسي ـ حامل سحاحة ـ محلول مائي لمحلول الصودا تركيز $C_B = 0{,}1mol/\ell$ ـ محلول مائي لحمض الكلوريدريك تركيزه $C_A = 0{,}01mol/\ell$.

المناولة

* نملأ السحاحة بحلول الصودا مع ضبط مستوى السائل على تدرجة الصفر .
* بواسطة المخبار المدرج نقيس $V_A = 100{,}0m\ell$ من محلول المائي لحمض الكلوريدريك ونضعها في الكأس .
* نغمر خلية قياس المواصلة في المحلول المائي لحمض الكلوريدريك ونشغل المحراك . ثم نقيس المواصلة G

R

باستعمال العلاقة $G=\frac{I}{U}$.

* بواسطة السحاحة نضيف محلول الصودا بأحجام $V_B=1m\ell$ وبعد كل إضافة نقيس المواصلة G.
ندون النتائج المحصل عليها في الجدول التالي :

G(mS)	23,8	22,2	20,4	18,8	17,3	15,4	13,7	12,0	10,3
V_B(ml)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0

G(mS)	8,9	7,0	8,0	9,3	10,2	11,4	12,6	13,7
V_B(ml)	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0

استثمار :

1 ـ خط المنحنى $G=f(V_B)$ باستعمال السلم $1cm \leftrightarrow 5mS$ ، $1cm \leftrightarrow 2m\ell$

2 ـ أكتب معادلة التفاعل الحاصل بين محلولي الصودا وحمض الكلوريدريك . ما نوع هذا التفاعل الكيميائي ؟

معادلة التفاعل هي : $H_3O^+_{aq}+HO^-_{aq}\rightarrow 2H_2O(\ell)$

3 ـ أحسب كمية مادة أيونات الأوكسيونيوم H_3O^+ الموجودة بدئيا في الكأس .

كمية المادة الموجودة بدئيا في الكأس هي :

$n_i(H_3O^+_{aq})=C_AV_A=1mmol$

4 ـ أعط تعبير كمية المادة لأيونات الهيدروكسيد HO^- الموجودة في الحجم المضاف V_B بدلالة V_B والتركيز C_B .

$n_i(HO^-_{aq})=C_BV_B$

5 ـ نلاحظ أن المنحنى $G=f(V_B)$ يتكون من قطعتي مستقيمين تلتقيان في النقطة E . حدد الحجم V_B الموافق لهذه النقطة والذي نرمز له بالرمز V_{Beq} . نسمي الحالة التي يكون عليها الخليط المتفاعل في هذه النقطة : حالة التكافؤ .

$V_{Beq}=10,0m\ell$

6ـ أنشئ الجدول الوصفي لتطور التفاعل قبل التكافؤ ، محددا المتفاعل المحد والتقدم الأقصى في هذه الحالة .

قبل التكافؤ :

حالة التفاعل	التقدم	$H_3O^+_{aq}$	HO^-_{aq}	$2H_2O(\ell)$
الحالة البدئية	0	1mmol	$n_i(HO^-)$	وفير
حالة مرحلية	x	1-x	$n_i(HO^-)$ -x	وفير
الحالة النهائية	x_{max}	1- x_{max}	0	وفير

في هذه الحالة يكون المتفاعل المحد هو HO^-_{aq}

R

في هذه الحالة يحتوي الخليط على الأيونات $H_3O^+_{aq}$ و Na^+_{aq} التي تعوض أيونات $H_3O^+_{aq}$ المتفاعلة مع HO^-_{aq} وأيونات $C\ell^-_{aq}$. وبما أن موصلية الأيونات $H_3O^+_{aq}$ أكبر بكثير من موصلية الأيونات Na^+_{aq} فهذا يفسر تنازل المواصلة G في هذه الحالة .

7 ـ أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل عند التكافؤ . أحسب كمية مادة الأيونات HO^- المضافة عند التكافؤ وقارنها مع كمية مادة الأيونات H_3O^+ التي كانت موجودة بدئيا في الكأس . ماذا تستنتج ؟ ما هي العلاقة بين C_A ، V_A و V_{Beq} و C_B عند حالة التكافؤ ؟ تسمى هذه العلاقة بعلاقة التكافؤ .

$H_3O^+_{aq} + HO^-_{aq} \rightarrow 2H_2O(\ell)$			التقدم	حالة التفاعل
1mmol	$n_i(HO^-)$	وفير	0	الحالة البدئية
1-x	$n_i(HO^-)$ -x	وفير	x	حالة مرحلية
0	0	وفير	x_{max}	الحالة النهائية

للحصول على التكافؤ نقوم بخط المنحنى $G = f(V_B)$ وتمثل نقطة التقائهما E نقطة التكافؤ ، وأفصولها هو الحجم المضاف V_{Beq} . في هذه الحالة يستهلك المتفاعلان HO^-_{aq} و $H_3O^+_{aq}$ بشكل تام .

$$n_i(H_3O^+_{aq}) - x_{max} = n_i(HO^-_{aq}) - x_{max} = 0$$
$$n_i(H_3O^+_{aq}) = n_i(HO^-_{aq})$$
$$C_A V_A = C_B V_{Beq}$$

* **<u>بعد التكافؤ :</u>**

بلاحظ أن المنحنى تصاعدي وهذا راجع لتراكم الأيونات HO^-_{aq} و Na^+_{aq} التي يأتي بها الحجم V_B المضاف من محلول الصودا . حيث أن الأيونات التي كانت بدئيا في الكأس تم استهلاكها بشكل تام . و هذا يفسر تزايد المواصلة G في هذه المرحلة من المعايرة .

$H_3O^+_{aq} + HO^-_{aq} \rightarrow 2H_2O(\ell)$			التقدم	حالة التفاعل
1mmol	$n_i(HO^-)$	وفير	0	الحالة البدئية
1-x	$n_i(HO^-)$ -x	وفير	x	حالة مرحلية
0	$n_i(HO^-) - x_{max}$	وفير	x_{max}	الحالة النهائية

في هذه الحالة يكون المتفاعل المحد هو أيونات الأوكسيونيوم $H_3O^+_{aq}$

III ـ المعايرة الملوانية

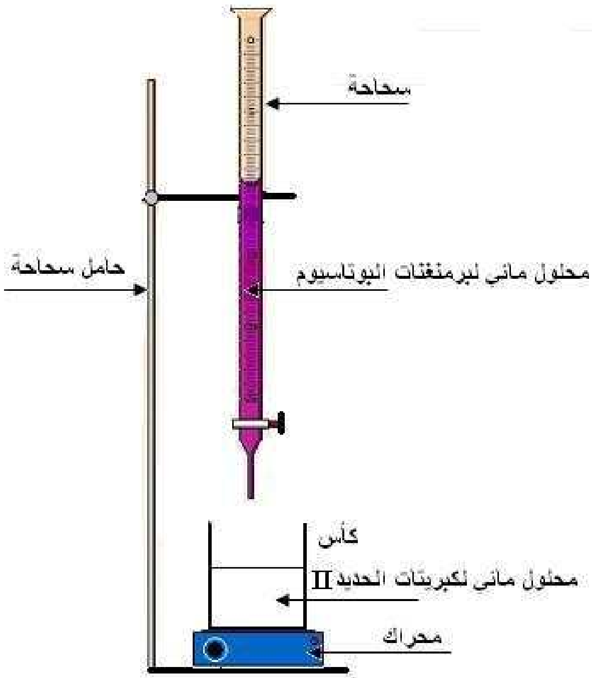
<u>النشاط التجريبي 2 :</u>

<u>1 ـ المعايرة الملوانية التقريبية</u>

<u>العدة التجريبية</u> : سحاحة مدرجة من فئة $25m\ell$ ـ دورق ـ ماصة معيارية من فئة $20m\ell$ ـ حامل سحاحة ـ محراك مغناطيسي ـ محلول مائي لكبريتات الحديد II تركيزه $C_1 = 0{,}100mol/\ell$ ـ محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه $C_2 = 3{,}0.10^{-2}mol/\ell$ ـ محلول مركز لحمض الكبريتيك .

R

المناولة



* نملأ السحاحة بمحلول البنفسجي لبرمنغنات البوتاسيوم .
* بواسطة الماصة المعيارية نقيس $V_1 = 20m\ell$ من محلول كبريتات الحديد II ونضعها في الدورق ، ونضيف إليها $5m\ell$ من المحلول المركز لحمض الكبريتيك .
* نشغل المحراك ، ثم نبدأ بإضافة محلول لبرمنغنات البوتاسيوم تدريجيا وبشكل متقطع ، حيث نضيف في كل مرة $1m\ell$.
* نوقف لإضافة محلول برمنغنات البوتاسيوم عندما نلاحظ تغير لون الخليط المتفاعل ، ونسجل قيمة الحجم المضاف V_2

استثمار :

1 ـ ما هي الأيونات المسؤولة عن اللون البنفسجي لمحلول البرمنغنات البوتاسيوم ؟

ايونات البرمنغنات MnO^-_{4aq}

2 ـ ما هي الأيونات المسؤولة عن اللون الأخضر الفاتح لمحلول كبريتات الحديد II ؟

أيونات الحديد II $\left(Fe^{2+}_{aq}\right)$

3 ـ كيف تفسر اختفاء اللون البنفسجي في الخليط في المراحل الأولى للمعايرة ؟

نتيجة تحول أيونات البرمنغنات MnO^-_{4aq} المسؤولة عن اللون البنفسجي إلى أيونات المنغنيز Mn^{2+}_{aq} العديمة اللون بسبب تفاعل المعايرة .

4 ـ أثناء المعايرة ، يحدث تفاعل أكسدة ـ اختزال بين المزدوجتين $Mn^{2+}_{aq} / MnO^-_{4aq}$ و $Fe^{2+}_{aq} / Fe^{3+}_{aq}$. أكتب معادلة هذا التفاعل .

هناك أكسدة أيونات $\left(Fe^{2+}_{aq}\right)$ بواسطة أيونات البرمنغنات MnO^-_{4aq} :

$$MnO^-_{4aq} + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+}_{aq} + 4H_2O(\ell)$$

$$Fe^{2+}_{aq} = Fe^{3+}_{aq} + 1e^-$$

المعادلة الحصيلة للتفاعل هي :

$$MnO^-_{4aq} + 5Fe^{2+}_{aq} + 8H^+_{aq} \rightarrow Mn^{2+}_{aq} + 5Fe^{3+}_{aq} + 4H_2O(\ell)$$

5 ـ كيف تفسر تلون الخليط المتفاعل باللون البنفسجي عند إضافة الحجم V_2 ؟

لأن كل الأيونات $\left(Fe^{2+}_{aq}\right)$ الموجودة بدئيا في الكأس تفاعلت مع أيونات البرمنغنات ، وتبقى أيونات البرمنغنات التي لم تتفاعل بعد مما يبين أن الخليط ما زال بنفسجيا .

6 ـ لماذا سميت هذه المعايرة بالتقريبية ؟ لكون أنها تعرفنا على القيمة التقريبية للحجم المضاف من أيونات البرمنغنات للحصول على التكافؤ .

2 ـ المعايرة الملوانية الدقيقة

نغسل الدورق جيدا بالماء ونعيد التجربة بشكل مماثل لما سبق حتى يصل الحجم المضاف إلى القيمة $V_2 - 2m\ell$ انطلاقا من هذه القيمة ، نبدأ بإضافة محلول برمنغنات البوتاسيوم قطرة قطرة وببطء . نوقف الإضافة عند أول قطرة يتغير عندها لون الخليط ولايختفي باستمرار التحريك . نسجل الحجم المضاف V_{2eq} .

استثمار

1 ـ أحسب $n_i\left(Fe^{2+}\right)$ كمية مادة الأيونات Fe^{2+} الموجودة بدئيا في الحجم V_1 من محلول كبريتات الحديد II .

$$n_i\left(Fe^{2+}_{aq}\right) = C_1V_1 = 2mmol$$

2 ـ أحسب $n_i\left(MnO^-_4\right)$ كمية مادة الأيونات MnO^-_4 الموجودة في الحجم المضاف V_{2eq} من محلول برمنغنات البوتاسيوم .

$n\left(MnO^-_{4aq}\right) = C_2V_{2eq} = 3.10^{-2}.13,3.10^{-3} = 4.10^{-4}mol$ وبالتالي $V_{2eq} = 10,0m\ell$

3 ـ أحسب النسبة $\dfrac{n_i\left(Fe^{2+}\right)}{n_i\left(MnO^-_4\right)}$ وبين أنها توافق المعاملات التناسبية لمعادلة التفاعل .

$$\frac{n_i\left(Fe^{2+}\right)}{n_i\left(MnO^-_4\right)} = \frac{2.10^{-3}}{4.10^{-4}} = 5 \Rightarrow n_i\left(Fe^{2+}\right) = 5n_i\left(MnO^-_4\right)$$

4 ـ علما أن حالة الخليط عند لحظة تغير اللون هي حالة التكافؤ ، باعتماد الجدول الوصفي لتفاعل المعايرة عند التكافؤ أوجد العلاقة التي تربط C_1, C_2 و V_{2eq}, V_1 .

MnO^-_{4aq}	$+ 5Fe^{2+}_{aq}$	$+ 8H^+_{aq}$	$\rightarrow Mn^{2+}_{aq}$	$+ 5Fe^{3+}_{aq}$	$+ 4H_2O(\ell)$	التقدم	حالة التفاعل
$n_i(MnO^-_{4aq})$	$n_i(Fe^{2+}_{aq})$	وفير	0	0	وفير	0	الحالة البدئية
$n_i(MnO^-_{4aq})-x$	$n_i(Fe^{2+}_{aq})-5x$		x	5x	وفير	x	حالة مرحلية
$n_i(MnO^-_{4aq})-x=0$	$n_i(Fe^{2+}_{aq})-5x=0$		x_{max}	$5x_{max}$	وفير	x_{max}	الحالة النهائية

$$n_i\left(MnO^-_{4aq}\right) = x_{max}$$
$$n_i\left(Fe^{2+}_{aq}\right) = 5x_{max}$$
$$5n_i\left(MnO^-_{4aq}\right) = n_i\left(Fe^{2+}_{aq}\right)$$
$$5C_2V_{2eq} = C_1V_1$$

5 ـ فسر كيف يمكن اعتماد هذه المعايرة لتحديد تركيز مجهول لكبريتات الحديد II .

بمعرفة V_{eq} يتم التوصل إلى تحديد التركيز المجهول باستعمال علاقة تستخرج من الجدول الوصفي للتفاعل عند التكافؤ ونطبق علاقة التكافؤ .

R

تمارين حول المعايرة المباشرة

تمرين 1

ننجز معايرة كمية مادة n_0 من أيونات $H_3O^+_{aq}$ بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (الصودا) تركيزه $C_1=1,0.10^{-2}mol/\ell$.

1 – ما هو المحلول الذي تحتوي عليه السحاحة ؟

2 – أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الحاصل خلال المعايرة .

3 – أذكر طريقتين تجريبيتين مختلفتين تمكنان من تحديد نقطة التكافؤ لهذه المعايرة .

4 – نحصل على التكافؤ عندما يكون الحجم المضاف من الصودا هو $V_1=5,3m\ell$.

4 – 1 أنشئ جدول التقدم للتفاعل عند التكافؤ .

4 – 2 حدد قيمة n_0 ، كمية مادة من أيونات $H_3O^+_{aq}$ المستعملة .

تمرين 2

نجد على لصيقة قنينة مطهر منزلي المعلومة التالية : " محلول هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 20% " . لتحقق من هذه المعلومة نقوم في المختبر بالتجربتين المواليتين ، حيث نرمز للسائل المطهر ب S_0 .

1 – انطلاقا من S_0 نحضر لترا واحدا من محلول جديد S_1 بتخفيف S_0 مائة مرة .

1 – 1 أحسب الحجم اللازم أخذه من S_0 لتحضير S_1 .

1 – 2 صف الطريقة التجريبية المتبعة .

2 – نعاير $10m\ell$ من المحلول S_1 بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك ذي تركيز $0.1mol\ell^{-1}$ ، فنحصل على التكافؤ عند إضافة $V_E=6.0m\ell$.

2-1 أكتب معادلة تفاعل المعايرة .

2-2 أحسب تركيز المحلول S_1 .

2-3 علما أن المعايرة تتم بقياس المواصلة ، أعط الشكل العام للمنحنى $G=f(V_B)$ وبين طريقة تحديد V_E .

3 – من بين المعلومات المسجلة على لصيقة السائل S_0 نجد ($d=1,22$) أوجد النسبة الكتلية لهيدروكسيد الصوديوم في السائل S_0 وقارنها مع القيمة المسجلة على اللصيقة (20%)

نعطي : $M(Na)=23g/mol$ ، $M(O)=16g/mol$ ، $M(H)=1g/mol$.

تمرين 3 :

1نعتبر محلولا مائيا S لحمض الكبريتيك تركيزه $C=0.01mol/\ell$.

1 – 1 أعطي صيغة حمض الكبريتيك .

1 – 2 كتب معادلة تفاعله مع الماء . لماذا نقول بأن هذا النوع ثنائي حمض ؟استنتج التركيز المولية للأيونات الموجودة في المحلول .

2- نمزج حجما $V=20m\ell$ من المحلول S وحجما $V'=30m\ell$ من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $C=C'$.

2-1 ما تركيب محلول هيدروكسيد الصوديوم ؟

2-2 لماذا نقول بأنه محلول قاعدي .

2-3 ما التفاعل الذي يحدث عند مزج المحلولين S و 'S ؟ أكتب معادلته .

2-4 حدد ب mol/ℓ تركيب المجموعة في الحالة النهائية .

الكيمياء العضوية : تقديم عام

I ـ الكيمياء العضوية ومجالاتها

1 ـ تعريف :

.

2 ـ المصادر الطبيعية للمركبات العضوية .

$(CO_2(s))$

.

(   )

.

:

$$6CO_2(g)+6H_2O(\ell)\rightarrow C_6H_{12}O_6(aq)+6O_2(g)$$

(   )   (   )

....

.

.

.

(CH_4)

.

II ـ الكربون ، العنصر الأساسي للكيمياء العضوية .

.

(N)   (O)

.   (P)   (S)

1 ـ عدد الروابط الممكنة لذرات المركبات العضوية .

Z=6   C

$(K)^2(L)^4$

(4)   :

.   :

1858

•

:

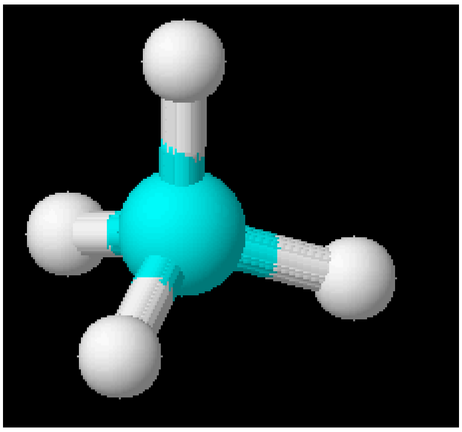
		Z=6	C
		Z=1	H
		Z=8	O
		Z=7	N
		Z=15	P
		Z=16	S
		Z=17 Cl	Cl F I Br

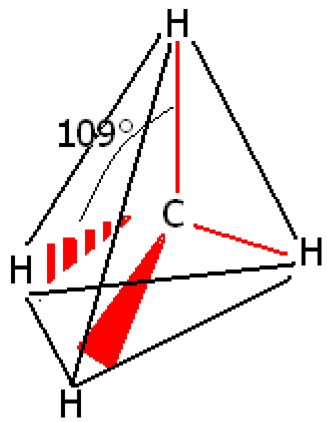
2 ـ الروابط الممكنة لذرة الكربون

: CH_4 " "

.

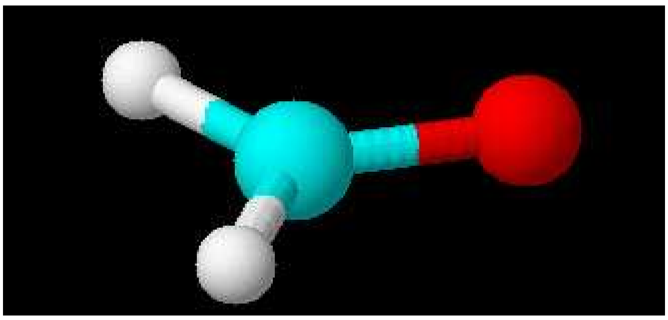
109° .



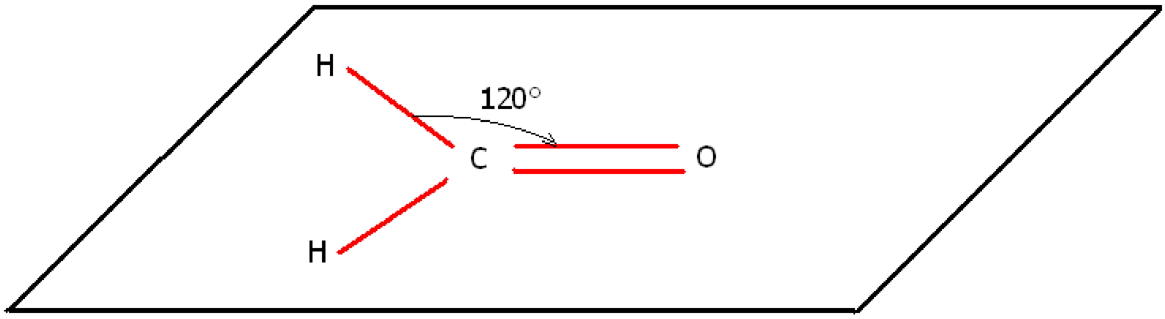


: CH_2O

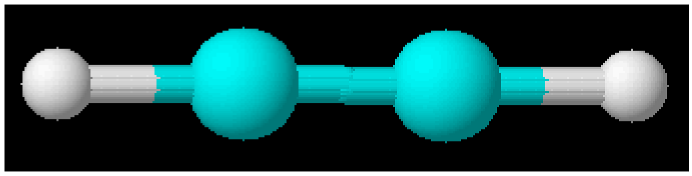
. 120°

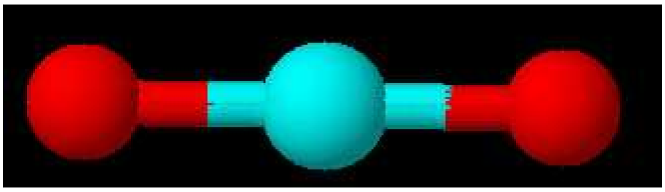


R



C_2H_2





III ـ أهمية الكيمياء العضوية

R

تمارين حول الكيمياء العضوية تقديم

تمرين 1

أتمم الجدول أسفله :

العنصر الكيميائي	العدد الذري	البنية الإلكترونية للذرة	عدد الروابط التساهمية
الكربون C	Z=6		
الهيدروجين H	Z=1		
الأوكسجين O	Z=8		
الأزوت N	Z=7		
الفوسفور P	Z=15		
الكبريت S	Z=16		
الهالوجينات F ، Cl ، Br ،I	Z=17 Cl		

أعط تمثيل لويس للجزيئات التالية :

جزيئة الميتان CH_4 ، جزيئة الميثانال CH_2O ، جزيئة الأسيتيلين C_2H_2

تمرين 2

" البولة " أول مركب عضوي تم تركيبه في المختبر ، كتلته المولية هي $M=60gmol^{-1}$. وتمثل القيم المولية ، النسب الكتلية للعناصر المكوّنة لمادة "البولة " :

C :20,0% ، O : 26,7% ، H :6,7% ، N :46,6% .

1 ـ أوجد الصيغة الإجمالية لجزيئة البولة .

2 ـ أعط تمثيل لويس للجزيئة علما أن لذرة الكربون رابطة تساهمية ثنائية مع ذرة أوكسيجين ، وأن ذرتي الأزوت غير مرتبطتين فيما بينهما وليس لهما روابط تساهمية ثنائية مع ذرات أخرى .

تمرين3

يحترق غاز الأسيتيلين في ثنائي الأوكسيجين محررا طاقة حرارية جد مرتفعة ، حيث تصل درجة حرارة اللهب إلى 3000°C (لذا يستعمل هذا الاحتراق في التلحيم)

يتكون الأسيتيلين من الكربون والهيدروجين وفق النسب الكتلية التالية :

C : 92,3% ، H :7,7%

علما أنه في ظروف معينة ، حيث يكون الحجم المولي هو : $V_m=24L/mol$

يعطي قياس الكتلة الحجمية للأسيتيلين : $\rho=1,08g/L$

1 ـ أوجد الصيغة الإجمالية للأسيتيلين .

2 ـ أنجز تمثيل لويس للجزيئة

3 ـ حدد الشكل الفضائي للجزيئة .

4 ـ أكتب معادلة الاحتراق الكامل للأسيتيلين في ثنائي الأوكسيجين .

تمرين 4

البانتان مركب عضوي ينتمي إلى مجموعة الألكانات ، حالته الفيزيائية غازية وكثافته بالنسبة إلى الهواء تساوي تقريبا d=2,483

1 ـ أعط تعبير العام لكثافة جسم غازي بالنسبة إلى الهواء .

2 ـ علما أن الصيغة الإجمالية للألكانات تكتب على الشكل التالي : C_nH_{2n+2} ، أوجد صيغة هذا الألكان .

نعطي : M(C)=12g/mol ، M(H)=1g/mol

الجزيئات العضوية والهياكل الكربونية

I ـ الجزيئات العضوية

1 ـ السلسلة الكربونية والمجموعة المميزة .

مثال : $CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3$ (A) ، $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2O\text{-}H$ (B)

يتكون المركب العضوي (A) من ذرات الكربون مرتبطة فيما بينها بواسطة روابط تساهمية بسيطة عددها (10)وثنائية (1) . نقول أن هذه الذرات تكون **سلسلة كربونية** أو **هيكل كربوني** .

نسمي السلسلة الكربونية أو الهيكل الكربوني لجزيئة عضوية ، السلسلة المكونة من ذرات الكربون المرتبطة فيما بينها بواسطة روابط تساهمية بسيطة أو ثنائية أو ثلاثية .

بالنسبة للمركب (B) نلاحظ أ،ها تتكون من جزئين ، جزء يحتوي على ذرات كربون وهيدروجين مرتبطة فيما بينها براوبط تساهمية بسيطة وأن الجزء الآخر يتكون من مجموعة $-OH$.

نسمي الجزء الأول **بالسلسلة الكربونية أو الهيكل الكربوني** والجزء الثاني **<u>بالمجموعة المميزة</u>** .

أمثلة للمجموعات المميزة

المجموعة المميزة للكحولات : $-OH$

المجموعة المميزة للحوامض الكربوكسيلية : $-COOH$

بصفة عامة : تتكون جزيئة عضوية أو مركب عضوي من سلسلة كربونية ، واقتضاءا ، من مجموعة مميزة أو مجموعات مميزة .

2 ـ تنوع السلاسل الكربونية

2 ـ 1 السلسلة الكربونية المشبعة وغير المشبعة

السلسلة الكربونية المشبعة هي التي تكون فيها ذرات الكربون روابط تساهمية بسيطة فقط .

في حالة احتواء السلسلة الكربونية على ذرتي كربون ، على الأقل ، ترتبطان فيما بينهما برابطة تساهمية ثنائية أو ثلاثية ، نقول أن السلسلة الكربونية غير مشبعة .

أمثلة : حدد من بين الجزيئات التالية التي تكون سلسلاتها الكربونية مشبعة وغير مشبعة .

$$CH_3—CH_2—CH=CH_2$$

. . . .

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$$

. . . .

2 ـ 2 السلاسل الكربونية الخطية والمتفرعة والحلقية .

*تكون السلسلة الكربونية خطية عندما تكون ذرات الكربون مرتبطة فيما بينها ، الواحدة تلو الأخرى في خط واحد ، حيث تكون كل ذرة كربون مرتبطة مع ذرتي كربون أخرى ، على الأكثر .

*تكون السلسلة الكربونية متفرعة عندما تكون محتوية على ذرة كربون واحدة ، على الأقل ، مرتبطة مع أكثر من ذرتي كربون أخرى .

*تكون السلسلة الكربونية حلقية عندما تكون بها حلقة مكونة من ذرات الكربون.

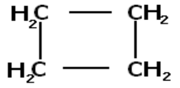
مثال : حدد بالنسبة لكل جزيئة إن كانت سلسلتها الكربونية خطية أو متفرعة أو حلقية .

$$CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH=CH_2$$

. . . .

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$$

. . . .



. . . .

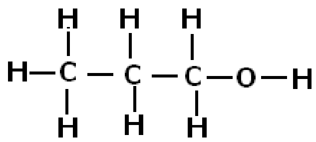
2 ـ 3 الكتابة الطبولوجية للجزيئات العضوية .

يمكن التعبير عن الجزيئة العضوية أو المركب العضوي بكتابات مختلفة منها :

ـ الصيغة العامة أو الإجمالية (C_3H_8O)

تعطي رؤية شمولية عن عدد ذرات الجزيئة دون الإشارة إلى الروابط .

ـ الصيغة المنشورة



تعطي صورة عن أنواع وعدد الروابط بين الذرات المكونة للجزيئة

ـ الصيغة نصف المنشورة: $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

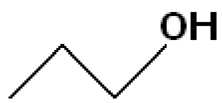
تشير إلى الروابط (C-C) ولاتشير إلى الروابط ألأخرى .

ـ الكتابة الطبولوجية :

نظرا لطول السلسلة ، تم اعتماد كتابة تسمى الكتابة الطبولوجية للجزيئة وتتميز بالخاصيات التالية :

- تمثل السلسلة الكربونية بخط متكسر ، تمثل كل قطعة فيه رابطة تساهمية بسيطة C-C .
- لا تتضمن الكتابة رموز ذرات الكربون وذرات الهيدروجين المرتبطة بها .
- تتم الإشارة إلى طبيعة الرابطة C-C إذا كانت ثنائية أو ثلاثية بقطعتين متوازيتين أو بثلاثة قطع متوازية .

مثال : الكتابة الطبولوجية للمركب العضوي : (C_3H_8O)

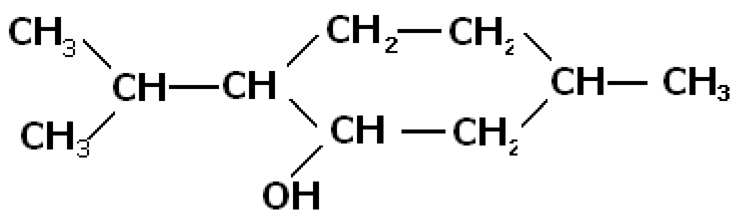


تمرين تطبيقي :

عبر بالكتابة الطبولوجية عن الجزيئات التالية :

أ ـ البوتانال $CH_3-CH_2-CH=O$

ب ـ المانتول



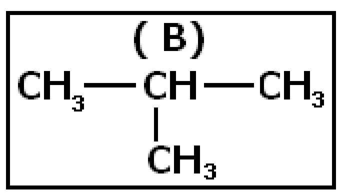
2 ـ 4 تماكب التكوين

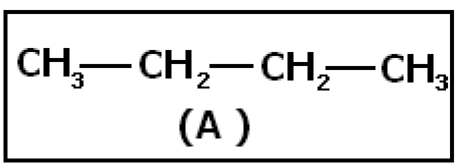
نسمي متماكبات التكوين كل الجزيئات التي لها نفس الصيغة إجمالية ، وتختلف من حيث ترتيب تركيب الذرات المكونة لها .

ملحوظة : المتماكبات لها خاصيات فيزيائبة وكيميائية مختلفة ، كما أنها لا تنتمي بالضرورة لنفس المجموعة العضوية .

مثال :

المركبان (A) و (B) يشكلان متماكبان لجزيئة C_4H_{10}





II ـ تأثير السلسلة الكربونية على الخاصيات الفيزيائية للمركبات العضوية .

1 ـ النشاط 1 : دراسة الوثائق التالية :

كثافة بعض الألكانات والألكينات بالنسبة للماء

8	7	6	5	n
0,703	0,684	0,665	0,626	d كثافة الألكانات C_nH_{2n+2} بالنسبة للماء
0,711	0,693	0,668	0,635	d كثافة الألكينات C_nH_{2n} بالنسبة للماء

ذوبانية بعض الكحولات ذات السلاسل الخطية في الماء .

7	6	5	4	3	N
3	7	22	80	كلية	الذوبانية (g/l) $C_nH_{2n+1}OH$

درجة حرارة الغليان لبعض الألكانات عند الضغط الجوي :

6	5	4	3	2	1	n
69°C	36°C	-0,5°C	-42°C	-89°C	-162°C	درجة حرارة الغليان للألكانات C_nH_{2n+2}

استثمار الجداول :

1 ــ كيف تتغير كثافة الألكانات والألكينات مع طول سلاسلها الكربونية ؟

2 ــ ما تأثير طول السلسلة الكربونية على ذوبانية الكحولات الخطية في الماء ؟

3 ــ هل هناك علاقة بين طول السلسلة والحالة الفيزيائية للألكانات ؟

4 ــ حدد الحالة الفيزيائية للبنتان C_5H_{12} و للإيثان C_2H_6 عند 25°C.

خلاصة :

1 ــ تطور الخاصيات الفيزيائية للمركبات العضوية .

عموما تتعلق الخاصيات الفيزيائية للمركبات العضوية بطول السلسلة الكربونية للجزيئة (أي بعدد ذرات الكربون المكوّنة لها) وبعدد الفروع التي تشتمل عليها .

1 ــ 1 درجة حرارة الغليان

تحت ضغط ثابت تزداد درجة حرارة غليان (درجة حرارة انصهار)المركبات العضوية المنتمية لنفس المجموعة مع ازدياد طول السلسلة الكربونية المكونة لها .

كما أنه بالنسبة للمتماكبات ، كلما كان المتماكب كثير الفروع كلما كانت درجة غليانه منخفضة

1 ــ 2 الكثافة

تزداد كثافة المركبات العضوية السائلة بالنسبة للماء مع تزايد طول سلاسلها الكربونية ، كما هو الشأن بالنسبة للألكانات والألكينات ذات السلاسل الكربونية الخطية .

1 ــ 3 الذوبانية في الماء

من المعروف أن الهيدروكربورات لا تذوب في الماء ، ولها كثافة أقل من كثافة الماء ، لذا فهي تطفو على سطح الماء . ويرجع ذلك لأن جزيئاتها ليست بقطبية . وفي حالة توفر الجزيئة على مجموعة مميزة تكسبها ميزة ثنائية قطبية ، فتصبح قابلة للذوبان في الماء .

وتبين التجارب ، مثلا ، أن الذوبانية في الماء للكحولات ذات السلاسل الكربونية الخطية تنخفض كلما زاد طول السلسلة الكربونية .

2 ــ تطبيق التقطير المجزأ للبترول

البترول خليط طبيعي معقد يتكون من هيدروكربورات ، يخضع قبل استعماله لعملية التكرير ؛ والتقطير المجزأ للبترول هو أول عملية من عمليات التكرير ، تتم في أبراج يصل ارتفاعها 60m وعرضها 10m .

- التقطير المجزأ للبترول

عند تسخين البترول الخام إلى درجة حرارة معينة تتحول هيدروكربوراته إلى غازات مختلفة ، ثم يعود كل غاز فيتكاثف إلى سائل عند درجة حرارة معينة ، وهكذا يمكن فصل البترول إلى أجزائه المختلفة بالتقطير التجزيئي .

تتكاثف الهيدروكربورات الأثقل على الفور وتهبط إلى المستوى السفلي . أما الهيدروكربورات الأخرى فترتفع على شكل غازات عبر العمود حتى تبرد لتتكاثف عند درجة حرارة أقل بقليل من درجة حرارة غليانها ، ثم تنتقل هذه الهيدروكربورات عبر أنابيب للمعالجة .

يعطي التقطير المجزأ للبترول :

في أعلى البرج : الغازات والبنزن الأكثر تطايرا والنفتا

في وسط البرج : الكيروزين والغازوال والفيول .

في أسفل البرج : المواد المزلقة والزفت .

III ـ الألكانات

1 ـ تعريف

الألكانلت هي هيدروكربورات مشبعة والتي تكون فيها ذرات الكربون ، التي تكوّن سلاسلها الكربونية ، أربع روابط تساهمية بسيطة.

الصيغة الإجمالية للألكانات الخطية والمتفرعة هي : C_nH_{2n+2} ، حيث n عدد ذرات الكربون المكوّنة للسلسلة الكربونية .

الألكانات الحلقية أو السيكلوألكانات حالة خاصة للألكانات صيغتها الإجمالية هي : C_nH_{2n} .

2 ـ تسمية الألكانات :

بالنسبة للألكانات الخطية :

يتكون اسم الألكان ذي السلسلة المتفرعة من بادئة ، مصدرها يوناني ، للإشارة إلى عدد ذرات الكربون بالسلسلة متبوعة بالمقطع (ane : ان)

ما عدا بالنسبة للألكانات الأربع الأولى :

ميثان ، إيثان ، بروبان ، بوتان .

عدد الكربونات n	اسم الألكان
1	methane : ميثان
2	ethane : إيثان
3	propane : بروبان
4	butane: بوتان
5	pentane : بنتان
6	hexane: هكسان

بالنسبة للألكانات المتفرعة :

لتسمية الألكان المتفرع نطبق القواعد التالية :

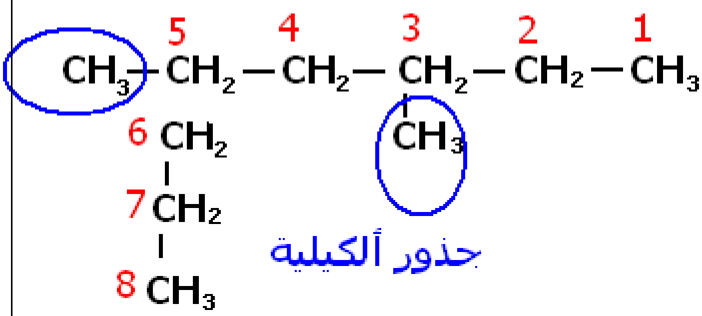
***نختار أطول سلسلة في جزيئة الألكان ونسميها السلسلة الرئيسية . ويكون اسم الألكان الموافق لهذه السلسلة أساسا لتسمية الألكان المتفرع .**

***نحدد المجموعات الهيدروكربونية المرتبطة بالسلسلة الكربونية الرئيسية والتي تسمى بالجذور الألكيلية les alkyle مثل $–CH_3$ أو $–CH_2\text{-}CH_3$ الخ .... .**

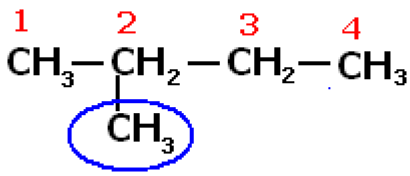
لتسمية الجذور الألكيلية ، نشتق اسمها من اسم الألكان الذي يحتوي على نفس عدد ذرات الكربون مع تعويض المقطع (ان ، ane) ب بالمقطع (يل : yle)

***تعطى للجذور الألكيلية بالسلسلة الرئيسية أرقاما تدل على موضعها في السلسلة . ويتم ذلك بترقيم السلسلة الرئيسية ، حيث يبدأ الترقيم من أقرب طرف للجذور ، حتى نستعمل أصغر أرقام ممكنة .**

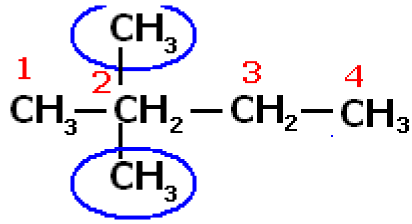
***يتكون اسم الألكان المتفرع من اسم الجدر مسبوقا بعارضة تربطه برقمه ، ثم نتبعه باسم الألكان الموافق للسلسلة الرئيسية . وفي حالة وجود عدة جذور الكيلية ترتب أسماء الجذور حسب ترتيب الحروف اللاتينية .**
في حالة وجود جذور ألكيلية مماثلة نكتب قبل اسم الألكيل كلمة ثنائي : bi أو (ثلاثي : tri) أو (رباعي : tetra) ....
نحذف الحرف النهائي (e) من اسم الجدر عندما يكون متبوعا باسم آخر .
تطبيقات :



3,5 - ثنائي مثيلأكتان

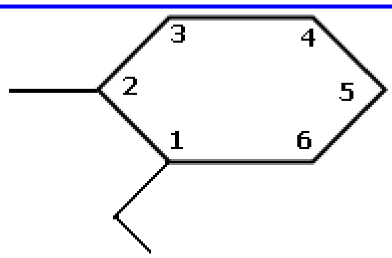


2ـ مثيلبوتان

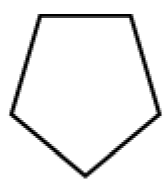


2,2 ـ ثنائي مثيلبوتان

3 ـ بالنسبة للألكانات الحلقية :
الألكانات الحلقية هيدروكربورات مشبعة تضم على الأقل حلقة واحدة . تسمى الألكانات الحلقية باسم الألكان مع تقديم كلمة (سيكلو : cyclo) أمام هذا الاسم .
تطبيق :



1- إثيل - 2 - مثيلسيكلوهكسان



سيكلوبنتان
cyclopentane

IV ـ الألكينات والمشتقات الإيثيلينية

1 ـ تعريف

الألكينات هي هيدروكربورات غير مشبعة ذات سلاسل كربونية مفتوحة . وتحتوي جريئاتها على ذرتي دربون تربط بينهما رابطة تساهمية ثنائية . صيغتها الإجمالية هي C_nH_{2n} ، حيث n عدد صحيح ($n > 1$) .

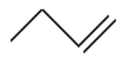
نسمي المشتقات الإيثيلينية كل المركبات العضوية تحتوي جزيئاتها ،على الأقل ، على رابطة تساهمية ثنائية واحدة .

مثال :
$$CH_2 = CH - CH = CH_2$$

2 ـ تسمية الألكينات

لتسمية الألكينات نتبع نفس الطريقة المستعملة لتسمية الألكانات مع استبدال المقطع (أن : ane) بالمقطع (إن : ène) .
وتتم إضافة رقم يدل على موضع الرابطة الثنائية قبل المقطع (إن) مع الحرص على أن يكون أصغر رقم ممكن .

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$

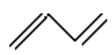


بوت ـ 1 ـ إن

$CH_2 = CH_2$

إيثن أو إيثلين

$CH_2 = CH - CH = CH_2$



مشتق إيثيليني : بوتادين

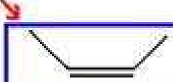
3 ـ التماكب E/Z

النشاط التجريبي 2

1 ـ أكتب الصيغ نصف المنشورة الممكنة للهيدروكربور ذي الصيغة الإجمالية C_4H_8
2 ـ صف السلسلة الكربونية في كل حالة .
3 ـ هل هناك متماكبات ؟ حدد في كل مرة نوع التماكب .

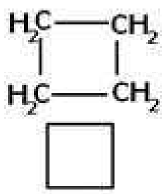
$CH_3 - CH = CH - CH_3$

بوت ـ 2 ـ إن



(Z) بوت ـ 2 ـ إن

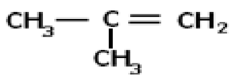
(E) بوت ـ 2 ـ إن



سيكلوبوتان

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$

بوت ـ 1 ـ إن

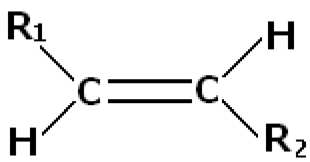


2ـ مثيلبوث ـ 1 - إن

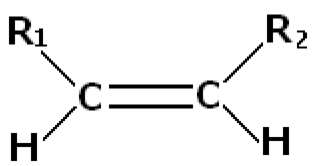
خلاصة :

تم التوصل إلى نوعين من التماكب بالنسبة للألكانات والألكينات : **تماكب التكوين أو تماكب الموضع** (تغيير موضع الرابطة الثنائية) **وتماكب التجسيم** (stéréoisomérie) بحيث أنه يتعلق بوضعية مجموعتي الألكيل في الفضاء ، فيمكن أن توجدا في نفس الجهة من محور الرابطة C=C فيتعلق الأمر بتماكب (Z) أو أن توجد كل منهما من جهة فيتعلق الأمر بتماكب (E)

بصفة عامة :



المتماكب E



المتماكب Z

R_1 و R_2 جذرين ألكيليين عندما يتعلق الأمر بألكين .

<u>4 ـ رائز الكشف عن الألكينات</u>

يتم الكشف عن وجود ألكين باستعمال روائز منها رائز ماء البروم ، حيث يفقد هذا الأخير لونه البرتقالي بحضور ألكين ويفسر ذلك بتفاعل ماء البروم $Br_2(aq)$ مع الألكين .

مثال : $CH_2 = CH_2 + Br_2(aq) \rightarrow CHBr - CHBr$

اسم الناتج 1 ، 2 ثنائي بروموإثان .

تمارين حول الجزيئات العضوية والهياكل الكربونية

<u>تمارين لاختبار المعارف و تطبيقة</u>

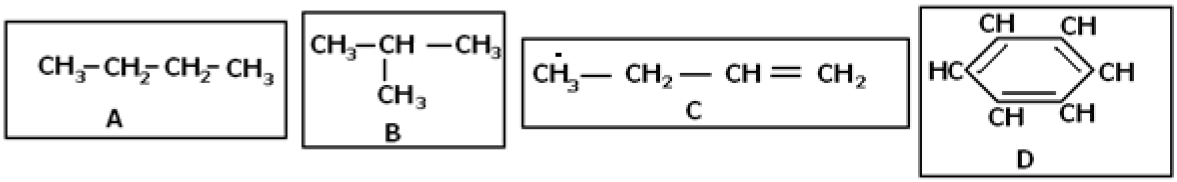
تمرين 1

1 ـ عرف المفاهيم التالية :

الهيدروكربورات ـ السلسلة الكربونية المشبعة ـ السلسلة الكربونية غير المشبعة ـ المجموعة المميزة ـ الألكانات ـ الألكينات ـ تماكب التكوين ـ تماكب E/Z .

2 ـ هل يمكن التكلم عن التماكب E/Z بالنسبة للألكانات .

تمرين 2

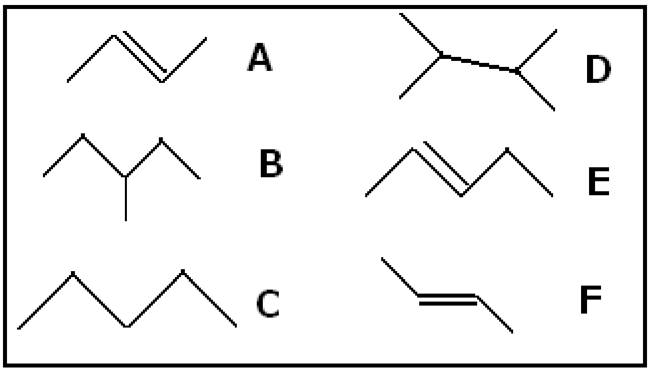


1 ـ عين من بين الجزيئات التالية ، تلك التي تتوفر على سلسلة كربونية خطية ـ متفرعة ـ مشبعة ـ غير مشبعة ـ حلقية .

2 ـ أعط الكتابة الطبولوجية للجزيئات A ، B ، C ، D .

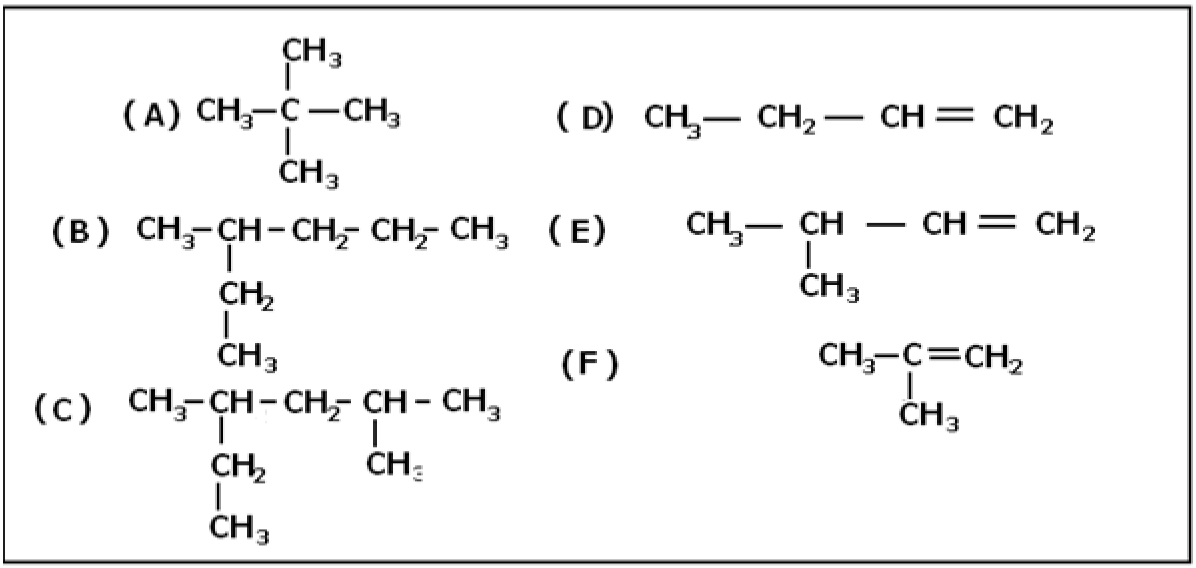
تمرين 3

أكتب الصيغة نصف المنشورة للمركبات ذات الكتابة الطبولوجية التالية :



<u>تمرين4</u>

أعط اسم الألكانات والألكينات التالية :



<u>تمرين5</u>

من بين الهيدروكربورات الموالية ، حدد تلك التي يمكن أن تعطي متماكبين E/Z . أعط في كل حالة ممكنة الكتابة الطبولوجية للمتماكبين Z و E .

أ ـ $CH_3\text{-}CH{=}CH_2$، ب ـ $CH_3 -CH{=}CH\text{-}CH_3$ ، ج ـ $(CH_3)_2C{=}CH\text{-}CH_3$ ،

د ـ $CH_3(CH_3)CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$.

تمرين 6

1 ـ أكتب الصيغ نصف المنشورة الممكنة للهيدروكاربور ذي الصيغة الإجمالية التالية : C_5H_{10} .

2 ـ صف السلسلة الكربونية في كل حالة .

3 ـ أعط بالنسبة لكل صيغة منشورة الكتابة الطبولوجية .

4 ـ هل هناك متماكبات ؟حدد في كل حالة نوع المتماكب .

<u>تمارين توليفية</u>

<u>تمرين 1</u>

نعتبر خليط من متماكبات لألكان صيغته الإجمالية C_nH_{2n+2} يستعمل في موقدات صغيرة الحجم (briquet). النسبة المائوية الكتلية للكربون في هذه المتماكبات هي : 82,75% .

1 ـ أعط تعبير الكتلة المولية لألكان بدلالة عدد ذرات الكربون n .

2 ـ أوجد تعبير النسبة المائوية الكتلية C% للكربون بدلالة n . واستنتج الصيغة الإجمالية لهذه الألكانات .

3 ـ أكتب الأسماء والصيغ نصف المنشورة لهذه الألكانات واستنتج كتابتها الطبولوجية .

<u>تمرين 2</u>

الشكل الهندسي لجزيئة الميثان هو رباعي الأوجه منتظم بحيث أن ذرة الكربون توجد في مركز تماثله وذرات الهيدروجين في رؤوسه الأربعة . بين أن الزوايا $\widehat{HCH}$ متقايسة وتساوي 109°28′ .

توجيه : نمثل الشكل الهندسي لرباعي الأوجه المنتظم داخل مكعب .

تمرين 3

يعطي احتراق 0,1mol من هيدروكاربور صيغته الإجمالية C_xH_y في ثنائي الأوكسيجين 9,6ℓ من ثنائي أوكسيد الكربون و 7,2g من الماء .

1 ـ أكتب معادلة هذا التفاعل .

2 ــ أوجد الصيغة الإجمالية لهذا الهيدروكاربور .
3 ــ أكتب الصيغ نصف المنشورة لمتماكبات C_xH_y واعط أسمائها .
4 ــ يتفاعل المركب C_xH_y مع ماء البروم ، فيفقد هذا الأخير لونه ونحصل على مركب عضوي A .
أكتب معادلة هذا التفاعل ، ماذا يمثل هذا التفاعل بالنسبة للمركب C_xH_y . نعطي
$V_m=22,4\ell/mol$

تمرين 4

يحتفظ بخليط غازي مكون من الميثان والإيثيلين في قارورة سعتها 5ℓ ، ضغط الخليط الغازي عند درجة الحرارة $25°C$ هو $6,5.10^5Pa$.
1 ــ ما المجموعة التي ينتمي إليها الميثان ؟ أعط تمثيل كرام لجزيئة الميثان .
2 ــ أعط صيغة لويس لجزيئة الإيثيلين . هل توجد إمكانية التماكب E/Z ؟
3 ــ 1 أعط كمية المادة بالمول للخليط الغازي .
3 ــ 2 كتلة الخليط الغازي هي $26g$ ، حدد تركيبه المولي .
3 ــ 3 أعط التركيب المائوي للخليط بالكتلة .
نعطي : $R=8,3SI$

<u>تمرين 5</u>

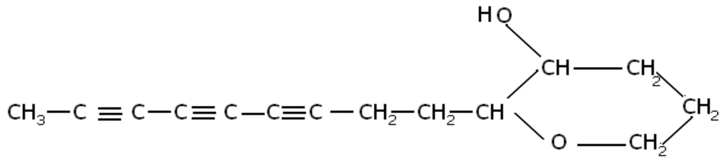
خليط يتكون من غازين طبيعيين الميثان والإيثان .
ما هي النسبة المائوية لهذين المركبين إذا علمت أن كثافة هذا الخليط بالنسبة للهواء هي 0,56 .

تمرين 6

غاز يسمى (G.P.L) (gaz de pétrole liquéfié) هيدروكاربور يستعمل من طرف بعض السيارات وهو خليط لألكانات ذات ثلاث أو أربع ذرات كربون . في الشروط التالية : $V_m=25\ell/mol$ لدينا $1m^3$ من (G.P.L) في الحالة الغازية كتلته $m=2,12kg$. نقبل أن السائل والغاز لهما نفس التركيب المولي .
نعتبر أن m_1 كتلة الألكان ذي ثلاث ذرات من الكربون و m_2 كتلة الألكان ذي 4 ذرات من الكربون الموجودة في $1m^3$ من G.P.L الغازي. n_1 و n_2 كميات المادة الموافقة للألكانات.
1 ــ أعط أسماء والصيغ الإجمالية لمكونات (G.P.L) .
2 ــ أوجد تعبير بسيط بين n_1 و n_2 و V_m و V_T .
3 ــ أوجد العلاقة بين m_1 و m_2 و m .
4 ــ أوجد تعبير m_1 بدلالة n_1 و m_2 بدلالة n_2 . واستنتج علاقة جديدة بين n_1 و n_2 .
5 ــ أوجد حل النظمة التي تتكون من معادلتين ذات مجهولين n_1 و n_2 . استنتج التركيب المولي لـ (G.P.L) .

تمرين 7

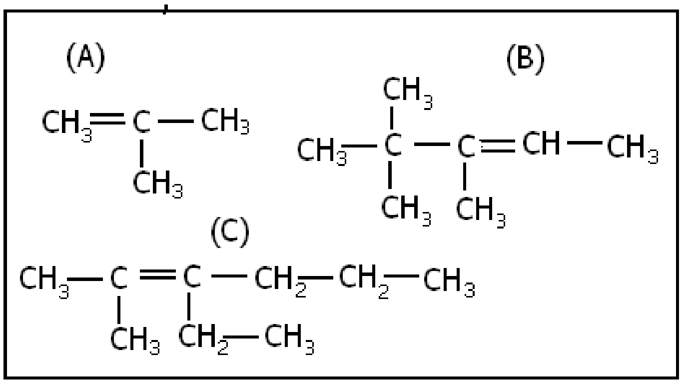
يتكون أحد السموم التي يفرزها جاد الضفادع من الجزيئة ذات الصيغة نصف المنشورة التالية :

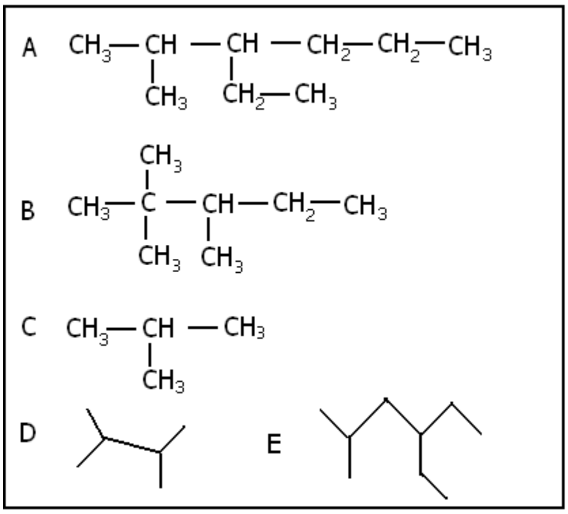


1 ــ أكتب الصيغة الإجمالية لهذه الجزيئة .
2 ــ عين الكربونات رباعية الأوجه وثلاثية الأوجه وثنائية الأوجه .
3 ــ أعط الكتابة الطبولوجية لهذه الجزيئة .

تمرين 8

أعط اسم الألكانات والألكينات التالية :





اكتب الصيغ نصف المنشورة واعط الكتابة الطبولوجية للجزيئات التالية :

2،2،3 – ثلاثي ميثيلبوتان

3 ـ إثيل ـ 2 ميثيلبنتان

تمرين9

حدد من بين الجزيئات التالية تلك التي تنتمي لمجموعة الألكانات ، والألكينات ، والألكانات الحلقية والألكينات الحلقية .

C_5H_{12} ، C_4H_8 ، C_3H_8 ، C_6H_{14} ، C_5H_{10} ، C_3H_8O ، C_8H_{14} .

2 ـ نعتبر هيدروكربورا صيغته الإجمالية : C_5H_{12} .

2 ـ 1 حدد المجموعة التي ينتمي إليها هذا المركب .

2 ـ 2 أعط جميع متماكباته الممكنة . واذكر اسمائها .

2 ـ 3 أعط الكتابة الطبولوجية الممكنة لهذه المتماكبات

3 ـ الصيغة الإجمالية لهدروكربور هي C_4H_8

3 ـ 1 حدد المجموعة التي ينتمي إليها هذا المركب .

3 ـ 2 أعط جميع متماكباته الممكنة . واذكر اسمائها .

3 ـ 3 أعط الكتابة الطبولوجية الممكنة لهذه المتماكبات

تمرين10

نعتبر ألكينا كتلته المولية M=70g/mol ,

1 ـ اعط الصيغة الإجمالية لهذا الألكين .

2 ـ أعط جميع الصيغ نصف المنشورة الموافقة لهذا الألكين .

3 ـ ما الرائز الذي يمكن استعماله لتمييز الرابطة الثنائية اللألكين ؟

4 ـ هل توجد متماكبات أخرى تنتمي لمجموعة أخرى غير مجموعة الألكينات ؟ أعط مثالين .

M(C)=12g/mol ، M(H)=1g/mol

تمرين 11

الإيثيلين غاز عند درجة الحرارة العادية صيغته الإجمالية C_2H_4 . أحسب كثافته بالنسبة للهواء .

يؤدي الاحتراق الكامل للإيثيلين في الهواء إلى تكون ثنائي أوكسيد الكربون والماء.

أحسب حجم الهواء اللازم للإحتراق الكامل ل $200cm^3$ من الإيثيلين . واستنتج حجم غاز ثنائي أوكسيد الكربون المتكون وكتلة الماء الناتج .

نعطي : M(C)=12g/mol ، M(H)=1g/mol .

R

تمرين 12

نعتبر خليطا يحتوي على n_1 مول من الميثان و n_2 مول من الايثان . بعد الاحتراق الكامل لهذا الخليط في ثنائي الأوكسيجين بوفرة ، نحصل على 30,8g من غاز ثنائي أوكسيد الكربون و 21,6g من الماء .

1 ــ اكتب معادلتي تفاعل احتراق الميثان والإيثان .

2 ــ احسب كمية مادة الماء وكمية مادة ثنائي أوكسيد الكربون المتكونتين .

3 ــ أوجد قيمتي n_1 و n_2 .

نعطي : M(C)=12g/mol ، M(H)=1g/mol ، M(O)=16g/mol.

R

تغيير الهيكل الكربوني

I ـ لماذا يتم تغيير الهيكل الكربوني ؟

1 ـ 1 للحصول على محروقات ذات جودة عالية

تستعمل بعض الهيدروكربورات المستخرجة من البترول بالتقطير المجزأ بشكل مباشر كمحروقات ، مثل غاز البوتان والبروبان والغازوال والكيروزين .

هناك بعض المحروقات يتطلب تحضيرها أو تحسين جودتها بعض عمليات المعالجة ، كالبنزين مثلا . وتتم هذه العمليات في الغالب ، بإحداث تغييرات على السلاسل الكربونية للهيدروكربورات .

مثال : تحسين معامل الأوكتان للبنزين .

يتكون بنزين السيارات من ألكانات خطية ومتفرعة . وتعتبر الألكانات المتفرعة أكثر جودة من الألكانات الخطية , ولتمييز جودة البنزين نقرن به مقدارا n يسمى معامل الأوكتان ، حيث أنه كلما كانت نسبة الألكانات المتفرعة عالية في الخليط المكون للبنزين ، كلما كان المعامل n مرتفعا ؛ وهذا يعني أن تحسين جودة البنزين تكمن في زيادة نسبة الألكانات المتفرعة فيه ، وذلك **<u>بتفريع الألكانات الخطية</u>** وتسمى هذه **<u>العملية إعادة التكوين</u>** .

1 ـ 2 تحضير المواد الخام للصناعة الكيميائية .

الهيدروكربورات المشبعة المستخرجة من البترول مركبات عضوية قليلة التفاعل ، ومعضمها يستعمل كمحروقات . ولتصنيع مواد ومنتوجات متنوعة ، يضطر الإنسان إلى تحضير مركبات عضوية أكثر قابلية للتفاعل مثل الألكينات و المشتقات الإيثيلينية . ويتم الحصول على هذه المركبات بإحداث تغييرات على السلاسل الكربونية للمركبات العضوية المشبعة مثل **<u>التكسير الحفزي أو التكسير بوجود بخار الماء أو إزالة الهيدروجين وغيرها</u>** .

<u>II ـ كيف يتم تغيير الهيكل الكربوني ؟</u>

<u>2 ـ 1 تقليص السلسلة الكربونية .</u>

أ ـ التكسير الحفزي

التكسير طريقة صناعية يتم خلالها تفتيت السلاسل الكربونية الطويلة لبعض الهيدروكربورات وتحويلها إلى هيدروكربورات ذات سلاسل كربونية قصيرة . ويسمى التكسير حفزيا إذا كان يتم بوجود حفاز .

مثال : التكسير الحفزي للأوكتان .

$$\underset{\text{أوكتان}}{C_8H_{18}} \xrightarrow[\text{حفزي}]{\text{تكسير}} \underset{\text{بوتان}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_3} + \underset{\text{بوت ـ 1 ـ إن}}{CH_3-CH_2-CH=CH_2}$$

ب ـ التكسير بوجود بخار الماء

يتم التكسير بوجود بخار الماء بدون وجود حفاز ، وعند درجة حرارة تقارب 800°C وهو موجه أساسا لتحضير الألكينات الخفيفة مثل الإيثن والبروبن .

مثال تكسير البوتان بوجود بخار الماء .

$$\underset{\text{بوتان}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_3} \longrightarrow \underset{\text{إيثن}}{2\,CH_2=CH_2} + \underset{\text{ثنائي الهيدروجين}}{H_2}$$

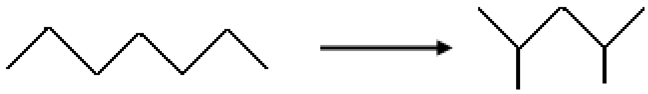
2 ـ 2 التفريع والتحليق وإزالة الهيدروجين

R

لتحسين جودة بعض المحروقات كالحصول على أنواع جيدة للبنزين ذات معاملات أوكتان مرتفعة تخضع الألكانات الخطية مثل الهيبتان إلى إعادة التكوين .
وتتجلى إعادة التكوين في تغيير بنية السلسلة الكربونية للألكان .
هناك ثلاثة أنواع إعادة التكوين : التفريع والتحليق وإزالة الهيدروجين ، وهي عمليات تتم عند 500°C وتحت ضغط مرتفع وبحضور حفاز كالبلاتين .

أ ــ التفريع : ramification

يمكن التفريع من تحويل ألكان خطي إلى ألكان متماكب متفرع .
مثال : تفريع الهبتان

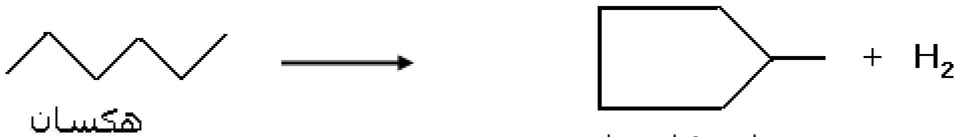


هبتان

2،4 ـ ثنائي مثيلبنتان

ب ــ التحليق : cyclisation

يمكن التحليق من تحويل ألكان خطي إلى ألكان حلقي مع تحرير ثنائي الهيدروجين .
مثال : تحليق هكسان



هكسان

مثيلسيكلوبنتان

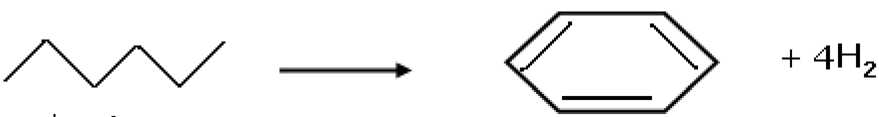
ج ــ إزالة الهيدروجين

تمكّن إزالة الهيدروجين من تحويل رابطة تساهمية بسيطة C-C إلى رابطة تساهمية ثنائية C=C .
مثال : إزالة الهيدروجين بالنسبة لإيثان :

$$CH_3-CH_3 \longrightarrow CH_2=CH_2 + H_2$$

الإيثان — إيثن — ثنائي الهيدروجين

وقد تكون إزالة الهيدروجين مصحوبة بعملية تحليق .
مثال :



هكسان

بنزن

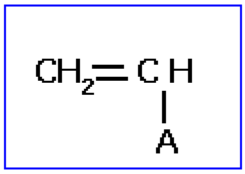
2 ــ 3 إطالة السلسلة الكربونية (البلمرة)

تتكون المواد البلاستيكية من مركبات عضوية ذات جزيئات بسلاسل كربونية طويلة جدا ، تسمى **<u>بوليميرات . les polyméres</u>**
ويتم الحصول على البولميرات بواسطة **تفاعل البلمرة** . وتعتبر البلمرة باعتماد **الإضافة المتعددة** من أكثر أنواع البلمرات انتشارا .

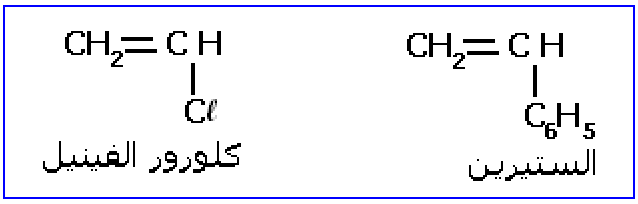
أ ــ تعريف

تفاعل البلمرة بالإضافة المتعددة في اتحاد عدد كبير من الجزيئات المماثلة لهيدروكربور غير مشبع .

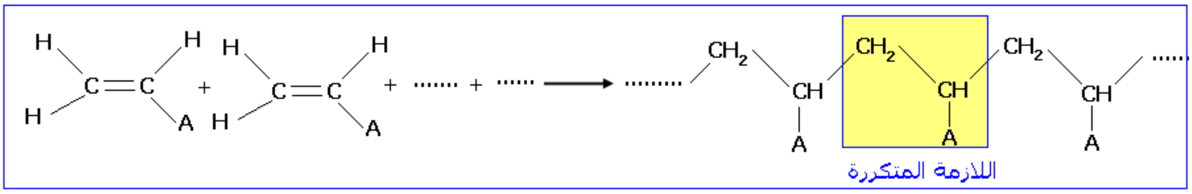
تسمى جزيئة الهيدروكربور : الجزيئة الأصل ، ويسمى المركب الناتج متعدد الجزيئة الأصل أو البوليمير .
تحتوي الجزيئة الأصل على رابطة ثنائية C=C ، حيث يمكن أن تكون جزيئة ألكين ، مثل الإيثن $CH_2=CH_2$ أو البروبن $CH_3\text{-}CH=CH_2$ أوجزيئة مشتق إيثيليني ذي الصيغة العامة التالية :



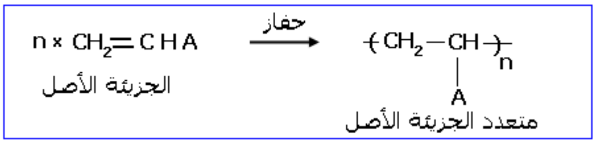
مثال



ب ــ شروط تفاعل البلمرة :
يتم تفاعل البلمرة بالإضافة المتعددة ، بوجود حفاز وتحت شروط معينة لدرجة الحرارة والضغط ، حيث تفتح الرابطة التساهمية الثنائية C=C وتتحول إلى رابطة تساهمية بسيطة .



لتلخيص المعادلة نكتب



يمثل n عدد الجزيئات الأصل التي يحتوي عليها البوليمير ويسمى بدرجة البلمرة
إذا كانت M_0 الكتلة المولية للجزيئة الأصل تكون كتلة البوليمر هي $n.M_0$.
ج ــ أمثلة لبعض البولميرات

اسم البوليمر	البولي إيثيلن	بوليكلوروالفنيل	بوليبروبن	بوليستيرن
صيغة البوليمر	$H_2C=CH_2$	$H_2C=CH-Cl$	$H_2C=CH-CH_3$	$H_2C=CH-C_6H_5$
صيغة البوليمر	$-(CH_2-CH_2)_n-$	$-(CH_2-CH(Cl))_n-$	$-(CH_2-CH(CH_3))_n-$	$-(CH_2-CH(C_6H_5))_n-$

تمارين حول تغيير الهيكل الكربوني

تمرين 1

تؤدي إزالة الهيدروجين من البوتان إلى ظهور هيدروكربور غبر مشبع على شكل متماكبي تكوين .

1 ــ أعط الصيغتين نصف المنشورتين للمتماكبين .

2 ــ يتميز أحدهما بكونه يعطي هو أيضا متماكبين من نوع آخر ، أعط صيغتيهما نصف المنشورتين واسميهما .

تمرين 2

نحصل خلال التكسير الحفزي للأوكتان C_8H_{18} على ـ البوتان والبوتن ـ الهكسان والإيثيلين .

1 ــ أكتب الصيغ نصف المنشورة لنواتج التكسير الحفزي .

2 ــ اكتب المعادلتين الكيميائيتين للتفاعلين الممكنين للتكسير الحفزي .

تمرين 3

يعطي التكسير الحفزي لألكان A خليطا متساوي المولات من : الميثيلبروبن والإيثن وثنائي الهيدروجين .

1 ــ أكتب الصيغ نصف المنشورة لهذه النواتج ثم استنتج الصيغة الإجمالية للألكان A .

2 ــ أعط الكتابة الطبولوجية وأسماء متماكبات الألكان A .

3 ــ علما أن الألكان A به تفريع واحد ، وأنه يكفي تكسير رابطة C-C واحدة للحصول على السلاسل الكربونية المذكورة أعلاه ، تعرف على المتماكب المستعمل .

تمرين 4

يعطي التكسير بوجود بخار الماء لألكان خطي خليطا متساوي المولات من البروبن والإيثلين وثنائي الهيدروجين .

1 ــ أكتب الصيغ نصف المنشورة لنواتج التفاعل واستنتج الصيغة الإجمالية للمركب A وصيغته نصف المنشورة .

2 ــ أعط الكتابة الطبولوجية لمتماكبات A .

تمرين 5

يمكن خلال التكسير أن يتحول إلى :

الميثان والبروبان ، الإيثيلين والإيثان ، ثنائي الهيدروجين والبوتن .

1 ــ أكتب المعادلات الكيميائية الموافقة لهذه التحولات .

2 ــ علما أن 46% من جزيئات البوتان تتحول إلى الإيثيلين والإيثان . أحسب كتلة الإيثيلين المحصلة انطلاقا من 1000kg من البوتان .

3 ــ أحسب حجم الإيثيلين الناتج عند 20°C وعند الضغط الجوي .

تمرين 6

يؤدي تكسير الديكان (ألكان خطي صيغته $C_{10}H_{22}$) إلى بوتن في شكل تماكب E ــ Z وألكان خطي .

1 ــ أكتب معادلة هذا التكسير

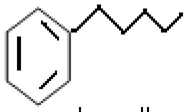
2 ــ أكتب الصيغ نصفالمنشورة للمتماكبات المصلة للبوتن .

تمرين 7

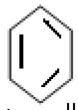
يحتوي النفتا على 20% من الكتلة للمركبات الأروماتية (العطرية) التي تتوفر على مجموعة حلقية صيغتها $-C_6H_5$.

ننجز تكسير بنتيل بنزن فنحصل على السترين والبروبان .

نعطي الكتابة الطبولوجية للبنزن وللبنتيل بنزن .



البنتيل بنزن



البنزن

1 أعط الصيغة نصف المنشورة لكل من البنزن والبنتيل بنزن .

2 ـ أعط صيغة ستيرين واعط كتابتها الطبولوجية .

3 ـ أكتب معادلة التكسير .

<u>تمرين 8</u>

للحصول على كلورور الفينيل (كلوروإيثن) نقوم بالتحليل الحراري ل 1 ـ 2 ثنائي كلورإيتان .

1 ـ أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث ، واحسب النسب المئوية لكتل العناصر التي تكون هذا الناتج .

2 ـ يستعمل هذا الناتج في صنع بعض المركبات الصناعية .

2 ـ 1 مااسم العملية التي نحصل بها على هذه المركبات ؟

2 ـ 2 إلى أي صنف تنتمي هذه العملية ؟

2 ـ 3 أعط الصيغة العامة لجزيئات هذه المركبات . ما اسم هذه المركبات ؟

<u>تمرين 9</u>

لتحديد الصيغة العامة لألكين X ، نقيس كمية ثنائي البروم المستهلك خلال تفاعل الإضافة .

نلاحظ أن 2,1g من الألكين تجعل محلولا محتويا على 8,0g من ثنائي البروم يفقد لونه تماما .

1 ـ أعط الصيغة العامة للألكين غير حلقي .

2 ـ أكتب معادلة تفاعل الإضافة الحاصل .

3 ـ يتم التحول حسب النسب الستكيومترية ، استنتج كمية الألكين المستعملة . ثم كتلته المولية .

R

المجموعة المميزة ـ التفاعلية
Croupe caractéristique – Réactivité

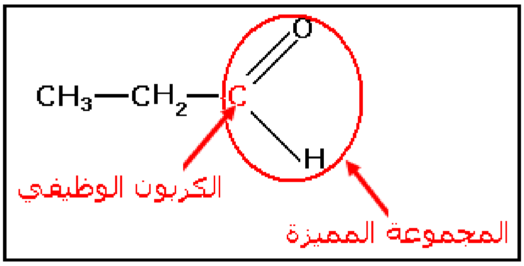
I ـ مجموعات المركبات العضوية .

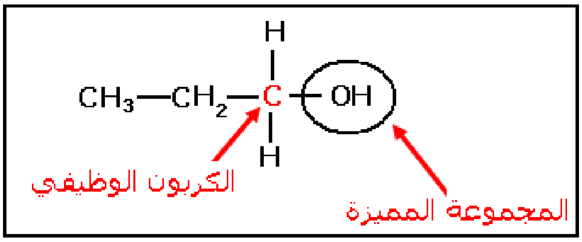
1 ـ المجموعة المميزة والكربون الوظيفي .

تصنف المركبات العضوية إلى مجموعات لها خاصيات كيميائية متشابهة . وتتميز كل مجموعة مركبات عضوية باحتواء جزيئاتها على نفس المجموعة المميزة .

نسمي ذرة الكربون التي تحمل المجموعة المميزة أو التي تشكل جزءا من المجموعة المميزة : الكربون الوظيفي .

أمثلة :





2 ـ الأمينات Les amines

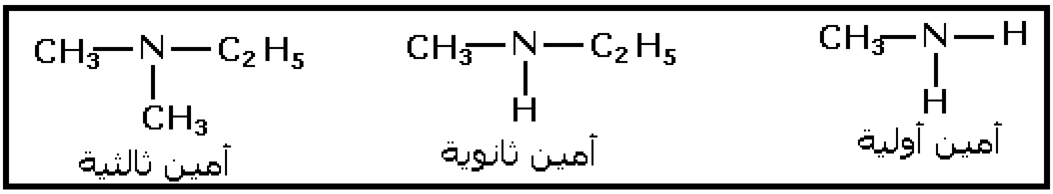
أ ـ المجموعة المميزة أمينو

تحتوي الأمينات على المجموعة المميزة أمينو $(-NH_2)$: والتي تسمى (أمينو Amino)

ب ـ أصناف الأمينات

تشتق أصناف الأمينات من نموذج جزيئة الأمونياك NH_3 , وذلك بتعويض ذرة هيدروجين أو ذرتين أو ثلاث ذرات بعدد مماثل من مجموعات الألكيل .

مثال :



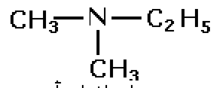
ب ـ

تسمية الأمينات

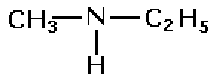
يشتق اسم الأمين من الألكان الموافق ، بإضافة المقطع أمين : Amine في نهاية اسم الألكان مسبوقا برقم الكربون الوظيفي في السلسلة الكربونية . وتتم تسمية الأمينات الثانوية والثالثية باستعمال اسم الأمين الأولية المتوفرة على أطول سلسلة من ذرات الكربون . مع سبق الألكيلات الأخرى المعوضة لذرة الكربون بالحرف N .

إذا كانت ذرة الأزوت مرتبطة بنفس الألكيلات ، نستعمل المتصدرة ثنائي (di) أو ثلاثي (tri) .

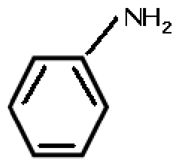
تطبيق : أعط اسماء المركبات الأمينية التالية :



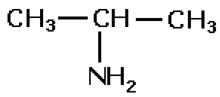
ثنائي مثيل إثيل آمين



N ـ مثيل إثيل آمين



بنزنامين
(أنيلين)
aniline



بروبان ـ 2 ـ آمين

$CH_3-CH_2-NH_2$

إثيلامين

ج ـ الطبيعة القاعدية للأمينات

عند إضافة الكاشف الملون أزرق لبروموتيمول BBT إلى محلول يحتوي على الأمينات يعطي لونا أزرق .

مما يدل على أن للأمينات طبيعة قاعدية .

3 ـ المركبات الهالوجينية Les composés halogénés

أ ـ تعريف

تحتوي المركبات الهالوجينية على المجموعة المميزة هالوجينو (X-) التي تسمى هالوجينو (Halogéno) حيث X ذرة هالوجين(Cℓ ,I,F,Br)

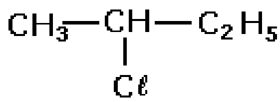
ب ـ تسمية المركبات الهالوجينية

يشتق اسم المركب الهالوجيني من اسم الألكان الموافق مسبوقا بإحدى المقاطع : كلورو (*Cloro*) أو فلورو (*Floro*) أو يودو (*Iodo*) أو برومو (*Bromo*) ويكون المقطع مسبوقا برقم الكربون الوظيفي .

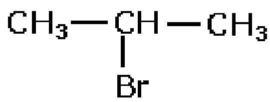
تطبيق : أعط أسماء المركبات الهالوجينية التالية :

$Cl-CH_2-Cl$

ثنائي كلوروميثان



2ـ كلورو بوتان



2 ـ بروموبروبان

CH_3-CH_2-Cl

كلوروإيثان

ج ـ رائز المركبات الهالوجينية

يتم الكشف عن المركبات الهالوجينية باستعمال محلول كحولي لنترات الفضة الذي يعضي راسبا أبيض يسود تدريجيا عند تعريضه إلى الأشعة الضوئية .

4 ـ الكحولات les alcools

1 ـ تعريف

تحتوي الكحولات على المجموعة المميزة (OH-) التي تسمى هيدروكسيل Hydroxyle .

2 ـ الأصناف الثلاثة للكحولات

تصنف الكحولات إلى ثلاثة أصناف هي : الكحولات الأولية ، الكحولات الثانوية و الكحولات الثالثية

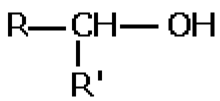
ما هو الكحول الأولي ؟

لا يرتبط الكربون الوظيفي في الكحول الأولي ، إلا بدرة كربون واحدة على الأكثر . صيغته العامة : $R-CH_2-OH$

ما هو الكحول الثانوي ؟

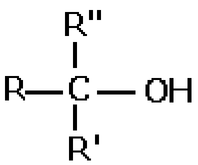
يرتبط الكربون الوظيفي في الكحوا الثانوي بذرتي كربون .

صيغته العامة :



ما هو الكحول الثالثي ؟

يرتبط الكربون الوظيفي في الكحول الثالثي بثلاث ذرات كربون ، صيغته العامة :

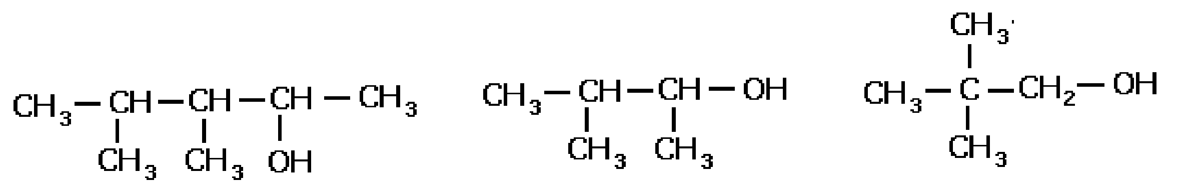


2 ـ تسمية الكحولات

قاعدة : نسمى الكحول باسم الألكان الذي له نفس الهيكل الكربوني ، مع إضافة المقطع ول

إلى نهاية الاسم وإتباعه برقم يدل على موضع الكربون الوظيفي في السلسلة الكربونية الأساسية .

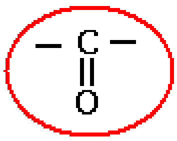
مثال : أعطي أسماء المركبات التالية :



5 ــ المركبات الكربونيلية

1 ــ تعريف :

نسمي المركبات الكربونيلية كل المركبات التي تحتوي على المجموعة المميزة :



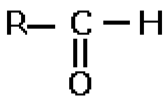
مجموعة كربونيل
carbonyl

وهي تنقسم إلى مجموعتين عضويتين :

الألدهيدات : Les aldhédes ، والسيتونات Les cétones .

2 ــ الألدهيدات :

الألدهيد مركب عضوي كربونيلي يرتبط كربونه الوظيفي بذرة هيدروجين . صيغته العامة هي :



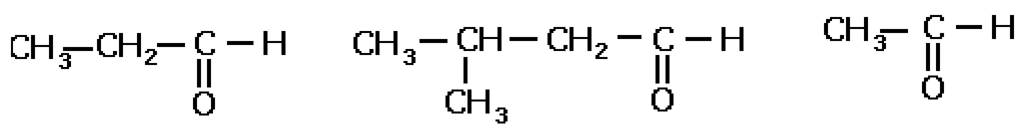
R : جدر ألكيلي .

تسمية الألدهيدات :

تسمية الألدهيدات .

قاعدة : نسمي الألدهيدات باسم الألكان الموافق له ، مع إضافة المقطع آل عند نهاية الاسم ، واعتبار ذرة الكربون للمجموعة CHO - أول ذرة عند ترقيم الهيكل الكربوني للألدهيد ، مع العلم أنه ليس من الضروري الإشارة إلى الرقم 1 للدلالة على موضع المجموعة .

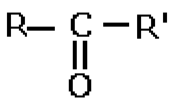
أعط أسماء الألدهيدات التالية :



3 ــ السيتونات

السيتون مركب عضوي كربونيلي يرتبط كربونه الوظيفي بذرتي كربون .

صيغته العامة هي :



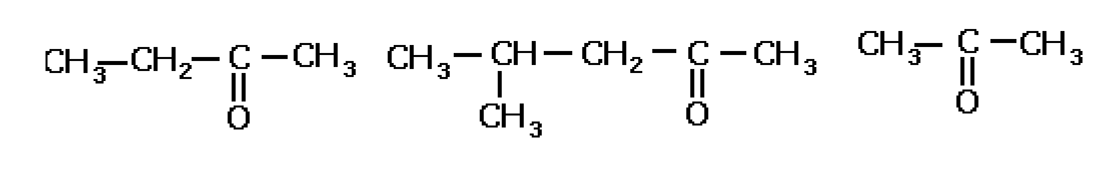
حيث R و R′ جدران ألكيليان .

تسمية السيتونات :

R

قاعدة : يسمى السيتون باسم الألكان الموافق له ، مع إضافة المقطع ون عند نهاية الأسم وإعطائه أصغر رقم ممكن يدل على موضع مجموعة الكربونيل في السلسلة .

أعط أسماء السيتونات التالية :



4 ـ روائز التمييز للمركبات الكربولينية

النشاط التجريبي 1

لتحديد المجموعة العضوية التي ينتمي إليها مركب عضوي نستعمل روائز التمييز .

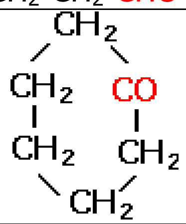
الرائز (A) : رائز محلول فهلين ، يكون إيجابيا عندما يتكون راسب أحمر .

الرائز (B) : رائز 2,4 DNPH (ثنائي نتروفينيل هيدرازين) يكون إيجابيا عندما يتكون راسب أصفر

الرائز (C) : رائز كاشف طولنس يكون إيجابيا عندما تظهر طبقة لامعة للفضة .

الرائز (D) : رائز محلول كحولي لنترات الفضة يكون إيجابيا عندما يتكون راسب أبيض .

نعتبر المركبات العضوية التالية :

	اسم المركب العضوي	صيغته نصف المنشورة
1	كلوروإيثان Chloroéthane	$CH_3\text{-}CH_2\text{-}C\ell$
2	بروبانون Propanone	$CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$
3	إيثانال Ethnal	$CH_3\text{-}CHO$
4	كلوروميثان Chloromethane	$CH_3\text{-}C\ell$
5	بوتانال Butanal	$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CHO$
6	سيكلوهيكسانون Cyclhexanone	

تخضع المركبات العضوية المذكورة في الجدول أعلاه ، إلى روائز التمييز الأربعة . فنحصل على النتائج المسجلة في الجدول التالي :

رقم المركب	1	2	3	4	5	6
الرائز (A)	-	-	+	-	+	-
الرائز(B)	-	+	+	-	+	+
الرائز(C)	-	-	+	-	+	-
الرائز (D)	+	-	-	+	-	-

ملحوظة : ينجز رائزي كاشف طولنس ومحلول فهيلين في حمام مريم حيث يتم غمر الأنبوب في ماء دافئ لبضع دقائق .

استثمار :

1 ـ صنف المركبات العضوية المقترحة إلى مجموعات حسب المجموعة المميزة ، من خلال مقارنو صيغها نصف المنشورة . مع تحديد اسم كل مجموعة .

2 ـ حدد القاسم المشترك بينأسماء المركبات العضوية المنتمية لنفس المجموعة .

3 ـ بمقارنة نتائج الروائز ، حدد الرائز أو الروائز المميزة لكل مجموعة على حدة .

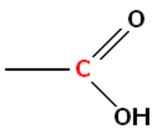
خلاصة :

يتم تمييز الألدهيدات باستعمال الروائز مثل 2,4 DNPH ، ورائز كاشف طولنس ، ورائز محلول فهيلين ، والتي تعطي كلها نتائج إيجابية .

يتم تمييز السيتونات باستعمال رائز 2,4 DNPH بينما رائزي طولنس ومحلول فهيلين يعطيان نتيجتين سلبيتين .

6 ـ الأحماض الكربوكسيلية .

أ ـ تعريف :



الحمض الكربوكسيلي كل مركب عضوي يحتوي على المجموعة كربوكسيل :

تكون المجموعة كربوكسيل مرتبطة بجدر الكيل R : C_nH_{2n}---

أو جدر أريل (Ar) . ومنه تكون الصيغة العامة للأحماض

الكربوكسيليةذا ت سلسلة كربونية مشبعة وهي

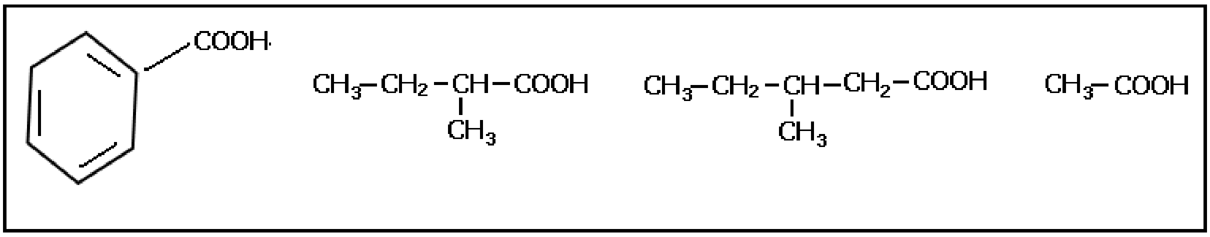
ونكتبها أيضا : RCOOH أحماض كربوكسيلية اليفاتية

Ar---COOH أحماض كربوكسيلية أروماتية

ب ـ تسمية الأحماض الكربوكسيلية

لتسمية الحمض الكربوكسيلي نرقم أطول سلسلة كربونية انطلاقا من الكربون الوظيفي أي الموجود في المجموعة كربوكسيل ، ونبدأ الاسم بلفظ حمض ثم يتبعه اسم الهيدروكربور الموافق للسلسلة ونضيف إلى نهاية الاسم المقطع ويك .

تمرين : اعط أسماء المركبات التالية :



II ـ تفاعلية الكحولات

1 ـ أكسدة الكحولات

الكحولات مركبات عضوية جد متطايرة ، تشتعل أبخرتها بسهولة بوجود لهب . ويعتبر هذا الاحتراق أكسدة تخريبية بأوكسيجين الهواء لكونه يحافظ على السلاسل الكربونية للكحولات ؛ إذ يحولها إلى جزيئات ثنائي أوكسيد الكربون CO_2 وجزيئات الماء H_2O .

مثال :

$$2\,C_2H_5{-}OH(\ell) + 7\,O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O\ (\ell)$$

وتخضع الكحولات إلى نوع آخر من الأكسدة يدعى الأكسدة المعتدلة لكونها تحافظ على سلاسلها الكربونية . تتم هذه الأكسدة بطرق مختلفة منها استعمال المركبات الأوكسيجينية مثل : البرمنغنات البوتاسيوم في محلول محمض .

2 ـ الأكسدة المعتدلة للكحولات

النشاط التجريبي 2

نأخذ ثلاث متماكبات للبوتانول صيغته الإجمالية C_4H_9OH .

ـ بوتان ـ 1 ـ أول (A)

ـ بوتان ـ 2 ـ أول (B)

ـ 2 ـ مثيلبروبان ـ 2 ـ أول (C)

المناولة 1 ـ الأكسدة باستعمال أيونات MnO_4^- بتفريط .
نصب في الأنبوب (1) 1ml من المركب (A) وفي الأنبوب (2) 1ml من المركب (B) وفي الأنبوب (3) 1ml من المركب (C) . ثم نضيف إلى محتوى كل أنبوب تباعا 2ml من حمض الكبريتيك ، ثم 1ml من المحلول المائي لبرمنغنات البوتاسيوم . نحرك جيدا
بواسطة ماصة نأخذ قطرات من محتوى كل أنبوب وننجز رائزي 2,4 DNPH ومحلول فهلين على كل أنبوب .
النتائج التجريبية :

استعمال الرائز 2,4DNPH

استعمال الرائز محلول فهيلين

ملاحظات :
ـ في الأنبوبين 1 و2 نلاحظ اختفاء اللون البنفسجي ويصبح المحلول عديم اللون أي تكون أيونات Mn^{2+} .
ـ في الأنبوب 3 عدم تغير اللون البنفسجي المميز لأيونات MnO_4^- .
نستنتج : هناك أكسدة بوتان ـ 1 ـ أول و بوتان ـ 2 ـ أول ــ2 بينما 2 ـ مثيلبروبان ـ 2 ـ أول لم يتأكسد .
المناولة 2 . الأكسدة باستعمال أيونات MnO_4^- بإفراط .
نصب في دورقين (1) و (2) تباعا 0,5ml من المركب (A) و 0,5ml من المركب (B) . ثم نضيف إلى المحتوى كل دورق تباعا 10ml من محلول حمض الكلوريدريك و 100ml من محلول برمنغنات البوتاسيوم . بعد تحريك محتوى الدورقين نضيف 10ml من السكلوهيكسان ثم نحرك من جديد ونتركها لمدة
نأخذ قطرات من الطور العلوي ونخضعها لعمليتي الكشف باستعمال محلول 2,4 DNPH ومحلول فهلين .
نتائج الكشف بمحلول 2,4 DNPH إيجابية (راسب أصفر) وبمحلول فهلين سلبية .
استثمار :
1 ــ كيف تفسر اختفاء اللون البنفسجي للأيونات MnO_4^- في الأنبوبين (1) و (2) ؟
2 ــ ما هي الكحولات التي تأكسدت بأيونات البرمنغنات ؟ هل تعطي نفس النواتج ؟ علل جوابك
3 ــ هل لكمية المِكسد المستعمل تأثير على نواتج التفاعل ؟ علل جوابك .
خلاصة :
يمكن تعميم هذه النتائج كالتالي :
بنية الكحول تؤثر على الأكسدة المعتدلة وذلك على الشكل التالي :
ـ الأكسدة المعتدلة للكحولات الأولية تعطي الدهيدات ثم الأحماض الكربوكسيلية .
عند اسعمال مؤكسد بكمية ناقصة (بتفريط)
عند أكسدة كحول أولي باستعمال كمية ناقصة للمؤكسد فإنه يتحول إلى ألدهيد وتكون المزدوجة مؤكسد مختزل المرتبطة بالكحول والمشاركة في هذا التفاعل هي :

R

R-CHO/R-CH$_2$OH

$$R-CHO(aq)+2H^{+}(aq)+2e^{-}=R-CH_2-OH$$

أكسدت البوتان ـ 1 ـ أول في وسط حمضي باستعمال كمية ناقصة للأيونات MnO_4^- التي تلعب دور المؤكسد والتي تؤدي إلى تكون البوتانال C_3H_7-CHO

معادلة التفاعل :

$$5\times(C_3H_7-CH_2-OH(aq)=C_3H_7-CHO(aq)+2H^{+}(aq)+2e^{-})$$

$$2\times(MnO_4^{-}(aq)+8H^{+}(aq)+5e^{-}=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell))$$

$$5C_3H_7-CH_2-OH(aq)+2MnO_4^{-}(aq)+6H^{+}(aq)\rightarrow 5C_3H_7-CHO(aq)+2Mn^{2+}(aq)+8H_2O$$

عند استعمال مؤكسد بكمية زائدة (بإفراط)

عند أكسدة كحول أولي باستعمال كمية زائدة للمؤكسد فإنه يتحول إلى حمض كربوكسيلي ، وتكون المزدوجة مؤكسد ـ مختزل المرتبطة بالكحول والمشاركة في هذا التفاعل هي :

RCOOH/R-CH$_2$OH

$$R-COOH(aq)+4H^{+}(aq)+4e^{-}=R-CH_2-OH(aq)+8H_2O(\ell)$$

أكسدة البوتان ـ 1 ـ أول في وسط حمضي باستعمال كمية زائدة للأيونات MnO_4^- التي تلعب دور المؤكسد تؤدي إلى تكون حمض البوتانويك C_3H_7-COOH

معادلة التفاعل :

$$5\times(C_3H_7-CH_2-OH(aq)+H_2O(\ell)=C_3H_7-COOH(aq)+4H^{+}(aq)+4e^{-})$$

$$4\times(MnO_4^{-}(aq)+8H^{+}(aq)+5e^{-}=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell))$$

$$5C_3H_7-CH_2-OH(aq)+4MnO_4^{-}(aq)+12H^{+}(aq)\rightarrow 5C_3H_7-COOH(aq)+4Mn^{2+}(aq)+11H_2O$$

ملحوظة : يمكن أن نعتبر أن تحول الكحول الأولي إلى حمض كربوكسيلي يتم وفق مرحلتين هي :

التحول (1) : $R-CHO(aq)+2H^{+}(aq)+2e^{-}=R-CH_2-OH$

التحول (2) : $R-CHO(aq)+H_2O(\ell)=R-COOH(aq)+2H^{+}(aq)+2e^{-}$

ـ الأكسدة المعتدلة للكحولات الثانوية تعطي السيتونات .

تِؤدي الأكسدة المعتدلة للكحول الثانوي إلى تحوله إلى سيتون ، وتكون المزدوجة مؤكسد ـ مختزل المرتبطة بالكحول والمشاركة في هذا التفاعل هي :

R-CO-R′/R-CH(R′)-OH

$$R-CO-R'(aq)++2H^{+}(aq)+2e^{-}=R-CH(R')-OH(aq)$$

في النشاط التجريبي تمت أكسدت البوتان ـ 2 ـ أول إلى البوتانون في الحالة التي تم فيها استعمال الأيونات MnO_4^- بإفراط أو في الحالة التي تم فيها استعمال الأيونات MnO_4^- بتفريط .

معادلة التفاعل :

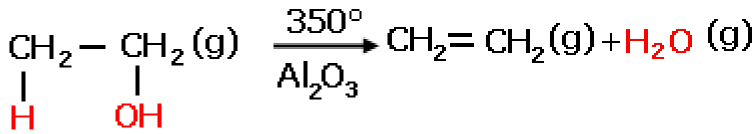
$$5\times(C_2H_5-CH(OH)-CH_3(aq)=C_2H_5-CO-CH_3(aq)+2H^{+}(aq)+2e^{-})$$

$$2\times(MnO_4^{-}(aq)+8H^{+}(aq)+5e^{-}=Mn^{2+}(aq)+4H_2O(\ell))$$

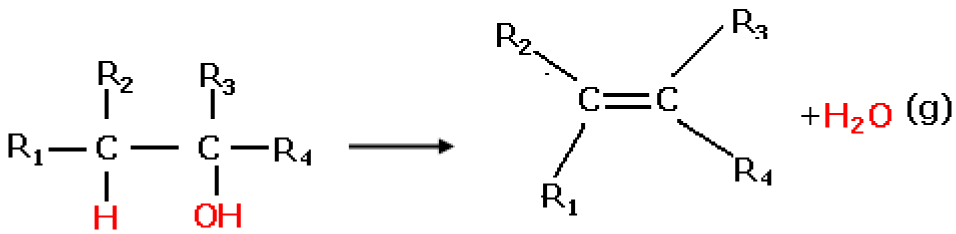
$$5C_2H_5-CH(OH)-CH_3(aq)+2MnO_4^{-}(aq)+6H^{+}(aq)\rightarrow 5C_2H_5-CO-CH_3(aq)+2Mn^{2+}(aq)+8H_2O$$

الكحولات الثالثية لا تتأكسد في نفس الظروف التجريبية .

2 ـ تفاعلات إزالة الماء
عند تمرير بخار الإيثانول على أوكسيد الألومنيوم Al_2O_3 المسخن ، يتكون غاز تؤدي بقبقته في محلول مائي لثنائي البروم إلى اختفاء لون هذا الأخير . مما يدل على أنه ألكينا ، وهو الإيثن .



بصفة عامة يكتب تفاعل إزالة الماء من كحول كما يلي :



3 ـ تفاعلات الاستبدال
خلال تفاعل الاستبدال ، تعوض ذرة (أو مجموعة من الذرات) ، بذرة أخرى (أو بمجموعة من الذرات) .
فمثلا يمكن استبدال المجموعة المميزة (-OH) بالمجموعة المميزة (-X) فنحصل على مركب هالوجيني .
مثال : تأثير الحمض الهالوجيني ذي الصيغة العامة HX (HCl) على كحول R-OH وفق المعادلة التالية :

$$R-OH + HX \longrightarrow R-X + H_2O$$

كما يمكن أن يحدث التحول العكسي ، حين يؤثر محلول قاعدي على مركب هالوجيني ، حيث يتم استبدال مجموعة هالوجينو :

$$R-X \; + \; OH^- \longrightarrow R-OH \; + \; X^-$$

4 ـ الترميم الوظيفي
تؤدي تفاعلات مثل تفاعلات الاستبدال أو تفاعلات الأكسدة المعتدلة للكحولات إلى تغير المجموعة المميزة دون المساس بالسلسلة الكربونية للمركب العضوي ، فنقول أن هناك ترميم وظيفي .
III ـ مردود تصنيع
أثناء تصنيع ما تكون كمية مادة الناتج المحصل عليها تجريبيا أصغر من كمية مادة الناتج المتوقعة نظريا . ويرجع ذلك لأسباب متعددة منها الضياع الذي يحدث أثناء مختلف مراحل التصنيع ، أو عدم الوصول إلى التقدم الأقصى للتفاعل ...
نسمي مردود التصنيع ناتج خارج القسمة لكمية مادة هذا الناتج المحصل عليها تجريبيا على كمية المادة لنفس الناتج التي يفترض أن نحصل عليها نظريا .

R

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{the}}$$

r : مقدار بدون وحدة و $0 < r < 1$ يمكن أ، نعبر عنه كذلك بالنسبة المئوية .

VI ـ تطبيقات الترميم الوظيفي في الصناعة

في الصناعة ، يستغل الترميم الوظيفي ، أي المرور من مجموعة مميزة إلى أخرى ، لتخليق العديد من المركبات العضوية ، ويتطلب كل تصنيع توفر شروط تجريبية خاصة كدرجة الحرارة والضغط واستعمال الحفاز ....

أمثلة : تصنيع حمض البنزويك أنطلاقا من أكسدة كحول بنزيليك بواسطة الأيونات MnO_4^- في وسط حمضي

النشاط التجريبي 3

ندخل في حوجلة2,5ml من كحول البنزيليك و 2g من كربونات الصوديوم و 150ml من محلول برمنغنات البوتاسيوم ، وحصيات خفاف .

ننجز تركيب التسخين بالارتداد ونسخن بتمهل لمدة 30 دقيقة .

تحدث أكسدة كحول البنزيليك بواسطة أيونات البرمنغنات وفق المعادلة التالية :

$$3C_6H_5-CH_2-OH(aq)+4MnO_4^-(aq)\rightarrow 3C_6H_5-COO^-(aq)+4MnO_2(aq)+4H_2O+OH^-$$

نوقف التسخين ، ثم نبرد الحوجلة تحت صبيب ضعيف لماء الصنبور .

لإزالة MnO_2 الصلب المتكون نرشح الخليط باستعمال تركيب الترشيح تحت الفراغ

نضع الرشاحة في أنبوب التصفيق ونضيف إليه 40ml من ثنائي كلوروميثان ثم نفصل الطورين .

نضع الطور المائي في دورق ثم نضيف إليه 10ml من حمض الكلوريدريك بحذر شديد وببطء ، فيترسب حمض البنزويك الصلب .

نبرد الدورق بوضعه في حمام جليد ثم نرشح الخليط تحت الفراغ . نغسل الناتج بالماء البارد ثم نجففه بمجفف الشعر .

لتمييز الناتج المحصل عليه والتحقق من نقاوته نقوم يتحليل كرماتوغرافي على طبقة رقيقة وباستعمال التلوين كجسم مذيب .

استثمار :

1 ـ أذكر مختلف العمليات التي تم انجازها في هذا التصنيع .

2 ـ أرسم تبيانة للتركيب التجريبي للتسخين بالارتداد وكذلك تبيانة تركيب الترشيح تحت الفراغ .

3 ـ فسر سبب ظهور حمض البنزويك عند إضافة حمض الكلوريدريك .

4 ـ ما الغاية من استعمال ثنائي كلوروميثان ؟

5 ـ ذكر بالطريقة المتبعة لإنجاز تحليل كروماتوغرافي على طبقة رقيقة للتأكد من نقاوة الناتج المحصل عليه

6 ـ حدث خلال هذا التصنيع تحول مجموعة مميزة إلى أخرى ، حدد هاتين المجموعتين .

سلسلة التمارين حول المجموعة المميزة والتفاعلية

<u>تمرين 1</u> : أذكر أسماء المركبات التالية محددا المجموعة المميزة التي تحتوي عليها جزيئات المركبات والمجموعة العضوية التي ينتمي إليها كل مركب :

$CH_3-CH(OH)-CH_3 \qquad CH_3-CHC\ell-CH_3 \qquad CH_3-CH_2-NH_2$

$CH_3-CO-CH_2-CH_3 \qquad CH_3-CH(C_2H_5)-CHOH \qquad C_6H_5-COOH$

أكتب الصيغ نصف المنشورة والكتابة الطبولوجية للمركبات التالية :

أ ــ بروبان -1-أول ب ــ بروبانون ج ــ بروبانال د ــ حمض البروبانويك

ه ــ بروبانأمين و ــ بروبان – 2 أول .

<u>تمرين 2</u> : أعط الصيغة نصف المنشورة والكتابة الطبولوجية لكل من الكحولات والأمينات التالية وصنفها إلى أولية وثانوية وثالثية : $C_4H_{11}N$ ، $C_4H_{10}O$

أوجد الاسم والصيغة نصف المنشورة لأمين ثالثية كتلتها المولية M=73g/mol .

<u>تمرين 3</u> : أعط الصيغة الإجمالية لأمين أولية أليفاتية بها العدد n من ذرات الكربون . عبر بدلالة n عن النسبة المائوية لكتلة الأزوت التي تحتوي عليها هذه الأمين .

2 ــ تحتوي 16g من هذه الأمين على 3,8g من ألأزوت ، فما هي صيغتها الإجمالية ؟

3 ــ أكتب الصيغ نصف المنشورة لمتماكبات الأمينات الأولية المقابلة للصيغة الإجمالية المحصل عليها واذكر أسماءها .

<u>تمرين 4</u> : يعطي مركب عضوي راسبا أبيض بوجود محلول كحولي لنترات الفضة

1 ــ ما هي المجموعة العضوية التي ينتمي إليها هذا المركب ؟

2 ــ ما هي المجموعة المميزة التي تتوفر عليها جزيئة هذا المركب ؟

3 ــ تحتوي كأس على السيكلوهكسان وكأس أخرى السكلوهكسن . اقترح رائزا للتمييز بين المركبين .

<u>تمرين 5</u> : <u>ينتج</u> عن تفاعل إزالة الماء لكحول A تكون مركب هيدروكربوني B كثافة بخاره هي : d=1,45 .

1 ــ ما طبيعة المركب B ذي الصيغة العامة C_nH_{2n} ؟

2 ــ أحسب الكتلة المولية للمركب A ، واستنتج صيغته الإجمالية .

3 ــ أكتب معادلة التفاعل إزالة الماء للكحول A .

4 ــ استنتج الصيغ نصف المنشورة الممكنة للكحول A .

6 ــ ما هي الصيغة نصف المنشورة للكحول A إذا علمت أ، أكسدته المعتدلة أدت إلى تكون ألدهيد .

تمرين 6 : ننجز التفاعل بين خليط مكون من n مول من مركب A سائل صيغته $C_4H_{10}O$ و n/10 مول من أيونات البرمنغنات MnO_4^- في وسط محمض ، فيتحول المركب A إلى المركب B . لتحديد صيغة المركب B ، ننجز الرائزين التاليين : يعطي 2,4-DNPH راسبا أصفر بوجود المركب B . ويكون الرائز سالبا باستعمال محلول فهلين (لا يظهر أي شيء) .

1 ــ ما المجموعة التي ينتمي إليها المركب B ؟ أكتب صيغة B واستنتج صيغة A ، واعط اسم المجموعة التي ينتمي إليها .

تمرين 7 : ننجز إزالة الماء من كمية n=0,15mol من السكلوهكسانول $C_6H_{12}O$ ، فنحصل بعد التقطير على كتلة m=9,1g من مركب A .

1 ــ أعط اسم المركب A وصيغته نصف المنشورة .

2 ــ اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

3 ــ حدد مردود هذا التصنيع .