2

باك

الفيزياء والكيمياء للسنة التانية باكالوريا

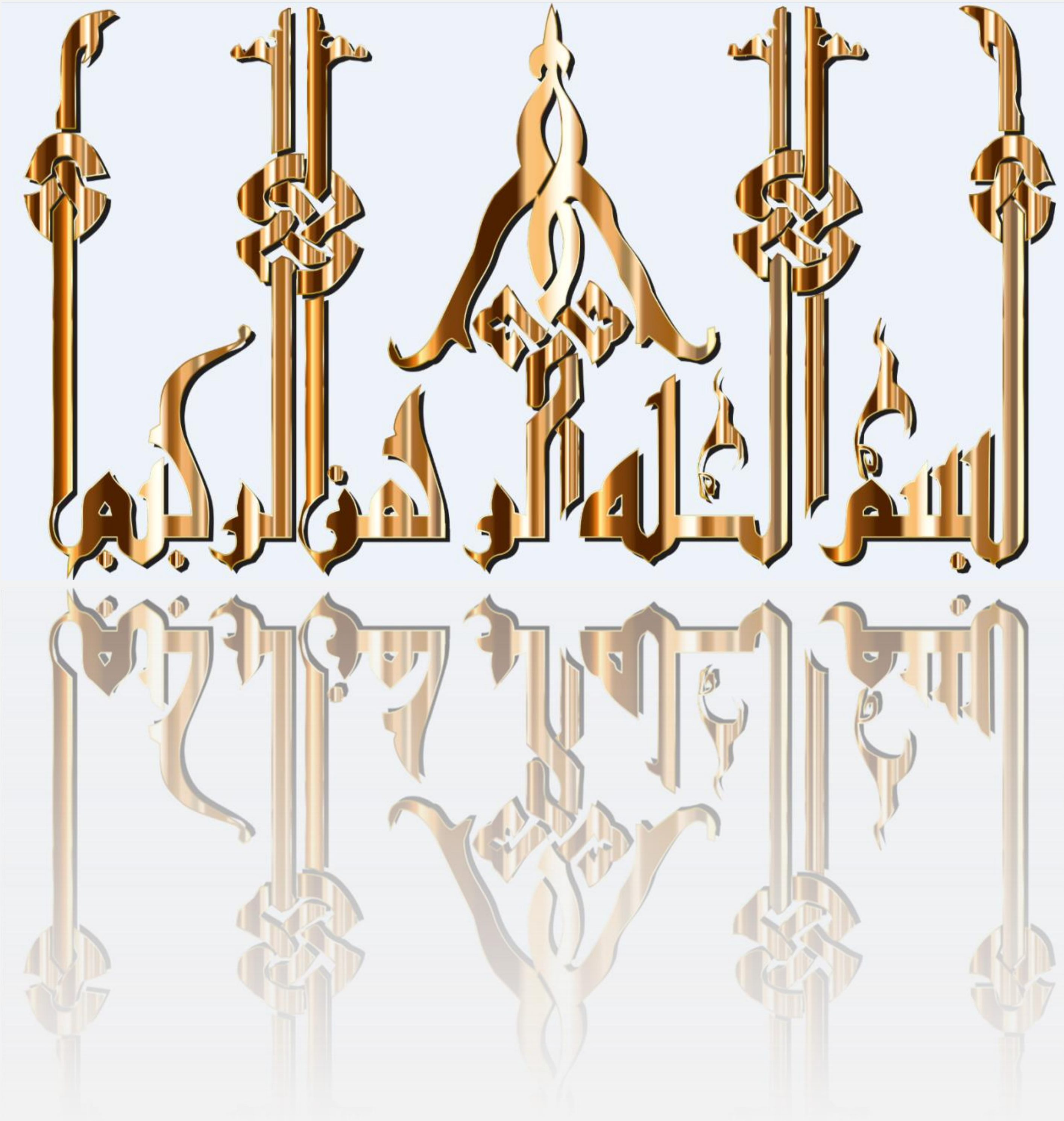
شعبة العلوم الفيزيائية الدورة التانية

- الفيزياء: الميكانيك
- الكيمياء: منحى تطور مجموعة كيميائية – الكيمياء العضوية

الأستاد:عبد الحق صومادي

وثائق
أنشطة
تمارين

السنة الدراسية
2019 - 2020


بسم الله الرحمن الرحيم

معلومات عن التلميذ(ة) :

الإسم الشخصي والإسم العائلي:

القسم:

الرقم الترتيبي:

معدل امتحان الجهوي:

الدورة التانية : الميكانيك

Abdelhak Soumadi

محتوى الدرة التانية

1) قانين نيوتن

2) السقوط الرأسي لجسم صلب

3) الحركات المستوية

4) الأقمار الإصطناعية والكواكب

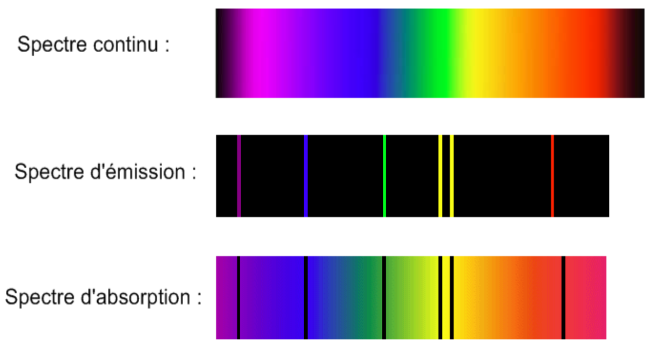
5) حركة دوران جسم حول محور تابث

6) المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

7) المظاهر الطاقية

8) الذرة وميكانيك نيوتن

Les 3 types de spectre :



قوانين نيوتن

Les Lois de Newton

1

الأستاذ عبد الحق صومادى

Le vol parabolique recrée l'état d'apesanteur au cours d'un vol en avion en alternant montées et descentes espacées de paliers. Il permet de mener des recherches scientifiques en micropesanteur sans devoir aller dans l'espace

- **متجهة السرعة:**

معلمة نقطة من جسم صلب - متجهة السرعة اللحظية

- **متجهة التسارع:**

تعريف – إحداثيات متجهة التسارع في معلم متعامد ممنظم – إحداثيات متجهة التسارع في أساس - فريني – تحديد قيمة التسارع إنطلاقا من تسجيل

- **الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام:**

تعريف - المعادلة الزمنية للحركة - المعادلة الزمنية للسرعة

- **القوانين الثلاثة لنيوتن:**

القانون الأول لنيوتن مبدأ القصور - القانون الثاني لنيوتن. القانون الأساسي للديناميك - القانون الثالث لنيوتن: مبدأ التأثيرات البينية

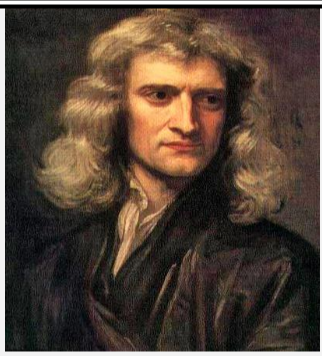
- **تطبيقات:**

تذكير المقاومة أو تاثير السطح - إضافة في الرياضيات - تمارين

Galiléen or not galiléen ?

Selon la première loi de Newton, appelée également principe d'inertie, « dans certains référentiels, dits galiléens, tout objet soumis à aucune force ou à des forces qui se compensent est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme ».

Comment définir un référentiel galiléen ?



Isaac Newton (1642-1727) est un physicien, philosophe, astronome, et mathématicien anglais, considéré comme l'un des plus grands scientifiques de tous les temps. Newton a formulé des lois sur la gravitation universelle et sur les corps en mouvement. Ces lois fondamentales expliquent de quelle façon les objets se déplacent sur terre comme dans les airs. Il a fondé l'optique moderne, étudié le comportement de la lumière, et a construit le premier télescope à miroirs.

Vers 1679, Newton se remit à étudier le phénomène des orbites planétaires. L'idée d'une attraction planétaire basée sur le carré inverse de la distance entre le Soleil et les planètes (qu'il avait calculé beaucoup plus tôt, à Woolsthorpe) fut à l'origine d'un grand débat au sein de la communauté scientifique.

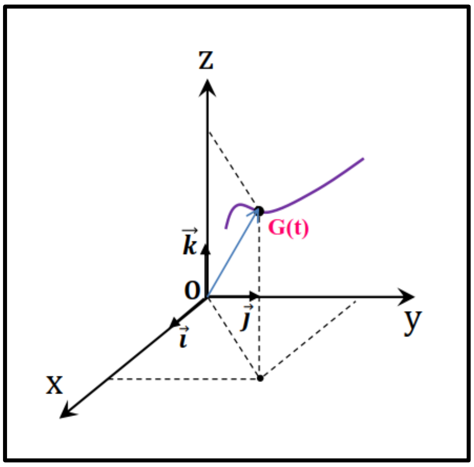
Cette loi sur l'attraction fait suite, pour le cas simple d'une orbite circulaire, à la troisième loi de l'astronome allemand Johannes Kepler, qui considère que le temps de révolution d'une planète autour du Soleil dépend de la taille de l'orbite de la planète. La loi sur l'attraction prend également en compte l'accélération centripète d'un corps en mouvement autour d'un cercle, établie par l'astronome danois Christiaan Huygens en 1673. Le problème pour déterminer l'orbite à partir d'une loi sur la force avait déconcerté tout le monde avant Newton, qui trouva la solution vers 1680.

1) متجهة السرعة: Vecteur Vitesse

1.1) معلمة نقطة من جسم صلب:

حركة الأجسام تكون ....، أي أنها تتعلق .... يتم اختياره ، لذلك عند دراسة جسم معين نختار .... $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ و آخر .... نربطهما ....

في المعلم المتعامد الممنظم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ وعند لحظة t نحدد موضع نقطة لجسم متحرك S (مثلا مركز قصوره G) بتحديد المتجهة $\overrightarrow{OG}$ حيث O أصل المعلم. المتجهة $\overrightarrow{OG}$ تسمى ....



$\overrightarrow{OG} =$

أو:

$\overrightarrow{OG}\Big($

$x(t)$ و $y(t)$ و $z(t)$ إحداثيات متجهة الموضع $\overrightarrow{OG}$.

منظم متجهة الموضع:

$OG =$

ملحوظة1:

العلاقة بين الإحداثيات والزمن t تسمى ....

$$\begin{cases} x(t)=f(t) \\ y(t)=g(t) \\ z(t)=k(t) \end{cases}$$ المعادلات الزمنية للحركة.

ملحوظة2:

☜ في حالة حركة مستقيمية ....
....

☜ في حالة حركة مستوية ....
....

2.1) متجهة السرعة اللحظية:

أ) تعريف:

متجهة السرعة اللحضية $\overrightarrow{v(t)}$ عند لحظة معينة t تساوى ....

....

$$\boxed{\overrightarrow{v(t)} = \text{———} = \overset{\bullet}{\overrightarrow{OG}}}$$

ب) إحداثيات متجهة السرعة فى المعلم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$

بين أن في المعلم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ إحداثيات متجه السرعة تكتب كالتالى:

$$\boxed{\overrightarrow{v(t)} \begin{cases} v_x = \dot{x}(t) \\ v_y = \dot{y}(t) \\ v_z = \dot{z}(t) \end{cases}}$$

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

☜ **منظم متجهة السرعة:**

$$\boxed{v(t) = \qquad\qquad\qquad\qquad}$$

وحدة v هى m/s.

ج) مميزات متجهة السرعة اللحظية:

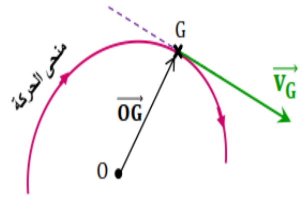
مميزات متجهة السرعة اللحظية:

Ψ الأصل: ....

Ψ الإتجاه: ....

Ψ المنحى: ....

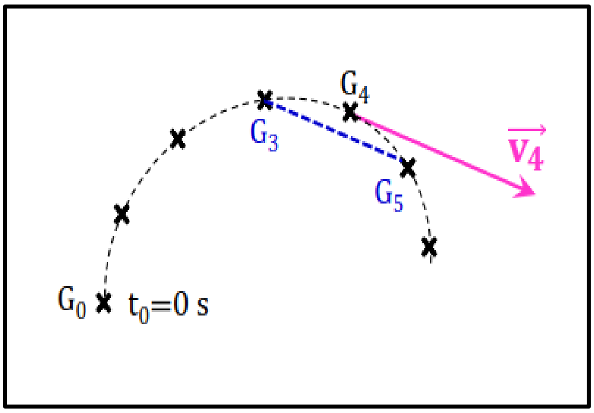
Ψ المنظم: ....



متجهة السرعة مماسة للمسار و موجهة في منحى الحركة

ملحوظة:

فى حالة توفر تسجيل لمواضع النتحرك أثناء مدد زمنية متساوية τ يمكن حساب منظم متجهة السرعة اللحظية عند موضع معين بإستعمال طريقة التأطير.



أمثلة: حساب السرعة عند الموضع G_3:

....
....
....
....

حساب السرعة عند الموضع G_2:

....
....
....
....

2) متجهة التسارع: Vecteur acceleration

1.2) تعريف:

متجهة التسارع $\vec{a_G}$ لمركز القصور G لجسم صلب ....
....

$$\vec{a} = \text{———} = \dot{v}(t) = \ddot{\overrightarrow{OG}}$$

2.2) إحداثيات متجهة التسارع فى المعلم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$

بين أن إحداثيات متجهة التسارع فى المعلم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ تكتب كالتالى:

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = \dot{v}_x = \ddot{x}(t) \\ a_y = \dot{v}_y = \ddot{y}(t) \\ a_z = \dot{v}_z = \ddot{z}(t) \end{cases}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....

☜ منظم $\vec{a}$

$$a =$$

وحدة a هي ....

تطبيق:

نعطى متجهة الموضع فى المعلم $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$

$$\overrightarrow{OG}=\begin{cases} x(t)=3t \\ y(t)=-4t^2+5t \\ z(t)=2 \end{cases}$$

1) حدد إحداثيات متجهة السرعة , واحسب قيمتها عند اللحظة t=2s.
2) حدد إحداثيات متجهة التسارع واحسب قيمتها.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3.2) إحداثيات متجهة التسارع فى أساس فرينى (Base de Frenet).

← **تعريف**

أساس فريني $M(\vec{u};\vec{n})$، أساس متعامد و ممنظم ، يتطابق أصله في كل لحظة ....

المتجهة المماسية الواحدية $\vec{u}$: ....

المتجهة المنظمية الواحدية $\vec{n}$: ....

إحداثيات متجهة التسارع في أساس فريني

في أساس فرينى $M(\vec{u};\vec{n})$ نرمز لإحداثيات التسارع $\vec{a}_G$ ب : a_T التسارع المماسى و a_N التسارع المنظمى وبالتالى نكتب:

$$\boxed{\vec{a}_G = \qquad\qquad \Rightarrow \vec{a}_G =}$$

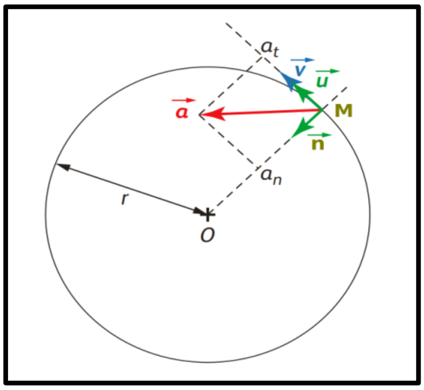
التسارع المماسي : ....
....

التسارع المنظمى : ....
....

حالة مسار دائرى:

فى حالة مسار دائرى شعاعه R: يكون $\rho = R$ وبالتالى تكون إحداثيات متجهة السرعة ومتجهة التسارع فى أساس فرينى:

$$\vec{a}_G = a_T.\vec{u} + a_N.\vec{n}$$



$$\vec{a}\begin{cases} a_t = \\ a_n = \end{cases}$$

☜ **منظم متجهة التسارع:**

$$a =$$

4.2) تحديد قيمة التسارع إنطلاقا من تسجيل.

أنظر تمرين الأول سلسلة قوانين نيوتن.

3) الحركة المستقيمية المتغيرة بإنتظام: Le mouvement rectiligne uniformement variee

1.3) تعريف:

نقول أن ل G مركز قصور جسم صلب حركة مستقيمية متغيرة بانتظام ، ....
....
....

ملحوظة

إد كان $\vec{a}_G.\vec{v}_G \succ 0$: ....

....

إدا كان $\vec{a}_G.\vec{v}_G \prec 0$: ....

....

2.3) المعادلة الزمنية للحركة:

المعادلة الزمنية بالنسبة لحركة مستقيمية متغيرة بإنتظام تكون معادلة من الدرجة التانية تكتب كالتالى:

$$\boxed{x(t)=\frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0}$$

a : ....

v_0 : ....

x_0 : ....

ملحوظة:

....

3.3) المعادلة الزمنية للسرعة:

أ) المعادلة الزمنية للسرعة

توصل إلى أن بالنسبة للحركة المستقيمية المتغيرة بأنتظام المعادلة الزمنية للسرعة معادلة من الدرجة الأولى تكتب كالتالى:

$$\boxed{v(t)=at + v_0}$$

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ملحوظة:

....

....

....

....

....

....

....

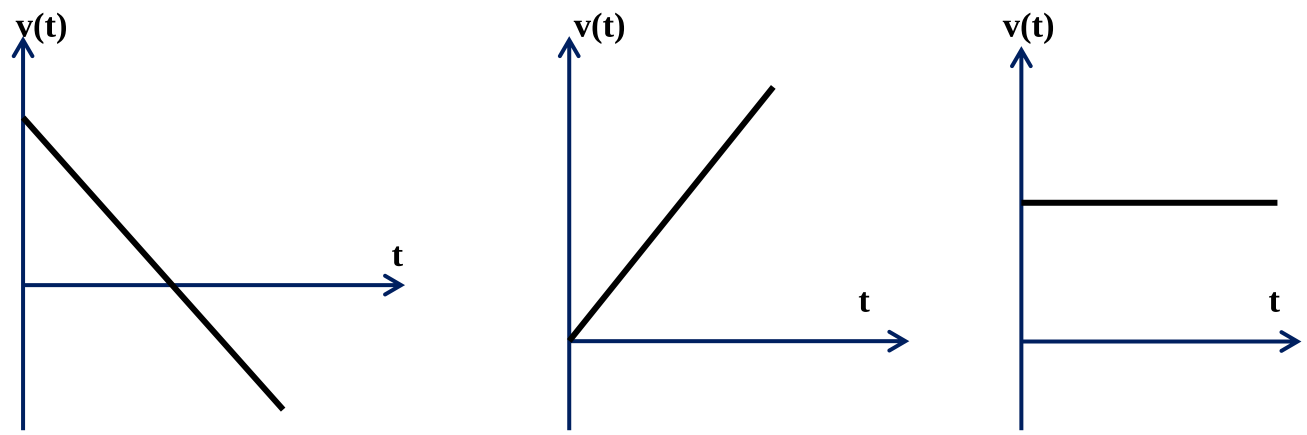
....

....

....

....

ب) التمثيل المبياني للمعادلة الزمنية للسرعة:



ملحوظة:

Ψ عندما يكو التمثيل المبياني للمعدلة الزمنية للسرعة دالة تالفية يمكن ....
....

Ψ تقاطع المستقيم مع محور الأراتيب يمثل ....

Ψ المعامل الموجه للمستقيم يمثل ....

4) القوانين الثلاثة لنيوتن: Les trois Lois de Newton

القانون الأول لنيوتن مبدأ القصور

في معلم غاليلي ، إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب يساوي .... $\left(\sum \vec{F}_{ex} = \vec{0}\right)$

فإن متجهة السرعة $\vec{v}_G(t)$ لمركز القصور G للجسم الصلب ....

....

....

....

....

....

المعالم الغاليلية:

المعلم الغاليلى هو كل معلم يتحقق فيه مبدأ القصور.
يعتبر معلم كوبرنيك (....)
أفضل معلم غاليلى، بينما يعتبر المعلم المركزى الأرضى (....
....) والمعلم الأرضى (....
....) معلمين غاليلين بالتقريب.

القانون الثاني لنيوتن: القانون الأساسي للديناميك

....
....
....

$$\boxed{\sum \vec{F}_{ex} = m.\vec{a}_G = m\frac{d\vec{V}_G}{dt}}$$

القانون الثالث لنيوتن: مبدأ التأثيرات البينية

" نعتبر جسمين A و B في تأثير بيني ، لتكن $\vec{F}_{A/B}$ القوة التي يطبقها (A) على (B) و $\vec{F}_{B/A}$ القوة التي يطبقها (B) على (A)
سواء كان الجسمان في حركة أو في سكون فإن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ تحققان المتساوية :

5) تطبيقات: Applications

1.5) تذكير المقاومة أو تأثير السطح :

أ) تأثير السطح $\vec{R}$

نقرن تأثير سطح على جسم موضوع فوقه بقوة تسمى .... ونرمز لها بالمتجهة $\vec{R}$. للقوة $\vec{R}$ مركبتين:

☜ المركبة المنظمية: ....
☜ المركبة المماسية: ....
....

$$\boxed{\vec{R} = \vec{R_N} + \vec{f}}$$

ويكون منظم $\vec{R}$:

$$\boxed{R = \sqrt{R_N^2 + f^2}}$$

ملحوظة:

عندما يكون التماس بين السطح والجسم يتم بدون إحتكاك تكون ....

وبالتالى: $\vec{R} =$

ب) معامل الإحتكاك – زاوية الإحتكاك:

☜ نعرف زاوية الإحتكاك φ كالزاوية: $\boxed{\varphi = (\vec{R}, \vec{R_N})}$

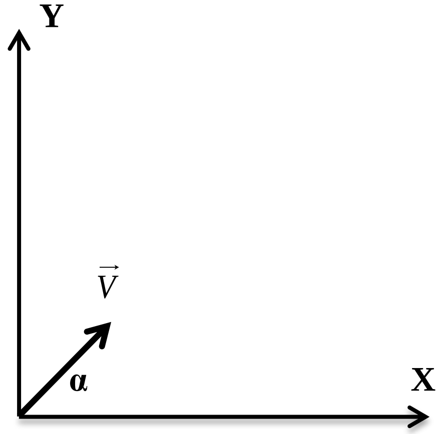
☜ نعرف معامل الإحتكاك k وهو مقدار بدون وحدة كالتالى:

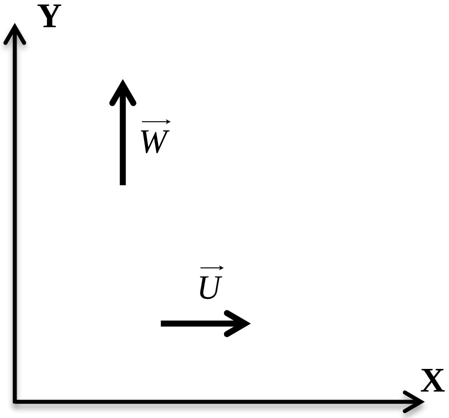
$$\boxed{k = \qquad = \frac{\quad}{\quad}}$$

2.5) إضافة فى الرياضيات:

نعتبر المعلم المتعامد الممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ و المتجهات $\vec{U}$ و $\vec{V}$ و $\vec{W}$.

حدد إحداثيات هده المتجهات فى المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.





....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

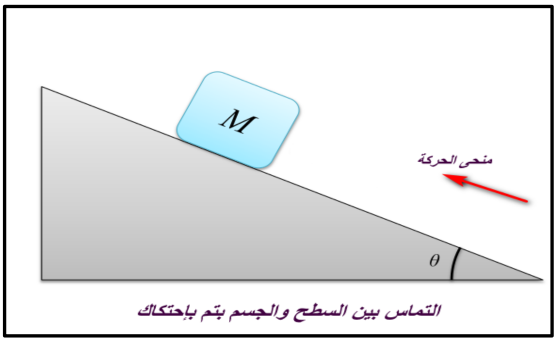
....

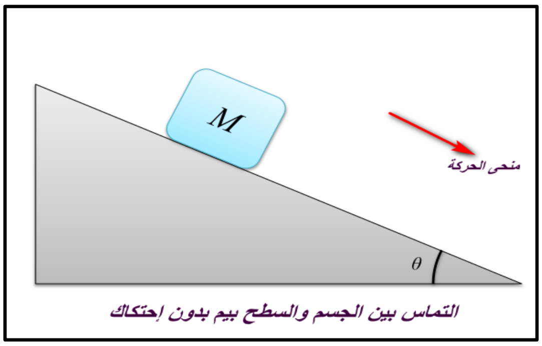
خلاصة:

$$\begin{cases} \vec{U} \;//\; OX & \Rightarrow \quad U_x = \pm U \\ \vec{U} \perp OY & \Rightarrow \quad U_y = 0 \end{cases}$$

النشاط الأول:

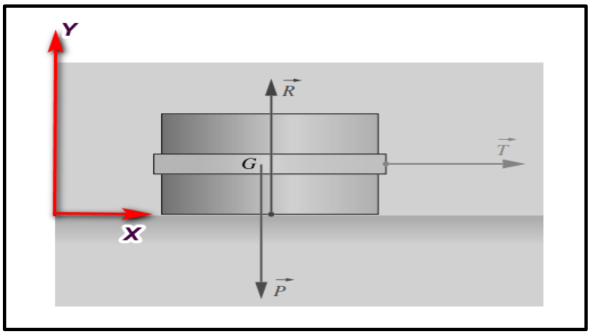
مثل بدون سلم القوى المطبقة على الجسم (S) وعلى الجسم (M) في الحالات التالية:

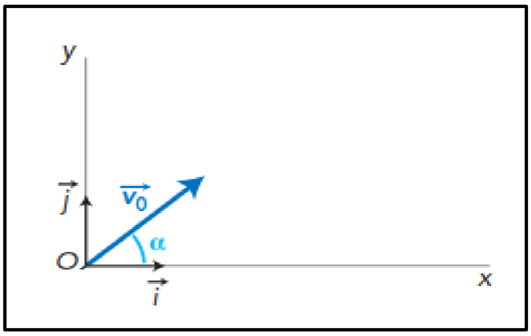




النشاط الثاني:

اعط إحداثيات المتجهات الموجودة في الأشكال التالية:





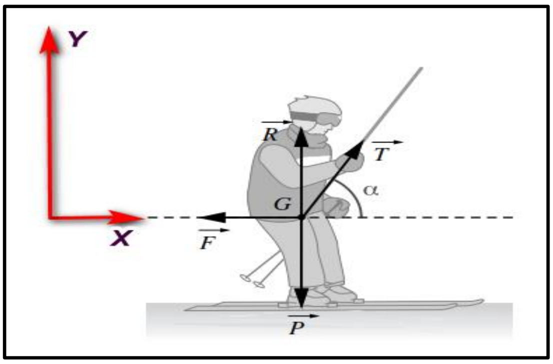
....

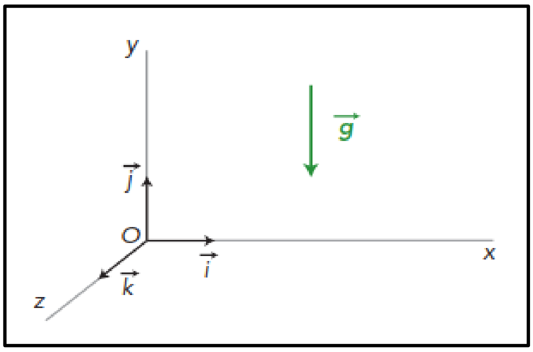
....

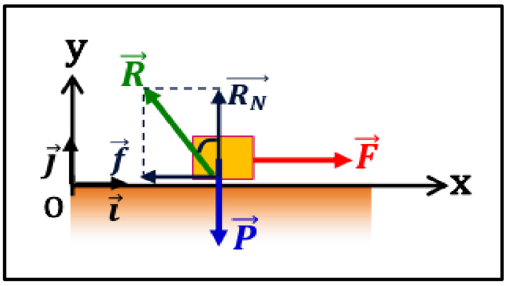
....

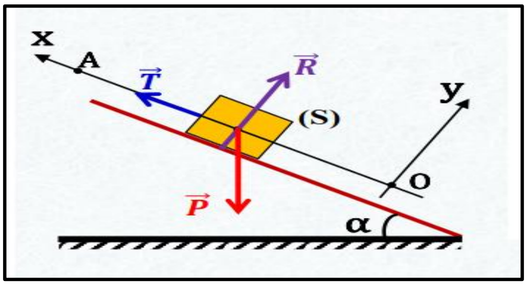
....

....


Y
X
R
T
α
G
F
P


y
g
j
O
i
x
z
k


y
R
R_N
j
f
F
0
i
x
P


x
A
T
R
y
(S)
O
P
α

....

....

....

....

....

....

....

....

....

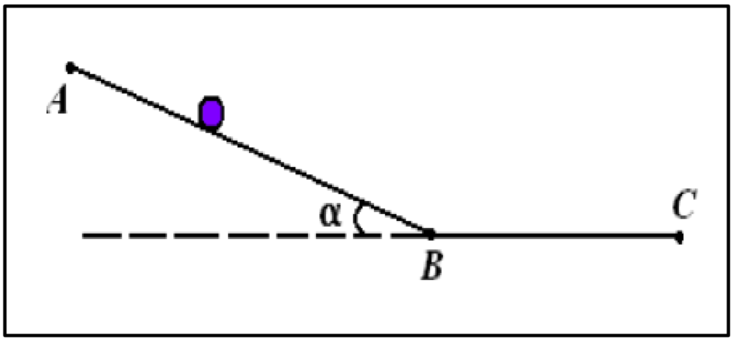
....

....

....

النشاط الثالث:

ينطلق جسم صلب (S) كتلته $m=0.8Kg$ من نقطة A بدون سرعة بدئية فوق سطح ABC (أنظر الشكل). نأخذ: $g=10N/kg$
الجزء AB مائل بزاوية $\alpha=30°$ نعتبر على هدا الجزء الإحتكاكات مهملة و $AB=0.4m/s$.
الجزء BC أفقي.



1) **مثل القوى المطبقة على الجسم (S) بدون سلم في الجزء AB.**
2) **بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أحسب تسارع الجسم وإستنتج طبيعة الحركة على الجزء AB.**
3) **حدد المعادلة الزمنية للحركة نأخذ أصل المعلم وأصل التواريخ هو النقطة A.**
4) **أحسب t_B تاريخ وصول S للنقطة B.**
5) **يصل الجسم للنقطة B بسرعة $V_B=2m/s$ وإلى النقطة C بسرعة $V_C=1m/s$. نعتبر أن قوة الإحتكاك على هدا الجزء هي $f=0.4N$.**
   1.5) **أحسب تسارع الجسم على هدا الجزء.**
   2.5) **أحسب شدة المركبة المنظمية ل $\vec{R}$ قوة تأثير السطح BC على الجسم. وإستنتج شدة $\vec{R}$.**
   3.5) **أحسب ϕ زاوية الإحتكاك.**

أجوبة:

....

....

....

....

....

....

....

....

....

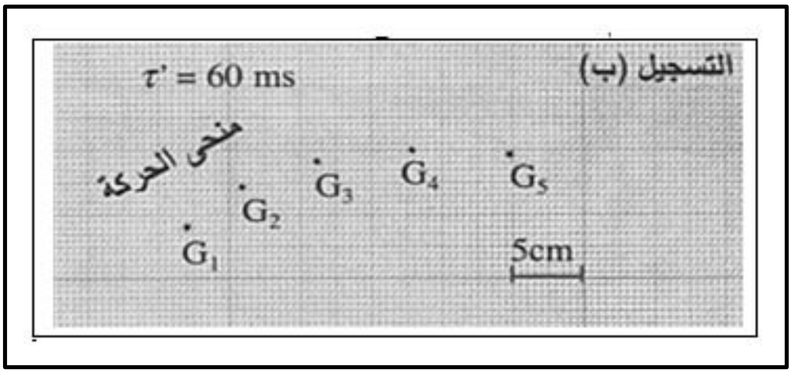
....

....

3.5) تمارين:

التمرين الأول:

تمثل التسجيلات التالية مواضع متتالية لمركز قصور G لجسم صلب متحرك خلال مدد زمنية متساوية ومتتالية τ=60ms



-1 حدد قيم متجهات السرعة في الموضعين G_4 و G_2 في التسجيل.

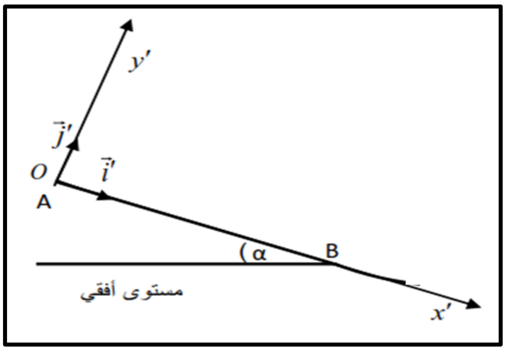
-2 مثل في التسجيل متجهات السرعة في الموضعين السابقين مع اختيار سلم مناسب.

-3 مثل عند النقطة G_3 متجهة تغير السرعة $\Delta\vec{V}_3=\vec{V}_4-\vec{V}_2$.

-4 إستنتج منظم المتجهة $\Delta\vec{V}_3$

-5 أحسب منظم متجهة التسارع عند G_4 ومثلها.

التمرين الثاني:



- شدة الثقالة $g=9,8\ m.s^{-2}$
- مستوى مائل بزاوية $\alpha=20°$ بالنسبة للمستوى الأفقي المار من النقطة B
- نماثل المتزلج ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته $m=80kg$ ومركز قصوره G
- نعتبر في الجزء AB أن الاحتكاكات غير مهملة وننمذجها بقوة ثابتة $\vec{f}$.

1- الجزء الأول: دراسة القوى المطبقة على المتزلج بين A و B.

ينطلق المتزلج من النقطة A ذات الأفصول $x'_A=0$ في المعلم الممنظم المتعامد $(O,\vec{i},\vec{j})$ ، بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ t=0s (الشكل 1). وينزلق وفق المستوى المائل AB حسب الخط الأكبر ميلا بتسارع ثابت a حيث يمر من النقطة B بسرعة $V_B = 20,0 m.s^{-1}$.

1) حدد طبيعة حركة المتزلج على المسار AB. علل جوابك.

2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن تعبير شدة قوة الإحتكاك يكتب: $\boxed{f=m(g\sin\alpha - a)}$

3) عند اللحظة $t_B=10s$ يمر المتزلج من النقطة B ؛ احسب قيمة التسارع a واستنتج شدة قوة الإحتكاك f .

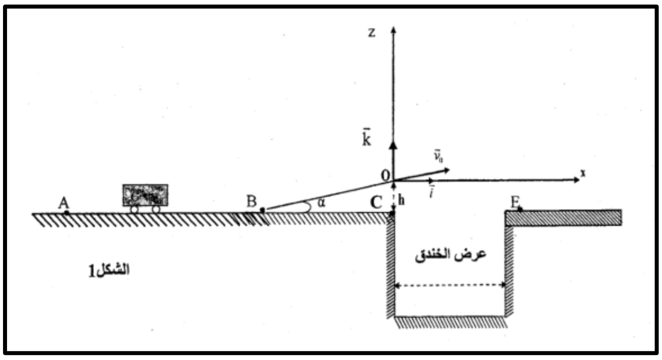
4) احسب المسافة AB التي يقطعها المتزلج.

5) أحسب شدة القوة R المطبقة من طرف السطح على المتزلج .

التمرين الثالث:

يعتبر القفز على الخنادق أو الحواجز بواسطة السيارات أو الدراجات النارية أحد التحديات التي يواجهها المجازفون. يهدف هذا التمرين إلى التعرف على بعض الشروط التي يجب توفرها لتحقيق هذا التحدي.

يتكون مدار للمجازفة من قطعة AB مستقيمية ومن قطعة BO مائلة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي AC و خندق عرضه D (شكل1).



ننمذج { السائق + السيارة } بمجموعة (S) غير قابلة للتشويه كتلتها m و مركز قصورها G.

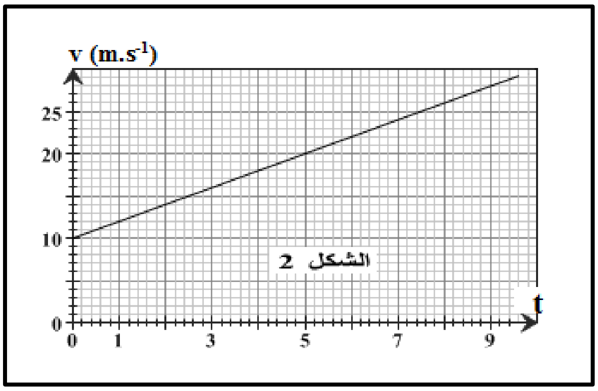
ندرس حركة مركز القصور G في معلم أرضي نعتبره غاليليا، و نهمل تأثير الهواء على المجموعة (S) و أبعادها بالنسبة للمسافات المقطوعة.

المعطيات: ◄ كتلة المجموعة (S) : m = 1200 kg.

◄ الزاوية $\alpha = 10°$.

◄ شدة الثقالة $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

1. دراسة الحركة المستقيمية للمجموعة (S):



تمر المجموعة (S) عند اللحظة $t_0 = 0$ من النقطة A التى نعتبرها أيضا أصل المعلم, و عند اللحظة $t_1 = 9{,}45\ s$ من النقطة B. يمثل الشكل (2) تغيرات السرعة v لحركة G على القطعة AB بدلالة الزمن .

1-1. ما طبيعة حركة G على القطعة AB ؟ علل جوابك

1-2. حدد مبيانيا قيمة التسارع a لحركة G.

1-3. إستنتج المعادلة الزمنية للحركة ثم إستنتج المسافة AB.

2. تخضع المجموعة (S) على القطعة BO لقوة الدفع $\vec{F}$ للمحرك و قوة احتكاك $\vec{f}$ شدتها $f = 500N$. نعتبر القوتين ثابتتين و موازيتين للقطعة BO. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن،

بين أن شدة F لقوة الدفع تكتب صيغها كالتالى:

$$\boxed{F = f + mg\sin\alpha + ma}$$

التمرين الرابع:

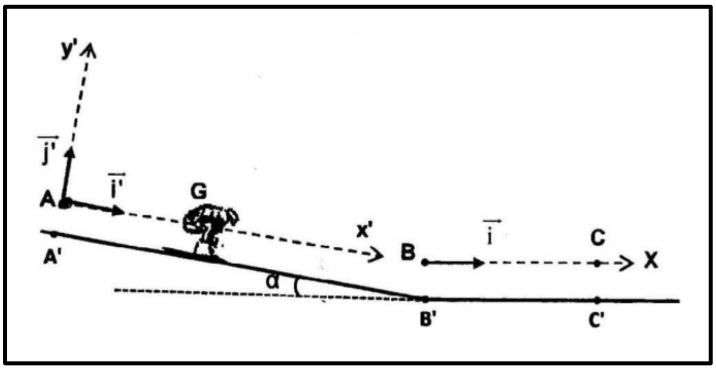
تعتبر رياضة التزلج من أفضل الرياضات الجبلية في فصل الشتاء فهي تجمع بين المغامرة وبناء اللياقة البدنية والرشاقة. يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة مركز قصور متزلج ولوازم على حلبة للتزلج. نأخذ: g=9,8m.s

ينزلق متزلج على حلبة للتزلج مكونة من جزئين:

- ✓ جزء A.B' مستقيمى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي،
- ✓ جزء BC مستقيمي وأفقي.(انظر الشكل).

معطيات: كتلة المتزلج ولوازمه: m=65kg . و زاوية الميل: α=23° ونهمل تأثير الهواء.

1. دراسة الحركة على المستوى المائل :



ندرس حركة G مركز قصور المجموعة (S) المتكونة من المتزلج ولوازمه في المعلم $(A.\vec{i}, \vec{j},)$ المرتبط بمرجع ارضي نعتبره غاليليا.

عند لحظة ناخذها اصلا للتواريخ، تنطلق المجموعة (S) بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه مركز القصور G منطبقا مع النقطة A .

تتم حركة G على المستوى المائل AB حسب الخط

الأكبر ميلا، حيث AB= A'B يتم التماس بين المستوى المائل والمجموعة (S) باحتكاك، حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها f =15N.

1.1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين ان المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة V_G لحركة مركز القصور G تكتب على الشكل:

$$\boxed{\frac{dV_G}{dt} = g\sin\alpha \;-\; \frac{f}{m}}$$

2.1) يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على شكل $V_G(t) = b.t + c$ ، حدد قيمة كل من b و c.

3.1) استنتج قيمة t_B ، لحظة مرور مركز القصور G من الموضع B بسرعة شدتها 90km/h .

4.1) اوجد الشدة $\vec{R}$ للقوة التي يطبقها المستوى المائل على المجموعة (S).

2. __دراسة الحركة على المستوى الأفقي :__

تواصل المجموعة حركتها على المستوى الأفقي BC لتتوقف في الموضع C ، يتم التماس بين هدا المستوى والمجموعة (S) باحتكاك حيث قوة الاحتكاك ثابتة شدتها ' f . تتم دراسة حركة G للمجموعة المدروسة في معلم افقي $(B,\vec{i})$ ،مرتبط بمرجع ارضي نعتبره غاليليا.

يمر مركز القصور G من النقطة B بسرعة شدتها 90 km /h عند لحظة نعتبرها اصلا جديدا للتواريخ،

1.2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد شدة قوة الاحتكاك 'f علما ان المركبة الأفقية لمتجهة التسارع للحركة a_x= -3 m/s.

2.2) حدد المعادلة الزمنية للسرعة ثم إستنتج اللحظة t_C لحظة توقف المجموعة.

3.2) احسب المسافة المقطوعة BC من طرف مركز القصور G.

__أجوبة:__

2

السقوط الرأسي لجسم صلب

Chute Verticale d un Solide

الأستاذ عبد الحق صوهادي

1) مجال الثقالة: Champ de pesanteur

1.1) تعريف:

نعرف متجهة مجال الثقالة في مكان ما بالعلاقة التالية:

$\vec{P}$: وزن الجسم و m: كتلة الجسم وحدتها (Kg).

وحدة شدة مجال الثقالة هي: ....

$$\vec{P} = \qquad \Leftrightarrow \qquad \vec{g} = \frac{}{}$$

2.1) مجال الثقالة المنتظم:

نقول أن مجال الثقالة منتظما إدا كان:

2) القوى المطبقة على جسم في حركة داخل مائع: Forces exercees sur un corp en mouvement dans un fluide

خلال حركة جسم في مائع (سائل أو غاز) فأنه يخضع الى القوى التالية :

☜ وزن الجســـــــم : $\vec{P}$

الاصل : ....

الاتجاه : ....

المنحى: ....

الشدة : ....

....

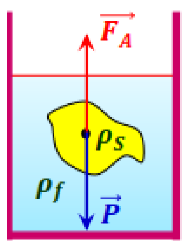
☜ دافعة أرخميـــــــــدس : $\vec{F_A}$

الاصل : ....

الاتجاه : ....

المنحى: ....

الشدة : ....

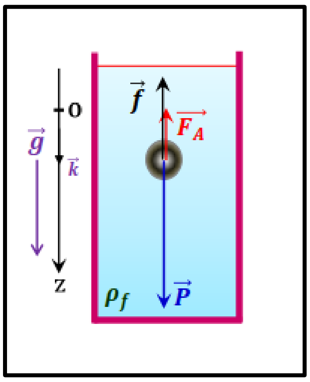


$$F_a =$$

حيث ρ_f : ....

و V : ....

و g : ....



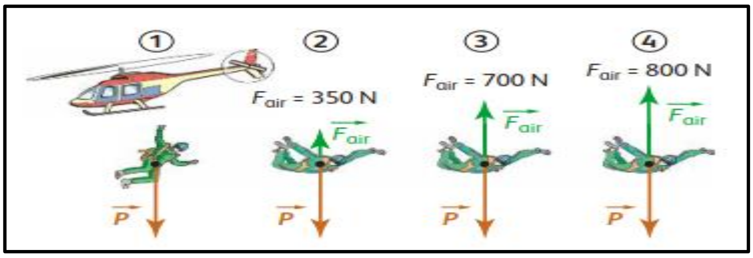
☜ قوى احتكاك المائـــع : $\vec{f}$

الاصل : ....

الاتجاه : ....

المنحى : ....

الشدة : ....



$f =$

k : ثابتة تتعلق بطبيعة المائع و بشكل الجسم .

ملحوظة:

إذا كانت v صغيرة ، ....

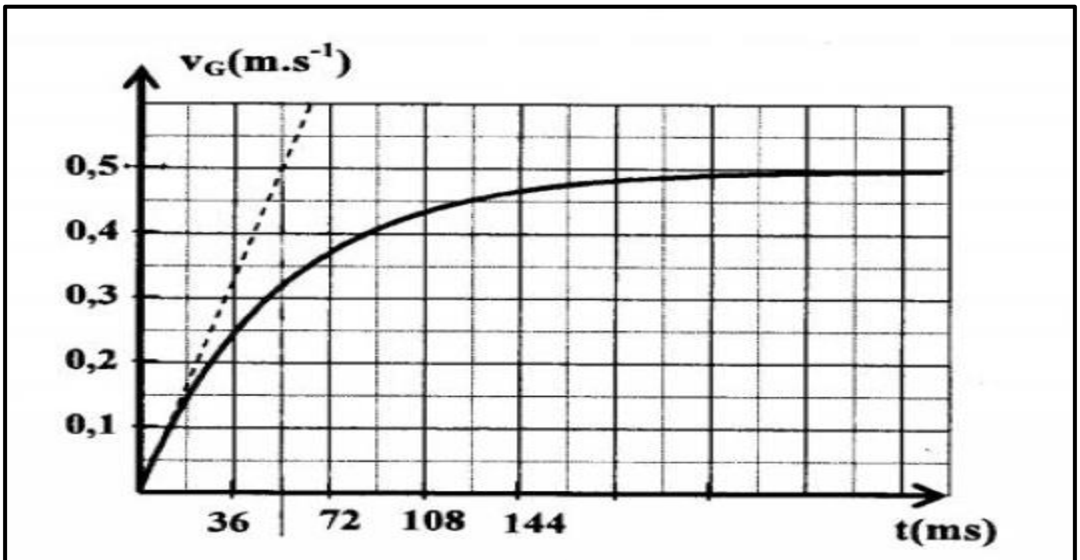
إذا كانت v كبيرة ، ....

3) السقوط الرأسي بإحتكاك Chute verticale avec frottement

1.3) الدراسة التجريبية:

نشاط:

نترك كرية كتلتها m تسقط بدون سرعة بدئية في خليط من الغليسيرول كتلته الحجمية ρ_f ثم نسجل حركتها بواسطة ألة تصوير فيديو، وبعد دالك نعالج الفيديو المحصل عليه بواسطة برنام مناسب، فنقوم بتمثيل سرعة مركز قصور الكرية v بدلالة t حيث نحصل على المنحنى أسفله (الشكل2):



الشكل 2

1) صف تغير السرعة v بدلالة الزمن.

....
....
....
....
....
....
....

2) يبرز المنحنى الممثل في الشكل2 وجود نظامين. حدد مبيانيا المجال الزمنى لكل نظام.

....
....
....
....

3) هل تسارع مركز قصور الجسم a يتناقص أم تتزايد؟ علل.

....
....
....
....
....

4) مثل المقارب للمنحنى ثم استنتج السرعة الحدية v_L.

....
....
....

5) نسمى الزمن المميز للحركة τ أفصول نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند $t=0$ مع الخط المقارب. عين τ.

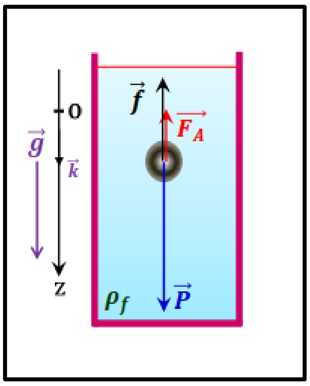
....
....
....

2.3) الدراسة النظرية:

ندرس حركة الكرية السابقة في معلم متعامد ممنظم مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا محوره $(O,\vec{k})$ رأسى (أنظر الشكل).

أجرد القوى المطبقة على الكرية:

....
....
....
....



1.2.3) المعادلة التفاضلية:

بتطبيق القانون الثانى لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية للحركة تكتب كالتالى:

$$\boxed{\frac{dv}{dt}=(\frac{m-m_f}{m})g-\frac{k}{m}v^n}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

نضع: $\boxed{A=(\frac{m-m_f}{m})g}$ و $\boxed{B=\frac{k}{m}}$ فتصيح المعادلة التفاضلية.

$$\boxed{\frac{dv}{dt}=A-Bv^n}$$

2.2.3) السرعة الحدية:

بينت الدراسة التجريبية لتغيرات $v=f(t)$ أن هناك نظامين:

- ☜ **نظام بدئى:** حيث السرعة v تتزايد.
- ☜ **نظام دائم:** حيث السرعة تستقر عند قيمة حدية نرمز لها ب v_L. فى هدا النظام يكون التسارع منعدما $a=0$.

حدد تعبير v_L إنطلاقا من المعادلة التفاضلية:

....
....
....
....
....
....
....
....

وبالتالى تعبير V_L هو: $\boxed{v_L = \left(\frac{g}{k}(m - m_f)\right)^{\frac{1}{n}}}$ أو $\boxed{v_L = \left(\frac{g}{k}(\rho - \rho_f).V\right)^{\frac{1}{n}}}$

بحيث: V: حجم الكرية ρ_f : الكتلية الحجمية للسائل. ρ : الكتلة الحجمية للكرية.

3.2.3) التسارع البدئى:

حدد a_0 التسارع عند t=0.

....
....
....
....
....

وبالتالى: $$\boxed{a_0 = (\frac{m - m_f}{m})g}$$

4.2.3) الزمن المميز للحركة:

يتقاطع المماس للمنحنى v=f(t) مع المقارب للمنحنى عند نقطة أفصولها τ تسمى الزمن المميز للحركة.

$$\boxed{a_0 = \text{———} \quad \Leftrightarrow \quad \tau = \text{——} \quad \Leftrightarrow \quad v_L =}$$

3.3) حل المعادلة التفاضلية للحركة بتطبيق طريقة أولير:

طريقة أولير طريقة رقمية تكرارية تمكن من حل المعادلة التفاضلية السابقة. وتستوجب هذه الطريقة استعمال العلاقات التالية:

اللحظـــــة t_i	التســــــارع a_i	السرعـــــــة v_i
$t_{i+1} = t_i + \Delta t$ حيث Δ تمثل خطوة الحسا ب	من خلال المعادلة التفاضلية $a_i = A - B.v_i^n$	حسب تعبير التسارع $a_i = \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t}$ $v_{i+1} = a_i.\Delta t + v_i$

بمعرفة قيمة السرعة البدئية v_0 لمركز قصور الجسم في اللحظة t=0 .

المرحلة i	t_i	v_i		a_i	
0	$t_0 = 0$	v_0	⓿	$a_0 =$	❶
1	$t_1 = t_0 + \Delta t$	$v_1 =$	❷	$a_1 =$	❸
2	$t_2 = t_1 + \Delta t$	$v_2 =$	❹	$a_2 =$	❺
3	$t_3 = t_2 + \Delta t$	$v_3 =$	❻	$a_3 =$	❼
4	$t_4 = t_3 + \Delta t$	$v_4 =$	❽	$a_4 =$	❾
5	$t_5 = t_4 + \Delta t$	$v_5 =$	❿	$a_5 =$	

ملحوظة1:

اختيار خطوة الحساب Δt تكون جد مهمة فى طريقة أولير حيث كلما كانت Δt صغيرة كلما كانت القيم دقيقة ، عموما نأخذ Δt=τ/10 حيث τ الزمن المميز للحركة.

تطبيق:

نعطى المعادلة التفاضلية لحركة كرية داخل سائل لزج:

$$\frac{dv_G}{dt} = 9.26 - 18.52 v_G$$

بإعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول التالى احسب القيمة التقريبية لكل من التسارع a_3 والسرعة v_4.

t (s)	v_G ($m.s^{-1}$)	a_G ($m.s^{-2}$)
⋮	⋮	⋮
0,015	0,126	a_3
0,020	v_4	6,28
0,025	0,192	5,70

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

1.4) تعريف:

يكون جسم في سقوط حر إدا كان ....

2.4) متجهة تسارع مركز قصور الجسم.

في معلم متعامد ممنظم مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا محوره $(O,\vec{k})$ رأسي (أنظر الشكل أسفله). بتطبيق القانون التاني لنيوتن على كرية (S) كتلتها m توجد في سقوط حر. بين أن:

$$\boxed{\vec{a}_G = \vec{g}}$$

....

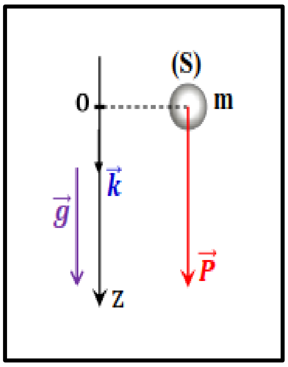
....

....

....

3.4) المعادلات الزمنية:

بإسقاط العلاقة السابقة على المحور $(O,\vec{k})$ إستنتج المعادلات الزمنية التالية:



$$\boxed{\begin{aligned} & a_G = g \\ & v(t) = gt + v_0 \\ & z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t + z_0 \end{aligned}}$$

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ملحوظة: عندما نأخذ اللحظة $t=0$ عند تطابق G مع أصل المعلم ونطلق الكرية بدون سرعة بدئية تكون:

$V_0=0$ و $z_0=0$

فتصبح المعادلات الزمنية كالتالي:

....

....

....

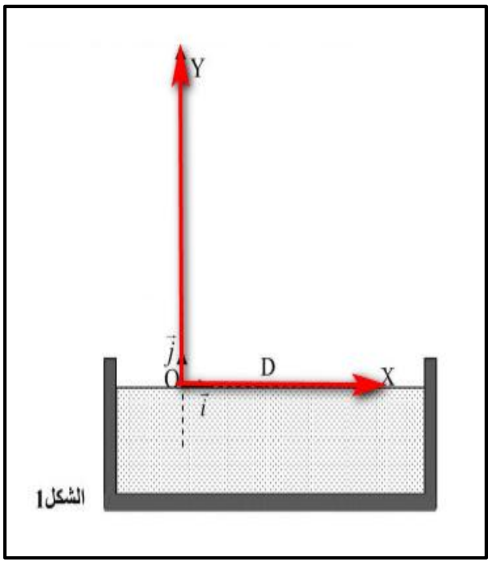
....

....

....

5) تطبيقات: Applications

التمرين الأول:



ندرس حركة جسم (S) كتلته $m=70kg$ ومركز قصوره G في الماء بسرعة رأسية $\vec{v}$ حيث يخضع بالإضافة إلى وزنه إلى:

- قوة احتكاك مائع ننمذجها بمتجهة $\vec{f}$ تعبيرها في النظام العالمي للوحدات هو: $\vec{f}=140v^2.\vec{j}$.
- دافعة أرخميدس $\vec{F_A}$ شدتها $F_A=637N$.

نعتبر لحظة دخول الجسم (S) في الماء أصلا للتوارخ.

1-: بين أن السرعة $v(t)$ للنقطة G تحقق المعادلة التفاضلية التالية:

$$\boxed{\frac{dv(t)}{dt}-2v^2+0,7=0}$$

2-: أوجد قيمة السرعة الحدية $v_{\ell im}$.

3-: بالاعتماد على الجدول أسفله وباستعمال طريقة أولير، حدد القيمتين a_{i+1} و v_{i+2}.

t(s)	v(m/s)	A(m/s²)
$t_i=0,18s$	-1,90	6,52
$t_{i+1}=0,195s$	-1,80	a_{i+1}
$t_{i+2}=0,21s$	v_{i+2}	5,15

التمرين الثاني:

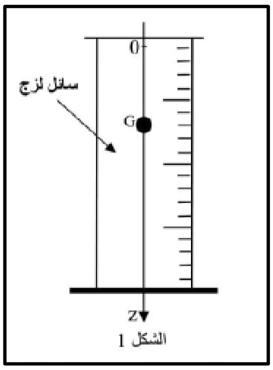
تمكن دراسة سقوط جسم صلب في سائل لزج من تحديد بعض المقادير الحركية ولزوجة السائل المستعمل .

نملأ أنبوبا مدرجا بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية ρ ثم نسقط فيه كرية متجانسة كتلتها m ومركز قصورها G بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.

ندرس حركة G بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا .

نعلم موضع G عند لحظة t بالأنسوب z على محور $\vec{Oz}$ رأسي موجه نحو الأسفل

(الشكل 2).نعتبر أن موضع G منطبق مع أصل المحور $\overrightarrow{Oz}$ عند أصل التواريخ وأن دافعة أرخميدس $\vec{F}$ غير مهملة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكرية.



ننمذج تأثير السائل على الكرية بقوة إحتكاك $\vec{f} = -k\vec{v}$ حيث $\vec{v}$ متجهة سرعة G عند لحظة t و k معامل ثابت موجب.

شعاع الكرية: r=6.10^{-3}m

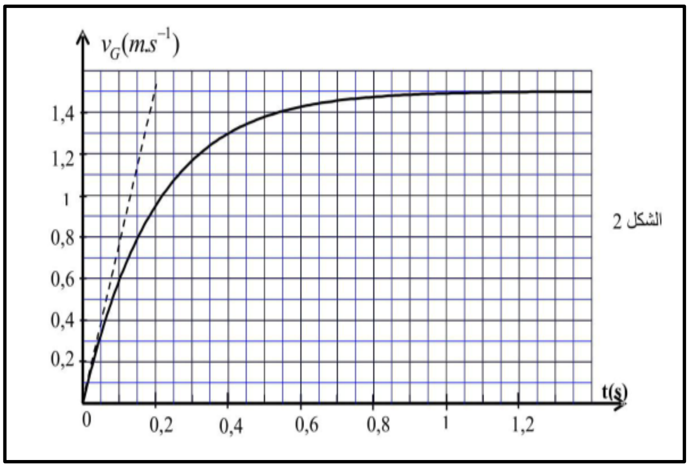
كتلة الكرية: m=$4.1\ 10^{-3}$Kg

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على الشكل:

$$\boxed{\frac{dv}{dt} + Av = B}$$

محددا تعبير A بدلالة k و m وتعبير B بدلالة شدة الثقالة g و m و ρ و V حجم الكرية.

2- تحقق أن التعبير $v(t) = \frac{B}{A}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حل للمعادلة التفاضلية ، حيث $\tau = \frac{1}{A}$ الزمن المميز للحركة.



3- أكتب تعبير السرعة الحدية $V_{\lim}$ لمركز قصور الكرية بدلالة A و B .

4- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل 2 الذي يمثل تغير السرعة V_G بدلالة الزمن؛ حدد مبيانيا قيمتي $V_{\lim}$ و τ .

5- أوجد قيمة المعامل k .

6- يتغير المعامل k مع شعاع الكرية ومعامل اللزوجة η للسائل وفق العلاقة التالية : $k = 6\pi\eta r$. حدد قيمة η للسائل المستعمل في هذه التجربة.

7- تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G كالتالي:

$$\boxed{\frac{dv}{dt} = 7,57 - 5v}$$

t(s)	v(m.s^{-1})	a(m.s^{-2})
0	0	7,57
0,033	0,25	a_1
0,066	v_2	5,27

باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول أوجد قيمتي a_1 و v_2 .

التمرين الثالث:

في لحظة t=0، يسقط رأسيا جسم (S)، كتلته m_S=30kg بدون سرعة بدئية. ندرس حركة مركز القصور G_S للجسم (S) في المعلم $(O;\vec{j})$

بحيث المحور $\overrightarrow{Oy}$ موجه نحو الأسفل. (الشكل 1)

ينطبق موضع G_S مع أصل المحور $\overrightarrow{Oy}$ عند أصل التواريخ.

ننمذج تأثير الهواء على الجزء (S) أثناء حركته بالقوة $\vec{f} = -Kv^2\vec{j}$.

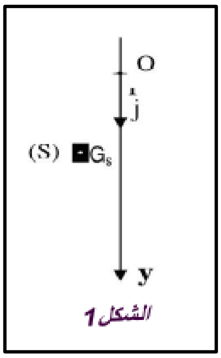
حيث $\vec{v}$ متجهة سرعة G_S عند لحظة t و $K = 2,7$ في النظام العالمي للوحدات.

نهمل تأثير دافعة أرخميدس أمام القوى الأخرى المطبقة على الجسم (S).

-1: اعتمادا على معادلة الأبعاد، حدد وحدة الثابتة K في النظام العالمي للوحدات.

-2: أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة V تكتب كما يلي:

$$\boxed{\frac{dv}{dt} + 9.10^{-2}.v^2 = 9,8}.$$

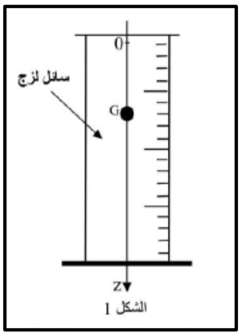


-3: حدد السرعة الحدية V_{lim} للحركة.

-4: علما أن سرعة مركز القصور G_S عند لحظة t_1 هي $v_1 = 2,75 m.s^{-1}$، أوجد بإعتماد طريقة أولير سرعته v_2 عند اللحظة $t_2=t_1+\Delta t$، حيث خطوة الحساب هي: $\Delta t=2,4.10^{-2}s$.

التمرين الرابع:

ندرس الحركة الرأسية ، بدون سرعة بدئية ($V_0 = 0$ عند $t = 0$) لسقوط كرية كتلتها m وحجمها V في مخبار مدرج يحتوي على الغليسيرين ذي الكتلة الحجمية ρ . نعتبر أن الكرية تخضع لقوة احتكاك مائع منمذجة بمتجهة $\vec{f}$ لها نفس اتجاه متجهة السرعة $\vec{V}$ ومنحاها معاكس لمنحى الحركة وشدتها $f = kV$ مع k ثابتة موجبة
و دافعة أرخميدس $\vec{Fa}$
نحصل على المنحنى جانبه والذي يمثل تطور السرعة V بدلالة الزمن.

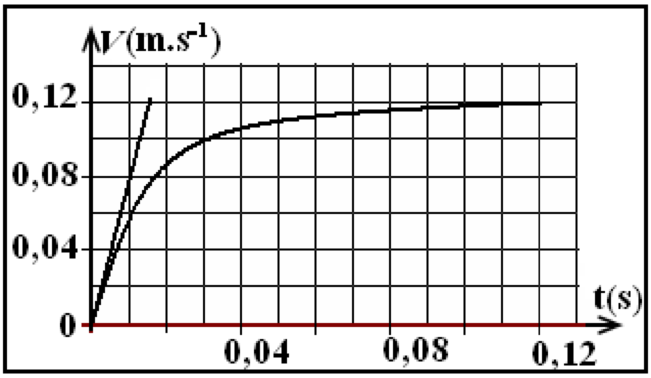


1) أجرد القوى المطبقة على الكرية خلال سقوطها في الغليسيرين ، ومثلها على تبيانة دون اعتبار للسلم.

2) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن حركة مركز قصور الكرية تحقق المعادلة التفاضلية التالية :

$$\frac{dV}{dt} = A - BV$$

أعط التعبير الحرفي لكل من A و B بدلالة معطيات النص.



3) باستعمال المنحنى ، حدد قيمة كل من السرعة الحدية V_L وقيمة الزمن المميز للحركة τ.

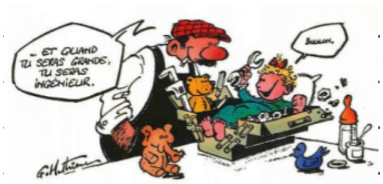
4) إستنتج قيمتى التابتتين: A و B.

أجوبة:

....

....

....



....

....

....

....

....

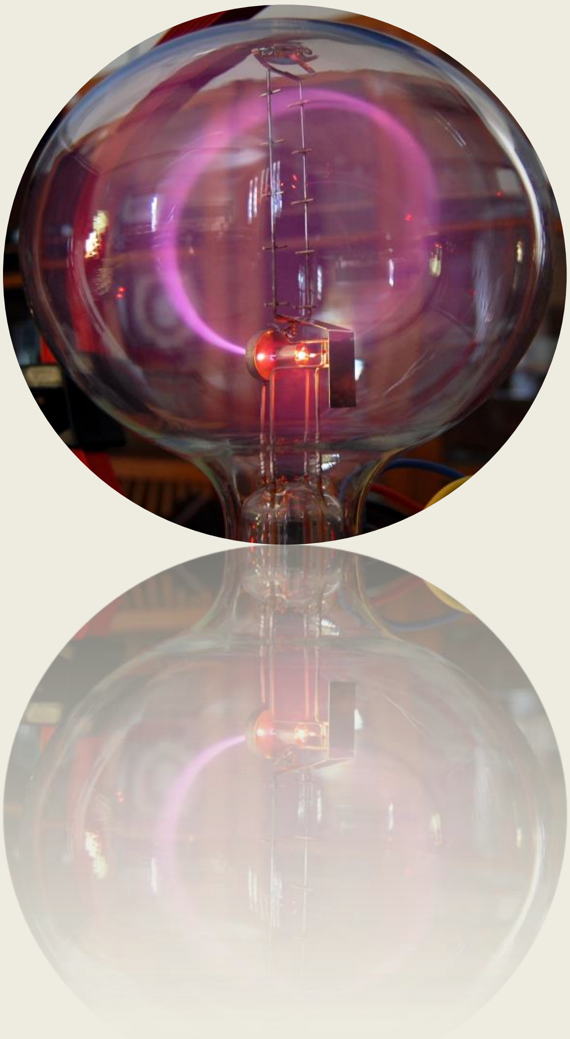
....

3

الحركات المستوية

Mouvements Plans

الأستاذ عبد الحق صومادي



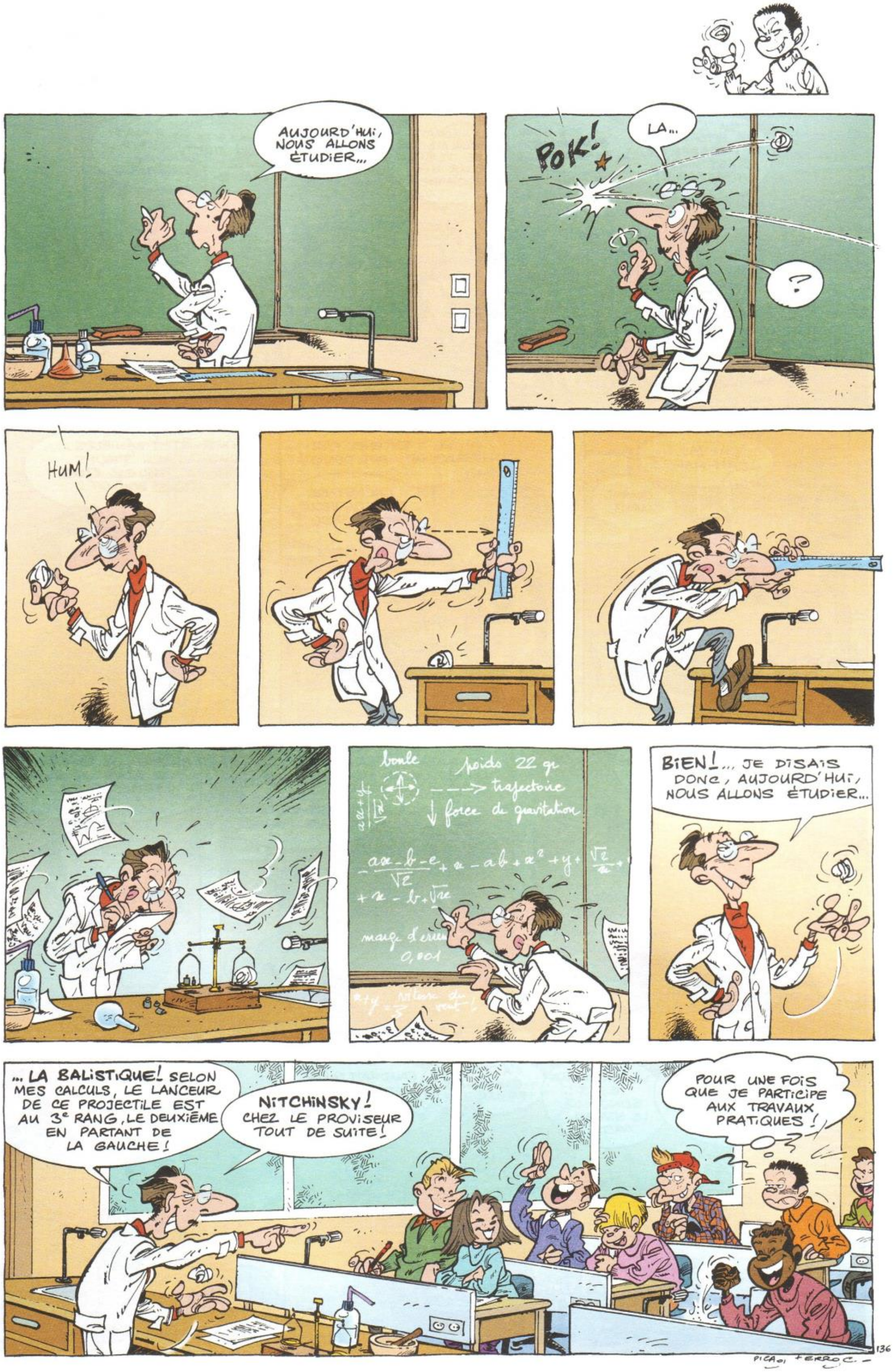
حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم

الدراسة التجريبية - الدراسة النظرية (المعادلات التفاضلية، المعادلات الزمنية للحركة للحركة، معادلة المسار، قمة المسار، المدى)

حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

القوة المغنطيسية - مميزات قوة لورنتز - الدراسة النظرية - الإنحراف المغنطيسي

تطبيقات


AUJOURD'HUI, NOUS ALLONS ÉTUDIER...
POK!
LA...
?
HUM!
boule
poids 22 gr
force de gravitation
BIEN!... JE DISAIS DONC, AUJOURD'HUI, NOUS ALLONS ÉTUDIER...
... LA BALISTIQUE! SELON MES CALCULS, LE LANCEUR DE CE PROJECTILE EST AU 3e RANG, LE DEUXIÈME EN PARTANT DE LA GAUCHE!
NITCHINSKY! CHEZ LE PROVISEUR TOUT DE SUITE!
POUR UNE FOIS QUE JE PARTICIPE AUX TRAVAUX PRATIQUES!
136

Le génie de Galilée

Lorsqu'il meurt en 1642, Galilée laisse derrière lui mieux qu'une œuvre : un monde nouveau. Par ses découvertes, comme la loi de la chute des corps ou les satellites de Jupiter, par sa méthode de compréhension du monde qui allie expériences rigoureuses et théories audacieuses, et par ses prises de position face à l'Église et au dogme aristotélicien, il fait entrer son siècle dans la modernité.

La mécanique avant et après Galilée

Les premières études de Galilée (1564-1642) portèrent sur la chute des corps. Il avait devant lui la théorie d'Aristote, constituée et partout admise, arrivée en Occident au début du XII^{ème} siècle. Les corps ont des mouvements rectilignes qui les ramènent dans leur « *lieu naturel* » : les éléments air et feu vont vers le haut, les éléments terre et eau vers le bas. Soumis à des contraintes, les corps ont des mouvements non naturels, que l'on dit violents. Non rectilignes, ils s'épuisent rapidement.
Exemple typique : le mouvement du boulet de canon. Il part vers le haut (mouvement violent, non naturel, qui épuise l'impulsion première) puis retrouve son mouvement naturel et tombe alors, d'un coup, verticalement.

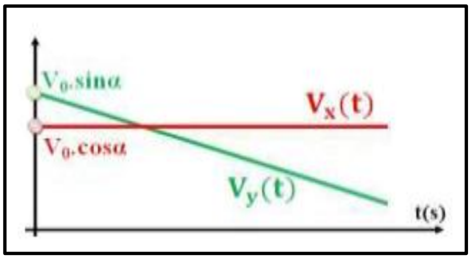
Jusqu'en 1609, Galilée effectua une première série d'expériences sur la chute des corps : il s'essaya par exemple à la chute simultanée de boules de même forme mais de poids[1] différents ou, inversement, de même poids mais de formes différentes.
En première approximation, on peut considérer que les boules touchent toutes le sol au même moment. L'expérience est cependant moins catégorique, et l'on peut la reproduire facilement. Si le choc au sol des mobiles est sonore, on constatera facilement leur arrivée désynchronisée (l'oreille est sensible à des écarts de temps de quelques centièmes de secondes).
Toutefois, Galilée n'affirma, de manière explicite, sa loi sur la chute des corps dans le vide non à partir de ses premières expériences, mais bien plus tard, dans son *Discours et démonstrations mathématiques concernant deux sciences nouvelles,* rédigé à la fin de sa vie. Sa réflexion s'était alors enrichie de considérations astronomiques.

En 1610, Galilée perfectionne une lunette astronomique rapportée de Hollande et réalise des observations remarquables : l'existence de relief sur la Lune, la présence de satellites autour de Jupiter, les phases de Vénus, l'existence de taches solaires, la décomposition de la voie lactée en multiples étoiles. Toutes ces découvertes contredisent la vision aristotélicienne de la perfection du monde supralunaire, mais une seule infirme réellement la théorie de Ptolémée : l'existence des phases de Vénus.

Galilée imagine une réponse à cette question et l'expose dans son ouvrage intitulé *Discours concernant deux sciences nouvelles* publié en 1638. Dans cet extrait, Salviati (qui énonce les théories de Galilée) répond à Simplicio (défenseur des positions les plus conservatrices) : SIMPLICIO. – Vous n'avez pas, je suppose, l'intention de nous prouver qu'une balle de liège tombe à la même vitesse qu'une balle de plomb ? SALVIATI. – […] Ayant vu, dis-je, tout cela, j'en arrive à la conclusion que si l'on éliminait complètement la résistance du milieu, tous les corps tomberaient à vitesse égale.	Aux alentours de 1670, Newton réalise une expérience pour valider l'hypothèse de Galilée : à l'aide d'une machine pneumatique, il fait le « vide » dans un long tube de verre contenant une bille en fer, une boule en liège et une plume. Le tube est rapidement retourné et placé en position verticale, il observe alors la chute simultanée des trois objets. En 1971, lors de la mission Apollo 15, l'astronaute David Scott, laisse tomber de la même hauteur un marteau et une plume, et constate que les deux objets arrivent simultanément sur le sol lunaire.

1) حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم:

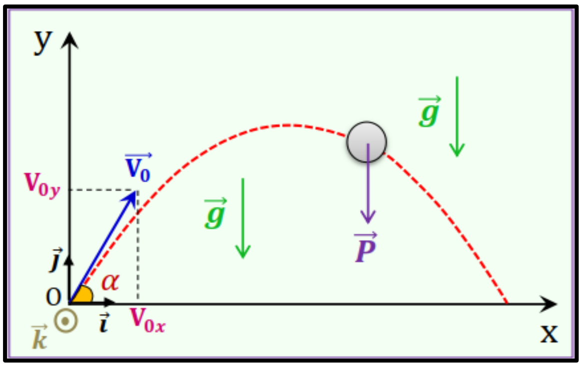
1.1) الدراسة التجريبية محاكاة (animation Flash)



تبين الدراسة التجريبية أن مسار كرية أرسلت بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ في مجال الثقالة المنتظم مسار شلجمي معادلته تكتب على الشكل التالي: $y=ax^2$.
والتمثيل المبياني لإحداثيتي السرعة يكون كالتالي (الشكل جانبه):

2.1) الدراسة النظرية:

نشاط:
نرسل جسما صلبا (قذيفة) كتلته m نحو الأعلى من نقطة O بسرعة بدئية متجهتها $\vec{V}_0$ تكون زاوية α مع المستوى الأفقي (أنظر الشكل أسفله).



ندرس حركة القذيفة في معلم R(0XYZ) مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.نختار أصل التواريخ عند النقطة O.

1. المعادلات التفاضلية للحركة :

بتطبيق القانون 2 لنيوتن حدد المعادلات التفاضلية لسرعة القديفة.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2. المعادلات الزمنية للحركة :

إستنتج المعادلات الزمنية للسرعة والمعادلات الزمنية للحركة.

....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

خلاصة: في معلم R(0XYZ) غاليليا تكون إحداثيات مركز قصور G لقديفة توجد في مجال الثقالة:

$$\vec{OG}\begin{pmatrix} x(t)=V_0\cos\alpha.t \\ y(t)=-\frac{1}{2}gt^2 \;+\; V_0\sin\alpha.t \\ z(t)=0 \end{pmatrix}$$

ملاحظات هامة:

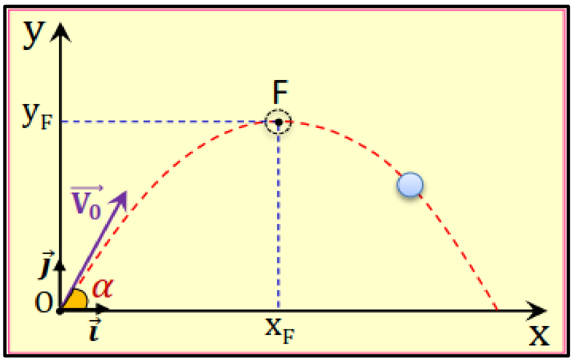
- لدينا z(t)=0 وبالتالي ....
- على المحور [OX]: ....
- على المحور [OY]: ....
- السقوط الحر لايتعلق ....

3. معادلة المسار y=f(x) :

حدد معادلة المسار للقديفة $y=f(x)$ ثم بين أنه عبارة عن شلجم.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

4. *قمة المسار* Fleche du tir:



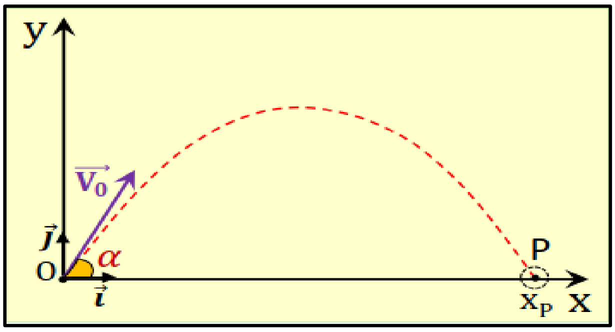
قمة المسار $F(x_F.y_F)$: ....

حدد تعبير إحداثيات قمة المسار $F(x_F.y_F)$ للقديفة.

ملحوظة:

5. المدى OP :

المدى هي المسافة x_p=OP حيث النقطة P هي نقطة سقوط القديفة.
حدد تعبير المدى x_p.



....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ملحوظة:

....
....

خلاصة:

$$\overrightarrow{OG}\begin{cases} x = (V_0 cos\alpha).t + x_0 \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0 sin\alpha).t + y_0 \\ z = 0 \end{cases}$$

بحيث x_0 و y_0 يمثلان الأفصول و الأرتوب عند اللحظة t=0 .

وبالتالي يصبح تعبير كل من المدى و قمة المسار كمايلي:

قمة المسار: $y_F = \frac{V_0^2 . sin\alpha^2}{2g} + y_0$

المدى: $x_P = \frac{V_0^2 \sin(2\,\alpha)}{g} + x_0$

2) حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم:

تعريف: الدقيقة المشحونة هي إلكترون أو بروتون أو أيون.

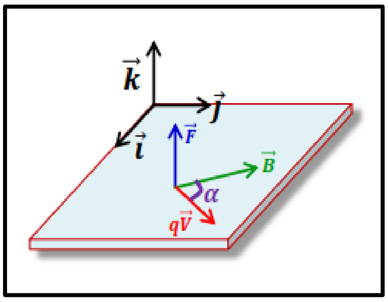
1.2) القوة المغنطيسية:

تخضع الدقائق المشحونة التى تتحرك بسرعة متجهتها $\vec{V}$ داخل مجال مغنطيسى متجهته $\vec{B}$ إلى ....
....

$\vec{F} =$

q : شحنة الدقيقة ....
B : شدة المجال المغنطيسى ....
V : سرعة الدقيقة ....

2.2) مميزات قوة لورنتز:

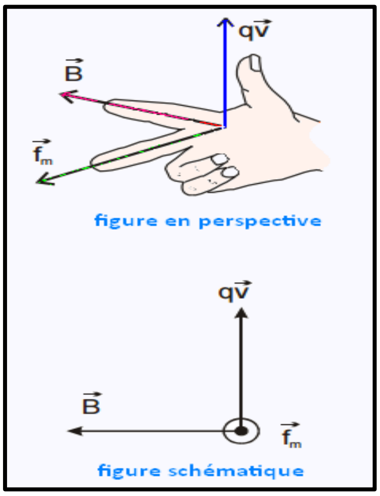


☜ نقطة التأثير: ....

☜ خط التأثير: ....
....

☜ المنحى: ....
....

($q\vec{V}$: الإبهام ، $\vec{B}$: السبابة ، $\vec{F}$: الوسطى).



☜ الشدة: $F = |q.V.B.\sin\alpha|$ مع $\alpha = (q\vec{V}, \vec{B})$

$\vec{V} // \vec{B} \quad \Rightarrow$

$\vec{V} \perp \vec{B} \quad \Rightarrow$

ملحوظة:

نمثل المتجهات المتعامدة على مستوى الورقة كالتالى:

....
....

تطبيق:

حدد إتجاه ومنحى قوة لورنتز فى الحالات التالية:

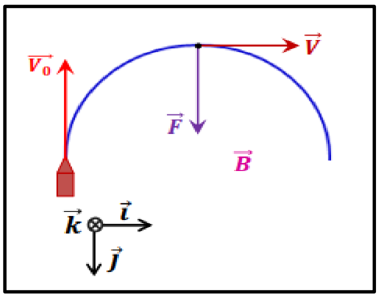
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....

3.2) الدراسة النظرية:

نشاط:

ينطلق إلكترون شحنته q=-e وكتلته m بسرعة $\vec{v}_0$ ليدخل في حيز من الفضاء به مجال مغنطيسي منتظم $\vec{B}=\vec{C}^{te}$ (أنظر الشكل). نهمل وزن الدقيقة. ونعتبر $\vec{B}$ عمودي على $\vec{v}$.



1- حدد منحى و إتجاه متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن تعبير تسارع الدقيقة يكتب كالتالي:

$$\boxed{\vec{a}=\frac{q\vec{v}\wedge\vec{B}}{m}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3- إستنتج أن حركة الإلكترون مستوية.

....
....
....
....
....
....
....
....
....

4- بين أن حركة الإلكترون حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب كالتالي:

$$\boxed{R=\frac{mv_0}{eB}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

خلاصة:

داخل مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ حركة دقيقة شحنتها q و متجهة سرعتها $\vec{v}_0$ عمودية على $\vec{B}$ تكون مستوية ودائرية منتظمة شعاعها R حيث:

$$\boxed{R = \frac{mv_0}{|q|B}}$$

ملحوظة:

بما أن حركة الدقيقة دائرية منتظمة يمكن أن نعرف أيضا:

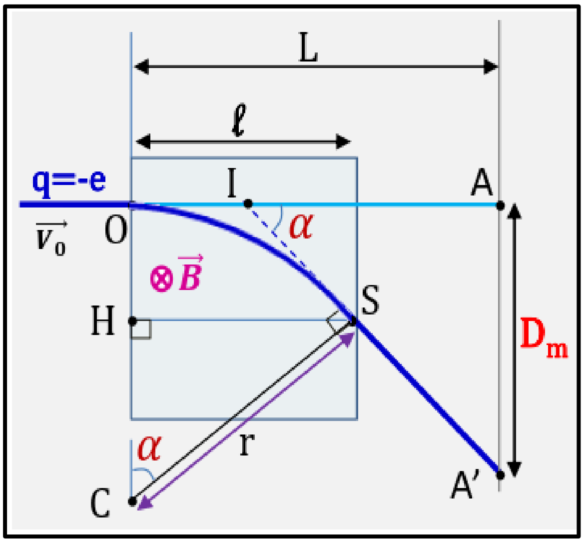
☜ **السرعة الزاوية للدقيقة ω:**

$$\boxed{\omega = \frac{v_0}{R} = \qquad\qquad}$$

☜ **الدور T:**

$$\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega} = \qquad\qquad}$$

4.2) الإنحراف المغنطيسي:



حركة دقيقة داخل مجال مغنطيسي منتظم سرعتها البدئية $\vec{v}_0$ عمودية على $\vec{B}$ تكون دائرية مركزها النقطة C .
عند خروج الدقيقة من المجال المغنطيسي تصبح لها حركة مستقيمية منتظمة (القانون الأول لنيوتن) فتصطدم مع شاشة عند النقطة A.
(أنظر الشكل).
نسمي الإنحراف المغنطيسي المسافة:

$$\boxed{D_m = AA}$$

بين أن في حالة: α صغيرة جدا و $l \langle\langle L$ يكون للإنحراف المغنطيسي الصيغة التقريبية التالية:

$$\boxed{D_m = \frac{|q| l L B}{m v_0}}$$

....

التمرين الأول: Bac Ratt PC 2014

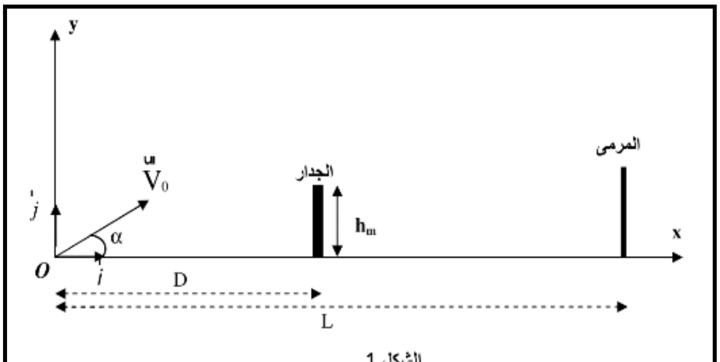
خلال مباراة في كرة القدم، سدد أحد اللاعبين ضربة حرة مباشرة (Coup franc) انطلاقا من نقطة O قصد تسجيل الهدف دون أن تصطدم الكرة خلال مسارها بجدار مكون من بعض لاعبي الفريق الخصم.

توجد النقطة O على المسافة L من خط المرمى وعلى المسافة D من الجدار ذي ارتفاع أقصى h_m. (الشكل 1). معطيات:

- ✓ نهمل تأثير الهواء وأبعاد الكرة أمام جميع المسافات. ونأخذ شدة الثقالة $g=10m.s^{-2}$.
- ✓ $D=9,2m$ ؛ $h_m=2,2m$ ؛ $L=20m$.
- ✓ عند اللحظة $t=0$، أرسل اللاعب الكرة من النقطة O بسرعة $\overrightarrow{V_0}$ تكون زاوية $\alpha=32°$ مع الخط الأفقي ومنظمها. $v_0=16\,m.s^{-1}$

ندرس حركة الكرة في معلم $(O;\vec{i};\vec{j})$ غاليليا.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أثبت المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الكرة.
2- استنتج معادلة مسار حركة الكرة
3- تحقق أن الكرة تمر فوق الجدار.
4- حدد t لحظة دخول الكرة إلى المرمى، وإستنتج قيمة السرعة v للكرة عند دخولها المرمى.



الشكل 1

التمرين الثاني: Bac PC 2015

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من ثلاثة أجزاء:

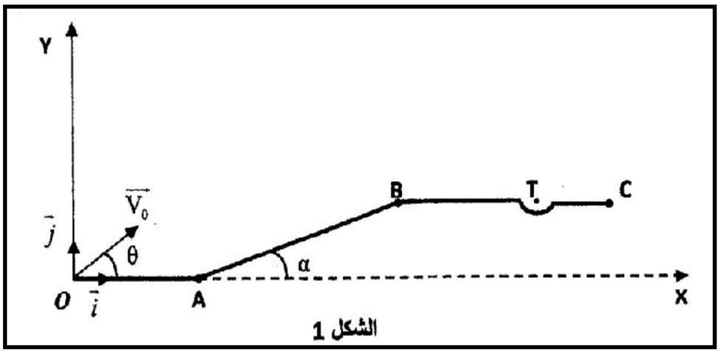
- جزء أفقي OA طوله $OA = 2,2\ m$ ؛
- جزء AB طوله $AB = 4\ m$ ومائل بزاوية $\alpha = 24°$ بالنسبة للمستوى الأفقي؛
- جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة $BT = 2,1\ m$.

و نهمل تأثير الهواء و أبعاد كرة الغولف. و نأخذ $g = 10\ m.s^{-2}$

تتم دراسة حركة الكرة في المعلم $(O;\vec{i};\vec{j})$ المرتبط بالأرض و الذي نعتبره غاليليا.

عند اللحظة $t = 0$، تم إرسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية $v_0 = 10\ m.s^{-1}$.

تكون المتجهة $\vec{v}_0$ زاوية $\theta = 45°$ مع المحور الأفقي (Ox). الشكل 1

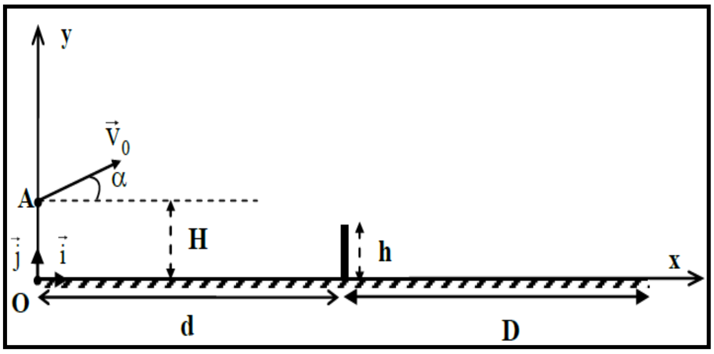


الشكل 1

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة الكرة.
2) استنتج معادلة مسار الكرة.
3) حدد قيمة x_S أفصول قمة مسار الكرة.
4) تحقق من أن الكرة تمر من النقطة T مركز الحفرة.

التمرين الثالث: Bac PC 2013

قام أحد التلاميذ، خلال مباراة في كرة الطائرة، بتصوير شريط فيديو لحركة الكرة ابتداء من لحظة إنجاز إرسال (service) من موضع A على ارتفاع H من سطح الأرض. يوجد اللاعب الذي أنجز الإرسال على مسافة d من الشبكة (انظر الشكل 1)



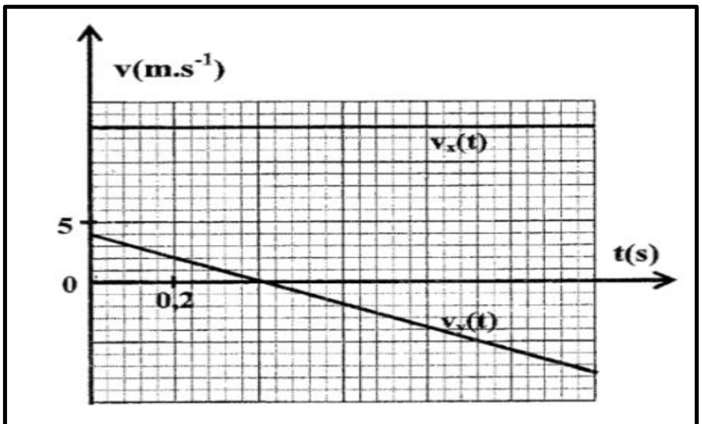
ليكون الإرسال مقبولا، يجب على الكرة تحقيق الشرطين التاليين معا:

- ✓ أن تمر من فوق الشبكة التي يوجد طرفها العلوي على ارتفاع h من سطح الأرض.
- ✓ أن تسقط في مجال الخصم الذي طوله D.

معطيات:

- ✓ نهمل أبعاد الكرة و تأثير الهواء. و $g=10m.s^{-2}$
- ✓ $h=2{,}50m$ و $d=D=9m$ و $H=2.60m$

ندرس حركة الكرة في معلم متعامد و ممنظم $(O;\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بالأرض و الذي نعتبره غاليليا.



الشكل 2

تكون الكرة،عند أصل التواريخ، منطبقة مع النقطة A

تكون متجهة السرعة البدئية $\vec{V}_0$ زاوية α مع الخط الأفقي (الشكل1).بعد معالجة الشريط المصور بواسطة برنام مناسب، تم الحصول على المنحنيين الممثلين في الشكل 2.

يمثل المنحنيان $V_x(t)$ و$V_y(t)$ تغيرات إحداثيتي متجهة سرعة الكرة في المعلم $(O;\vec{i},\vec{j})$.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت تعبير$V_x(t)$ بدلالة V_0 و α و تعبير $V_y(t)$ بدلالة V_0 و α و g و t.

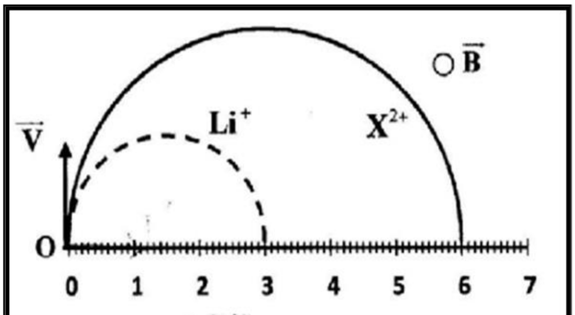
2- باستغلال المنحنيين (الشكل 2)، بين أن قيمة السرعة البدئية هي $V_0 \approx 13{,}6 m.s^{-1}$ و أن الزاوية α هي $\alpha \approx 17°$.

3- أوجد معادلة مسار G في المعلم بدلالة $(O;\vec{i},\vec{j})$.

4- علما أنه لم يعترض الكرة أي لاعب، هل حققت الكرة الشرطين اللازمين لقبول الإرسال؟ علل الجواب.

التمرين الرابع:

تدخل دقيقتان مشحونتان Li^+ و X^{2+} من نقطة O، بنفس السرعة البدئية متجهتها $\vec{v}$ ، فى حيز من الفضاء به مجال مغناطيسي منتظم، متجهته $\vec{B}$ عمودية على المتجهة $\vec{v}$.



الشكل 1

تمثل q_x و m_x على التوالي الشحنة الكهربائية والكتلة للدقيقة X^{2+}.

نعتبر أن تخضعان Li^+ و X^{2+} تخضعان فقط لقوة لورنتز.نعطى:

- ✓ السرعة البدئية $v=10^5 m/s$.
- ✓ شدة المجال المغنطيسي : $B=0{,}5T$.
- ✓ قيمة الشحنة الابتدائية: $e=1{,}6.10^{-19}C$.
- ✓ كتلة الأيون Li^+ : $m_{Li}=6{,}015u$ ؛ $1u=1{,}66.10^{-27}kg$.

✓ يمثل الشكل 1 مساري الدقيقتين في المجال المغنطيسي المنتظم $\vec{B}$ ؛نذكر أن تعبير قوة لورنتز هو: $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

1. حدد الاتجاه والمنحى والشدة لمتجهة قوة لورنتز المطبقة على الدقيقة Li^+ في النقطة O.
2. حدد منحى المتجهة $\vec{B}$ مستعملا ⊙ إذا كان نحو الأمام أو الرمز ⊗ إذا كان نحو الخلف.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بين أن حركة الأيون Li^+ حركة منتظمة ومسارها دائري شعاعه يكتب على الشكل: $R_{Li} = \frac{m_{Li}.V}{e.B}$.
4. باستغلالك معطيات الشكل 1؛ حدد النسبة $\frac{R_X}{R_{Li}}$ ، حيث R_X شعاع مسار الدقيقة X^{2+}.
5. تعرف، معللا جوابك على الدقيقة X^{2+} علما أنها توجد ضمن الأيونات الثلاث المقترحة في الجدول التالي:

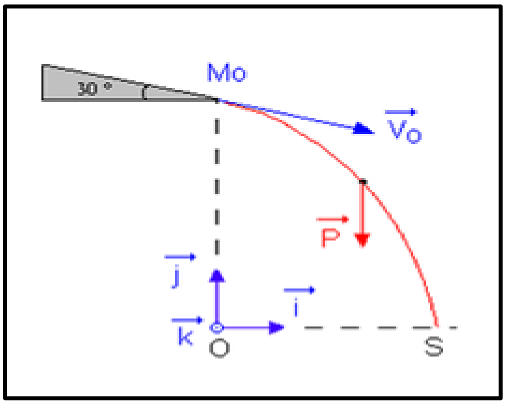
الأيون	${}^{40}_{20}Ca^{2+}$	${}^{26}_{12}Mg^{2+}$	${}^{24}_{12}Mg^{2+}$
كتلة الأيون (u)	39,952	25,983	23,985

التمرين الخامس:

ينزلق جسم صلب فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha=30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . يغادر الجسم المستوى عند النقطة M_0 التي نعتبرها أصلا للتواريخ $t=0$ بسرعة بدئية V_0. نعتبر المعلم $(R\ O,\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ معلما غاليليا.
نعطي: $V_0=080\ m/s$ ، $h= OM_0= 2m$ ، $g=9.8\ m.s^{-2}$

1. أحسب عند $t=0$:
   - ✓ إحداثيات متجهة الموضع $\vec{OM_0}$.
   - ✓ إحداثيات متجهة السرعة $\vec{V}$.
2. حدد المعادلات التفاضلية للحركة.
3. حدد المعادلات الزمنية للحركة.
4. بين أن معادلة المسار تكتب كالتالي:

$$\boxed{y = -10.2x^2 - 0.577x + 2}$$



5. إستنتج إحداثيات نقطة السقوط S.
6. أحسب لحظة سقوط الجسم على سطح الأرض : t_s
7. أحسب منظم $\vec{V_s}$ سرعة الجسم عندما يصطدم بسطح الأرض.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

Un pas vers l'enseignement supérieur

26 Principe de la spectrométrie de masse

COMPÉTENCES **Raisonner ; argumenter.**

La spectrométrie de masse est une technique d'analyse permettant notamment d'identifier des molécules organiques et de déterminer leur formule développée. *Dans un spectromètre de masse, des ions sont séparés en fonction de leur masse et de leur charge électrique.* Le Canadien Arthur DEMPSTER (1886-1950) a contribué à développer cette technique durant la première moitié du XX^e siècle et ses travaux l'ont conduit à la découverte de l'isotope 235 de l'uranium (seul l'isotope 238 était connu à l'époque), utilisé comme combustible fissile dans les centrales électronucléaires. Cette technique ne nécessitant que des microéchantillons est aussi utilisée dans l'analyse d'œuvres d'art, ainsi qu'en imagerie biomédicale...

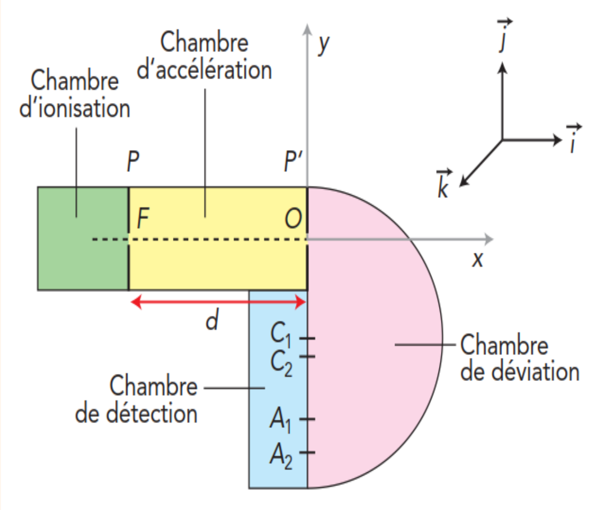
Le principe du spectromètre de masse est le suivant :
– un vide poussé est maintenu dans tout l'appareil ;
– dans la chambre d'ionisation, les molécules à analyser sont bombardées par des électrons, ce qui les fragmente en cations ;
– ensuite, ces cations sortent de la fente F avec une vitesse négligeable dans le référentiel terrestre du laboratoire supposé galiléen.

On considère deux ions i_1 et i_2 de même charge, mais de masses m_1 et m_2 différentes, pénétrant dans la chambre d'accélération délimitée par les plaques P et P' distantes de d. Dans cette chambre règne un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.

En O, ces ions possèdent respectivement les vitesses :

$$\vec{v_{01}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q_1 \cdot E \cdot d}{m_1}} \cdot \vec{i} \quad \text{et} \quad \vec{v_{02}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q_2 \cdot E \cdot d}{m_2}} \cdot \vec{i}.$$

Dans la chambre de déviation, on cherche à séparer ces ions avant leur entrée dans la chambre de détection. Le poids des ions sera négligé devant les autres forces.



Représentation du spectromètre de masse vu de dessus.

1. Comment doit être orienté le champ $\vec{E}$ pour accélérer les cations entre P et P' ?

2. Dans la chambre de déviation règne un champ magnétique $\vec{B}$, uniforme, orthogonal aux vitesses initiales, colinéaire et de même sens que $\vec{k}$. Les ions subissent alors une force appelée force de Lorentz $\vec{F_L}$ toujours orthogonale au champ $\vec{B}$ et au vecteur vitesse des ions. Elle a pour valeur $F_L = q_i \cdot v_i \cdot B$, où v_i et B sont respectivement les valeurs des vecteurs $\vec{v_i}$ et $\vec{B}$ et q_i la charge de l'ion i. Dans ces conditions, le mouvement des ions est circulaire (de centre C_i) et uniforme.

a. Définir un mouvement circulaire uniforme.

b. Rappeler l'expression du vecteur accélération en fonction des vecteurs unitaires $\vec{t}$ et $\vec{n}$ du repère lié à la particule.

c. En admettant que la force $\vec{F_L}$ est orientée dans le sens du vecteur $\vec{n}$, montrer que le rayon R_i de la trajectoire de chaque ion i vaut :

$$R_i = \frac{m_i \cdot v_i}{q_i \cdot B}$$

d. Justifier alors la phrase en italique dans le texte ci-contre.

3. Les ions i_1 et i_2 atteignent la chambre de détection aux points A_1 et A_2. Dans la chambre de détection, il n'existe plus aucun champ. Que dire alors du mouvement des ions ?

4. Expliquer comment la spectrométrie de masse a permis à A. DEMPSTER de découvrir l'uranium 235.

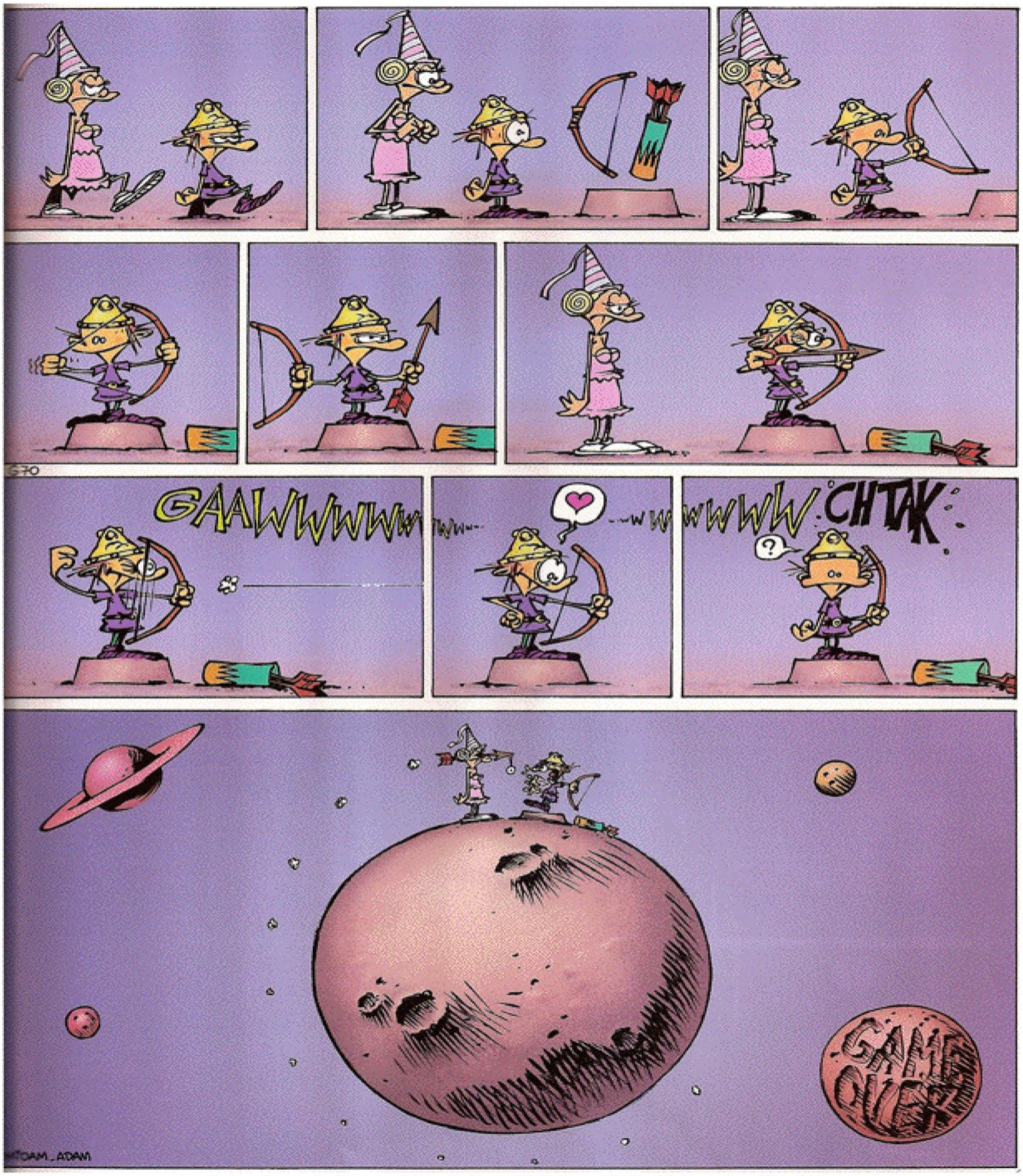
4

الأقمار الإصطناعية والكواكب

Satellites Artificiels et Planetes

إعداد عبد الحق صومادى

Critique raisonnée d'une BD

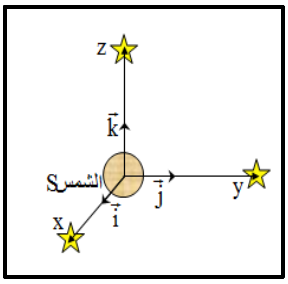


Game Over *de Midam, Adam & Augustin (album No Problemo, chez Dupuis)*

La satellisation de la flèche fatale est-elle crédible ?

Proposer une réponse argumentée, c'est à dire basée sur une modélisation de la situation. A cet effet, préciser les hypothèses et les approximations simplificatrices faites et définir clairement les grandeurs physiques utilisées.

1) القوانين الثلاثة لكيبلر:



1.1) المرجع المركزي الشمسي (تذكير)

لدراسة حركة كوكب حول الشمس ، نختار مرجعا غاليليا ملائما هو ....

....

....


Johannes KEPLER (1571-1630).

2.1) قوانين كيبلر

-1- أ – القانون الأول أو قانون المدارات الإهليجية

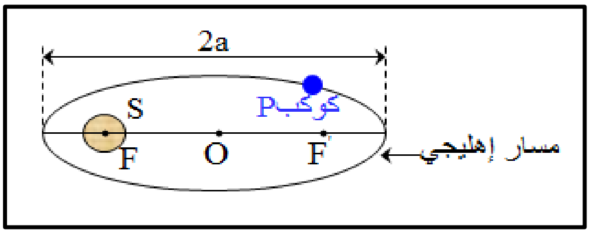
نص القانون :

في المرجع المركزي الشمسي ....

....

....

....



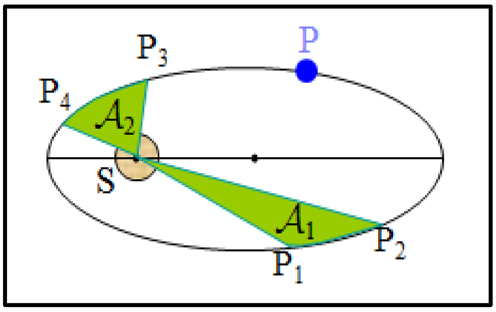
ملحوظة:

الإهليلج هو منحنى مستو حيث:

F و'F بؤرتي الإهليليج و a : هونصف طول المحور الكبير للإهليلج. و M نقطة من الإهليج.

-1- ب – القانون الثاني أو قانون المساحات

خلال مدة Δt ينتقل كوكب مركزه P من الموضع P_1 إلى الموضع P_2 نقرن بهذا الإنتقال المساحة $\mathcal{A}_1$ وخلال نفس المدة ينتقل P من P_3 إلى P_4 نقرن بهذا الإنتقال المساحة $\mathcal{A}_2$ (الشكل جانبه) .



القانون الثاني: يقول أن: ....

نص القانون : ....

....

....

ملحوظة1: يترجم هذا القانون أن الكوكب يدور حول الشمس بسرعة ....

....

....

1-2- ج – القانون الثالث أو قانون الأدوار

تعريف: الدور المداري T لكوكب ما هي ....

نص القانون : ....

$$\boxed{\frac{T^2}{a^3}=K}$$

planète	a demi grand axe en 10^3 km ou 10^6 m	T période de révolution en jour	T période de révolution en 10^6 s	T^2/a^3 en $jour^2.km^{-3}$	T^2/a^3 en $s^2.m^{-3}$
Mercure	57910	87,97	7,57984708	$3,98482.10^{-11}$	$2,95842.10^{-19}$
Vénus	108200	224,7	19,3610508	$3,98588.10^{-11}$	$2,95921.10^{-19}$
Terre	149600	365,26	31,47226264	$3,98483.10^{-11}$	$2,95843.10^{-19}$
Mars	227940	686,98	59,19294472	$3,98498.10^{-11}$	$2,95855.10^{-19}$
Jupiter	778330	4332,71	373,3236244	$3,98133.10^{-11}$	$2,95583.10^{-19}$

K: ثابتة لا تتعلق بالكوكب وحدتها $s^2.m^3$

2) الحركة الدائرية المنتظمة

1.2) خاصيات الحركة الدائرية المنتظمة:

1.2.أ: تعريف:

تكون حركة نقطة M دائرية منتظمة إذاكان ....

1.2.ب: معلمة الموضع:

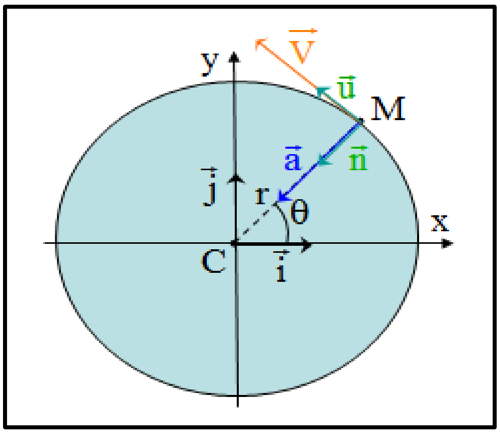
يمكن تحديد موضع النقطة M لها حركة دائرية منتظمة عند لحظة t بتحديد:

- الزاوية $\theta=(OM_0,OM)$: والتي تسمى بالأفصول الزاوي للنقطة M عند اللحظة t, و هو مقدار جبري وحدته في S.I هي الراديان (rad)
- المسافة المنحنية $s=M_0M$: والتي تسمى الأفصول المنحني للنقطة M عند التاريخ t, و هو مقدار جبري وحدته في S.I هي المتر (m).

العلاقة بين الأفصول الزاوي و الأفصول المنحني:

$$\boxed{s = r \,.\, \theta}$$

r يمثل شعاع المسار الدائري للنقطة المتحركة.



1.2.ج. متجهة السرعة و متجهة التسارع في أساس فريني:

في أساس فريني $M(\vec{u};\vec{n})$ تكون إحداثيات متجهة السرعة $\vec{V}$ و متجهة التسارع $\vec{a}$:

$$\vec{V}\begin{cases}V_t=\\V_n=\end{cases} \quad و \quad \vec{a}\begin{cases}a_t=\dfrac{dV}{dt}\\a_n=\dfrac{V^2}{r}\end{cases}$$

ملحوظة:

نعرف أيضا السرعة الزاوية ω بالصيغة التالية:

وحدة السرعة الزاوية: ....

بالنسبة لحركة دائرية منتظمة

إذن: $\boxed{\vec{a} = \frac{V^2}{r}\vec{n}}$ أو: $\boxed{\vec{a} = r\omega^2\vec{n}}$

مع $\vec{n}$: المتجهة المنظمية الواحدية في أساس فرينى

بالنسبة لحركة دائرية منتضمة تكون متجهة التسارع $\vec{a}$ ....

1.2.د. الدور:

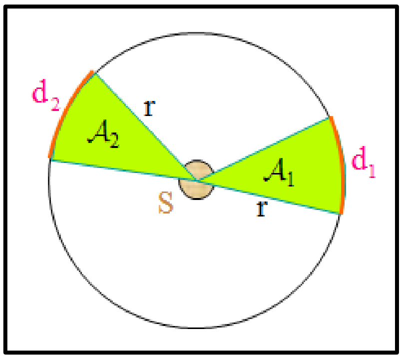
تكون الحركة الدائرية المنتظمة ....

و دورها T يمثل ....بحيث:

$$T = \frac{\quad}{\quad}$$

2.2) قوانين كيبلر في حالة حركة دائرية منتظمة:

سقتنصر في دراسة حركة الأقمار و الكواكب في حالة واحدة حيث يكون المدار دائريا، بمعنى أننا سنطبق القوانين الثلاث لكيبلر في الحالة الخاصة التي يكون فيها المسار دائرى ، في هذه الحالة تصبح قوانين كيبلر كالتالى:



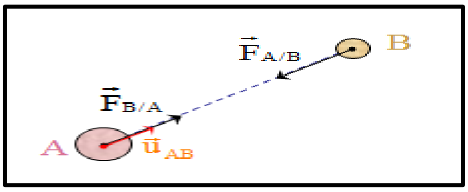
☜ القانون الأول: ....

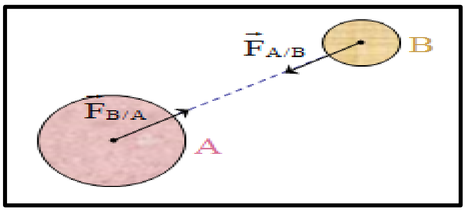
☜ القانون الثانى: $A_1 = A_2 \quad \Rightarrow \quad d_1 = d_2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = V_2$

لدينا سرعة P مركز الكوكب ثابت وبالتالى ....

☜ القانون الثالث: r = a (r شعاع المسار الدائري) :

3 – قانون نيوتن للتجاذب الكوني





نص القانون :

....

....

....

....

حيث : G ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6{,}67.10^{-11}\ m^3\ Kg^{-1}\ s^{-2}$

$\vec{u}_{AB}$: متجهة واحدية موجهة من A نحو B.

$\vec{n}$: المتجهة الواحدية العمودية في أساس فريني $M(\vec{u};\vec{n})$.

نذكر أن :

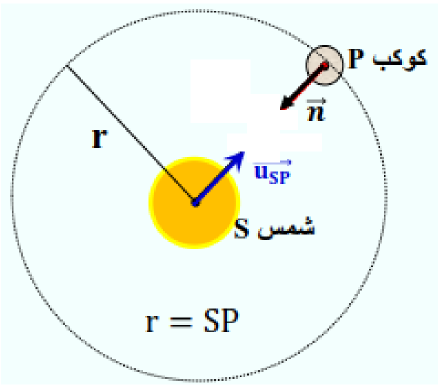
$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = \text{\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_} = \text{\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_}$$

4 – الحركة المدارية للكواكب

تتم دراسة الكواكب بإعتماد المرجع ....والذي نعتبره غاليليا.

1.4-) تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

نشاط: نعتبر كوكب كروي الشكل كتلته m ومركزه P في حركة حول الشمس ذات الكتلة m_s والمركز S. (الشكل جانبه)



1- مثل على الشكل القوة التي تطبقها الشمس على الكوكب P.

2- أعط تعبير الشدة $F_{S/M}$ لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على الكوكب P. بدلالة ثابتة التجاذب الكوني G و شعاع المسار الدائري للكوكب r وكتلة الشمس m_s و كتلة الكوكب m.

....

....

....

....

....

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن: حركة الكوكب دائرية منتظمة

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....
....
....
....
....
....
....

4- إستنتج أن تعبير سرعة الكوكب P تكتب كالتالي:

$$\boxed{V = \sqrt{G\frac{m_S}{r}}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

خلاصة: في مرجع مركزي شمسي تكون حركة كوكب حول الشمس دائرية منتظمة ومسار مركزه دائرة شعاعها r

بشرط أن تحقق سرعته العلاقة

$$\boxed{V = \sqrt{G\frac{m_S}{r}}}$$

r : شعاع المدار الدائري (m) .

m_S: كتلة الشمس (Kg)

G : ثابتة التجاذب الكوني $G = 6{,}67.10^{-11}\ m^3\ Kg^{-1}\ s^{-2}$

2.4) الدور المداري T

تعريف: الدور المداري T هو المدة الزمنية التي يستغرقها كوكب لإنجاز دورة كاملة حول الشمس بسرعة ثابتة V

بالنسبة للنشاط السابق بين أن الدور المداري للكوكب P وشعاع مساره r تربط بينهما العلاقة التالية:

$$\boxed{\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_S}}$$

ثم إستنتج أن قانون كيبلر الثالث يتحقق.

....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

5 – الحركة المدارية للأقمارالإصطناعية للأرض

تعريف:

نسمي قمر ....

1) السرعة V والدور المداري:

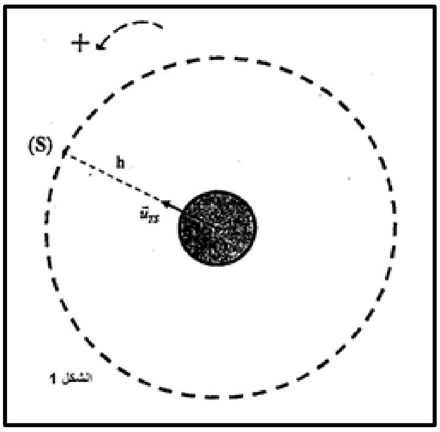
نشاط:

نعتبر الأرض كروية الشكل كتلتها $m_T=6.10^{24}Kg$ وشعاعها $r_T=6350km$ يدور حولها قمر إصطناعي (S) على إرتفاع h من سطح الأرض.

نعتمد لهذه الدراسة المرجع المركزي الأرضي اصله مركز الأرض ومحاوره نحو ثلاث نجوم ثابتة.

1- مثل على الشكل 1 متجهة السرعة $\vec{V_S}$ للقمر الاصطناعي (S) ومثل كذلك متجهة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S).

2- أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S).



....
....
....
....
....

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور القمر الإصطناعي (S): بين أن حركة (S) دائرية منتظمة.

....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

4- إستنتج تعبير سرعة القمر هى:

$$V = \sqrt{\frac{Gm_T}{r_T + h}}$$

G: ثابتة التجاذب الكوني ؛ r_T: شعاع الأرض ؛ m_T: كتلة الأرض

h: إرتفاع القمرالإصطناعي عن سطح الأرض

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

5- إستنتج تعبير السرعة الزاوية ω و أن تعبير الدور المدارى هو:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(r_T + h)^3}{Gm_T}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....

6- بين أن قانون الثالث لكيبلر يكتب كالتالي: $\boxed{\dfrac{T^2}{r^3} = \dfrac{4\pi^2}{Gm_T} = K}$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2) الإستقمار:

أ) تعريف:

الإستقمار هي ....
....
....
....

$$\boxed{V = \sqrt{\frac{Gm_T}{r_T + h}}}$$

ب) الأقمار الإصطناعية الساكنة بالنسبة للأرض Satellites geostationnaires

يكون قمرا اصطناعيا ساكنا بالنسبة للارض، إذا ....
....

لكي يظهر قمرا إصطناعيا ساكنا بالنسبة للأرض ينبغي أن يتحقق ما يلي:

- أن يوجد مداره الدائري في مستوى خط الاستواء للأرض.
- أن يدور في منحى دوران الأرض حو محورها القطبي.
- أن يساوي دوره المداري T دور حركة الأرض T_T حول محورها القطبي. $T=T_T=23h56min4s=84164s$

تطبيق:

حدد الإرتفاع h الدى يجب أن يوجد عليه قمر إصطناعى ليبدو ساكنا بالنسبة للأرض

نعطى: $m_T=6.10^{24}Kg$ و $r_T=6350km$ و $G = 6,67.10^{-11} m^3 Kg^{-1} s^{-2}$

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

6) تطبيقات:

التمرين الأول

المريخ هو أحد كواكب النظام الشمسي الذي يمكن رصده بسهولة في السماء بسبب إضاءته ولونه الأحمر. وله قمران طبيعيان هما فوبوس وديموس.

اهتم العلماء بدراسته منذ زمن بعيد وأرسلت إليه في العقود الأخيرة عدة مركبات فضائية استكشافية مكنت من الحصول على معلومات هامة حوله.

يقترح هذا التمرين تحديد بعض المقادير الفيزيائية المتعلقة بهذا الكوكب.

المعطيات: - كتلة الشمس $M_s=2.10^{30}kg$. – ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}(SI)$

- دور حركة المريخ حول الشمس: $T_M=687$ jours ؛ 1jours=86400s. - شعاع المريخ $R_M=3400km$.

- شدة مجال الثقالة على سطح الأرض: $g_0=9,8m/s^2$. ونعتبر أن للشمس وللمريخ تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة.

1- تحديد شعاع مسار حركة المريخ وسرعته:

نعتبر أن حركة المريخ في المرجع المركزي الشمسي دائرية، سرعتها V وشعاع مسارها r(نهمل أبعاد المريخ أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس، كما نهمل القوى الأخرى المطبقة عليه أمام قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس.

1-1: مثل على تبيانة القوة التي تطبقها الشمس على المريخ.

1-2: أكتب بدلالة G؛ M_S؛ M_M و r تعبير الشدة $F_{S/M}$ لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ.

1-3: بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن:

1 -1-3: حركة المريخ دائرية منتظمة.

1-3-2: العلاقة بين الدور والشعاع هي: $\frac{T_M{}^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{G.M_s}$ ؛ وأن قيمة r هي: $r \approx 2,3.10^{11}m$.

1-4: أوجد السرعة V.

2- تحديد كتلة المريخ وشدة الثقالة على سطحه:

نعتبر أن القمر فوبوس يوجد في حركة دائرية منتظمة حول المريخ على المسافة z=6000km من سطحه. دور هذه الحركة هو T_P=460min (نهمل أبعاد فوبوس أمام باقي الأبعاد). بدراسة حرة فوبوس في مرجع أصله منطبق مع مركز المريخ، والذي نعتبره غاليليا، أوجد:

2-1: الكتلة M_M للمريخ.

2-2: شدة الثقالة g_{0M} على سطح المريخ وقارنها بالقيمة g_{Mex}=3,8N/kg التي تم قياسها على سطحه باعتماد أجهزة متطورة.

التمرين الثاني:

يهدف هذا الجزء إلى تحديد المسافة الفاصلة بين الأرض والقمر، انطلاقا من دراسة حركة القمر حول الأرض و حركة الأرض حول الشمس. تتم الدراسة في كل حالة في مرجع نعتبره غاليليا. نعتبر أن :

- ✓ لكل من الأرض و الشمس و القمر تماثل كروي لتوزيع الكتلة
- ✓ القمر لايخضع إلا لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض.
- ✓ الأرض لا تخضع إلا لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس.

معطيات :

- ✓ الدور المداري لحركة مركز القصور G للارض حول الشمس: T = 365,25 jours ،
- ✓ الدور المداري لحركة مركز القصور 'G للقمر حول الأرض : T' = 27,32 jours ،
- ✓ نعتبر أن : حركة مركز القصور G للارض في المرجع المركزي الشمسي دائرية شعاعها $R = 1,49.10^8$ km و مركز مسارها ينطبق مع مركز قصورالشمس.
- ✓ نعتبر أن : حركة مركز القصور 'G للقمر في المرجع المركزي الأرضي دائرية شعاعها r و مركز مسارها ينطبق مع المركز G

نرمز ب M لكتلة الشمس و ب m لكتلة الأرض و ب 'm لكتلة القمر.نأخذ: $\boxed{\frac{M}{m}=3,35.10^5}$

1) عرف المرجع المركزي الأرضي.

2) اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية :

أ -يعبرعن قيمة ثابتة التجاذب الكوني. $m.s^2$.

ب- متجهة التسارع لمركز القصور G للأرض مماسة لمسارها الدائري حول الشمس.

ج- لمتجهة التسارع اتجاه ثابت في الحركة الدائرية المنتظمة.

د- سرعة الحركة الدائرية المنتضمة لكوكب حول الشمس لاتتعلق بكتلة الكوكب.

3) أعط التعبيرالمتجهي لقوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس عى الأرض في أساس فريني. $(\vec{u},\vec{n})$

4) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة مركز القصور G للأوض حول الشمس دائرية منتظمة.

5) أثبت، بالنسبة لحركة مركز القصور G للأرض حول الشمس، تعبير القانون الثالث لكبلير.

6) أوجد تعبير الشعاع r لمدارالقمرحول الأرض بدلالة m و M و T و 'T و R. أحسب قيمته.

التمرين الثالث:

زرقاء اليمامة، قمر اصطناعي مغربي يقوم بمهام مراقبة الحدود الجغرافية للمملكة وبالتواصل والاستشعار عن بعد. وقد أنجز هذا القمر من طرف خبراء المركز الملكي للاستشعار البعدي الفضائي بتعاون مع خبراء دوليين.

تم وضع زرقاء اليمامة في مداره يوم 10 دجنبر 2001 على ارتفاع h من سطح الأرض.

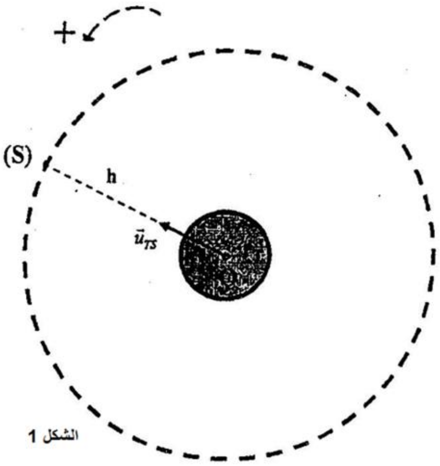
ينجز هذا القمر الاصطناعي (S) حوالي 14 دورة حول الأرض في اليوم الواحد.

نفترض مسار (S) دائريا، وندرس حركته في المرجع المركزي الأرضي. نعتبر الأرض ذات تماثل كروي لتوزيع الكتلة. نهمل أبعاد (S) أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الأرض.

المعطيات: - ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}(SI)$ - شعاع الأرض: $r_T=6350km$.

- شدة مجال الثقالة على سطح الأرض: $g_0=9,8m/s^2$. – الدور T للأرض حول المحور القطبي: $T=84164s$.

- الارتفاع h: $h=1000km$. - $\overrightarrow{u_{TS}}$ متجهة واحدية موجهة من O نحو S



الشكل 1

1- أنقل الشكل 1 ومثل عليه متجهة السرعة $\overrightarrow{V_S}$ للقمر الاصطناعي (S) ومثل كذلك متجهة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S).

2- أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على (S).

1- أكتب في أساس فريني، تعبير متجهة التسارع لحركة (S).

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور القمر الإصطناعي (S):

4-1: بين أن حركة (S) دائرية منتظمة.

4-2: أكتب تعبير V_S بدلالة g_0 و r_T و h؛ وأحسب قيمتها.

3- بين أن كتلة الأرض هي $M_T=6.10^{24}kg$.

4- بين أن القمر الإصطناعي (S) لايبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي.

5- يقوم قمر اصطناعي (S') بالدوران حول الأرض بسرعة زاوية ω بحيث يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي ويرسل صورا إلى الأرض تعتمد في التوقعات الجوية.

7-1: أثبت العلاقة : $\omega^2(r_T+z)^3=Cte$ حيث z المسافة الفاصلة بين سطح الأرض والقمر الإصطناعي.

7-2:أوجد قيمة z.

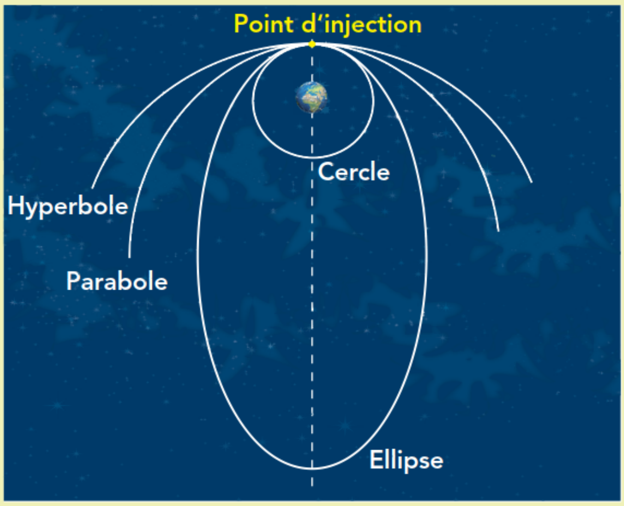
أجوبة:

Satellisation

L'homme a colonisé l'espace proche en y envoyant de nombreux satellites artificiels.
Quels sont les objectifs et les contraintes de ces lancements ?

■ Qu'est-ce qu'une orbite ?

Véritable projectile, un objet spatial, qu'il soit satellite, sonde, planète, comète ou astéroïde, se déplace à une vitesse vertigineuse sur une route ininterrompue et inévitable : son orbite.
Une orbite est l'ensemble des positions occupées dans l'espace par un astre ou un satellite artificiel, lorsqu'il est en mouvement autour d'un astre de masse plus grande que la sienne.
Prenons l'exemple d'un satellite artificiel terrestre. Son orbite est tout d'abord fonction des conditions de lancement. Il existe une valeur de vitesse en dessous de laquelle la satellisation n'est pas possible : le satellite retomberait ou brûlerait dans l'atmosphère. Cette vitesse est appelée « vitesse de satellisation circulaire » . L'orbite est alors un cercle. La valeur de cette vitesse dépend de l'altitude du point de libération du satellite par le lanceur (fusée ou navette). Par exemple, pour une altitude de 220 km, la vitesse en ce point (appelé « point d'injection ») vaut 7,75 km·s^{-1} .
Si la vitesse est supérieure à cette valeur limite, l'orbite est alors une ellipse. Plus la vitesse croît, plus l'ellipse s'allonge. Si la vitesse augmente encore, l'ellipse devient de plus en plus allongée, tandis que l'attraction terrestre diminue avec l'éloignement (voir schéma ci-dessous). Pour la valeur particulière de 11,2 km·s^{-1}, l'attraction n'est plus capable de ramener le satellite vers la Terre. La trajectoire devient alors parabolique et, au-delà, hyperbolique.



Les trajectoires possibles.

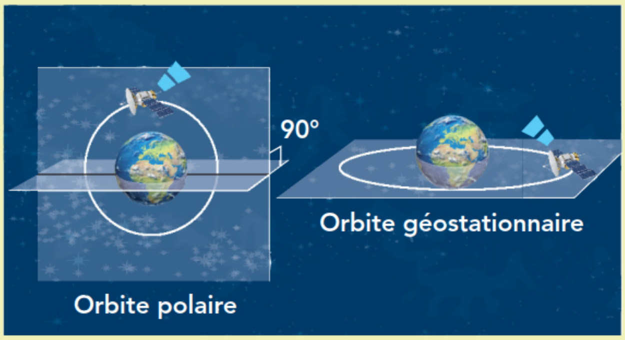
■ Quelques orbites particulières

L'orbite polaire

À une altitude généralement assez basse, un satellite en orbite polaire survole les pôles à chaque révolution (voir schéma ci-contre). Il survole la quasi-totalité de la Terre et de ce fait permet son observation.

L'orbite géostationnaire

Situé à 35 786 km d'altitude, un satellite géostationnaire nous apparaît immobile. En réalité, il évolue à plus de 10 000 km·h^{-1} dans le plan de l'équateur (voir schéma ci-contre). Sa période de révolution est égale à la période de rotation de la Terre autour de l'axe des pôles : 23 h 56 min.
Avec une vaste vue d'ensemble, les satellites géostationnaires sont des relais idéaux pour les télécommunications et forment un réseau de surveillance pour les prévisions météorologiques.



Deux orbites différentes.

D'après www.cnes.fr et www.espace-sciences.org

Nom	Masse (kg)	Altitude (km)	Période de révolution autour de la Terre	Année de lancement	Utilisation
Demeter	125	710		2004	Observations géophysiques
Giove A	700	23 258	14 h 05 min	2005	Système de positionnement Galileo
Hot Bird 7A	4 100	35 786		2006	Télécommunications (TV)
Jason-2	500		112 min	2008	Observations des océans

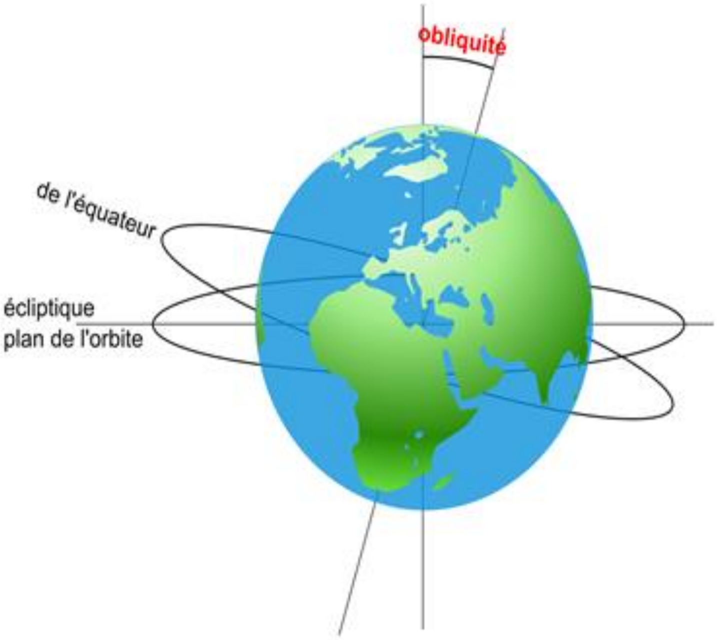
Caractéristiques de quelques satellites artificiels terrestres.

5

دوران جسم صلب حول محور ثابت

Rotation d un Solide autour d un axe fixe

إعداد عبد الحق صومادى



La rotation est le mouvement que la terre effectue autour d'elle-même et sur l'axe des pôles d'Ouest en Est en 23 heures 56 minutes 45 secondes: c'est le sidéral ou astral Pour tous les coins du globe, ce mouvement n'a pas la même vitesse: à l'équateur sa vitesse est de 1700 km/h alors que dans les pôles elle est de 1328 km/h

حركة دوران

تعريف - الأفصول الزاوى - السرعة الزاوية - التسارع الزاوى - تعبير مركبتى التسارع a_t و a_n بدلالة المقادير الزاوية.

العلاقة الأساسية للتحريك (للديناميك) في حالة الدوران حول محور ثابث

تذكير: عزم قوة - العلاقة الأساسية للديناميك فى حالة الدوران - حالة هامة: دراسة المجموعة (جسم صلب (S) - بكرة – خيط)

تطبيقات

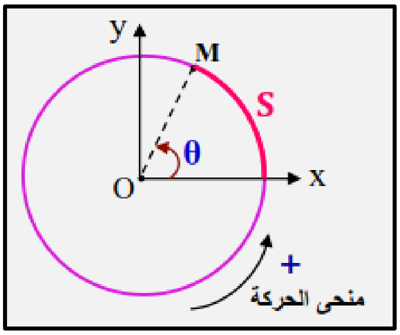
1) حركة دوران: Mouvement de Rotation

1.1) تعريف:

نقول أن جسما صلبا في حركة دوران حول محور ثابت Δ ....

....

2.1) الأفصول الزاوي:



يمكن تحديد موضع النقطة M لها حركة دائرية منتظمة عند لحظة t بتحديد:

- ☜ الزاوية $\theta=(OM_0,OM)$: والتي تسمى بالأفصول الزاوي للنقطة M عند اللحظة t, و هو مقدار جبري.
  وحدته في S.I هي الراديان (rad)
- ☜ المسافة المنحنية $s=M_0M$: والتي تسمى الأفصول المنحني للنقطة M عند التاريخ t, و هو مقدار جبري
  وحدته في S.I هي المتر (m).
- ☜ العلاقة بين الأفصول الزاوي و الأفصول المنحني: $\boxed{s = r \cdot \theta}$
  r يمثل شعاع المسار الدائري للنقطة المتحركة.

ملحوظة:

إذا أنجزت النقطة المتحركة n دورة فإن الأفصول الزاوي θ تكون له الصيغة التالية: $\boxed{\theta =\quad}$

3.1) السرعة الزاوية:

نعرف السرعة الزاوية ω ....

- ☜ وحدة السرعة الزاوية: rad/s

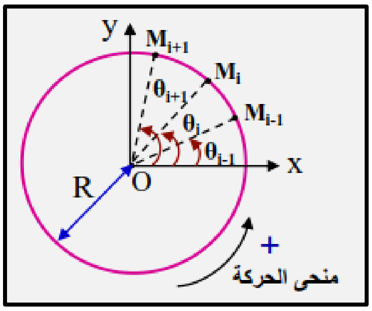
$$\boxed{\omega = \frac{\quad}{\quad} = \quad}$$

- ☜ توجد علاقة بين السرعة الخطية V والسرعة الزاوية ω
  حيث: r شعاع المسار الدائري.

$$\boxed{V = \quad\quad = \quad}$$

ملحوظة:

....
....
....



مثال: صيغة السرعة الزاوية ω_i عند الموضع M_i:
τ : المدة الزمنية بين تسجيلين متتاليين.

$$\boxed{\omega_i = \frac{\qquad}{\qquad}}$$

4.1) التسارع الزاوي:

يساوي التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ لنقطة متحركة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت في كل لحظة ، ....
....

وحدة التسارع الزاوى $\ddot{\theta}$ هي ....

$$\boxed{\ddot{\theta} = \qquad}$$

ملحوظة1:

☜ عندما تكون: $\ddot{\theta} = cte$ نقول أن حركة الدوران ....
☜ عندما تكون: $\ddot{\theta} = 0$ نقول أن حركة الدوران ....

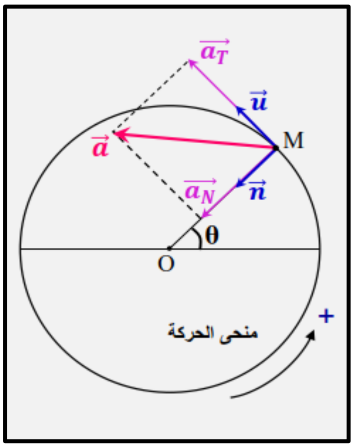
ملحوظة2:

يمكن تحديد قيمة التسارع الزاوى $\ddot{\theta}$ إعتمادا على تسجيل بإستعمال طريقة التأطير: $\ddot{\theta}_i = \frac{\qquad}{\qquad}$

5.1) تعبير مركبتى التسارع a_t و a_n بدلالة المقادير الزاوية:

نشاط: توصل إلى أن تعبير مركبتى التسارع a_t و a_n في أساس فريني بالنسبة لنقطة M من جسم صلب فى حركة دوران حول محور ثابت تكتب كالتالى:

$$\boxed{a_T = r\,\ddot{\theta}} \quad \text{و} \quad \boxed{a_N = \frac{\left(r.\dot{\theta}\right)^2}{r} = r\,\dot{\theta}^2}$$



....
....
....
....
....
....
....
....

....

....

....

....

....

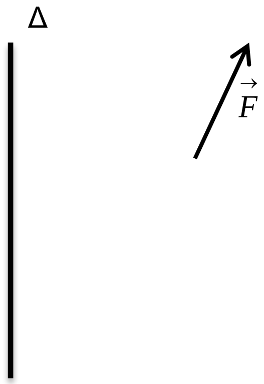
....

2) العلاقة الأساسية للتحريك (للديناميك) في حالة الدوران حول محور ثابت:

1.2) تذكير: عزم قوة:

عزم قوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور الدوران (Δ) متعامد مع خط تأثيرها هو ....

....



$$\boxed{M_\Delta(\vec{F}) = \pm Fd}$$

± : حسب المنحى الإختياري الموجب.

d : المسافة بين خط تاثير القوة ومحور الدوران.

☜ وحدة العزم $M_\Delta(\vec{F})$ هي: ....

ملحوظة:

....

....

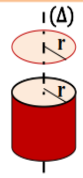
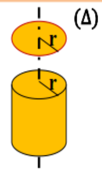
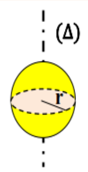
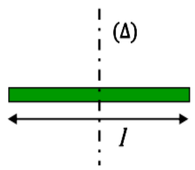
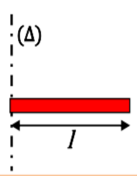
2.2) العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران:

نص العلاقة ....

....

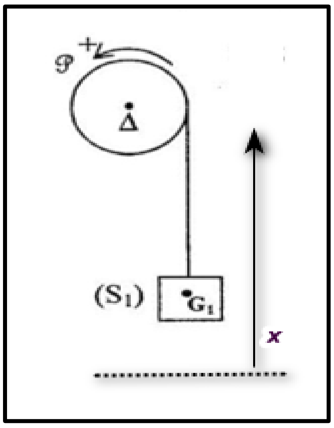
☜ وحدة عزم القصور J_Δ هي : ....

أمثلة لعزم قصور بعض الأجسام:

حلقة أو أسطوانة مجوفة	قرص أو أسطوانة مملوءة	كرة مملوءة	ساق يمر Δ من منتصفها	ساق يمر Δ من طرفها
				
$J_\Delta = mr^2$	$J_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$	$J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2$	$J_\Delta = \frac{1}{12}mr^2$	$J_\Delta = \frac{1}{3}mr^2$

3.2) حالة هامة: دراسة المجموعة (جسم صلب (S) - بكرة – خيط):

(الشكل1)

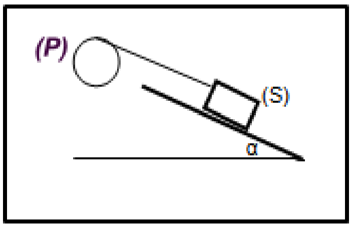


لتكن بكرة (P) متجانسة شعاعها r قابلة للدوران حول محور أفقي (Δ) ثابت منطبق مع محور تماثلها ، و جسم (S_1) كتلته m مرتبط بالبكرة (P) بواسطة خيط غير مدود كتلته مهملة يمر في مجرى البكرة و لا ينزلق عليها أثناء الحركة.

للجسم الصلب (S) حركة .... بينما للبكرة حركة ....

☜ عندما تقطع نقطة M من محيط البكرة المسافة $S = AM$
فإن الجسم (S) .... وبالتالي:

r : شعاع البكرة.
θ : الأفصول الزاوي.



(الشكل2)

☜ سرعة الجسم (S):

☜ تسارع الجسم (S):

$\ddot{\theta}$: التسارع الزاوي للبكرة.

وبالتالي تسارع الجسم (S) يساوي ....

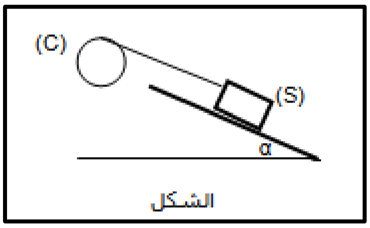
ملحوظة:

....

3) تطبيقات: Applications

التمرين 1:

نعتبر بكرة (C) شعاعها r=5cm وكتلتها M قابلة للدوران حول محور (Δ) ثابت وأفقي يمر من مركزها .
نلف حول البكرة خيط غير مدود وكتلته مهملة و لا ينزلق عليها أثناء الحركة , ثم نربط في طرفه الحر جسما صلبا (S) كتلته m=25g قابل للإنزلاق فوق مستوى مائل بزاوية α=30° بالنسبة للمستوى الأفقي . نهمل الإحتكاكات.
عند اللحظة t=0 حيث أفصول S هو $x_0=0$ نحرر المجموعة [البكرة- الجسم (S)] بدون سرعة بدئية.
نعطي عزم قصور الأسطوانة : $J_\Delta=Mr^2/2$ و M=2m.

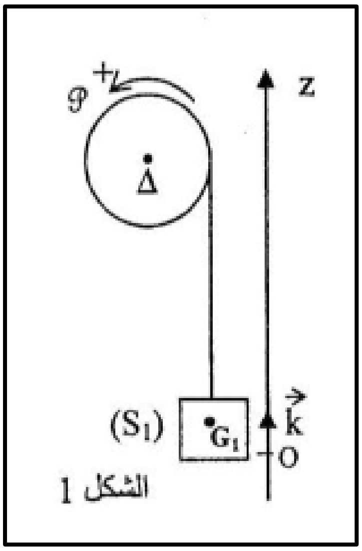


1. بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك على (S) أوجد تعبير T توتر الخيط
2. بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك أوجد تعبير T توتر الخيط على البكرة (C)
3. إستنتج أن تسارع الجسم (S) يكتب كالتالي: $a = \dfrac{g.\sin\alpha}{2}$

4. إستنتج طبيعة حركة (S) وأكتب المعادلة الزمنية لحركته.

تطبيق2:

تلعب البكرة دورا أساسيا في مجموعة من الآلات الميكانيكية و الكهرميكانيكية ، من بينها رافعات الحمولات التي لا يستطيع الإنسان رفعها يدويا أو بوسائل بدائية.
ننمذج رافعة ببكرة (P) متجانسة شعاعها $r=20cm$ قابلة للدوران حول محور أفقي (Δ) ثابت منطبق مع محور تماثلها ، وجسم (S_1) كتلته $m_1=50kg$ مرتبط بالبكرة (P) بواسطة خيط غير مدود كتلته مهملة يمر في مجرى البكرة و لا ينزلق عليها أثناء الحركة.
يرمز J_Δ لعزم قصور البكرة (P) بالنسبة لمحور الدوران Δ.



تدور البكرة (P) تحت تأثير محرك يطبق عليها مزدوجة محركة عزمها ثابت M=104,2N.m، فينتقل الجسم (S_1) بدون سرعة بدئية نحو الأعلى. نمعلم حركة مركز القصور G_1 للجسم (S_1) عند لحظة t بالأنسوب z في المعلم $(O,\vec{k})$ الذي نعتبره غاليليا (الشكل 1). يكون G_1 منطبقا مع أصل المعلم O عند اللحظة $t_0=0$

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن و العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على المجموعة (بكرة-(S_1)- خيط) ، بين أن تعبير التسارع a_{G_1} لحركة G_1 هو:

$$a_{G_1}=\frac{Mr-m_1gr^2}{m_1r^2+J_\Delta}$$

2) مكنت الدراسة التجريبية لحركة G_1 من الحصول على المعادلة الزمنية : $z=0,2t^2$ ، حيث z بالمتر و t بالثانية توصل إلى أن عزم القصور $J_\Delta=0.1\,kg.m^2$.

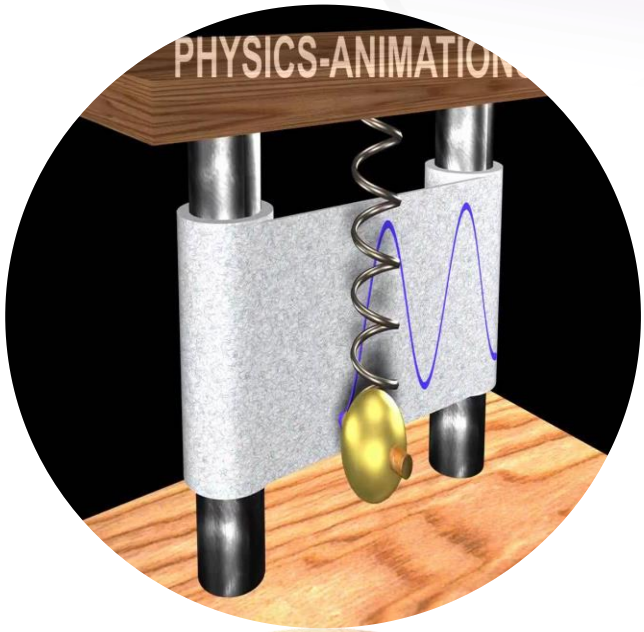
أجوبة:

6

المجموعات الميكانيكية المتدبدبة

Systemes Mecaniques Oscillants

إعداد عبد الحق صومادى



المجموعات الميكانيكية المتدبدبة

تعريف - أمثلة لبعض المتدبدبات الميكانيكية - مميزات الحركة التدبدبية - خمود التدبدبات الميكانيكية

دراسة النواس المرن

تذكير: توتر النابض - دراسة النواس المرن (المعادلة التفاضلية, طبيعة الحركة وحل المعادلة التفاضلية التمثيل المبيانى للمعادلة الزمنية, تعبير الدور الخاص)

دراسة النواس اللى

مزدوجة اللى - دراسة نواس اللى (المعادلة التفاضلية, المعادلة الزمنية, تعبير الدور الخاص)

دراسة النواس الوازن

المعادلة التفاضلية - المعادلة الزمنية - تعبير الدور الخاص

دراسة النواس البسيط: نشاط

ظاهرة الرنين الميكانيكى

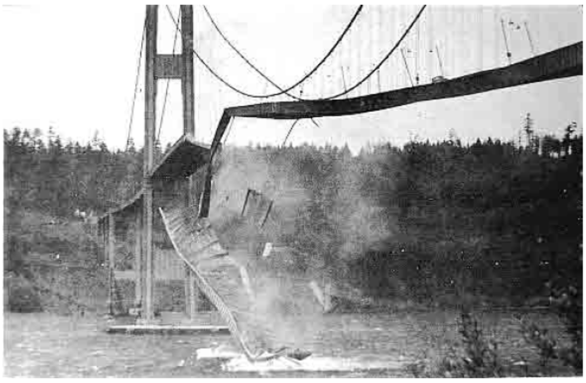
تطبيقات

Pont de Tacoma : la contre-enquête

A quelques dizaines de kilomètres au sud de Seattle, le 7 novembre 1940, après d'impressionnantes oscillations, le pont de Tacoma s'écroule, sous les yeux médusés de nombreux témoins. Cette catastrophe sans victimes mais abondamment filmée et photographiée a acquis depuis une renommé mondiale, avec un coupable tout désigné : le phénomène de résonance. L'erreur judiciaire pointe, car contrairement à ce que l'on affirme souvent à la hâte, l'accusé n'est pas à l'origine de la catastrophe.

Commençons l'enquête par les faits. Avant les funestes événements de début novembre, la victime était déjà bien connue des services de sécurité de l'Etat de Washington. Dès sa prime jeunesse, le pont, inauguré le 1er juillet 1940, se comportait dangereusement : son tablier avait la fâcheuse tendance d'osciller verticalement dès qu'une petite brise se levait. Ces oscillations d'une amplitude de plusieurs dizaines de centimètres étaient impressionnantes, mais l'élasticité des matériaux permettait au pont de se déformer sans rompre. Soumis à des sollicitations extérieures telles que le vent ou le passage des véhicules, le pont se mettait à osciller selon des modes bien définis ; ses concepteurs estimaient toutefois que ces oscillations resteraient limitées et qu'il n'y avait pas de soucis majeurs de sécurité. Le début de l'automne sembla leur donner raison : le pont résista aisément à des vents de plus de 80 kilomètres par heure.

Mais le matin du 7 novembre, sous l'effet de vents modérés (entre 60 et 70 km/h), le tablier du pont se met à vibrer plus que d'habitude, avec une amplitude qui dépasse le mètre, assez pour interdire le trafic. A dix heures du matin, coup de théâtre : les oscillations verticales se transforment en torsions périodiques !



A partir de ce moment, à chaque va-et-vient, l'inclinaison du tablier par rapport à l'horizontale augmente, jusqu'à atteindre des déplacements du tablier de 9 mètres et une inclinaison de 45 degrés. Ce nouveau régime d'oscillations est fatal : au bout d'une demi-heure, des morceaux du pont commencent à tomber dans le fleuve, et à 11h02, plus de 200 mètres du tablier se détachent.

La résonance dispose d'un alibi

A quoi attribuer ce désastre (et cette catastrophe pour le génie civil) ? La rumeur ne tarda pas à accuser le phénomène de résonance.

Rappelons ce qu'est une résonance avec l'exemple d'un enfant sur une balançoire. A cause des frottements, les oscillations d'une balançoire cessent d'elles-mêmes si l'on n'apporte pas continuellement de l'énergie au système (l'enfant balance ses pieds, tire sur les cordes à cette fin). Les pertes d'énergie étant faibles, il suffit à un parent compatissant de pousser régulièrement l'enfant pour entretenir ou amplifier le mouvement. S'il règle précisément le fréquence de ses interventions sur le rythme des oscillations de la balançoire, il lui suffira d'exercer une toute petite force pour obtenir un effet très important : c'est là le phénomène de résonance.

1) المجموعات الميكانيكية المتذبذبة Systemes Mecaniques Oscillants

1.1) تعريف

نسمى متذبذبا ميكانيكيا حرا كل جسم أو مجموعة أجسام ....

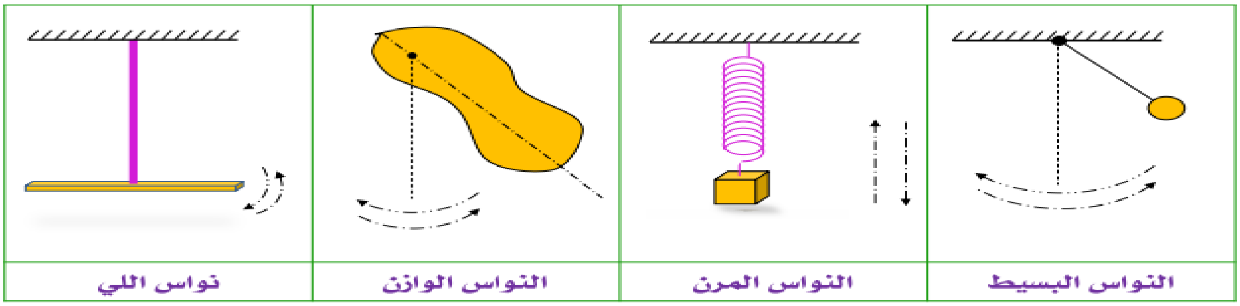
....

حركة ذهاب و إياب واحدة تسمى ....

2.1) أمثلة لبعض المتذبذبات الميكانيكية :

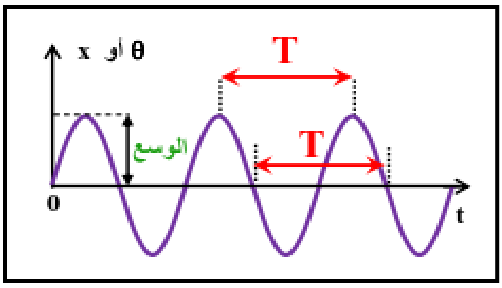
- النواس البسيط : ....
- النواس المرن : ....
- النواس النوازن : ....
- النواس اللي : ....

....



3.1) مميزات الحركة التذبذبية :

كل حركة تذبذبية تتميز بمايلى:



- موضع التوازن المستقر: ....

....

- الدور الخاص : ....

....

....

- نعرف أيضا التردد الخاص f_0 ....

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{T_0}}$$

- الوسع : ....

....

....

4.1 خمود التذبذبات الميكانيكية:

أ) تعريف:

فى الواقع عندما نزيح جسما متذبذبا عن موضع توازنه المستقر ونحرره. نلاحظ ....
.... نسمى هده الظاهرة .... وهى ناتجة عن وجود
....

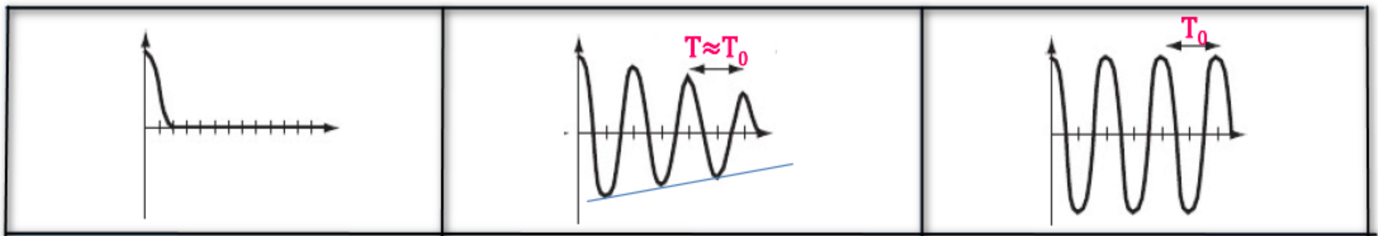
يمكن تصنيف الإحتكاكات إلى صنفين:

- الإحتكاكات المائعة: ....
- الإحتكاكات الصلبة: ....

ب) أنظمة الخمود:

عامة تكون لمتذبذب 3 أنظمة حسب طبيعة الإحتكاكات:

- النظام الدورى: ....
- النظام الشبه الدورى: ....
- النظام اللادورى: ....



نظام لا دوري (حرج) : لا وجود لأية ذبذبة (حالة الخمود الحاد)	نظام شبه دوري: حالة الخمود الضعيف، شبه الدور T يساوي تقريبا الدور الخاص T_0 (احتكاكات صلبة)	نظام دوري: الوسع يبقى ثابت (حالة مثالية لا وجود لها في الواقع)

Etude du Pendule Elastique — 2)دراسة النواس المرن

1.2) تدكير: توتر النابض.

توتر النابض هى ....
....

لدينا: $\boxed{\vec{T} = \qquad}$ مع k تسمى ....

x : المسافة التة يتمدد بها النابض $\vec{i}$: المتجهة الواحدية الموجهة للمحور OX

ملحوظة:

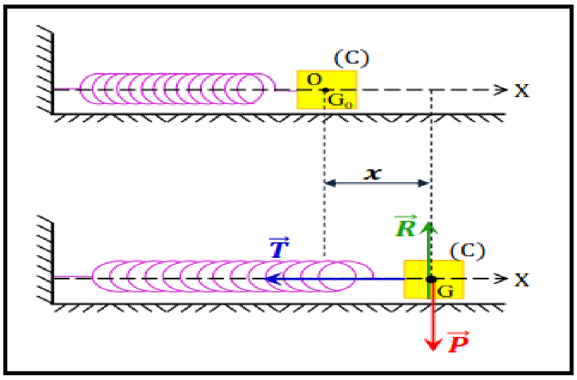
$\vec{T}$ تسعى دائما لإرجاع الجسم لموضع توازنه لدا نسميها ....

2.2) دراسة النواس المرن: نشاط.

نعتبر نواسا مرنا أفقيا مكونا من خيال كتلته m مثبت فى طرف نابض دى لفات غير متصلة وصلابته k وموضوع فوق نضد هوائى أفقى كما يبينه الشكل جانبه.
بعد تشغيل المعصفة الهوائية (الإحتكاكات ضعيفة)، نزيح الخيال افقيا عن موضع توازنه المستقر بمسافة x_m ثم نحرره.
فتصبح له حركة تدبدبية غير مخمدة.

أ) المعادلة التفاضلية :

← أجرد القوى المطبقة على الخيال :



....
....
....
....
....
....

← بتطبيق القانون التانى لنيوتن في معلم R(O,x) مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا بين أن المعادلة التفاضلية لحركة الجسم تكتب كالتالى:

$$\boxed{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ب) طبيعة الحركة :

إستنتج طبيعة الحركة للخيال :فى غياب الإحتكاكات..

ج) حل المعادلة التفاضلية : المعادلة الزمنية:

حل المعادلة التفاضلية السابقة يسمى المعادلة الزمنية للحركة يكتب كالتالى:

$x(t)$: الإستطالة وهي مقدار جبري، $-X_m < x(t) < X_m$ و يعبر عنها بالمتر m.

X_m : وسع الحركة، و هي القيمة القصوى للاستطالة، وحدته المتر m .

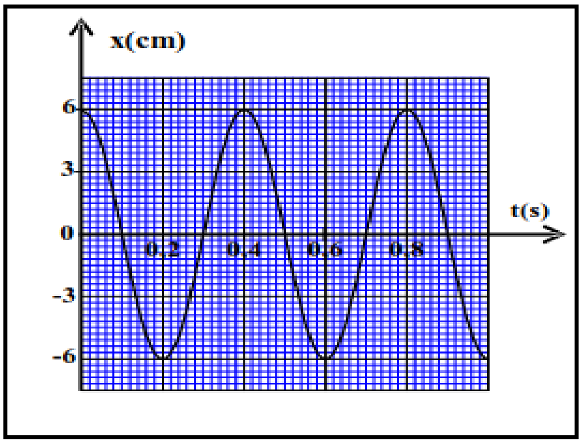
$\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi$: الطور الخاص للحركة عند اللحظة t .

T_0 : الدور الخاص للحركة، وحدته الثانية s .

φ : الطور عند اللحظة t=0 ، وحدته الراديان (rad)

د) التمثيل المبيانى للمعادلة الزمنية :

نمثل تغيرات الإستطالة x بدلالة الزمن t فنحصل على المنحنى جانبه.إعتمادا على التمثيل المبيانى التالى حدد : φ و x_m و T_0 ثم إستنتج تعبير x(t) .



....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

ه) تعبير الدور الخاص T_0

بإشتقاق تعبير x(t) مرتين وتعويضها فى المعادلة التفاضلية السابقة إستنتج أن تعبير الدور الخاص يكتب كالتالى:

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$$

....

....

....

....

....

....

....

....

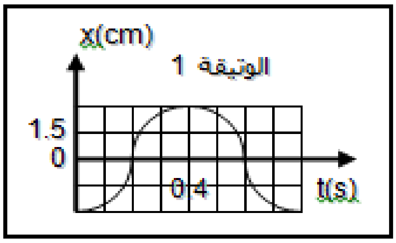
....

....

....

تطبيق:

نعتبر نواسا مرنا أفقيا يتكون من جسم صلب (S) كتلته $m=0.5kg$, مركز قصوره G ونابض كتلته مهملة وصلابته k {الوثيقة 1}.نزيح الجسم عن موضع توازنه ونحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.



تمثل الوتيقة أعلاه تغيرات إستطالة المتذبذب المحصل عليه بدلالة الزمن.

1) أثبت المعادلة التفاضلية لحركة (S) .

2) بإستغلالك للوثيقة1 :

1.2) أوجد تعبير المعادلة الزمنية لحركة الجسم .

2.2) إستنتج قيمة صلابة النابض k .

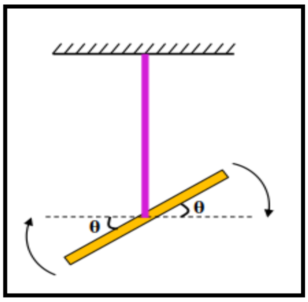
3) أحسب شدة القوة التى يطبقها النابض على(S) فى اللحضة $t=T_0/2$. حيث T_0 الدور الخاص للمتذبذب .

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3) دراسة نواس اللي: Etude du Pendule de Torsion

1.3) مزدوجة اللى:



مزدوجة اللى هى ....

نرمز لعزم مزدوجة اللى .... ووحدتها ....

وصيغتها تكتب كالتالى:

$$\boxed{M_C = \qquad\qquad}$$

مع: C ثابتة اللى وحدتها ....

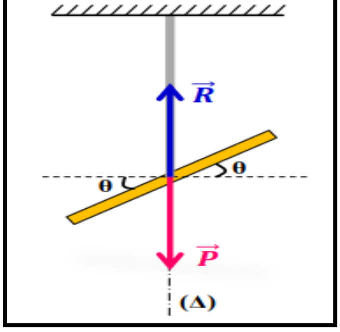
ملحوظة:

مزدوجة اللى تسعى دائما إلى إرجاع الجسم لموضع توازنه لدى ....

2.3) دراسة نواس اللى: نشاط.

نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه C وقضيب AB متجانس معلق بالطرف الحر للسلكف في مركز قصوره G الشكل 1.نرمز ب J_Δ لعزم قصور القضيب بالنسبة لمحور الدوران (Δ) المنطبق مع سلك اللي.

نهمل الإحتكاكات.



ندير القضيب AB حول المحور (Δ) في المنحى الموجب بزاوية θ_m عن موضع توازنه، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

ندرس النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض. نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن.

أ) المعادلة التفاضلية:

بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك فى حالة الدوران على القضيب بين أن المعادلة التفاضلية للحركة هى:

$$\boxed{\ddot{\theta} + \frac{C}{j_{\Delta}}=0}$$

نستنتج إذن طبيعة حركة الجسم: فى غياب الإحتكاكات ....

ب) المعادلة الزمنية:

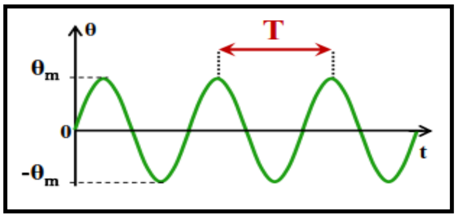
حل هده المعادلة التفاضلية والدى يسمى المعادلة الزمنية للحركة يكتب كالتالى:

$\theta(t)$: الافصول الزاوي وهو مقدار جبري و يعبر عنه د rad .

θ_m : وسع الحركة، و هي القيمة القصوى للزاوية 6 .

T_0: الدور الخاص للنواس، وحدته الثانية s .

φ: الطور عند اللحظة t=0 ، وحدته الراديان rad .



ج) تعبير الدور الخاص:

بإشتقاق تعبير $\theta(t)$ مرتين وتعويضها فى المعادلة التفاضلية السابقة إستنتج أن تعبير الدور الخاص يكتب كالتالى:

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{j_{\Delta}}{C}}}$$

نطبيق:

ننجز نواس لي بتعليق قرص عزم قصوره بالنسبة لمحور الدوران Δ هو: $j_\Delta=5.10^{-3}\ kg.m^2$ بطرف سلك فلزي رأسي ثبت طرفه الأخر في نقطة O. محورا الساك والقرص منطبقين. ندير القرص حول محوره Δ ونحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة t=0.

المعادلة الزمنية لحركة القرص هي: $\theta(t)=\frac{5\pi}{100}\cos(2.38\pi.t)$

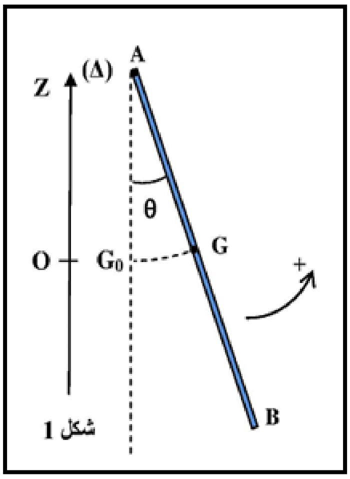
1) عين وسع و تردد الحركة.

2) أحسب C ثابتة لي السلك.

أجوبة:

نشاط:

استعمل الانسان الساعة منذ القديم لقياس الزمن، فاخترع أنواعا مختلفة من الساعات مثل: الساعة الشمسية والساعة المائية والساعة الرملية... إلى أن جاء العالم هويجنس **Huygens** الذي صنع أول ساعة حائطية سنة 1657.
يعتمد هذا النوع من الساعات في اشتغاله أساسا على رقاص الساعة الذي ننمذجه في هذه الدراسة بنواس وازن ينجز تذبذبات صغيرة حرة بدون احتكاك.



يتكون النواس الوازن المدروس من عارضة متجانسة AB، كتلتها m=0,203kg وطولها AB=ℓ=1,5m، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي (Δ) ثابت يمر من طرفها A (الشكل 1)
ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
نمعلم، في كل لحظة، موضع النواس بأفصوله الزاوي θ. نضع AG=d
نعطي عزم قصور العارضة بالنسبة للمحور (Δ): $J_{\Delta}=\frac{1}{3}m\ell^2$.
نقبل في حالة التذبذبات الصغيرة أن: $\sin\theta\approx\theta$ حيث θ بالراديان. و نرمز لشدة الثقالة بالحرف g.
نزيح النواس الوازن عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

أ) المعادلة التفاضلية:

بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران،
أثبت المعادلة التفاضلية لحركة النواس

$$\boxed{\ddot{\theta}+\frac{mgd}{j_{\Delta}}\theta=0}$$

ب) المعادلة الزمنية للحركة:

أكتب تعبير المعادلة الزمنية $\theta(t)$ بدلالة t ؛ θ_m و الدور الخاص T_0.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ج) تعبير الدور الخاص:

بين أن تعبير الدور الخاص T_0 لهذا النواس هو:

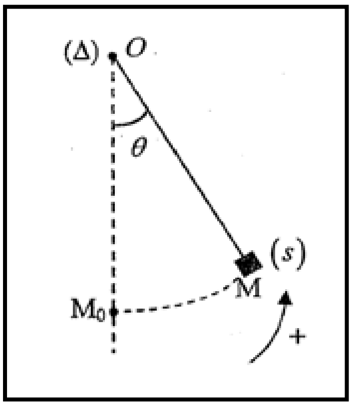
$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

النواس البسيط هو حالة خاصة وبسيطة للنواس الوازن.

نشاط:

يتكون نواس بسيط من حبل ، غير مدود كتلته مهملة و طوله ℓ و جسم صلب (S) كتلته m . النواس قابل للدوران حول محور أفقي (Δ) ثابت و متعامد مع المستوى الرأسي. عزم قصور النواس بالنسبة للمحور (Δ) هو : $J_\Delta = m\ell^2$.



نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية $\theta_m = \frac{\pi}{20} rad$ في المنحى الموجب و نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$. نمعلم موضع النواس عند لحظة t بالأفصول الزاوي θ الذي يكونه النواس مع الخط الرأسي المار من النقطة O حيث $\theta=\left(\overrightarrow{OM}_0,\overrightarrow{OM}\right)$

المعطيات : نأخذ في حالة التذبذبات الصغيرة $\sin\theta \approx \theta(rad)$

شدة الثقالة $g=9,8m.s^{-2}$ ؛ طول الحبل $\ell = 3m$ ؛ كتلة الجسم $m=18kg$.

نهمل أبعاد (S) بالنسبة لطول الحبل و جميع الاحتكاكات.

1 - بين ، بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت ، أن المعادلة التفاضلية لحركة النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض ، تكتب على الشكل :

$$\boxed{\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2-أحسب الدور الخاص T_0 للنواس .

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3- بين أن ل T_0بعد زمنى:

....
....
....
....
....
....
....

3- أكتب المعادلة الزمنية لحركة النواس.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

4- استنتج قيمة السرعة الخطية V للجسم عند اللحظة $t=T_0/4$.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

6) ظاهرة الرنين الميكانيكي: Phenomene de Resonance Mecanique

1.6) الديدبات القسرية: Oscillations Forcees

تؤثر الإحتكاكات على التدبذبات الميكانيكية فتصبح حركتها .... و يمكن صيانتها (....) .... الطاقة المبددة نتيجة .... بربط المتذبذب الميكانيكي بجهاز يمنحه الطاقة اللازمة لكي تكون حركته ...., حيث في هده الحالة يفرض الجهازدوره T_e على المتدبدب فينجز هدا الأخير تدبدبات تسمى ....

في حالة الذبذبات القسرية يسمى الجهاز ....

و المجموعة المتذبذبة ....

2.6) ظاهرة الرنين الميكانيكي:

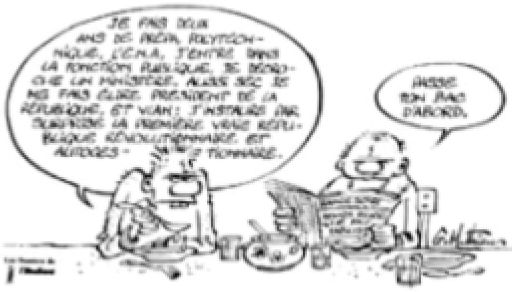
عندما يكون دور المثير T_e .... دور الرنان T_0 نحصل على ظاهرة ....

عند حدوث الرنين ....

Catastrophe du Pont suspendu, actuellement Pont de la Basse chaine en l'année 1850 (le 11ème Leger)

Des rafales de vent régulières ont provoqué la rupture du pont de Tacoma, dans l'état du Washington, le 7 novembre 1940

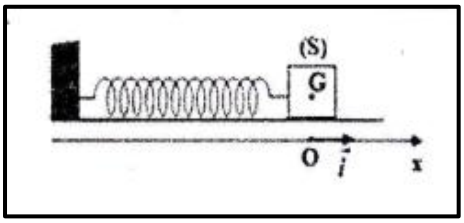
Le 16 avril 1850, les vibrations provoquées par le pas cadencé d'une troupe ont entraîné l'effondrement du pont d'Angers : 226 morts !



7) تطبيقات:

تمرين1:

نتبث جسما صلبا (S) كتلته $m=225g$ بنابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K.



عند التوازن, ينطبق مركز القصور G للجسم (S) مع اصل المعلم $(O.\vec{i})$ المرتبط بالأرض والذى نعتبره غاليليا (الشكل جانبه). نهمل جميع الإحتكاكات.
نزيح (S) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية. المعادلة الزمنية لحركة G هى:

$$x(t)=X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}+\varphi)$$

1) تكتب معادلة سرعة G كما يلى: $v(t)=-025.\sin(\pi t)\quad (m/s)$

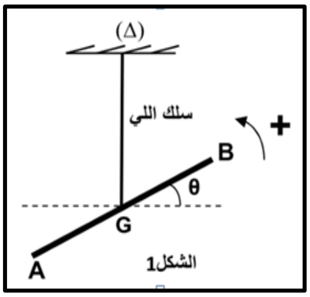
1.1) بأستغلال معادلة السرعة, حدد قيمة كل من الدور الخاص T_0 للتدبدبات والوسع X_m والطور φ عند اللحظة $t_0=0$.

2.1) أحسب قيمة صلابة النابض K.

2) حدد تعبير قوة الإرتداد $\vec{F}$ المطبقة من طرف النابض على الجسم الصلب (S) عمد اللحظة $t=0.5s$.

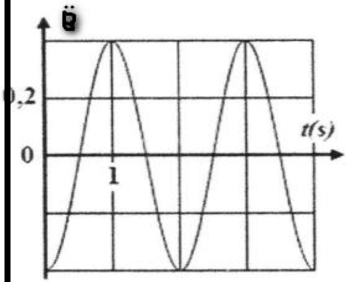
3) حدد المعادلة الزمنية للتسارع $\ddot{x}(t)$ لحركة G. (الشكل3)

التمرين 2:



الشكل1

يتكون نواس اللي من سلك فلزي رأسي ثابتة ليه C ومن قضيب AB متجانس، عزم قصوره $J_\Delta=2,4.10^{-3}kg.m^2$ بالنسبة لمحور رأسي (Δ) منطبق مع السلك ويمر من G مركز قصور القضيب. ندير القضيب AB أفقيا في المنحى الموجب حول المحور (Δ) بالزاوية θ_m بالنسبة لموضع التوازن، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة t=0 نعتبرها أصلا للتواريخ
نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن (الشكل 1).



الشكل 2

1) مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على منحنى الشكل (3) والدى يمثل تغيرات التسارع الزاوى $\ddot{\theta}(t)$ لحركة القضيب

1.1) بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك فى حالة الدوران على القضيب حدد المعادلة التفاضلية للحركة

2.1) حل المعادلة التفاضلية يكتب كالتالى: $\theta(t)=\theta_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$

أ) أوجد بدلالة البارمترات الضرورية, تعبير التسارع الزاوى $\ddot{\theta}(t)$

ب) بأستغلال المنحنى (الشكل2), حدد قيمة كل من T_0 و θ_m. استنتج قيمة تاباة اللى C

2) حدد قيمة السرعة الزاوية القصوية $\dot{\theta}_{\max}$

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....

ACTIVITÉ DOCUMENTAIRE

Les horloges atomiques

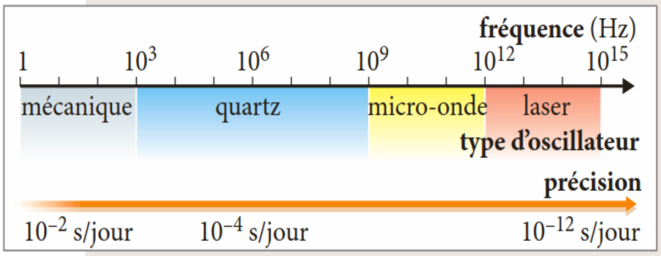
Dans cette interview à l'Observatoire de Paris, le physicien Noël Dimarcq, chercheur au CNRS, explique le principe des horloges atomiques ainsi que leur importance dans la recherche fondamentale et appliquée et dans la vie quotidienne.

D'où vient la précision d'une horloge ?

N. Dimarcq Tout d'abord, il faut garder en mémoire que depuis Huyghens (1629-1695), toutes les horloges fonctionnent avec un oscillateur : l'oscillateur mécanique (horloges et montres anciennes), le quartz (horloges, montres et horloges atomiques actuelles), le laser (horloges atomiques du futur).

Parallèlement, avec l'évolution des connaissances scientifiques et des techniques, la précision des horloges a considérablement augmenté : pour un jour, l'incertitude est passée d'environ 10 s au XVIIe siècle, à 10^{-11} s pour les horloges atomiques actuelles.

Pourquoi ? Parce que l'incertitude sur la mesure du temps représente une fraction de la période de l'oscillateur. Il en résulte que plus la période est petite (donc plus la fréquence des oscillations est grande) et plus l'incertitude sur la mesure du temps est faible.



1 *Évolution de la précision des horloges.*

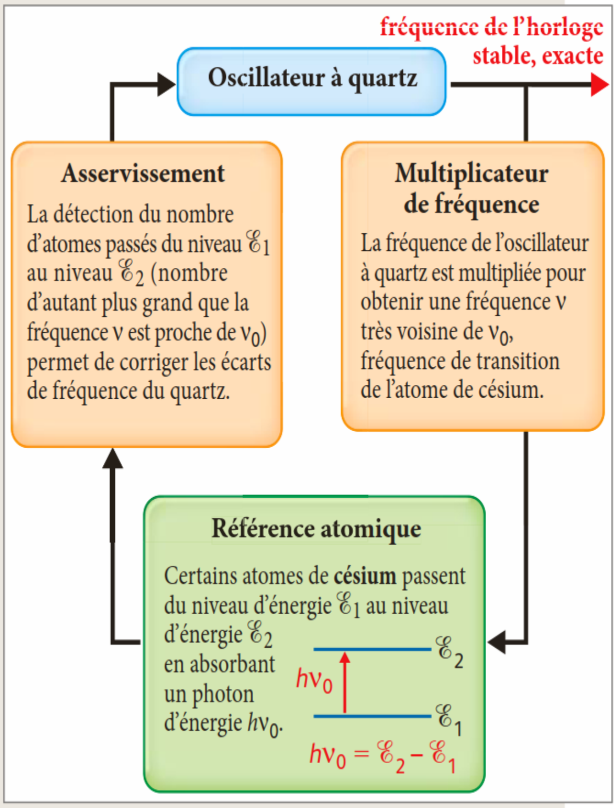
Qu'est-ce qu'une horloge atomique ? Quel est son principe de fonctionnement ?

Prenons l'exemple de l'horloge au césium sur laquelle s'appuie la définition de la seconde. Cette horloge atomique comporte un oscillateur à quartz (comme dans une montre à quartz) dont la fréquence f est contrôlée par un dispositif de régulation qui repère et corrige en temps réel les fluctuations de la fréquence afin que celle-ci soit stable et la plus exacte possible. Ce dispositif s'appuie sur une transition atomique du césium 133 entre deux états nommés ici $\mathscr{E}_1$ et $\mathscr{E}_2$ **(document 2)**.

Qu'apportent les horloges atomiques dans la mesure du temps ?

Il est difficile de réaliser deux horloges mécaniques ou deux horloges à quartz identiques car leur fréquence d'oscillation dépend de leur géométrie (construction des balanciers, taille du quartz) : elles ne sont pas exactes. Par ailleurs la fréquence de ces horloges varie au cours du temps (modification de leur forme par usure, changement de température, etc.) : de telles horloges manquent de stabilité.

Pour l'horloge atomique au césium, les atomes de césium 133 sont tous identiques, ils ont et gardent les mêmes propriétés (ils ne s'usent pas, contrairement à un oscillateur mécanique ou à quartz). L'énergie des photons qu'ils émettent lors de la transition est universelle et immuable comme la fréquence $\nu_0 = \left(\frac{\mathscr{E}_2 - \mathscr{E}_1}{h}\right)$ du rayonnement électromagnétique associé. Ceci explique, en partie, l'évolution de la précision entre les meilleures horloges à quartz (0,1 ms/jour) et les horloges atomiques au césium (10 ps/jour).



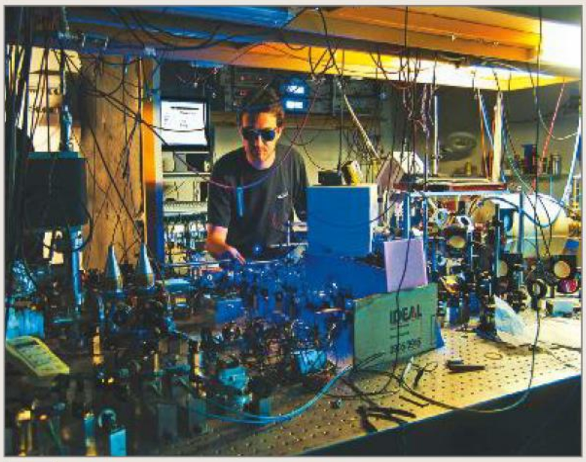
2 *Principe de l'horloge atomique au césium.*

Comment améliore-t-on la précision des horloges atomiques ?

Plusieurs voies sont explorées actuellement :

– augmenter la fréquence du rayonnement électromagnétique dans l'horloge, en utilisant une fréquence proche du visible ($f \approx 10^{15}$ Hz) au lieu de la fréquence micro-onde du césium ($f \approx 10^{10}$ Hz). Ainsi, les horloges à atomes de strontium utilisent un rayonnement dans le rouge et les horloges à atomes de mercure un rayonnement dans l'ultra violet ;

– augmenter la durée d'interaction entre les atomes et le rayonnement car plus cette durée d'interaction est longue, plus la précision est améliorée (la détection des atomes ayant subi la transition est améliorée). C'est la technique utilisée dans toutes les nouvelles générations d'horloges atomiques dans lesquelles le mouvement des atomes est contrôlé et ralenti (atomes froids) grâce à de la lumière laser.



3 *Jeune chercheur devant une horloge optique au strontium – Laboratoire Syrte de l'Observatoire de Paris.*

Quelles sont les recherches menées dans le laboratoire Syrte que vous dirigez ?

Les missions du laboratoire sont multiples, j'en citerai trois :

– la mission première est d'améliorer les performances des horloges atomiques afin d'obtenir une plus grande exactitude pour l'unité de temps (la seconde). Les horloges atomiques à césium actuelles atteignent une précision de l'ordre de 10^{-16}, et les recherches en cours visent 10^{-18} avec les horloges optiques **(document 3)** ;

– le laboratoire réalise également des recherches de physique fondamentale, par exemple pour le projet Pharao, où des horloges atomiques de très haute précision seront mises en orbite dans la station spatiale internationale ISS afin de tester des lois fondamentales de la physique (théories de la relativité, de la gravitation, variation des constantes universelles, etc.) ;

– parallèlement, le développement de nouvelles technologies pour les horloges (miniaturisation, amélioration de l'exactitude) ouvre de nouveaux domaines à explorer sur le comportement ondulatoire de la matière à très basse température. Dans les fontaines à atomes refroidis par laser, les atomes sont très fortement ralentis par leur interaction avec la lumière laser. Ils se déplacent avec une vitesse très faible dans un tube à température proche du 0 K **(document 4)**.

4 ► *Fontaine à atomes refroidis par laser.*

Les horloges atomiques font-elles partie de notre quotidien ?

Oui, de nombreuses applications de la vie quotidienne reposent sur les performances des horloges atomiques. Quelques exemples : l'horloge parlante, la synchronisation des réseaux de télécommunication à haut débit, le positionnement par GPS (et bientôt par le système européen Galileo) pour la navigation, la sécurisation du transport aérien, le secours en mer… dont la précision dépend de celle des horloges.

Mais toutes ces applications n'utilisent pas d'horloges atomiques aussi exactes que celles des laboratoires de recherche fondamentale. Les horloges commerciales pour l'industrie, pour les laboratoires ou pour le positionnement par satellite ont une précision de l'ordre de 10^{-9} s/jour.

Coup de pouce

Site de l'Observatoire de Paris : www.syrte.obspm.fr

7

المظاهر الطاقية

Les Aspects Energetiques

إعداد عبد الحق صومادى

Officiellement lancé en 2013, le projet Hyperloop devrait révolutionner le monde des transports. Le système imaginé repose sur des capsules en lévitation, dans des tubes à basse pression, et pouvant transporter voyageurs et marchandises. L'hyperloop pourra atteindre les 1200km/h,donc une colossale Energie Cinetique on ne parle alors non plus de TGV mais de THV

Les variations de vitesse et d altitude d un patineur sont relies a Deux grandeurs l energie cinetique et l energie potentiel

شغل قوة ثابتة

تعريف - أمثلة لشغل قوة ثابتة - مميزات الحركة التذبذبية - خمود التذبذبات

شغل قوة غير ثابتة

الشغل الجزئى – الشغل الكلى - مثال لشغل قوة غير ثابتة: شغل قوة مطبقة من طرف نابض

مبرهنة الطاقة الحركية

الدراسة الطاقية للنواس المرن في وضع أفقي

الطاقة الحركية - طاقة الوضع المرن - الطاقة الميكانيكية - مخطط الطاقات

الدراسة الطاقية لنواس اللى

الطاقة الحركية - طاقة وضع اللى - الطاقة الميكانيكية – مخطط الطاقات

الدراسة الطاقية للنواس الوازن

الطاقة الحركية - طاقة الوضع الثقالية - الطاقة الميكانيكية – مخطط الطاقات

الدراسة الطاقية للنواس البسيط نشاط

1) شغل قوة ثابتة : Travail d une Force constante

1.1) تعريف:

نعبر عن شغل قوة ثابتة $\vec{F}$ عند انتقال نقطة تأثيرها من A إلى النقطة B بالعلاقة التالية :

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

بحيث α الزاوية بين $\vec{AB}$ و $\vec{F}$

AB المسافة الفاصلة بين النقطة A والنقطة B .

$W_{A\to B}(\vec{F})$ يعبر عنه بالجول (J).

2.1) أمثلة لشغل قوة ثابتة :

☜ *شغل وزن الجسم :*

نعرف شغل وزن الجسم بالعلاقة التالية :

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

m : كتلة الجسم

g : شدة مجال الثقالة .

h : فرق الإرتفاع بين النقطتين A و B .

ملحوظة:

يكون شغل وزن الجسم P موجبا ....

يكون شغل وزن الجسم P سالبا ....

☜ *شغل تأثير السطح :*

نعرف شغل تأثير السطح R بالعلاقة التالية:

$$W_{A\to B}(\vec{R}) =$$

f : شدة قوة الإحتكاك .

AB : المسافة التى إنتقل بها الجسم

ملحوظة:

فى حالة إهمال الإحتكاكات تكون .... وبالتالى يكون : $W_{A\to B}(\vec{R}) =$

2) شغل قوة غير ثابتة : Travail d une force non constante

1.2) الشغل الجزئى :

الشغل الجزئى لقوة F هو ....

نرمز للشغل الجزئى ب $dW(\vec{F})$

تعبير الشغل الجزئى : $\boxed{dW(\vec{F})= \qquad\qquad}$

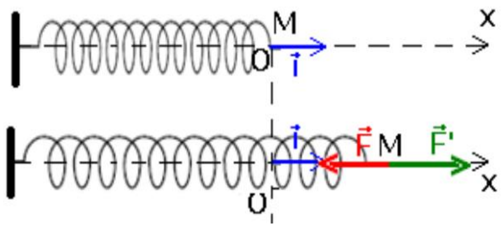
2.2) الشغل الكلى :

الشغل الكلى هو مجموع الأشغال الجزئية:

$\boxed{\qquad\qquad\qquad\qquad}$

3.2) مثال لشغل قوة غير ثابتة: شغل قوة مطبقة من طرف نابض :

نشاط 1 :



نعتبر نابضا دا لفات غير متصلة صلابته K وكتلته مهملة فى وضع أفقى.

نطبق على النابض عند طرفه الحر M قوة $\vec{F}$ فيتمدد بمسافة OM=x

1. بتطبيق القانون الثالث لنيوتن بين أن : F=Kx .

....
....
....
....
....
....

2. إعط تعبير الشغل الجزئى للقوة $\vec{F}$.

....
....
....
....

3. بإستعمال التكامل إعط تعبير الشغل الكلى للقوة $\vec{F}$ عندما ينتقل النابض من نقطة A حيث تمدده هو x_A إلى نقطة B حيث تمدده هو x_B. ثم إستنتج أن تعبير شغل $\vec{T}$ توتر النابض هو:

$$\boxed{W_{A\to B}(\vec{T})=\frac{1}{2}k(x_A^2 - x_B^2)}$$

....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....

4. لماذا لانستعمل لحساب هذا الشغل العلاقة $\underset{A\to B}{W}(\vec{F})=F.AB$

....
....
....

Theoreme de L energie Cinetique 3) مبرهنة الطاقة الحركية :

1.3) تعبير الطاقة الحركية :

☜ في حالة حركة إزاحة عندما ينتقل جسم صلب كتلته m بسرعة V يكون له طاقة حركية E_C تعبيرها يكون كالتالي:

$$\boxed{E_C = -\qquad}$$

☜ في حالة حركة دوران عندما ينجز جسم صلب عزم قصوره J_Δ حركة دوران بسرعة زاوية $\dot{\theta}$ يكون له طاقة حركية E_C تعبيرها يكون كالتالي:

$$\boxed{E_C = -\qquad}$$

وحدة E_c هي الجول (J)

2.3) مبرهنة الطاقة الحركية :

☜ *في حالة إزاحة:*

عندما ينتقل جسم S كتلته m من نقطة A حيث سرعته V_A إلى نقطة B حبث سرعته V_B فإن العلاقة التالية:

و التي تسمى مبرهنة الطاقة الحركية تتحقق :

$$\boxed{\frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = \sum \underset{A\to B}{W}(\vec{F})}$$

☜ في حالة الدوران:

$\dot{\theta}_B$ السرعة الزاوية للجسم عند نقطة B.

$\dot{\theta}_A$ السرعة الزاوية للجسم عند نقطة A.

$$\boxed{\frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}_B^2 - \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}_A^2 = \sum \underset{A\to B}{W}(\vec{F})}$$

1.4) الطاقة الحركية:

أثناء حركته يمتلك الجسم (S) المعلق بطرف نابض طاقة حركية E_c تعبيرها:

مع: $V(t)=\dot{x}(t)$ و $x(t)=X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$

2.4) طاقة الوضع المرن:

عندما يكون النابض مضغوطا أو مطالا فإنه ....

تسمى .... نرمز لها ب ....

في الحالة التي يكون فيها النابض لا مطالا ولا مضغوطا فإن ....

$$E_{pe}=$$

نعرف طاقة الوضع المرنة للمجموعة (جسم – نابض) في وضع أفقي كالطاقة ....

....

تعبيرها يكون كالتالي:

حيث k صلابة النابض و x إطالته عند لحظة معينة. ووحدة Epe هي الجول (J).

C ثابتة ....

غالبا ما نأخذ الحالة المرجعية عندما يكون النابض غير مشوه حيث x=0 . في هذه الحالة تكون ....

و يكون تعبيرطاقة الوضع المرنة على الشكل:

مع: $x(t)=X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$

وبالتالي:

$$E_{pe}=\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}k\,(X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi))^2$$

ملحوظة:

يساوي تغير طاقة الوضع المرنة مقابل شغل قوة توتر النابض

$$W_{A\to B}(\vec{T})=-\Delta E_{pe}=E_{pe}(A)-E_{pe}(B)$$

3.4) الطاقة الميكانيكية:

الطاقة الميكانيكية للنواس المرن هي ....

$$E_m =$$

نشاط: إنحفاظ الطاقة الميكانيكية في غياب الإحتكاكات.

1) بين في غياب الإحتكاكات أن تعبير الطاقة الميكانيكية يكتب:

$$E_m = \frac{1}{2}k x_m^2 = \frac{1}{2}mv_m^2 = C^{te}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....

ملحوظة: يمكن البرهنة على أن الطاقة الميكانيكية تنحفظ في غياب الإحتكاكات.

الطريقة1: استعمال العلاقة: (انظر 1باك) $\Delta E_m = \sum_{Forces\, non\, conservatives} W(\vec{F}) = W(\vec{R})$

....
....
....
....
....

الطريقة2:

....
....
....
....
....
....
....
....
....

2) بين أنه يمكن الحصول في غياب الإحتكاكات على المعادلة التفاضلية للنواس المرن بإستعمال انحفاظ الطاقة:

....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ملحوظة1:

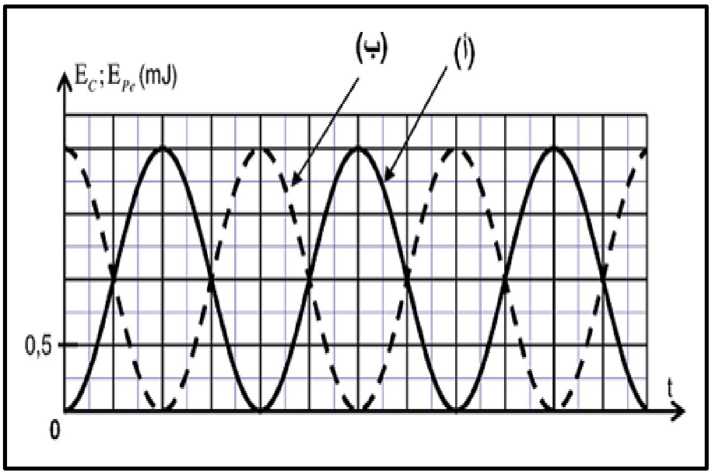
☜ في حالة وجود الإحتكاكات .... لنواس المرن بحيث تتحول إلى .... نتيجة ....

☜ في حالة إهمال الإحتكاكات تكون .... إدا كبرت E_c فإن E_{pe} .... وأدا تناقصت E_c فإن E_{pe} ....نقول أن هناك ....

نشاط 2 :

نعتبر المجموعة {الجسم الصلب . النابض} حيث الجسم الصلب كتلته m والنابض لفاته غير متصلة صلابته $K=30N/kg$ وكتلته مهملة.نهمل جميع الإحتكاكات .ونعتبر أن الحالة المرجعية لطاقة الوضع تتطابق مع أصل المعلم. نزيح الجسم عن موضع توازنه المستقر بمسافة x_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند $t=0$.

يعطى المنحنى أسفله تمثيل الطاقات الثلاث E_{pe} و E_C بدلالة الزمن t .



1) عين، من بين المنحنيين (أ) و (ب) ، المنحنى الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية E_C. علل جوابك.

....
....
....
....
....
....
....
....
....

2) حدد قيمة الطاقة الميكانيكية E_m للمجموعة المتذبذبة.

....
....

3) إستنتج قيمة المسافة x_m

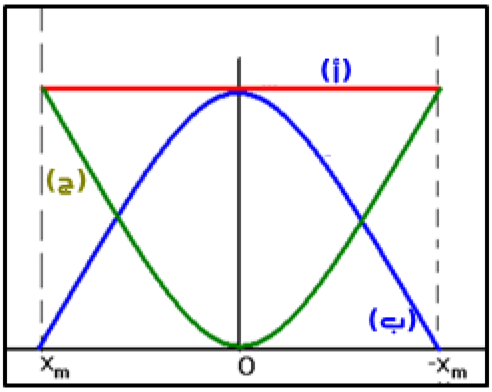
....
....
....
....
....

4) باعتماد تغير طاقة الوضع المرنة للمجموعة المتذبذبة، أوجد الشغل $W_{A\to O}(\vec{T})$ لقوة الارتداد $\vec{T}$ المطبقة من طرف النابض على (S) عند انتقال G من موضع A أفصول $x_A = x_m$ إلى الموضع O.

5)) نمثل الأن الطاقات الثلاث E_c , E_m , E_{pe} بدلالة الأفصول x :حيث نحصل على المنحنى أسفله .(الشكل3).

1.1 اقرن كل منحنى بالطاقة التى يمثلها E_m .

الشكل3



1.2 بين أن السرعة القصوية للجسم تكتب كالتالى :

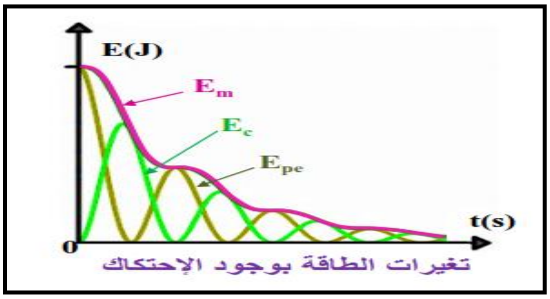
$$\boxed{V_m = x_m\sqrt{\frac{k}{m}} = x_m\frac{2\pi}{T_0}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

5) فى الواقع توجد هناك إحتكاكات حيث تمثيل الطاقات الثلاث يكون كالتالى (الشكل 2). بمادا تسمى هده الظاهرة . سم نظام الدبدبات.

....
....
....
....

الشكل2



5) الدراسة الطاقية للنواس اللى: Etude Energetique du Pendule de Torsion

1.5) الطاقة الحركية:

نعتبر المجموعة { السلك , القضيب }. بما أن قطر السلك صغير جدا بالنسبة لطوله فإن طاقته الحركية مهملة ($J_\Delta=0$) وبالتالى الطاقة الحركية للمجموعة تساوى الطاقة الحركية للقضيب.

مع: $\theta=\theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$

2.5) طاقة وضع اللى:

لطاقة وضع اللى E_{pt} الصيغة الرياضية التالية:

C^{te} تتعلق بالحالة المرجعية. في حالة أخد الحالة المرجعية لطاقة الوضع **Ep=0** هى حالة التوازن المستقر للقضيب **(θ=0)** فإن $C^{te}=0$. وبالتالى:

مع: $\theta=\theta_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$

ملحوظة:

يساوى تغير طاقة وضع اللى مقابل شغل مزدوجة اللى $\underset{\theta_1\to\theta_2}{W}(M_C)$

$$\underset{\theta_1\to\theta_2}{W}(M_C) = -\Delta E_{pt} = E_{pt}(\theta_1) - E_{pt}(\theta_2)$$

3.5) الطاقة الميكانيكية:

أ) تعريف:

الطاقة الميكانيكية E_m للنواس المرن هى مجموع طاقته الحركية E_C وطاقة الوضع اللى E_{pt}.

$$\boxed{E_m = E_c + E_{pt}}$$

ب) نشاط:

1) بين فى غياب الإحتكاكات أن تعبير الطاقة الميكانيكية يكتب:

$$\boxed{E_m = \frac{1}{2} C \theta_m{}^2 = \frac{1}{2} j_\Delta \, \dot{\theta}_{\max}{}^2 = C^{te}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

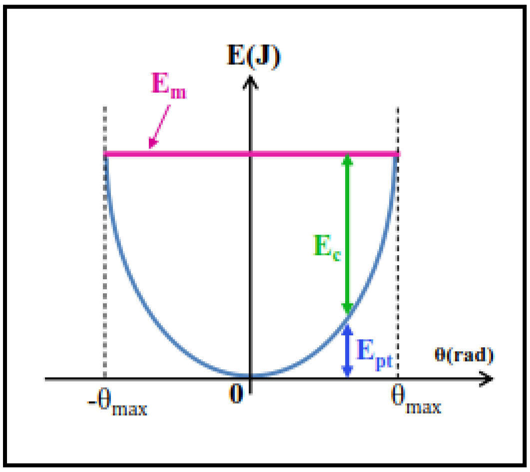
ملحوظة2:

☜ فى حالة وجود الإحتكاكات .... بحيث يتحول جزء منها إلى .... نتيجة ....

☜ فى حالة إهمال الإحتكاكات تكون .... إدا كبرت E_c فإن E_{pt} .... وإدا تناقصت E_c فإن E_{pt}............................نقول أن هناك ....

4.5) مخطط الطاقات:

فى غياب الإحتكاكات نمثل الطاقات الثلاث بدلالة الزاوية θ فنحصل على الشكل جانبه:



☜ طاقة وضع اللى: ....
....

☜ الطاقة الميكانيكية: ....
....

☜ الطاقة الحركية: ....
....
....

ملحوظة:

كلما ازدادت θ كلما تناقصت E_C حيث تنعدم عند $\theta=\theta_m$ و $\theta=-\theta_m$.

6) الدراسة الطاقية للنواس الوازن Etude Energetique du Pendule Pesant

1.6) الطاقة الحركية:

نعرف الطاقة الحركية للنواس الوازن بالصيغة التالية:

مع: $\theta=\theta_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$

2.6) طاقة الوضع الثقالية:

نعرف طاقة وضع الثقالية بتغييرها فنكتب:

$$\boxed{\Delta E_{pp}=-W(\vec{P})}$$

مع:

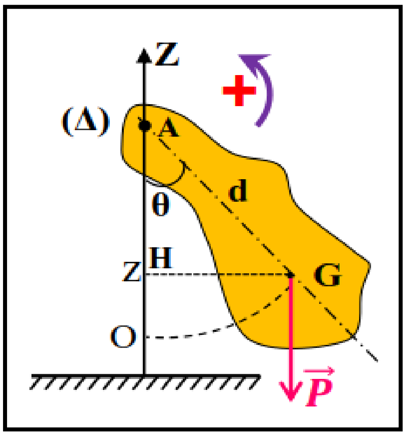
$$\boxed{E_{pp}=mgz\ +\ C^{te}}$$

C^{te} تتعلق بالحالة المرجعية. في حالة أخذ الحالة المرجعية لطاقة الوضع Epp=0 هى حالة التوازن المستقر للجسم (θ=0) فإن $C^{te}=0$.

$$\boxed{E_{pp}=mgz}$$

m : كتلة الجسم.
z : أنسوب الجسم.
g : شدة الثقالة.

نشاط:



بين بالنسبة النواس الوازن و بالنسبة للدبدبات الصغيرة أن تعبير طاقة الوضع الثقالية تكتب كالتالى:

$$\boxed{E_{pp}=mg\,d\frac{\theta^2}{2}}$$

مع: d=AG

في حالة الدبدبات دات وسع صغير نقبل بتقدير مقبول أن: $\cos\theta\simeq 1-\frac{\theta^2}{2}$

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

3.6) الطاقة الميكانيكية:

أ) تعريف:

الطاقة الميكانيكية E_m للنواس المرن هى مجموع طاقته الحركية E_C وطاقة الوضع الثقالية E_{pp}.

$$\boxed{E_m = E_c + E_{pp}}$$

ب) انحفاظ الطاقة الميكانيكية:

1) بين أن فى غياب الإحتكاكات وبالنسبة للدبدبات الصغيرة أن تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن تكتب:

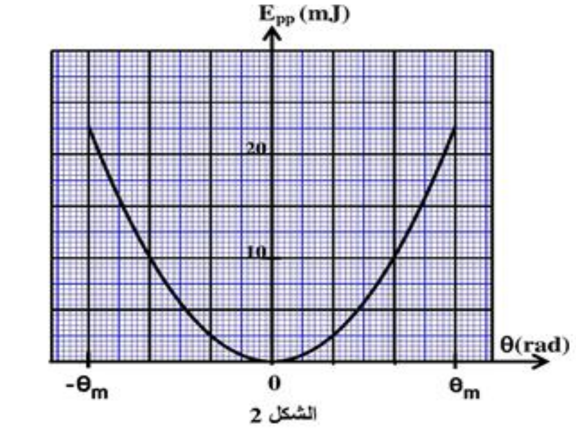
$$\boxed{E_m = \frac{1}{2} mgd\,\theta_m^{\,2} = C^{te}}$$

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ملحوظة:

فى حالة وجود الإحتكاكات .... الطاقة الميكانيكية E_m لنواس اللى بحيث يتحول جزء منها إلى .... نتيجة ....

4.6) مخطط الطاقات:



الشكل 2

نشاط: نختار المستوى الأفقي المار من النقطة G_0، موضع مركز القصور G لعارضة AB عند التوازن المستقر، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ($E_{PP}(0)=0$).

نعطى عزم قصر العارضة $j_\Delta = 0.225\,kg.m^2$

يمثل الشكل 2 منحنى تغير طاقة الوضع الثقالية $E_{pp}(\theta)$ للنواس المدروس في المجال $[-\theta_m;\theta_m]$.

باستغلال المخطط الطاقي:

1: حدد قيمة الطاقة الميكانيكية E_m.

2: أوجد قيمة الطاقة الحركية E_c للنواس عند مروره من موضع أفصوله الزاوي $\theta = \frac{2}{3}\theta_m$

3: استنتج القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ عند هدا الموضع.

أجوبة:

7) الدراسة الطاقية للنواس البسيط: Etude Energetique du Pendule Simple

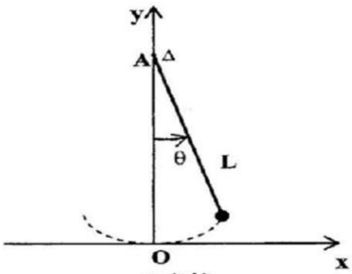
نشاط:

يتكون نواس بسيط من كرية كتلتها m وأبعادها مهملة، معلقة بطرف خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة وطوله L. الطرف الآخر للخيط مشدود إلى حامل ثابت في النقطة A. نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة t=0، فينجز تذبذبات حرة في المستوى (O ;x ;y) حول محور ثابت Δ أفقي يمر من النقطة A.

ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا ونمعلم موضع النواس في كل لحظة t بأفصوله الزاوي θ. (الشكل 2)

نختار المستوى الأفقي المار من النقطة O، موضع التوازن المستقر للنواس مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

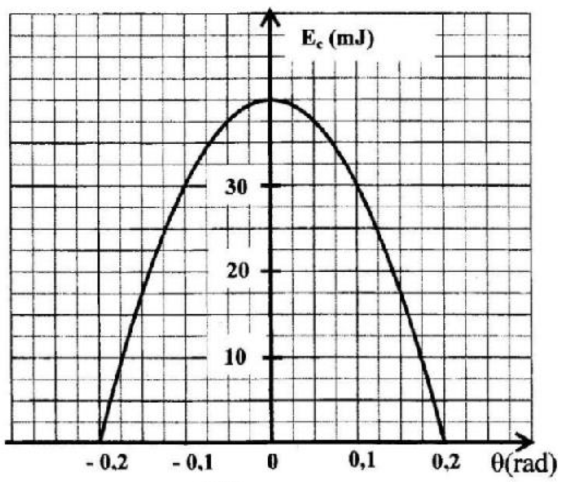
نهمل جميع الاحتكاكات وندرس حركة النواس في حالة التذبذبات الصغيرة.



الشكل 2

المعطيات:

- كتلة الكرية : m=350g.
- طول الخيط : L=58cm.
- شدة الثقالة : $g=9,81m.s^{-1}$.
- عزم قصور النواس: $J_\Delta=mL^2$,
- بالنسبة للزوايا الصغيرة: $\sin\theta \simeq \theta$ و $\cos\theta \simeq 1-\dfrac{\theta^2}{2}$.



الشكل 3

1- أكتب عند لحظة t تعبير الطاقة الميكانيكية E_m في حالة التذبذبات الصغيرة بدلالة m، g، L، θ والسرعة الزاوية $\dot{\theta}$.

2- يمثل الشكل 3 مخطط الطاقة للنواس المدروس. حدد قيمة كل من:

2.1. الأفصول الزاوي الأقصى θ_{max} للنواس.

2.2. الطاقة الميكانيكية E_m للنواس.

2.3. السرعة الخطية القصوى v_{max} للنواس.

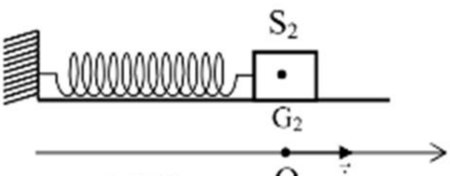
3- أحسب الأفصولين الزاويين θ_1 و θ_2 اللذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية

أجوبة:

8) تطبيقات: Applications

التمرين الأول:

نربط جسما صلبا (S_2)، كتلته $m_2=182g$، بنابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K، ونثبت الطرف الآخر للنابض بحامل ثابت(الشكل 2).



الشكل 2

الجسم (S_2) قابل للانزلاق على مستوى أفقي.

نزيح الجسم (S_2) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية.

لدراسة حركة مركز القصور G_2 للجسم (S_2)، نختار معلما غاليليا $(O;\vec{i})$ حيث ينطبق موضع G_2 عند التوازن مع الأصل O.

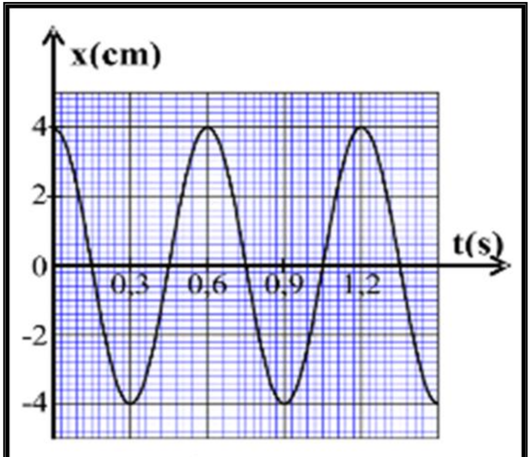
نمعلم موضع G_2 عند لحظة t بالأفصول x في المعلم $(O;\vec{i})$.

1) بين أن المعادلة التفاضلية لحركة G_2 كالتالي: $\ddot{x}+\frac{K}{m_2}x=0$

2) يكون حل المعادلة التفاضلية السابقة هو:

$$x(t)=X_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$$

مكنت الدراسة التجريبية لحركة G_2 من الحصول على المنحنى الممثل في الشكل 3.



الشكل3

2.1. حدد باستغلال المنحنى المقادير التالية:

أ) الوسع Xm

ب) الدورالخاص T_0

ج) الطور φ عند أصل التواريخ.

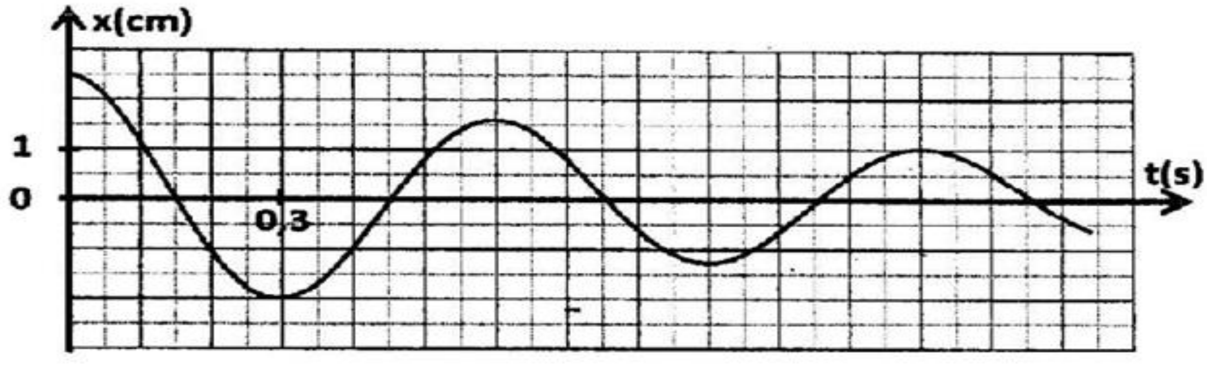
2.2. استنتج قيمة الصلابة K للنابض.

2.3. نختار المستوى الأفقي الذي يشمل موضع G_2 عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية والحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة.

2.3.1: بين أن الطاقة الحركية E_C للجسم (S_2) تكتب كما يلي: $E_C=\frac{K}{2}(X_m{}^2-x^2)$

2.3.2: استنتج السرعة V_{G2} عند مرور G_2 بموضع التوازن في المنحى الموجب.

3) في الواقع توجد احتكاكات بين الجسم السطح بحث عندما نزيح الجسم (S) بمسافة d عن موضع توازنه ثم نحرره بدون سرعة بدئية. نحصل على منحنى تغيرات أفصول مركز القصور G بدلالة الزمن،المبين في الوثيقة 3.



الشكل 3

1.3) أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الوثيقة 3.

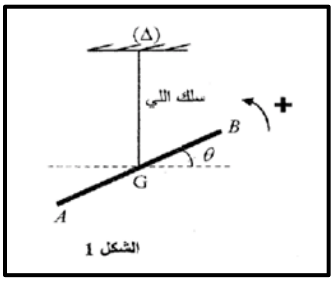
2.3) بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب بين اللحظتين $t_0=0$ و $t_1=1{,}2\,s$، أوجد الشغل $W(\vec{F})$ لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين.

3.3) حدد تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m للمجموعة بين اللحظتين t_0 و t_1 و أعط تفسيرا للنتيجة المحصل عليها

التمرين الثاني:

نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه C وقضيب AB متجانس معلق بالطرف الحر للسلك في مركز قصوره G. الشكل 1.نرمز ب J_Δ لعزم قصور القضيب بالنسبة لمحور الدوران (Δ) المنطبق مع سلك اللي.

ندير القضيب AB حول المحور (Δ) في المنحى الموجب بزاوية θ_m عن موضع توازنه، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ فينجز حركة دوران جيبية.



ندرس النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.

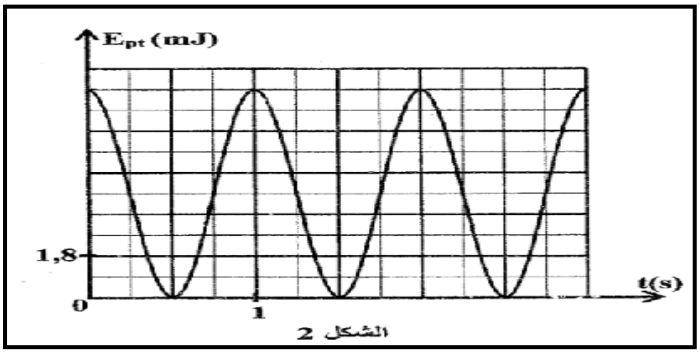
نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن .

نعتبر موضع التوازن موضعا مرجعيا لطاقة اللي ($E_{pt}=0$ عند الموضع $\theta=0$)

والمستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية ($E_{pp}=0$)

نعطي : عزم القصور للقضيب AB بالنسبة لمحور الدوران (Δ) : $J_\Delta=2{,}9.10^{-3}kg.m^2$

يمثل المنحنى الوارد في الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للي E_{pt} بدلالة الزمن. بالاستعانة بهذا المنحنى:



1- حدد الطاقة الميكانيكية E_m لهذا النواس.

2- أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ للنواس عند اللحظة $t_1=0{,}5s$

3- أحسب الشغل W لمزدوجة اللي بين اللحظتين t_0 و t_1.

أجوبة:

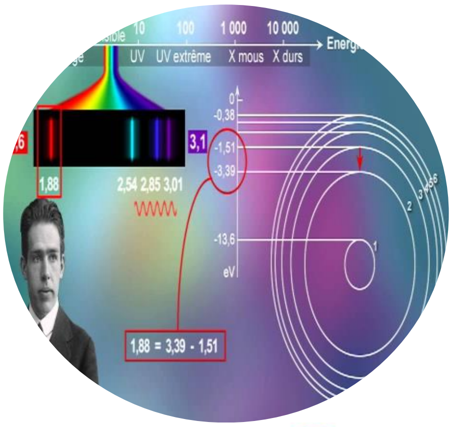
8

الـذرة وميـكـانيك نيـوتن

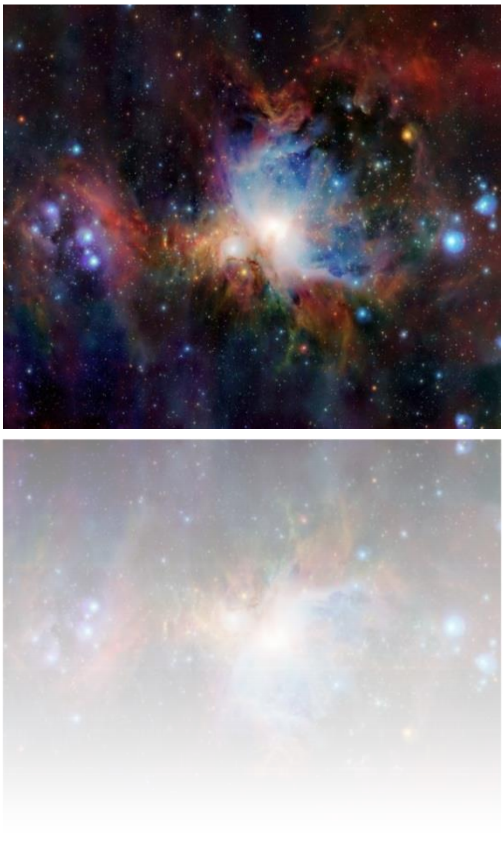
Latome et la macanique de Newton

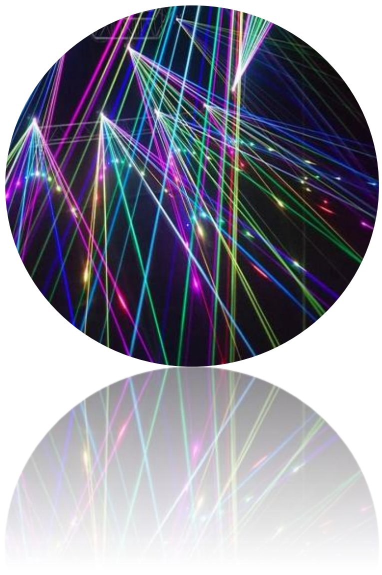
إعداد عبد الحق صومادى

La grande nébuleuse d'Orion est une des nébuleuses les plus brillante du ciel. Elle est constituée en majorité d'atomes d'hydrogène dont certains sont dans un état excité
La couleur rose de la nébuleuse est due à une transition de l'atome d'hydrogène entre les niveaux d'énergie E_2 et E_1



Le mot laser est l'acronyme de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"
Le principe utilise dans le laser est l emission stimulee, principe decouvert par Einstein en 1917. Ce phenomene correspond a un photon déjà excite, qui recoit un photon. Il est alors bouscule, il va donc liberer un deuxieme photon de meme energie que le premier pour retomber dans un etat d energie inferieur.





حدود ميكانيك نيوتن: قانون نيوتن وقانون كولومب - النموذج الكوكبى للذرة

تكمية التبادلات الطاقية: الفوتون - موضوعات بوهر

تكمية مستويات الطاقة:

تطبيقات على الأطياف: تعريف – حساب طول موجة الإمتصاص أو الإنبعاث - المتسلسلات الطيفية

تطبيقات

Activités Étude documentaire

Ondes ou particules ? Les physiciens n'y voient pas clair au début du XXe siècle

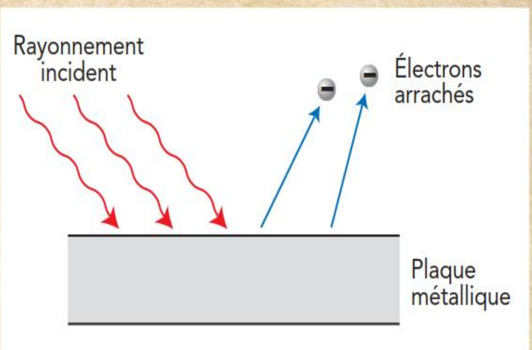
La nature ondulatoire ou particulaire de la lumière est une préoccupation centrale de la physique du début du XXe siècle.
Comment décrire la lumière ?

Du particulaire à l'ondulatoire
Après de nombreuses théories au sujet de la lumière, le Britannique Isaac NEWTON (1642-1727) impose son modèle de la lumière au XVIIe siècle. Pour lui, il s'agit d'un jet de particules qui diffèrent suivant la couleur de la lumière. On parle de « modèle particulaire ».
Cependant, ce modèle ne permet pas d'expliquer les phénomènes d'interférences (voir **chapitre 3**).
Pour les interpréter, le modèle ondulatoire est élaboré au XIXe siècle à la suite des travaux du Britannique Thomas YOUNG (1773-1829) et du Français Augustin FRESNEL (1788-1827). Très vite, ce modèle prédomine pour atteindre son apogée en 1864 avec les travaux de l'Écossais James MAXWELL (1831-1879).
Pourtant, à la fin du XIXe siècle, la découverte de l'effet photoélectrique, par l'Allemand Heinrich HERTZ (1857-1894), ne peut s'expliquer par le caractère ondulatoire de la lumière.

L'effet photoélectrique
Lorsqu'un métal est éclairé par un rayonnement ultraviolet **(doc. 1)**, des électrons sont arrachés de sa surface.
En revanche, si on utilise *un rayonnement de plus grande longueur d'onde, donc de moins grande énergie*, les électrons ne sont pas arrachés, même avec une durée d'exposition plus longue.

De l'ondulatoire au particulaire
Cette dernière observation va avoir de grandes conséquences sur la modélisation de la lumière.
D'après le modèle ondulatoire, l'énergie transférée par rayonnement au système dépend de la durée d'exposition. Ainsi, une exposition prolongée du métal à un rayonnement devrait permettre d'accumuler suffisamment d'énergie pour arracher un électron quelle que soit la longueur d'onde du rayonnement.
Le modèle ondulatoire ne permet donc pas d'expliquer l'effet photoélectrique.

En 1905, pour expliquer cet effet, Albert EINSTEIN (1879-1955) postule qu'un rayonnement est constitué de particules transportant des quanta d'énergie. En 1926, l'Américain Gilbert LEWIS (1875-1946) les nomme « photons ». Lors de l'effet photoélectrique, pour qu'un électron soit arraché, il faut que l'énergie du photon incident soit suffisante. Si ce n'est pas le cas, l'électron n'est pas arraché, quel que soit le nombre de photons incidents.



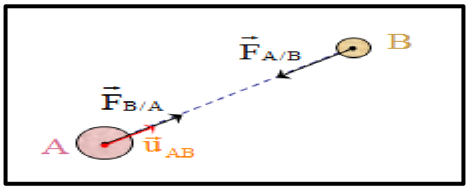
Doc. 1 Schématisation de l'effet photoélectrique.

La dualité onde-particule
Actuellement, suite aux travaux du Français Louis DE BROGLIE (1892-1987) en 1923, la lumière, et plus généralement les ondes électromagnétiques, sont décrites comme des flux de photons. Un photon se comporte soit comme une onde, soit comme une particule, suivant le contexte expérimental considéré. On parle de dualité onde-particule.
Un photon n'est ni une onde ni une particule.
C'est un objet quantique.
En 1921, A. EINSTEIN reçoit le prix Nobel de Physique pour ses travaux sur l'effet photoélectrique.
En 1929, L. DE BROGLIE le reçoit pour sa découverte de la nature ondulatoire des électrons.

1) حدود ميكانيك نيوتن: Les limites de la mecanique de Newton

1.1) قانون نيوتن وقانون كولومب

Ψ **قانون نيوتن:**



جسمان نقطيان A و B كتلتهما m_A و m_B وتفصل بينهما المسافة d=AB

يطبق أحدهما على الأخر قوة تجاذب: $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$

$\vec{F}_{A/B}$ تسمى قوة التجاذب الكونى

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -G\frac{m_A m_B}{d^2}\vec{u}_{AB}$$

حيث : G ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6{,}67.10^{-11}\ m^3\ Kg^{-1}\ s^{-2}$ و $\vec{u}_{AB}$: متجهة واحدية موجهة من A نحو B.

Ψ **قانون كولومب:**

....
....
....
....

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = \frac{\qquad}{\qquad}$$

حيث k: ثابتة قيمتها $k = 9.10^9\ N.m^2.C^{-2}$

$\vec{F}_{A/B}$ تسمى القوة الكهرساكنة

ملحوظة:

....
....
....

2.1) النموذج الكوكبي للذرة:

بالمماثلة مع قوى التأثيرات التجاذبية الكونية التي تحكم حركة الكواكب و قوى التأثيرات الكهرساكنة التي تحكم حركة الإلكترونات حول النواة، اقترح العالم الفيزيائي إيرنست رترفورد (Ernest Rutherford) في مطلع القرن العشرين .... للذرة حيث تلعب فيه النواة دورا شبيهها ....
بينما تلعب الإلكترونات دورا شبيهها ....

بالنسبة لذرة الهيدروجين، لوكانت المجموعة { إلكترون، نواة} تخضع لقوانين نيوتن لكان بإمكان شعاع الإلكترون

.... و بالتالي الحصول عل ذرة هيدروجين ....

و هذا غير صحيح لأن جميع درات الهيدروجين ....

وبالتالى ميكانيك نيوتن تكون ....

مما ادى إلى ظهور ميكانيك جديدة تسمى ....

2) تكمية التبادلات الطاقية quantification d echanges energetiques

1.2) الفوتون:

POINT HISTOIRE

Max Planck (1858-1947)

• Aux environs de 1900, Max Planck (physicien allemand) introduit l'idée du quantum d'énergie lumineuse pour interpréter les propriétés du rayonnement lumineux émis par les corps chauds.

Max Planck

Niels Bohr (1885-1962)

• En 1913, Niels Bohr (physicien suédois) introduit un modèle quantifié de l'atome d'hydrogène. En utilisant la notion de quantum d'énergie lumineuse, il interprète de façon satisfaisante le spectre de l'atome d'hydrogène.

Niels Bohr

لتفسير ظاهرة المفعول الكهرضوني) ....

Albert Einstein اعتبرألبرت انشتاين)...

....

....

....

....

....

$$E = \qquad = \qquad \frac{\quad}{\quad}$$

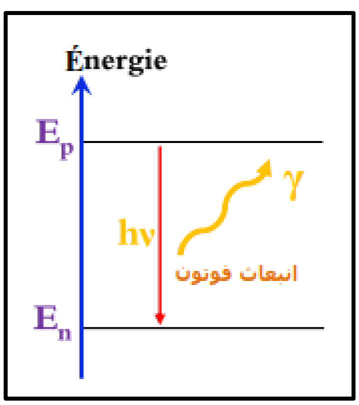
h: .... قيمتها $h = 6.63\ 10^{-34}$ J.s

υ: .... وحدتها (........).

λ : .... وحدتها (........).

E: وحدتها (..........) كما يستعمل .... $1ev = 1{,}6.10^{-19}$J.

2.2) موضوعات بوهر Postulats de Bohr.



← ....

....

← ....

....

....

← ....

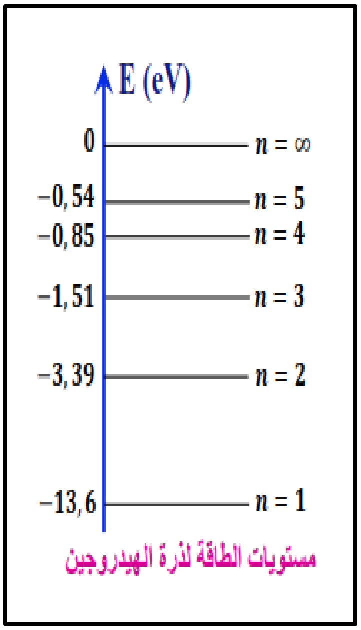
← ....

....

....

$$E_p - E_n = \qquad = \qquad \frac{\quad}{\quad}$$

3) تكمية مستويات الطاقة: quantification des niveaux d energie



← ....

....

....

← ....

....

....

....

....

← ....

....

....

← ....

....

....

....

← ....

....

....

← ....

$\boxed{E_n = -\frac{\quad}{\quad}}$ مع $E_0 = 13.6\ ev$ E_n ب ev.

خلاصة:

عندما تتبادل الذرات أو الجزيئات أو النوى طاقة ، فإنها تنتقل من مستوى طاقي E_p إلى مستوى طاقي أخر E_n أو العكس.

ونعبر عن هده الطاقة المتبادلة بعلاقة بوهر $\boxed{\Delta E = E_p - E_n = h\upsilon = h\frac{C}{\lambda}}$ حيث $E_p \rangle E_n$

4) تطبيقات على الأطياف: Application sur les spectres

1.4) تعريف:

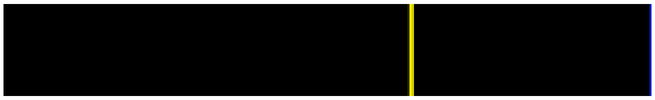
Ψ طيف الإنبعاث: Spectre d emission

يتكون طيف الإنبعاث لعنصر كيميائى من ....

....

....

مثال: طيف الإنبعاث لذرة الصوديوم.



Ψ طيف الإمتصاص: Spectre d absorption

طيف الإمتصاص لعنصر كيميائى هو ....
....
....

مثال: طيف الإمتصاص لذرة الصوديوم.

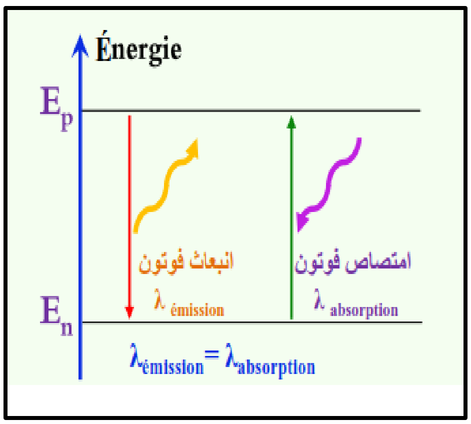
2.4) حساب طول موجة الإمتصاص أو الإنبعاث λ

عند إنتقال درة هيدروجين من مستوى طاقى E_p إلى مستوى طاقى E_n
ينبعث فوتون طول موجته λ. بين أن صيغة λ تكتب:

$$\boxed{\frac{1}{\lambda}=R_H\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{p^2}\right)}$$

$$R_H=\frac{E_0}{hc}$$

R_H : تسمى ثابتة ريدبيرغ

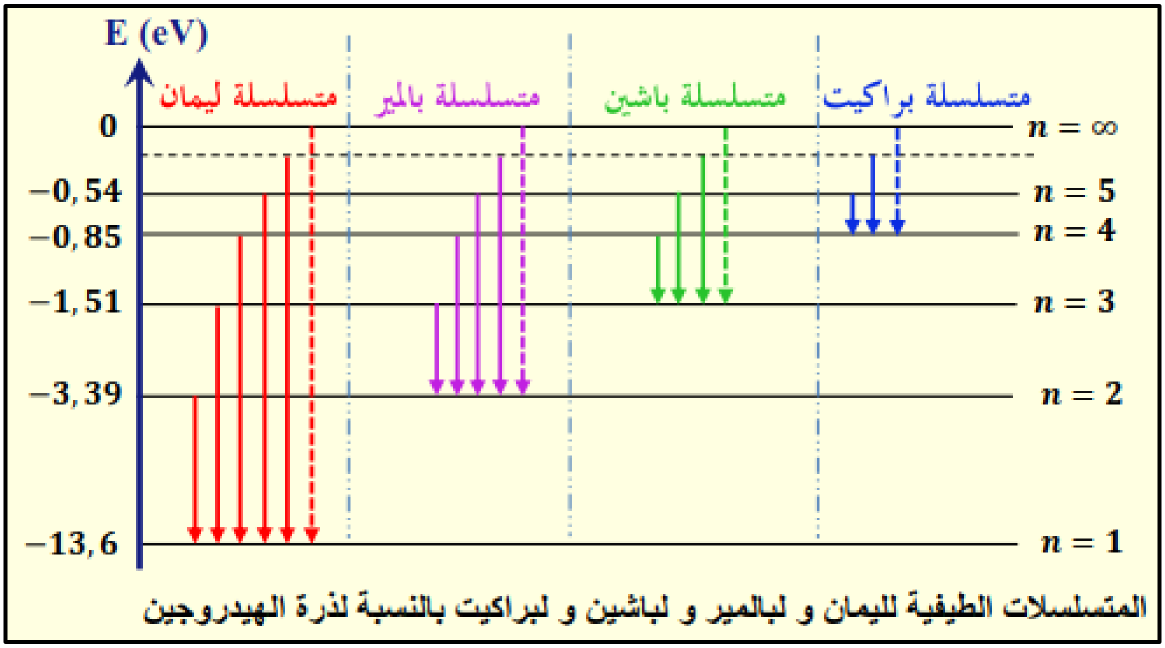


....
....
....
....
....
....
....
....
....

3.4) المتسلسلات الطيفية:

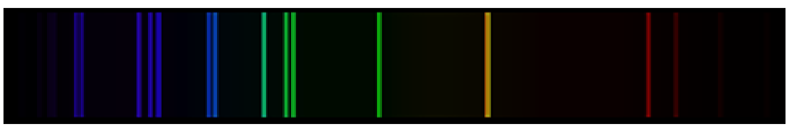
حسب العلاقة السابقة $\frac{1}{\lambda}=R_H\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{p^2}\right)$ مع p و n عددين صحيحين و $p\rangle n$

عندما تأخذ n=1 نحصل على ....
عندما تأخذ n=2 نحصل على ....
عندما تأخذ n=3 نحصل على ....
عندما تأخذ n=4 نحصل على ....



تطبيق:

يمثل الشكل أسفله طيف ذرة الهيليوم:



1) هل هذا الطيف طيف إنبعاث؟ أم إمتصاص؟

2) يساوى أحد تغيرات ذرة الهيليوم $\Delta E = 2{,}11 ev$. احسب طول الموجة فى الفراغ للإشعاع الموافق لهذا التغيير, وحدد لونه.

الأجوبة:

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

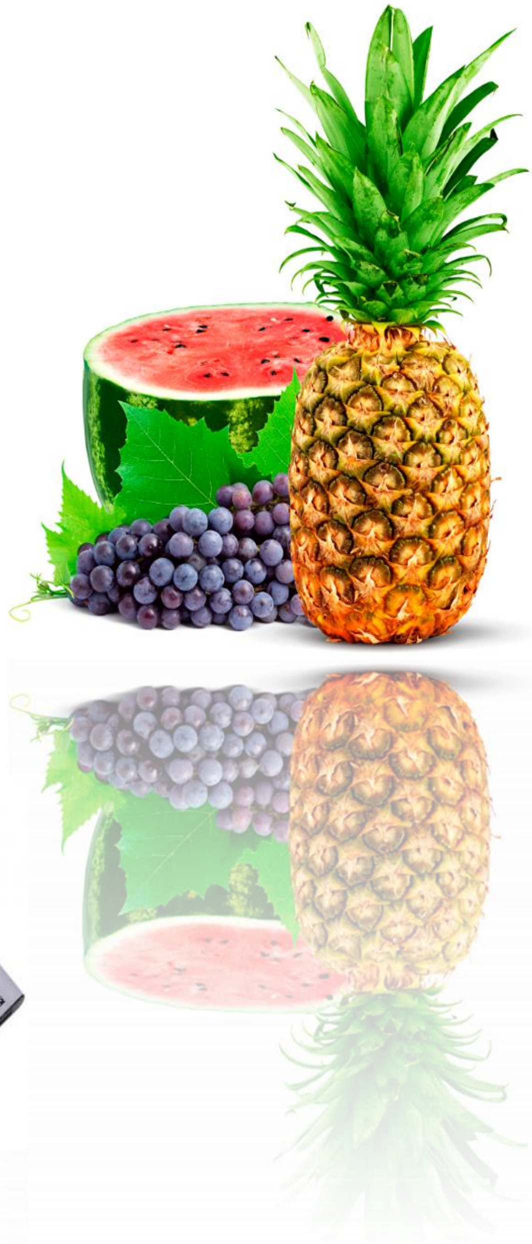
....

الكيمياء الدورة التانية

محتوى الجزء التاني

1) منحى تطور مجموعة كيميائية

2) كيفيةالتحكم فى تطور المجموعات الكيميائية



الجزء الأول الدورة الثانية : منحى تطور مجموعة كيميائية

محتوى الجزء الأول

Ce prototype de taxi, appelé *Fuel Cell Black Cab*, a été présenté à Londres en juin 2010.

Ce modele hybride fonctionne grace a une pile a combustible et des accumulateurs

1

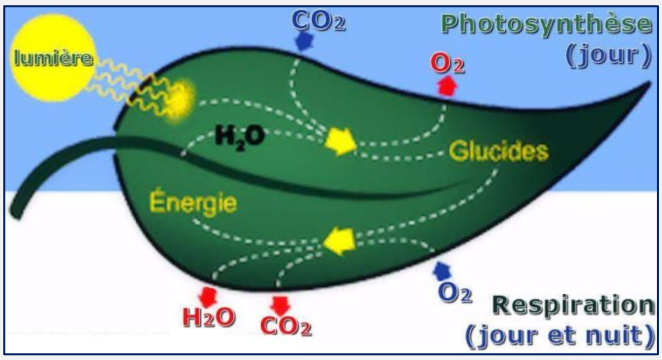
التطور التلقائى لمجموعة كيميائية

Evolution Spontanee d un système chimique

إعداد عبد الحق صومادى

Le s gazs (CO_2,H_2S,HCl,) issues du magma se dissoulvent En grande quantites dans les eaux du lac Nyos au Cameroun , une acidification pousee pres du lac due a L activite volcanique peut conduire a la reaction inverse

Grace a la lumiere et a la chlorophyle contenue dans La plante, le dioxyde de carbone et l eau en Glucides et Dioxygene. La nuit c est la reaction inverse qui a lieu : Le dioxygene est assimile.



- معيار التطور التلقائى لتفاعل كيميائى
- تطبيقات

1) معيار التطور التلقائي لتفاعل كيميائي:

نعتبر التفاعل ذو المعادلة التالية: $\alpha A \; + \; \beta B \rightleftarrows \gamma C \; + \; \delta D$

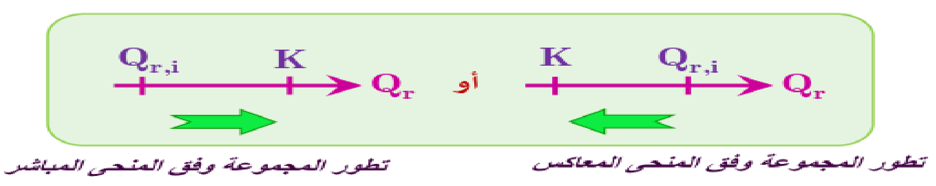
✎ تعبير خارج التفاعل عند الحالة البدئية:

✎ تعبير خارج التفاعل عند حالة التوازن:

لتحديد منحى تطور هدا التفاعل يجب أن تتوفر لدينا قيمتين: ....
....
....

☜ $Q_{ri} \langle K$: ....
☜ $Q_{ri} \rangle K$: ....
☜ $K = Q_{ri}$: ....

خلاصة:



2) تطبيقات:

التمرين الأول:

نمزج المحالبل التالية:

- ✓ $V_1=5mL$ من محلول حمض الميتانويك HCO_2H تركيزه $C_1=3.10^{-2}$ mol/L.
- ✓ $V_2=10mL$ من محلول كلورور الأمونيوم $(NH_4^+ + Cl^-)$ تركيزه $C_2=4.10^{-2}$ mol/L.
- ✓ $V_3=5mL$ من محلول ميتانوات الصوديوم $(Na^+ + HCO_2^-)$ تركيزه $C_3=6.10^{-2}$ mol/L.
- ✓ $V_4=10mL$ من محلول الأمونياك NH_3 تركيزه $C_4=8.10^{-2}$mol/L.

بغض النظر عن منحى تطور المجموعة، نعتبر معادلة التفاعل التالية:

$$\boxed{HCO_2H \;+\; NH_3 \;\rightleftarrows\; HCO_2^- \;+\; NH_4^+}$$

نعطى: $pK_A(NH_4^+/NH_3)=9.2 \qquad et \qquad pK_A(HCO_2H/HCO_2^-)=3.8$

1) أحسب خارج التفاعل عند الحالة البدئية: Q_{ri}.
2) أحسب ثابتة التوازن لهذا التفاعل K. ثم إستنتج منحى تطور المجموعة الكيميائية

أجوبة:

التمرين الثاني:

نحضر خليطا يحتوي على الأنواع الكيميائية التالية:

- ✓ $V_1=20mL$ من محلول كلورور الحديد الثالث تركيزه $C_1= 0.03\ mol/L$.
- ✓ $V_2=20mL$ من محلول كبريتات الحديد الثاني تركيزه $C_2= 0.02\ mol/L$.
- ✓ $V_3=10mL$ من محلول كبريتات النحاس الثاني تركيزه $C_3= 0.1\ mol/L$.
- ✓ كتلة $m=10g$ من النحاس.

نعطى المزدوجتين: Cu^{2+}/Cu و Fe^{3+}/Fe^{2+}.

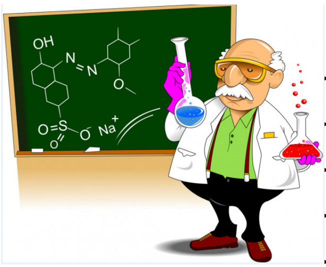
التفاعل الممكن حدوثه بين Cu و Fe^{3+} معادلته تكتب كالتالى:

$$\boxed{2Fe^{3+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \rightleftarrows 2Fe^{2+}_{(aq)} + Cu^{2+}_{(aq)}}$$

1) أحسب Q_{ri} خارج التفاعل عند الحالة البدئية لهذا التفاعل.

2) إستنتج منحى تطور المجموعة علما أن ثابتة التوازن لهذا التفاعل هى: $K=3.8.10^{40}$.

أجوبة:



2

Les Piles الأعمدة

إعداد عبد الحق صومادى

De tres nombreux appareils
fonctionnent grace a l energie
Electrique fournie par des piles
Ou des accumulateurs

مكونات عمود

تعريف عمود – وصف عمود

مثال لعمود كهربائى: عمود دانييل

وصف عمود دانييل – إشتغال عمود دانييل - القوة الكهرمحركة لعمود دانييل - التبيانة الإصطلاحية لعمود دانييل

التطور التلقائي لعمود: نشاط

كمية الكهرباء وحصيلة المادة

تطبيقات

1) مكونات عمود:

1.1) تعريف عمود:

العمود الكهربائي ....
....

2.1) وصف العمود:

La pile a colonne de Volta
Ou pile voltaique

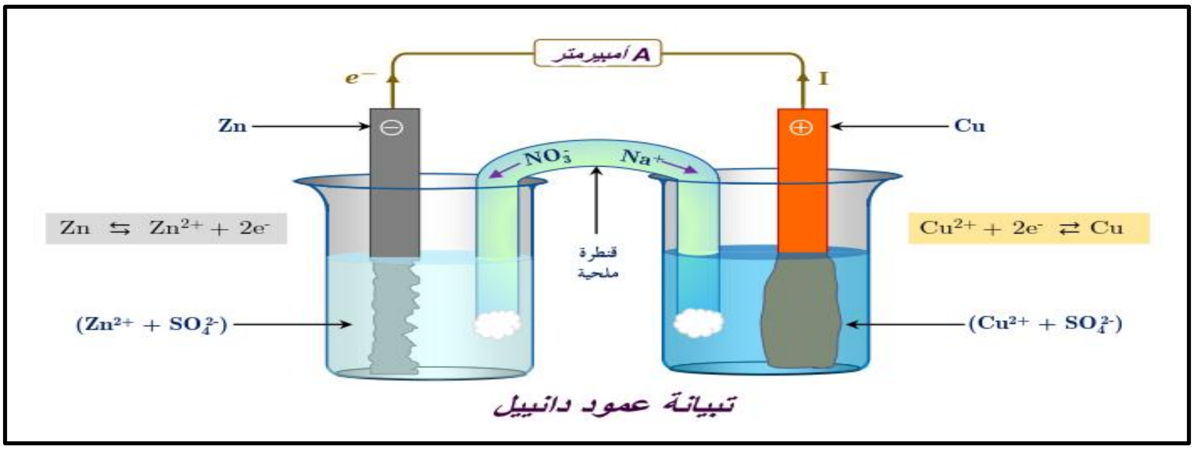
يتكون عمود كهربائي ....
....
....
....

ملحوظة1: دور القنطرة الأيونية هو ....
....
....

ملحوظة 2 : يتكون كل نصف عمود ....
....

2) مثال لعمود كهربائي: عمود دانييل.

1.2) وصف عمود دانييل:



تبيانة عمود دانيل

يتكون عمود دانييل من نصفي عمود تفصل بينهما قنطرة أيونية.

- ✓ نصف العمود الأول ....
....

✓ نصف العمود الثاني ....
....

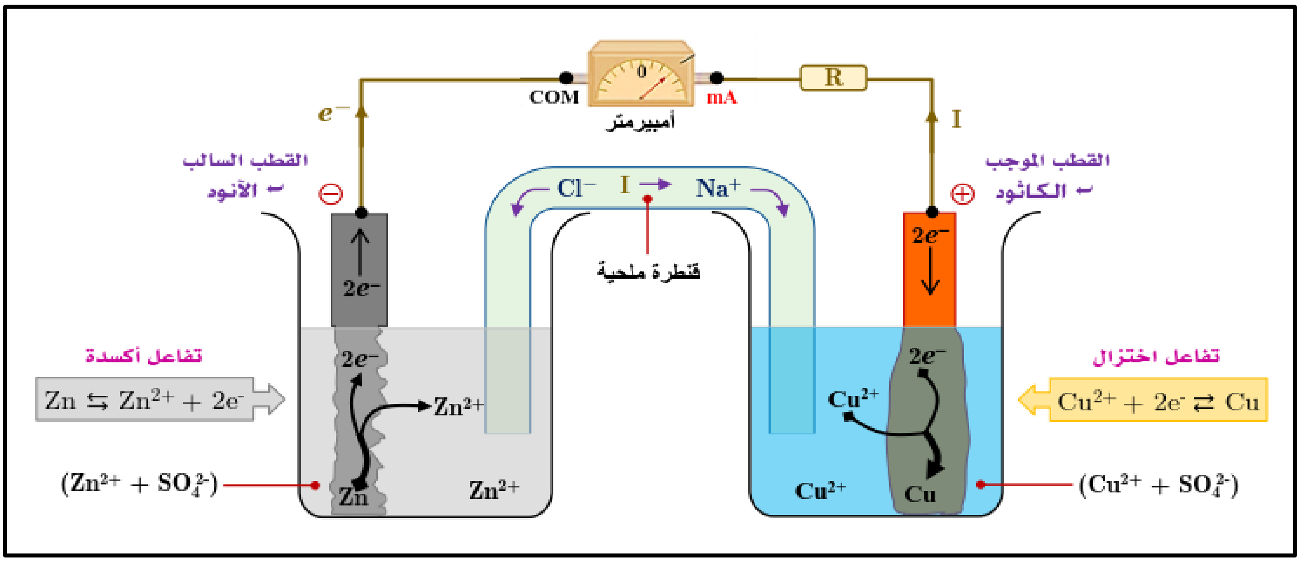
ملحوظة: يتكون عمود دانييل من المزدوجتين: .... وبدالك نسمى عمود دانييل بعمود:
....

2.2) إشتغال عمود دانييل:

نشاط:

فى عمود دانييل حيث نأخذ: $[Cu^{2+}]=[Zn^{2+}]=0.1\,mol/L$, نربط مربطى جهاز الأومبيرمتر بإلكترود النحاس وبإلكترود الزنك فنلاحظ مرور تيار كهربائى من إلكترود النحاس Cu نحو إلكترود الزنك Zn.

1. **حدد قطبى عمود دانييل.**
2. **فسر مرور التيار الكهربائى.**



اجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

ملحوظة:

- يسمى الإلكترود الذى تحدث عنده الأكسدة .... (فى هده الحالة هى ....).
- يسمى الإلكترود الذى تحدث عنده الإختزال .... (فى هده الحالة هى ....).

3.2) القوة الكهرمحركة لعمود دانييل:

عند تعويض جهاز الأومبيرمتر بجهاز الفولطمتر فى النشاط السابق نلاحظ أنه يشير إلى توتر U=1.1V. احسب القوة الكهرمحركة E لعمود دانييل.

....
....
....
....
....

4.2) التبيانة الإصطلاحية لعمود دانييل:

التبيانة الإصطلاحية لعمود دانييل هى:

ملحوظة: يمكن إنجاز أعمدة أخرى بإستعمال مزدوجات أخرى:

مثال: عمود نحاس-فضة: تبيانته الإصطلاحية هى: $(-)\,Cu / Cu^{2+} \therefore\because Ag^{+} / Ag\,(+)$

3) التطور التلقائى لعمود:

نشاط:

بالنسبة لعمود دانييل تكتب معادلة التفاعل على الشكل التالى: $\boxed{Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(S)} \rightleftarrows Cu_{(S)} + Zn^{2+}_{(aq)}}$

التراكيز البدئية للمحلولين الموجودين فى المقصورتين: $\left[Cu^{2+}\right]_i = \left[Zn^{2+}\right]_i = 0.1\,mol/L$

وثابتة التوازن لهدا التفاعل هي: $k=1.9.10^{37}$. حدد منحى التطور التلقائى للتفاعل.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....

ملحوظة:

عند إشتغال العمود تكون: $Q_{ri} \langle K$ عندما تصبح $Q_{ri} = K$ تتوقف المجموعة الكيميائية عن التطور وبالتالى ....

....

4) كمية الكهرباء وحصيلة المادة:

1.4) كمية الكهرباء:

عند إشتغال العمود خلال مدة زمنية Δt فإنه يمنح كمية من الكهرباء Q وحدتها الكلومب (C) صيغتها تكتب كالتالى:

I : شدة التيار الدى يمنحه العمود وحدته (......).

Δt : مدة الزمنية لإشتغال العمود وحدتها (......).

$n(e^-)$: كمية مادة الإلكترونات المتبادلة.وحدتها (........).

F : ثابتة تسمى .... لها الصيغة التالية:

e : الشحنة الإبتدائية. $e = 1.6\ 10^{-19} C$ و N_A : ثابتة افوكادرو. $N_A = 6.023\ 10^{23}$

قيمة عدد فرداى هى: $F = 96500\ C/mol$.

ملحوظة:

عندما يستهلك العمود تكون كمية الكهرباء التى منحها قصوية نرمز لها ب Q_m.

Δt_m : هى مدة إشتغال العمود وتسمى أيضا عمر العمود.

2.4) حصيلة المادة:

نشاط:

ننجز العمود المكون من المزدوجتين $Ni^{2+}_{(aq)}/Ni_{(s)}$ و $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$ وذلك بغمر إلكترود النيكل في الحجم $V=150mL$ من محلول كبريتات النيكل $Ni^{2+}_{(aq)}+SO_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه البدئي $\left[Ni^{2+}\right]_i = 10^{-2} mol.L^{-1}$

وإلكترود الزنك في الحجم $V=150mL$ من محلول كبريتات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}+SO_4^{2-}_{(aq)}$ تركيزه البدئي $\left[Zn^{2+}\right]_i = 10^{-2} mol.L^{-1}$.نصل محلولي مقصورتي العمود بقنطرة أيونية.

معطيات:

- ✓ ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل: $Zn_{(s)} + Ni^{2+}_{(aq)} \rightleftarrows Zn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)}$ هي: $K=10^{18}$.
- ✓ $1F=9,65.10^4 C.mol^{-1}$.

1- حدد، بحساب خارج التفاعل $Q_{r,i}$ في الحالة البدئية ، منحى التطور التلقائي للمجموعة المكونة للعمود.

2- حدد الإلكترود الدى يمثل القطب الموجب للعمود و الإلكترود الدى يمثل الإلكترود السالب.

3- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.

4- يمر في الدارة تيار كهربائي شدته $I=0,1A$ خلال اشتغال العمود. أوجد تعبير المدة الزمنية القصوية لاشتغال Δt_{max} العمود بدلالة $\left[Ni^{2+}\right]_i$ ؛ V ؛ F و I. أحسب Δt_{max} .

5- إستنتج كمية الكهرباء القصوية Q_m.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

5) تطبيقات:

التمرين الأول:

تستغل الطاقة الكهربائية التي تمنحها الأعمدة أو المركبات لتشغيل عدة أجهزة كهربائية. يهدف هذا الجزء إلى دراسة مثال من هذه الأعمدة العمود زنك/نيكل.

لإنجاز العمود زنك/نيكل, خلال حصة للأشغال التطبيقية استعملت مجموعة من التلاميذ الأدوات و المحاليل التالية :

- **كاس زجاجية تحتوي على الحجم $V_1 = 20mL$ من محلول مائي لكبريتات النيكل $Ni^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq)$ تركيزه المولي: $C_1 = 1.0.10^{-1} mol.L^{-1}$**
- **كاس زجاجية تحتوي على الحجم $V_2 = 20mL$ من محلول مائي لكبريتات الزنك $Zn^{2+}(aq) + so_4^{2-}(aq)$ تركيزه المولي: $C_2 = 5.0.10^{-2} mol.L^{-1}$**
- **سلك من الزنك و اخر من النيكل.**
- **قنطرة ملحية.**

معطيات: $1F = 96500C.mol^{-1}; M(Zn) = 65.4g.mol^{-1}$

أنجز احد التلاميذ دارة كهربائية على التوالي باستعمال العمود زنك/نيكل و امبيرمتر وموصل أومي ,فنلاحظ بعد غلق الدارة مرور تيار كهربائي في الأمبيرمتر منحاه خارج العمود من إلكترود النيكل نحو إلكترود الزنك, و شدته ثابتة I.

1. **أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود .**
2. **أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل أثناء اشتغال العمود.**
3. **بعد مدة زمنية $\Delta t = 2h$ من الإشغال أصبح العمود مستهلكا.**
   - **3.1. أنشئ الجدول الوصفي للتطور المجموعة الكيميائية .**
   - **3.2. حدد المتفاعل المحد, علما أن كتلة الجزء المغمور من سلك الزنك هي $m = 1.0g$.**
   - **3.3. أحسب قيمة الشدة I .**

التمرين الثاني:

يعتمد اشتغال الأعمدة الكهركيميائية على مبدإ تحويل جزء من الطاقة الناتجة عن تحولات كيميائية تلقائية إلى طاقةكهربائية تستهلك عند الحاجة. نقترح في هذا الجزء، دراسة مبسطة للعمود ألومينيوم – نحاس

لدراسة العمود ألومينيوم – نحاس ننجز التجربة التالية :

- نغمر إلكترودا من النحاس في كأس تحتوي على الحجم $V = 65mL$ من محلول مائي لكبريتات النحاس $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$
حيث التركيز المولى البدئى للأيونات $Cu^{2+}_{(aq)}$ هو $[Cu^{2+}_{(aq)}]_i = 6,5.10^{-1}\ mol/L$.

نغمر إلكترودا من الألومينيوم في كأس أخرى تحتوي على نفس الحجم $V = 65mL$ من محلول مائي لكبريتات الألومينيوم $2Al^{3+}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ ، حيث التركيز المولي البدئي للأيونات $Al^{3+}_{(aq)}$ هو $[Al^{3+}_{(aq)}]_i = 6,5.10^{-1}\ mol/L$

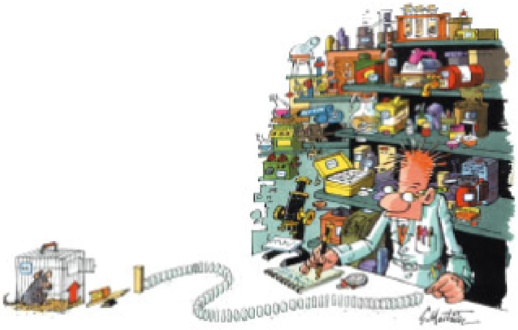
نوصل المحلولين بقنطرة ملحية ونركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبيرمترا وقاطعا للتيار .
عند غلق الدارة، يمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة.

معطيات :

- المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما: $Al^{3+}_{(aq)} / Al_{(s)}$ و $Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)}$.
- ثابتة فرداى: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$.
- ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل $3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \rightleftarrows 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$

1) اكتب تعبير $Q_{r,i}$ خارج التفاعل الكيميائي للمجموعة عند الحالة البدئية ثم احسب قيمته .
2) حدد، معللا جوابك، منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية خلال اشتغال العمود.
3) مثل التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس.
4) أوجد q كمية الكهرباء المارة فى الدارة عندما تصبح قيمة التركيز اليونات $Cu^{2+}_{(aq)}$: $[Cu^{2+}_{(aq)}] = 1,6.10^{-1}\ mol/L$

أجوبة:



3

التحولات القسرية

Les Transformations Forcee

إعداد عبد الحق صومادى

التحولات القسرية

التحول التلقائى – التحول القسرى

التحليل الكهربائى

تعريف - التفاعلات التى تحدث عند الإلكترودين – كمية الكهرباء

تطبيقات

التحليل الكهربائى لمحلول كلورور الصوديوم – الطلاء الفلزى

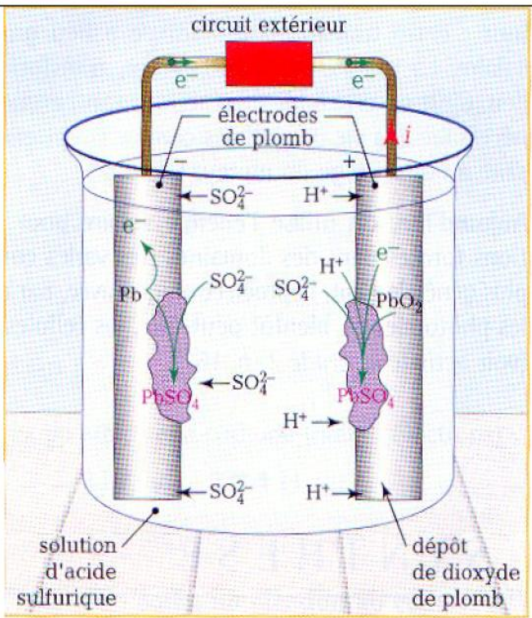
Applications de l'électrolyse

1 – Batteries et accumulateurs

Grâce à l'électrolyse, il est en théorie possible de reformer les réactifs consommés dans une pile. Or, la plupart des piles portent la mention « ne pas recharger » ; en effet, l'électrolyse des constituants d'une pile usée peut conduire à la formation de gaz susceptibles de détruire la pile.
Il ne faut donc pas essayer de recharger une pile usée portant la mention « non rechargeable ».
Toutefois, il existe des systèmes électrochimiques rechargeables dans lesquels il est possible de reformer les réactifs par électrolyse : on les appelle accumulateurs. L'accumulateur au plomb, utilisé dans les batteries pour automobiles, et les accumulateurs alcalins, utilisés pour le matériel électronique (portables), représentent la quasi-totalité du marché.

Dans un accumulateur, il se produit une transformation spontanée d'oxydoréduction pendant sa décharge (fonctionnement en générateur). A l'inverse, lors de sa charge, il est le siège d'une transformation forcée d'oxydoréduction (fonctionnement en électrolyseur).

Inventé en 1859 par Gaston Planté, un accumulateur au plomb contient une électrode de plomb pur et une électrode de plomb recouverte de dioxyde de plomb(IV) $PbO_2(s)$ qui plongent dans une solution aqueuse d'acide sulfurique concentré.

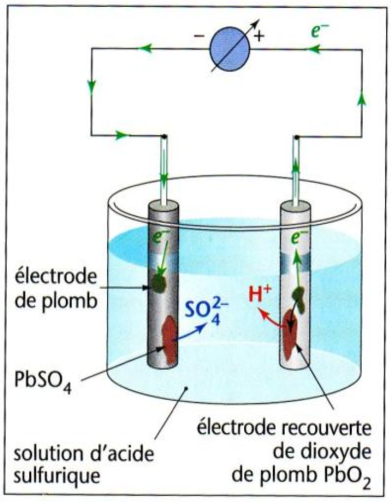


Décharge d'un accumulateur au plomb
Fonctionnement en générateur
Transformation spontanée
Anode : lame de plomb pur (qui s'oxyde)

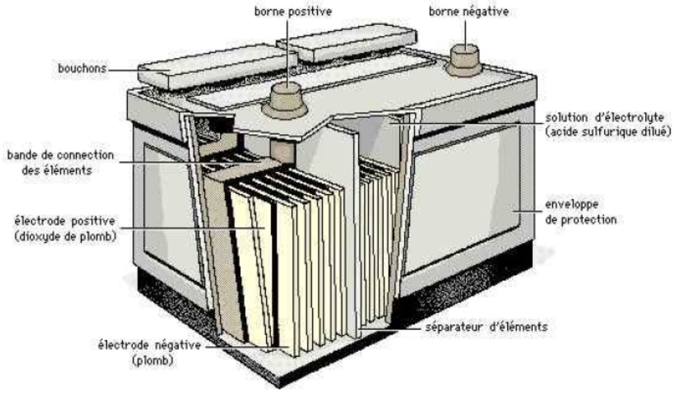
A la cathode : $PbO_{2\,(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4\,H^+{}_{(aq)} + 2\,e^- = PbSO_{4\,(s)} + 2\,H_2O_{(l)}$

A l'anode : $Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} = PbSO_{4\,(s)} + 2\,e^-$

Bilan : $PbO_{2\,(s)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4H^+{}_{(aq)} + Pb_{(s)} = 2\,PbSO_{4\,(s)} + 2\,H_2O_{(l)}$



Charge d'un accumulateur au plomb
Fonctionnement en électrolyseur
Transformation forcée
Cathode : lame de plomb pur (réduction de $PbSO_4$)



En réalité, dans les batteries utilisées, plusieurs accumulateurs sont associés en série afin d'obtenir davantage de puissance. Chaque accumulateur ayant une fém voisine de 2 V, on en associe 6 en série afin d'obtenir les 12 V des batteries de voiture.

Le système semble tourner en boucle à l'infini, mais l'accumulateur se dégrade. Les causes sont multiples.

- La sulfatation

Une tension aux bornes de la batterie inférieure à 12,2 V (pour une tension nominale de 12 V) enclenche le processus de sulfatation interne des plaques. Un maintien prolongé à une tension inférieure ou égale à cette valeur engendre une détérioration irréversible de la batterie réduisant sa puissance de démarrage. Une batterie sulfatée soumise à une recharge reprend sa tension nominale mais sa puissance au démarrage est amputée. Le processus de sulfatation est interrompu dès que la batterie est remise en charge.
Une batterie dans cet état ne permettra pas plusieurs démarrages consécutifs d'un véhicule automobile et pourra provoquer, par exemple, une panne immobilisante dès les premiers froids. De manière générale, il faut recharger sa batterie régulièrement pour la faire durer.
Il existe un moyen d'inverser le processus de sulfatation d'une batterie. Cela consiste en l'envoi d'impulsions électriques à la fréquence de résonance de la batterie (entre 2 et 6 MHz). Durant ce processus, les ions de soufre entrent en collision avec les plaques, ce qui a pour effet de dissoudre le sulfate de plomb qui les recouvre.

- La décharge complète

Pour un véhicule automobile, la décharge complète de la batterie intervient généralement par une faible consommation pendant une durée prolongée (ex : plafonniers) ou par une consommation importante (ex : feux de croisement, ventilation), moteur à l'arrêt. La tension est alors très faible aux bornes de la batterie, inférieure à 10 volts pour une batterie dont la tension nominale est de 12 V.
Une batterie de démarrage se décharge également toute seule dans le temps. Elle risque donc d'atteindre sa décharge complète si elle n'est pas rechargée régulièrement. Pour cette raison, il existe les chargeurs « d'entretien » de batteries.
Les batteries en état de décharge complète doivent être rechargées dans un délai maximum de 48 heures : au-delà, les dommages peuvent être irréversibles (sauf si la désulfatation reste possible).

- Le cyclage

Les constructeurs de batteries indiquent leur durée de vie sous la forme d'un nombre de cycles normalisés de décharge/recharge. À l'issue d'un certain temps de fonctionnement dépendant du nombre et de l'amplitude des cycles, la batterie est usée : l'électrolyte présente un aspect noirâtre.
Par exemple, l'utilisation répétée d'un équipement moteur à l'arrêt accélère l'usure de la batterie par cyclage.

- L'oxydation des électrodes

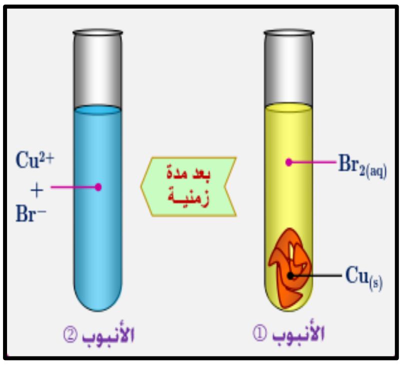
L'oxydation est une cause de dysfonctionnement des batteries. Lorsque le niveau d'électrolyte est trop bas, les plaques entrent au contact de l'air et s'oxydent. La puissance au démarrage est amputée, même si le niveau d'électrolyte est complété. Le manque d'électrolyte peut venir d'une utilisation intensive (ex: équipements auxiliaires...), d'une température extérieure importante (supérieure ou égale à 30 °C) ou d'une tension de charge trop élevée.

- L'oxydation des bornes

Il arrive qu'une batterie dont les cosses ne sont pas assez serrées, ou qui ne sert que très peu, voie ses bornes s'oxyder, ce qui empêchera le courant de passer et provoquera donc, à terme, une décharge complète.

1) التحولات القسرية: Les Transformations Forcees

1.1) التحول التلقائي: Transformayion spontanee



نشاط: نضع في أنبوب إختبار (الأنبوب1) سلكا من النحاس Cu ونضيف إليه قليلا من محلول ثنائي البروم Br_2.

فى البداية يكون لون الخليط أصفرا (مميز لثنائى البروم) ثم يتحول تدريجيا إلى اللون الأزرق (المميز لأيونات النحاس Cu^{2+}) كما نلاحظ إختفاء النحاس Cu.

حدد معادلة التفاعل الحاصل:

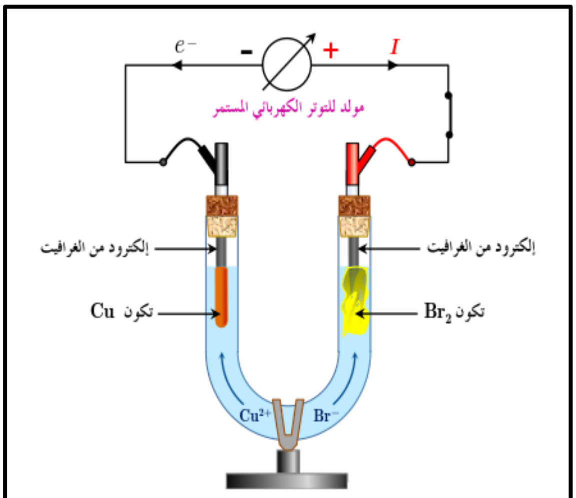
- ✓ بالنسبة للمزدوجة Cu^{2+}/Cu: ....
- ✓ بالنسبة للمزدوجة Br_2/Br^-: ....
- ✓ المعادلة الحصيلة: ....

هدا التفاعل يتم تلقائيا دون الإستعانة بمولد نقول أنه ....

ملحوظة: عندما نستعمل مولدا لإنجاز تفاعل ما نقول أن هذا التفاعل .... وتسمى العملية
....

2.1) التحول القسري:

نشاط: ننجز التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II ذي الصيغة$(Cu^{2+}_{(aq)}+2Br^-_{(aq)})$ باستعمال أنبوب على شكل U وإلكترودين E_1 و E_2 من الغرافيت (أنظر الشكل جانبه)، فيتكون ثنائي $Br_{2(aq)}$ على مستوى E_1 ويتوضع فلز النحاس على مستوى E_2.



التركيب التجريبي لإنجاز التحليل الكهربائي

1. أكتب نصف معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.
....
....
....
....
....
....
....

2. استنتج المعادلة الكيميائية الحصيلة المنمذجة للتحول الذي يحدث أثناء التحليل الكهربائي.
....
....
....

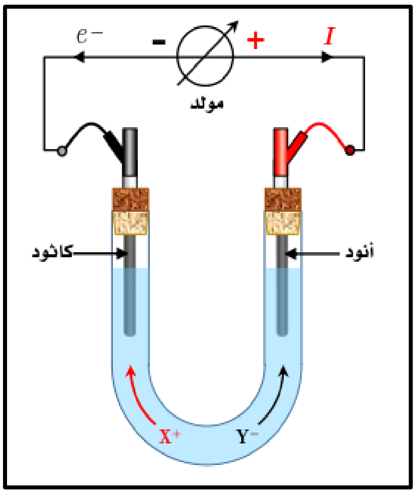
....
....
....

<u>ملحوظة:</u>

التفاعل العكوس للتفاعل التلقائي السابق ....
....
....

2) التحليل الكهربائي: L Electrolyse

1.2) تعريف:



التحليل الكهربائي ....
....
....

2.2) التفاعلات التي تحدث عند الإلكترودين:

خلال التحليل الكهربائي يكون :

☜ **الإلكترود المرتبط بالقطب الموجب للمولد** ....
....
....

☜ **الإلكترود المرتبط بالقطب السالب للمولد** ....
....

<u>ملحوظة:</u>

خلال التحليل الكهربائي يمكن أن:

☜ **تحدث أكسدة** ....
☜ **تحدث اختزال** ....

3.2) كمية الكهرباء:

نعبر عن كمية من الكهرباء Q وحدتها الكلوم C التي تجتاز مقطعا من دارة كهربائية يمر فيها تيار كهربائي شدته I خلال مدة زمنية Δt بالصيغة التالية:

I **: شدة التيار وحدته (..........)**

Δt **: مدة الزمنية وحدتها (........).**

$n(e^-)$ **: كمية مادة الإلكترونات المتبادلة.وحدتها (..........).**

F **: ثابتة فرداي. F = 96500 C/mol .**

$$F = N_A.e$$

3) تطبيقات:

1.3) التحليل الكهربائي لمحلول كلورور الصوديوم:

نشاط:

يمكن التحليل الكهربائي من الحصول على بعض الفلزات أو تنقيتها كما يمكن من الحصول على غازات ذات نقاوة عالية.

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي مركز لكلورور الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + C\ell^-_{(aq)})$ ، فيتكون على مستوى أحد الإلكترودين غاز ثنائي الكلور وعلى مستوى الألكترود الآخر غاز ثنائي الهيدروجين؛ كما يصبح الوسط التفاعلي قاعديا خلال التحول الكيميائي.

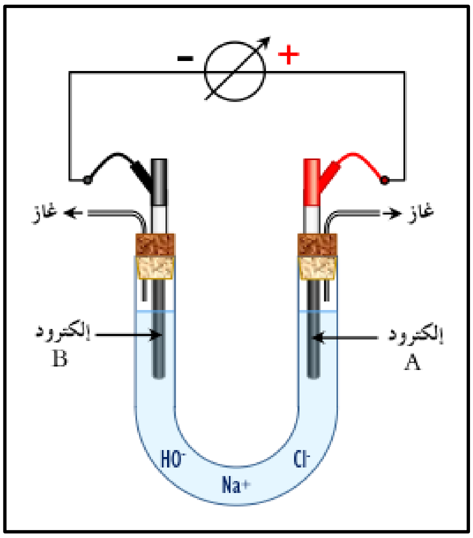
معطيات:

✓ المزدجات أكسدة وإختزال:

$H_2O_{(\ell)} / H_{2(g)}$ و $C\ell_{2(g)} / C\ell^-_{(aq)}$ و Na^+/Na و $O_2 / H_2O_{(\ell)}$

✓ ثابتة فرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$. و الحجم المولي في ظروف التجربة: $V_m = 25,0\ L.mol^{-1}$

تمثل الوثيقة أسفله تبيانة التركيب التجريبي المستعمل لإنجاز هذا التحليل الكهربائي.



1) حدد، معللا جوابك، من بين الإلكترودين (A) و (B) الإلكترود الذي يلعب دور الأنود و الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود.
2) حدد منحى حركة الأيونات Na^+ و Cl^- داخل الأنبوب.
3) أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة داخل الأنبوب.
4) أكتب معادلات التفاعل الممكنة عند الأنود.
5) أكتب معادلات التفاعل الممكنة عند الكاتود.
6) بالإعتماد على الملاحضات التجريبية أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود و المعادلة الحصيلة.
7) يزود المولد الدارة بتيار كهربائي شدته ثابتة $I = 3\ A$. خلال المدة $\Delta t = 25\ min$
   1.7) أحسب كمية الكهرباء الممررة خلال المدة الزمنية Δt .
   2.7) إستنتج حجم غاز ثنائي الكلور المتكون خلال المدة الزمنية Δt.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

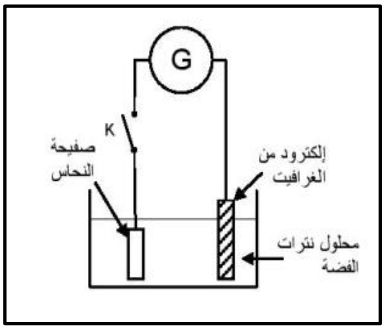
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2.3) الطلاء الفلزي:

الطلاء الفلزى هو طلاء فلز بطبقة رقيقة لفلز آخر لحمايته من التآكل أو لجعله أكثر صلابة أو لتحسين مظهره. كالتفضيض و تزنيك و تنكيل ...

نشاط:

نريد طلاء قطعة من النحاس بطبقة رقيقة من الفضة ، عن طريق تحليل محلول مائي لنترات الفضة $(Ag^{+}+NO_3^{-})$.



نغمر صفيحة النحاس Cu كليا فى المحلول مائي لنترات الفضة $(Ag^{+}+NO_3^{-})$ ثم نصلها بواسطة سلك موصل بأحد قطبى مولد كهربائى G ونربط قطبه الأخر بإلكترود من الغرافيت كما هو مبين فى الشكل جانبه.

بعد ساعة واحدة من التحليل الكهربائي ، نلاحظ توضع كتلة من فلز الفضة على قطعة النحاس قيمتها هى m=2,5g كما نلاحظ أيضا تصاعد غاز تنائى الأوكسجين على مستوى إلكترود الغرافيت.

المزدوجتان المتدخلتان: $O_{2(g)}/H_2O_{(l)}$ et $Ag^{+}_{(aq)}/Ag_{(S)}$

نعطي: $M(Ag)=107,9\ g.mol^{-1}$ و $F=9,65.10^4\ C.mol^{-1}$

1- هل صفيحة النحاس تمثل الأنود أم الكاتود؟ علل جوابك.

2- أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود.ثم إستنتج المعادلة الحصيلة.

3- أحسب I شدة التيار الكهربائي المار في حوض التحليل الكهربائي خلال هذه العملية.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....

4) تمارين:

التمرين الأول:

ننجز التحليل الكهربائي للكلورو المغنيزيوم $Mg^{2+}_{(aq)} + 2C\ell^{-}_{(aq)}$ عند درجة حرارة مرتفعة بواسطة تيار كهربائي شدته ثابتة $I=6A$ خلال المدة $\Delta t=10h$. أثناء هذا التحليل يتوضع فلز المغنيزيوم على أحد الإلكترودين ويتصاعد غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

المعطيات:

- ✓ المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: $Mg^{2+}_{(aq)} / Mg_{(aq)}$ و $C\ell^{-}_{(aq)} / C\ell_{2(g)}$.
- ✓ ثابتة فرادي : $1F=9,65.10^{4}C.mol^{-1}$.
- ✓ الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة: $V_m=68,6\ell.mol^{-1}$.
- ✓ الكتلة المولية للمغنيزيوم: $M(Mg)=24,3g.mol^{-1}$.

1. أعط إسم الإلكترود (أنود أو كاتود) الذي يتوضع عليه المغنيزيوم.
2. أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة.
3. حدد الكتلة m للمغنيزيوم خلال المدة Δt .
4. أحسب الحجم V لغاز ثنائي الكلور المتكون في ظروف التجربة خلال المدة Δt .

التمرين الثاني:

للتحليل الكهربائي تطبيقات متعددة في المجال الصناعي، منها تحضير بعض الفلزات وبعض الغازات.

يهدف هذا التمرين إلى تحضير فلز النيكل بواسطة التحليل الكهربائي.

المعطيات:

الكتلة المولية للنيكل: $M(Ni)=58,7g.mol^{-1}$.

- ✓ ثابتة الفارادي : $1F=9,65.10^{4}C.mol^{-1}$

لتحضير فلز النيكل، ننجز التحليل الكهربائي لمحلول كلورور النيكل II: $Ni^{2+}_{(aq)}+2C\ell^{-}_{(aq)}$.
نضع هذا المحلول في محلل كهربائي على شكل U ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا، شدته ثابتة $I=0,5A$، بين إلكترودين مغمورين في مغمورين في المحلول لمدة ساعة واحدة $(\Delta t=1h)$. تتكون الكاتود من البلاتين وتتكون الأنود من الغرافيت.
نلاحظ، خلال عملية التحليل الكهربائي، توضع النيكل على الكاتود وتكون ثنائي الكلور بجوار الأنود.

1- حدد المزدوجتين مختزل / مؤكسد المتدخلتين في هذا التحليل الكهربائي.
2- أكتب معادلة التفاعل عند كل إلكترود والمعادلة الحصيلة المنمذجة للتحول الحاصل.
3- أوجد الكتلة m لفلز النيكل المتوضع.

التمرين الثالث:

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لنترات الرصاص $Pb^{2+}_{(aq)} + 2NO^{-}_{3(aq)}$.

نضع هذا المحلول في محلل كهربائي ونمرر تيارا كهربائيا مستمرا شدته ثابتة $I=0,7A$ بين الالكترودين (A) و (B) للمحلل خلال المدة الزمنية $\Delta t=60min$. نلاحظ خلال هذا التحليل الكهربائي، توضع فلز الرصاص على الإلكترود (A) وتكون ثنائي الأوكسجين بجوار الإلكترود (B).

معطيات:

- ✓ المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل: $Pb^{2+}_{(aq)}/Pb_{(aq)}$ و $O_{2(g)}/H_2O_{(\ell)}$.
- ✓ ثابتة فرادي : $1F=9,65.10^4C.mol^{-1}$.
- ✓ الحجم المولي للغاز في ظروف التجربة: $V_m=24\ell.mol^{-1}$.

انقل (ي) على ورقة التحرير رقم السؤال وأكتب (ي) بجانبه الجواب الصحيح من بين الأجوبة الأربعة المقترحة دون إضافة أي تعليل أو تفسير.

1. التحليل الكهربائي المدروس هو تحول:

■ فيزيائي ■ قسري ■ تلقائي ■ حمض- قاعدي

2. خلال التحليل الكهربائي المدروس :

■ الإلكترود (A) هو الأنود وبجواره يتأكسد الرصاص.

■ الإلكترود (A) هو الكاتود وبجواره تختزل أيونات الرصاص.

■ الإلكترود (B) هو الأنود وبجواره يحدث تفاعل اختزال.

■ الإلكترود (B) هو الكاتود وبجواره يختزل الماء.

3. معادلة التفاعل الحاصل عند الإلكترود (B) هي:

■ $Pb \rightleftarrows Pb^{2+}_{(aq)}+2e^-$

■ $2H_2O_{(L)}+2e^- \rightleftarrows H_{2(g)}+2HO^-_{(aq)}$

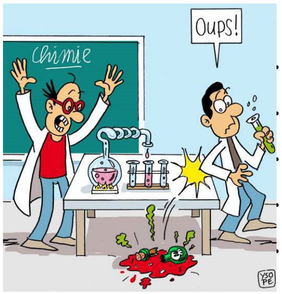
■ $6H_2O_{(L)} \rightleftarrows O_{2(g)}+4H_3O^+_{(aq)}+4e^-$

■ $6H_2O_{(L)} \rightarrow O_{2(g)}+4H_3O^+_{(aq)}+4e^-$

4. الحجم $v(O_2)$ لغاز ثنائي الأوكسجين الناتج خلال المدة Δt هو:

■ $v(O_2)=0,16mL$ ■ $v(O_2)=0,16L$ ■ $v(O_2)=0,64mL$ ■ $v(O_2)=0,64L$

5) أجوبة:



....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

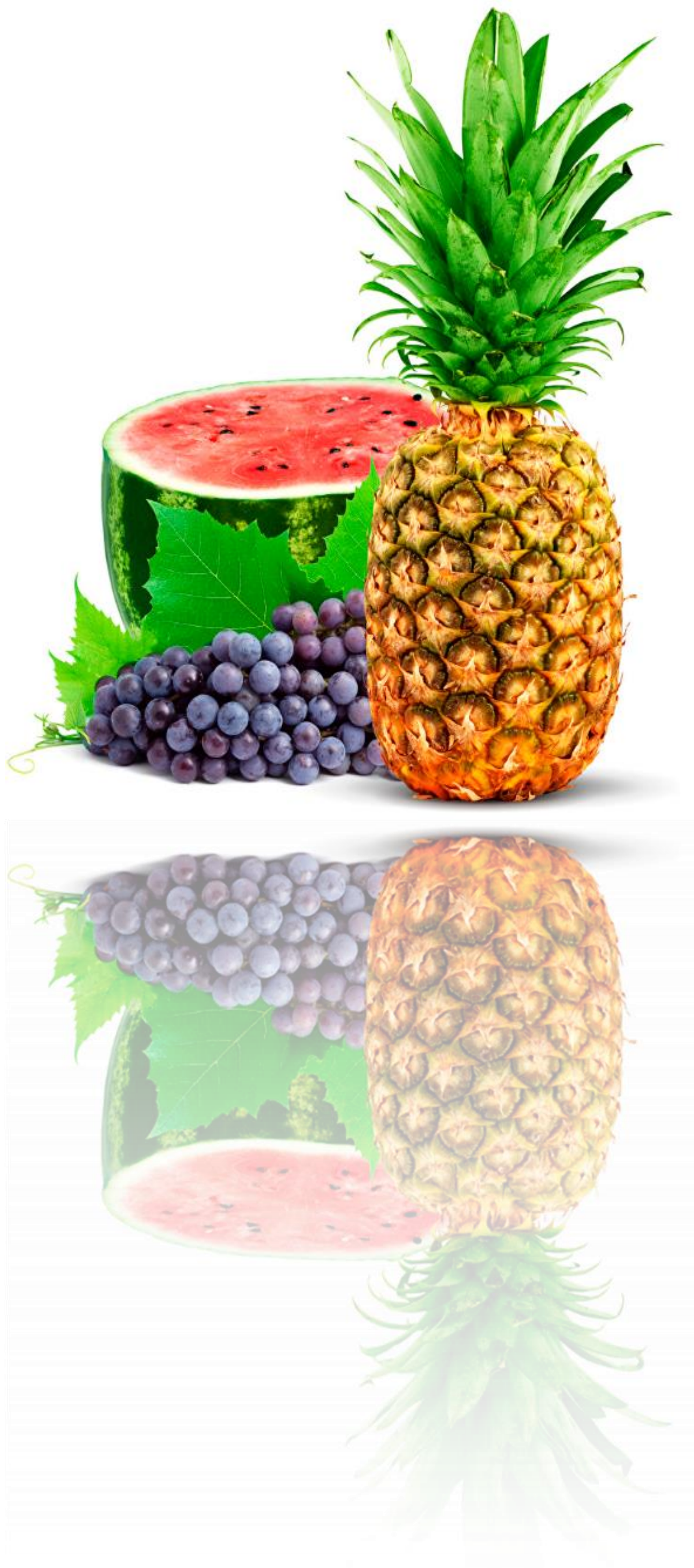
....

الجزء الثاني الدورة 2: كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية

محتوى الجزء الثاني

1) تفاعلات الأسترة والحلمأة

2) التحكم في تطور المجموعات الكيميائية

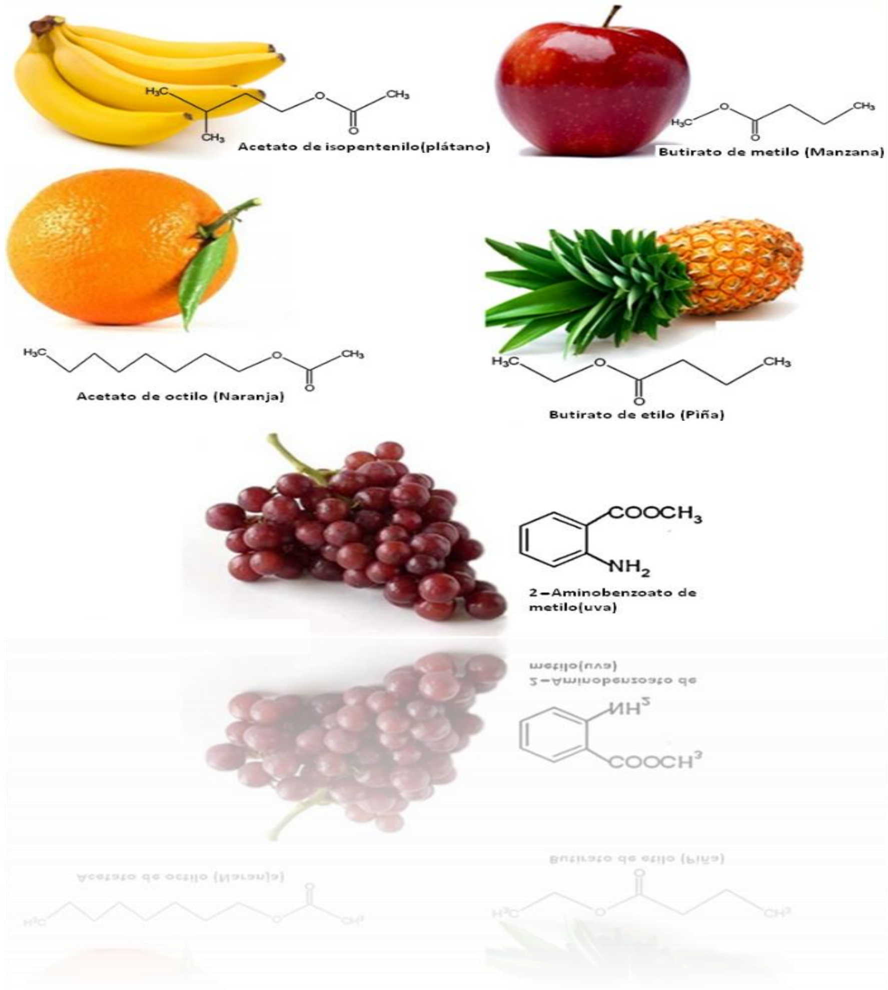


4

تفاعلات الأسترة والحلمأة

Reactions d Esterification et d Hydrolyse

إعداد عبد الحق صومادى



- **تسمية الألكانات:** تذكير
- **مجموعة الكحولات:** تعريف - التسمية
- **مجموعة الأحماض الكربوكسيلية:** تعريف – التسمية
- **مجموعة أندريدات الحمض:** تعريف – التسمية
- **الإسترات:** تعريف - التسمية
- **تفاعل الأسترة:** تعريف - الدراسة التجريبية – مميزات تفاعل الأسترة
- **تفاعل الحلمأة:** تعريف - الدراسة التجريبية – مميزات تفاعل الحلمأة
- **ثابتة التوازن لتفاعل أسترة حلمأة:** حالة التوازن – حساب ثابتة التوازن
- **التحكم في التفاعل:** التحكم في مردود التفاعل - التحكم في سرعة التفاعل
- **تطبيقات**

تفاعلات الأسترة والحلمأة

1) تسمية الألكانات: تذكير.

1.1) تعريف:

الألكان هو مركب عضوى يحتوى على الكربون والهيدروجين مرتبطين بروابط تساهمية بسيطة. الصيغة العامة للكانات هى: C_nH_{2n+2}. مع n: عدد درات الكربون.

2.1) تسمية الألكانات ذات السلسلة الخطية:

الصيغة الإجمالية لألكان خطي	اسم الألكان الخطي	الصيغة الإجمالية للألكيل الموافق	اسم الجذر الألكيلي الموافق
CH_4	ميثان	CH_3-	ميثيل
C_2H_6	إيثان	C_2H_5-	إيثيل
C_3H_8	بروبان	C_3H_7-	بروبيل
C_4H_{10}	بوتان	C_4H_9-	بوتيل
C_5H_{12}	بنتان	$C_5H_{11}-$	بنتيل
C_6H_{14}	هكسان	$C_6H_{13}-$	هكسيل
C_7H_{16}	هبتان	$C_7H_{15}-$	هبتيل
C_8H_{18}	أوكتان	$C_8H_{17}-$	أوكتيل
C_9H_{20}	نونان	$C_9H_{19}-$	نونيل
$C_{10}H_{22}$	ديكان	$C_{10}H_{21}-$	ديكيل

2) مجموعة الكحولات :

1.2) تعريف :

الكحولات هى المركبات ....
....
....

الصيغة العامة لكحول هى :

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....

حيث R و R_1 و R_2 جدور ألكيلية دو سلسلة خطية أو متفرعة.

2.2) التسمية :

يشتق إسم الكحول من إسم الألكان الموافق له مع إضافة المقطع (أول) عند نهاية الإسم بالنسبة للميثانول و الإيثانول وبالنسبة للكحولات الأخرى يضاف اصغر رقم ممكن قبل هدا المقطع للإشارة إلى موضع مجموعة الهيدروكسيل فى السلسلة الكربونية.

أمثلة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

3) مجموعة الأحماض الكربوكسيلية :

1.3) تعريف :

الأحماض الكربوكسيلية هى ....
....

الصيغة العامة للأحماض الكربوكسيلية هى:

....
....
....
....
....

حيث R درة هيدروجين أو جدر ألكيلى .

2.3) التسمية :

نحصل على إسم الحمض الكربوكسيلى بتتبع المراحل التالية :

☜ ....

☜ ....

☜ ....

أمثلة :

4) مجموعة أندريدات الحمض :

1.4) تعريف :

الأندريد أو أندريد الحمض هو مركب عضوى تحتوى جزيئته على المجموعة الوضيفية:

الصيغة العامة للأندريد هي :..
....
....
....
....

حيث R و R عبارة عن(درة هيدروجين أو جدر ألكيلي) ويمكن أن يكونا متشابهين أو مختلفين .نقتصر في هدا الدرس على الحالة التي يكونا فيها متشابهين .

2.4) التسمية:

لتسمية أندريد الحمض يكفي ....
....

أمثلة :

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

5) الإسترات :

1.5) تعريف :

يتميز الإستر بالصيغة العامة : ....
....
....
....
....

حيث R و R جدور ألكيلية .

2.5) التسمية :

نحصل على إسم الإستر إنطلاقا من إسم الحمض الكربوكسيلي الموافق بحدف لفض حمض و تعويض المقطع (ويك) بالمقطع (وات) متبوعا بإسم الجدر الألكيلي المرتبط بدرة الأوكسجين برابطة بسيطة .
إدا كان الجدر الكيلي متفرعا ترقم درات كربون أطول سلسلة منه إنطلاقا من الدرة المرتبطة برابطة بسيطة مع درة الأوكسجين .

أمثلة :

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

6) تفاعل الأسترة:

1.6) تعريف:

تفاعل الأسترة هو ....

معادلته تكتب بصيغة عامة كالتالي:

....

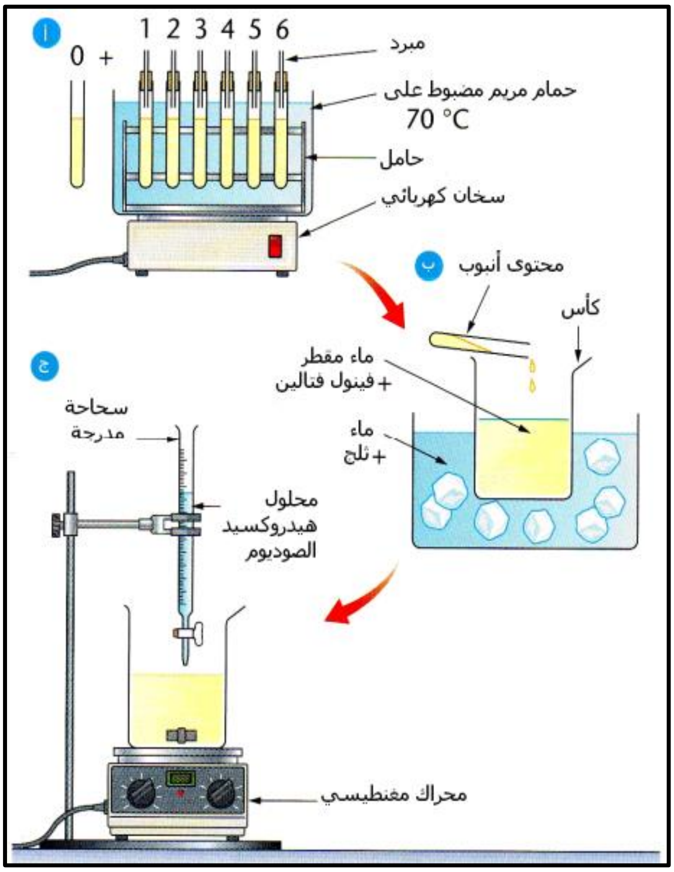
أمثلة:

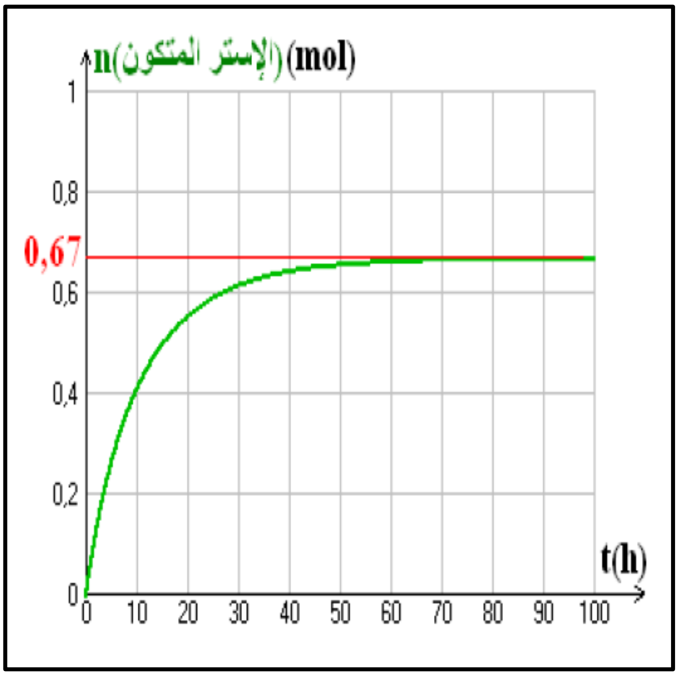
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2.6) الدراسة التجريبية لتفاعل الأسترة:

نشاط تجريبي:

نضع داخل حمام مريم ضبطت درجة حرارته على $100°C$ أنابيب إختبار تحتوى على خليط متساوى المولات (نفس كمية المادة) من حمض الإيثانويك CH_3COOH والإيثانول C_2H_5OH.
فى كل لحظة t نخرج أنبوبا ونغمره بسرعة فى الماء المثلج ثم نعاير اللإستر المتكون عند اللحظة t (أو الحمض المتبقى) فنحصل بدالك على كمية مادته.
النتائج المحصل عليها بالنسبة لمدد زمنية مختلفة يلخصها المنحنى التالى:





1) لماذا نضع أنابيب الإختبار فى الماء المثلج؟

....
....
....

2) إستنتج مميزات تفاعل الأسترة.

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

خلاصة:

مميزات تفاعل الأسترة:

- ☜ تفاعل محدود.
- ☜ تفاعل بطيىء.
- ☜ تفاعل لاحريرى.

7) تفاعل الحلمأة:

1.7) تعريف:

تفاعل الحلمأة هو ....

معادلته بصفة عامة تكتب كالتالى:

....

أمثلة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

2.7) مميزات تفاعل الحلمأة:

تفاعل الحلمأة هو التفاعل العكوس لتفاعل الأسترة وبالتالى فإن له نفس مميزات تفاعل الأسترة.
إدن مميزات تفاعل الحلمأة:

- **تفاعل محدود.**
- **تفاعل بطيىء.**
- **تفاعل لاحريرى.**

8) ثابتة التوازن لتفاعل أسترة حلمأة:

1.8) حالة التوازن:

إن تفاعلي الأسترة والحلمأة متزامنان ويحدثان في منحيين متعاكسين. عند تساوى سرعتى تفاعل الأسترة والحلمأة تصل المجموعة إلى حالة التوازن.

معادلته تكتب بصفة عامة كالتالى:

....

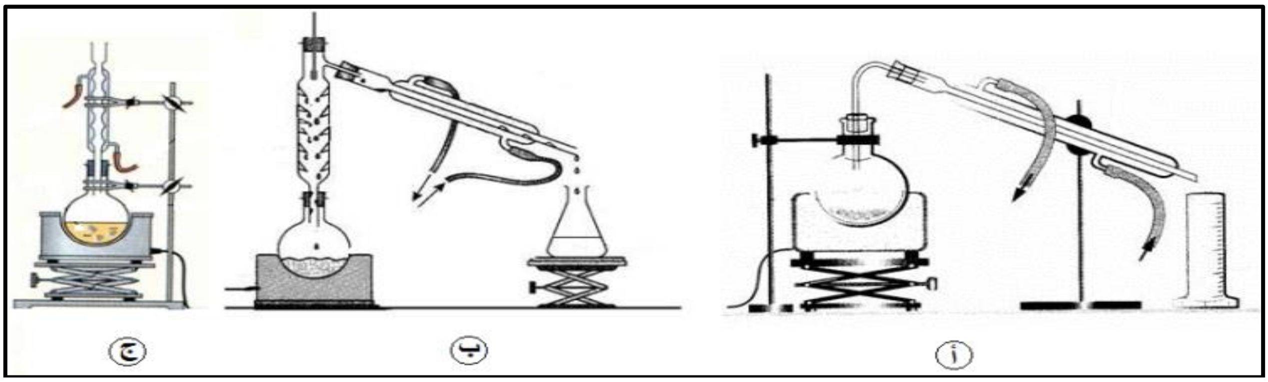
2.8) نشاط: حساب ثابتة التوازن:

حمض الميثانويك :حمض كربوكسيلي صيغته الكيميائية $HCOOH$ يستعمل كمادة اولية لتصنيع الإستر ميثانوات الأثيل, ذي لرائحة عرق قصب السكر.

يهدف هذا النشاط إلى دراسة تصنيع الإستر انطلاقا من حمض الميثانويك وحساب ثابتة التوازن لهدا التفاعل.

قام أستاذ خلال حصة للأشغال التطبيقية بتحضير هذا الإستر مستعملا تركيب التسخين بالإرتداد مكونا من:
$n = 0.3mol$ من حمض الميثانويك و$n = 0.3mol$ من الإيثانول وبعض قطرات حمض الكبريتيك وحصى خفان ,فحصل على الكتلة $m = 14.8g$ من الإستر .
معطيات : $M(O) = 16g.mol^{-1}; M(C) = 12g.mol^{-1}; M(H) = 1g.mol^{-1};$

1. عين من بين التراكيب التجريبية أ,ب,ج التالية ,التركيب المستعمل لإنجاز هذا التحضير.
2. ما الفائدة من التسخين بالإرتداد؟



3. اكتب ,مستعملا الصيغ نصف المنشورة ,المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمدج للإسترة.
4. أنشىء الجدول الوصفي للتفاعل..
5. عبر عن ثابتة التوازن K المقرونة بالتفاعل المنمدج للأسترة بدلالة التقدم النهائي للتفاعل. تحقق ان $K=0.4$.
6. إستنتج ثابتة التوازن لتفاعل الحلمأة.

<u>أجوبة:</u>

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

9) التحكم في التفاعل:

1.9) التحكم في مردود التفاعل:

أ) تعريف:

يساوي المردود r لتفاعل كيميائي، خارج كمية المادة n_{exp} المحصلة تجريبيا على كمية المادة n_{th} المنتظر الحصول عليها باعتبار التحول كلي.

$$r = \frac{n_{\exp}}{n_{th}} = \underline{\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad} = \underline{\qquad}$$

x_{eq} : تقدم التفاعل عند حالة التوازن.
x_m : قيمة التقدم الأقصى للتفاعل.

ملحوظة:

....
....
....

ب) تطبيق: أحسب مردود التفاعل بالنسبة للنشاط السابق.

....
....
....
....
....

ج) الرفع من قيمة مردود التفاعل r:

نرفع من مردود التفاعل:

☜ باستعمال احد المتفاعلات بوفرة: ....
....
....
....

☜ ازالة احد النواتج : ....
....
....

2.9) التحكم في سرعة التفاعل:

يمكن الزيادة في سرعة الأسترة والحلمأة ....
....
....
....

10) تطبيقات:

التمرين الأول:

يستعمل حمض الإيثانويك ذو الصيغة الإجمالية CH_3COOH في تعليب اللحوم والأسماك وتصنيع الكثير من المواد العطرية والمذيبات ودباغة الجلود وصناعة النسيج........

يتناول هذا الجزء دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الأمونياك NH_3 ودراسة تفاعل نفس الحمض مع الليناليول.

المعطيات:

- ✓ ثابتة الحمضية للمزدوجة $(CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)})$: $pK_{A1}=4,8$.
- ✓ ثابتة الحمضية للمزدوجة $(NH_4^+{}_{(aq)}/NH_{3(aq)})$: $pK_{A2}=9,2$.
- ✓ الكتلة المولية للكحول ROH : $M(ROH)=154g.mol^{-1}$.
- ✓ الكتلة المولية للإستر E : $M(E)=196g.mol^{-1}$.

نحضر خليطا (S) حجمه V بمزج $n_1=10^{-3}mol$ من حمض الإيثانويك و $n_2=10^{-3}mol$ من الأمونياك في الماء المقطر، فيحصل تحول كيميائي ننمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$CH_3COOH_{(aq)} + NH_{3(aq)} \rightleftarrows HCOO^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)}$$

1.1. أنشئ الجدول الوصفي لتطور هذا التفاعل.

1.2. أوجد تعبير خارج التفاعل $Q_{r;éq}$ بدلالة pK_{A1} و pK_{A2} ثم أحسب قيمته.

1.3. بين أن التقدم النهائي x_{eq} ترتبط بخارج التفاعل عند التوازن $Q_{r;éq}$ بالعلاقة التالية:

$$\boxed{\sqrt{Q_{r;eq}} = \frac{x_{eq}}{n_1 - x_{eq}}}$$

1.4. أحسب x_{eq} ثم أستنتج نسبة التقدم النهائي τ، هل هذا التحول كلي؟

2. دراسة تفاعل حمض الإيثانويك مع الكحول ROH:

لتحضير إستر E (إيثانوات الليناليل)، نسخن بالإرتداد خليطا متساوي المولات مكونا من حمض الإيثانويك والكحول ROH بوجود حفاز ملائم.

2.1. ما فائدة التسخين بالإرتداد.

2.2. أكتب المعادلة الكيميائية للتحول الكيميائي الحاصل بين حمض الإيثانويك والكحول ROH.

2.3. تم إنجاز التفاعل إنطلاقا من $m_A=38,5g$ للكحول ROH، فتكونت عند نهاية التفاعل الكتلة $m_E=2g$ للإستر E.

2.3.1: أوجد المردود r لهذا التفاعل.

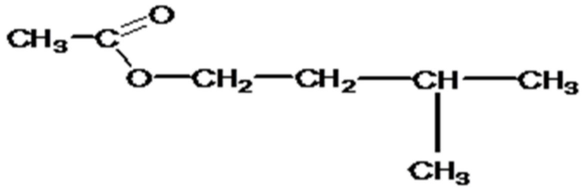
2.3,2: كيف يمكن الرفع من مردود هذا التفاعل ؟

التمرين الثاني:

يتميز المركب العضوي إيثانوات 3- مثيل بوتيل برائحة زكية تشبه رائحة الموز، ويضاف كمادة معطرة في بعض الحلويات والمشروبات والياغورت.

يهدف هذا الجزء من التمرين إلى الدراسة الحركية لتفاعل حلمأة إيثانوات 3- مثيل بوتيل وتحديد ثابتة التوازن لهذا التفاعل.

المعطيات:



- ✓ الصيغة نصف المنشورة لإيثانوات 3- مثيل بوتيل الذي نرمز له بالرمز E:
- ✓ الكتلة المولية للمركب E: $M(E)=130g.mol^{-1}$؛
- ✓ الكتلة الحجمية للمركب E: $\rho(E)=0,87g.ml^{-1}$ ؛
- ✓ الكتلة الحجمية للماء : $\rho(H_2O)=1g.ml^{-1}$ ؛
- ✓ الكتلة المولية للماء : $M(H_2O)=18g.ml^{-1}$ ؛

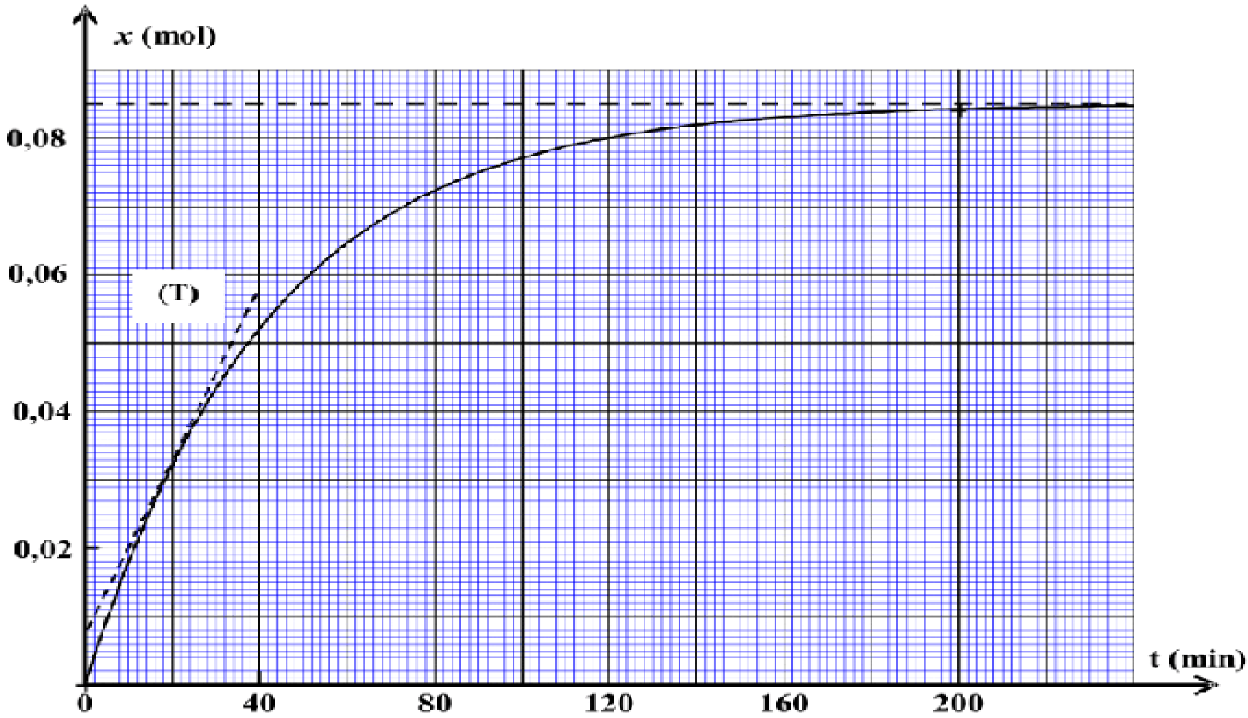
نصب في حوجلة الحجم $V(H_2O)=35mL$ من الماء المقطر ونضعها في حمام مريم درجة حرارته ثابتة ثم نضيف إليها الحجم $V(E)=15mL$ من المركب E، فنحصل على خليط حجمه $V=50mL$.

1. حدد المجموعة المميزة للمركب E.
2. أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لحلمأة المركب (E) باستعمال الصيغ نصف المنشورة.
3. نتتبع تطور تقدم التفاعل x(t) بدلالة الزمن، فنحصل على المنحنى الممثل في التالي: (أنظر الصفحة الموالي)

3.1: يعبر عن السرعة الحجمية للتفاعل بالعلاقة : $v=\frac{1}{V}.\frac{dx(t)}{dt}$ حيث V الحجم الكلي للخليط، أحسب بالوحدة $mol.L^{-1}.min^{-1}$ قيمة السرعة عند اللحظة t=20min (يمثل المستقيم (T) مماس المنحنى في النقطة ذات الأفصول (t=20min

3.2: حدد مبيانيا، التقدم النهائي x_f للتفاعل وزمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

4. أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية ثم أوجد تركيب الخليط عند التوازن.
5. حدد ثابتة التوازن K الموافقة لحلمأة المركب (E).



أجوبة:

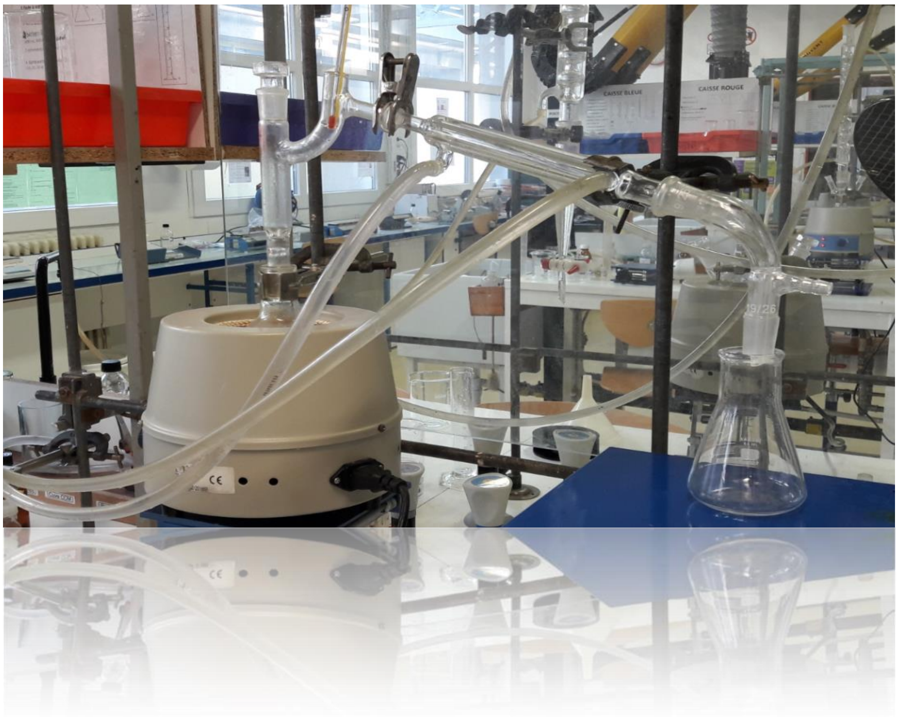
5

التحكم فى تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل

Contrôle de l evolution des systemes chimiques par changement de reactif

إعداد عبد الحق صومادى

Les savons, Les shampoings, Les deodorants...
Contiennent de nombreuses especes chimique.
Leurs synthese resulte d un choix judicieux de
Reactifs, de catalyseurs, de solvants, du pH du
Milieu et de la temperature du melange reactionnel.



- **تصنيع الأستير إنطلاقا من أندريد الحمض و كحول**
- **تصبن الإسترات**

  تعريف - تطبيقات: صناعة الصابون
- **الحفز**

  تعريف - مختلف أنواع الحفز
- **تطبيقات**

التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل

الأستاذ: صومادى

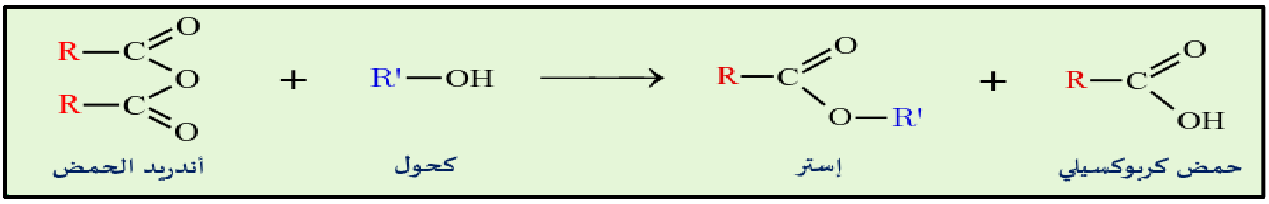
مقدمة:

رأينا سابقا أن تفاعلى الأسترة و الحلمأة محدودان وبطئان حيث يمكن الزيادة فى مردودهما r بإضافة متفاعل أو إزالة ناتج.
توجد طريقة أخرى للزيادة فى مردود تفاعل الأسترة و الحلمأة أقل كلفة و هى طريقة تغيير متفاعل.

- بالنسبة لتفاعل الأسترة نعوض الحمض بأندريد الحمض حيث يكون هدا التفاعل كلى وسريع (r=1).
- بالنسبة لتفاعل الحلمأة ننجزه بوجود قاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم (Na^+,OH^-) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (K^+,OH^-) حيث يعوض الماء H_2O ب OH^-. فيكون هدا التفاعل سريع و كلى (r=1).

1) تصنيع الأستير إنطلاقا من أندريد الحمض و كحول:

بصفة عامة تفاعل أندريد الحمض مع كحول يتم وفق المعادلة التالية:



ملحوظة:

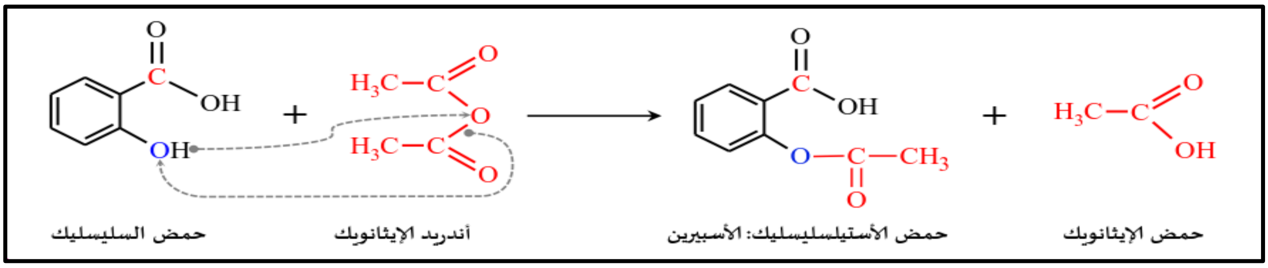
....
....
....

أمثلة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

....
....
....
....
....
....

تحضير الأسبيرين:

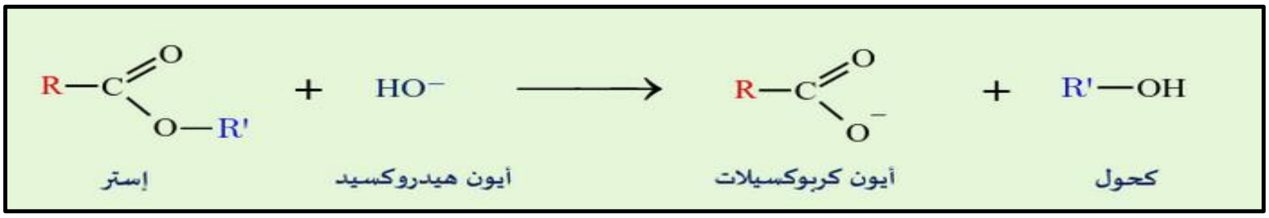


باستعمال اندريد الإيتانويك عوض حمض الإيتانويك نحصل على تفاعل كلي وسريع $\tau=1$.

2) تصبن الإسترات Saponification des Esters

1.2) تعريف:

توثر القواعد القوية كهيدروكسيد الصوديوم (Na^+,OH^-) أو هيدروكسيد البوتاسيوم (K^+,OH^-) على الإسترات وفق تفاعل تام يدعى تفاعل التصبن. تكتب معادلة تفاعله بصفة عامة كالتالي:



ملحوظة1:

....
....
....

ملحوظة2:

....
....
....

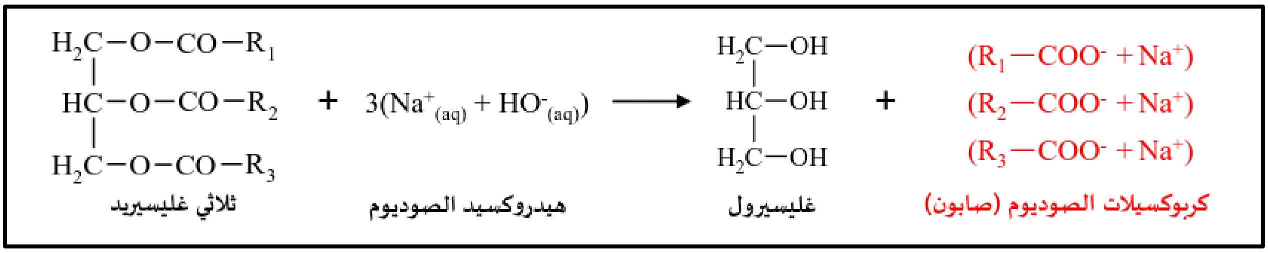
أمثلة:

....
....
....
....

2.2) تطبيقات: صناعة الصابون

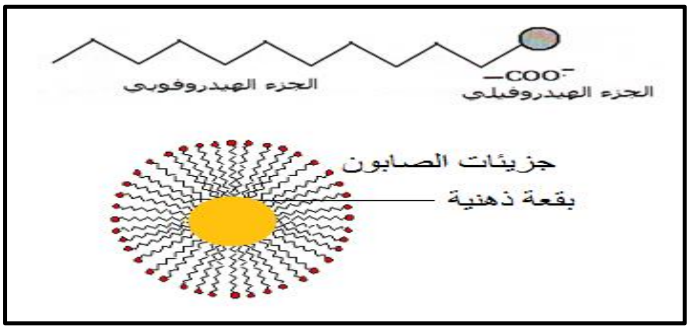
أ) تعريف:

تتم صناعة الصابون بتفاعل الأجسام الدهنية كالزيوت والزبدة مع هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد البوتاسيوم.



ب) خاصية الصابون:

- راس $-CO_2^-$: محبة للماء (هيدروفيلية **hydrophile**) و كارهة للدهنيات (ليبوفوبية **Lipophobe**).
- ذيل **R-** : كارهة للماء (هيدروفوبية **hydrophobe**) و محبة للدهنيات (ليبوفيلية **Lipophile**).



عند وضع توب ملطخ ببقعة ذهنية في ماء صابوني فإن الاجزاء المحبة للذهون تتجمع حول البقعة الزيتية فبعد عملية الفرك تنفصل البقع الذهنية المحاطة بجزيئات الصابون عن التوب فتتشتت في الماء

3) الحفز:

1.3) تعريف:

الحفاز هو نوع كيميائى يزيد فى سرعة تفاعل كيميائى دون أن يخضع لأى تغيير فى نـهاية التفاعل .

مثال: الأيونات H_3O^+ (الموجودة مثلا فى محلول حمض الكبرتيك H_2SO_4 مثلا) تحفز تفاعلي الأسترة والحلمأة فى أن واحد.

ملحوظة : هناك بعض الحفازات التى تخفض سرعة التفاعل وتسميها الحفازات السالبة.

2.3) مختلف أنواع الحفز :

الحفز المتجانس : يكون الحفز متجانسا إدا كان للحفاز والمتفاعلات نفس الحالة الفيزيائية .

الحفز الغير المتجانس : يكون الحفز غير متجانس إدا لم يكن للحفاز والمتفاعلات نفس الحالة الفيزيائية .
مثال: تحفيز التفاعل بين H_2 و O_2 بإستعمال البلاتين .

الحفز الأنزيماتى : يكون الحفاز فى هده الحالة أنزيما .

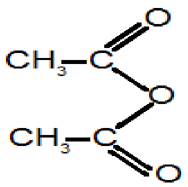
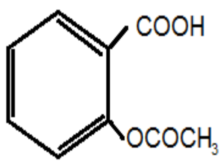
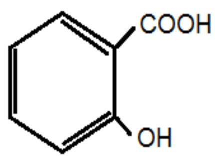
4) تطبيقات:

التمرين الأول:

الأسبرين أو حمض الأستيلسليسيك (acide acétylsalicylique) من الأدوية الأكثر استعمالا في العالم، فهو مسكن للآلام ومقاوم للحمى..... نقترح من خلال هذا التمرين دراسة طريقة تحضير الأسبرين وتفاعله مع الماء.

المعطيات:

- ✓ تمت جميع القياسات عند 25°C
- ✓ يعطي الجدول التالي أسماء الأجسام المتفاعلة والنواتج وبعض القيم المميزة لها:

أندريد الإيثانويك	حمض الإيثانويك	حمض الأستيلسليسيك	حمض السليسليك	الإسم
$C_4H_6O_3$	$C_2H_4O_2$	$C_9H_8O_4$	$C_7H_6O_3$	الصيغة العامة
	CH_3-COOH			الصيغة نصف المنشورة
102	60	180	138	الكتلة المولية $(g.mol^{-1})$
1,08	-	-	-	الكتلة الحجمية $(g.mL^{-1})$

- ✓ ثابتة التوازن لتفاعل حمض الإيثانويك مع حمض السليسليك: $K=7,0.10^{-3}$.

1- تحضير الأسبيرين:

لتحضير الأسبيرين أو حمض الأستيلسليسيك AH، قامت مجموعتان من التلاميذ بإنجاز تجريبتين مختلفتين:

1.1 – التجربة الأولى:

تم تحضير الأسبيرين AH بتفاعل حمض الإيثانويك مع المجموعة المميزة هيدروكسيل HO لحمض السليسليك الذي نرمز له ب ROH.

أنجزت المجموعة الأولى التسخين بالإرتداد لخليط حجمه V ثابت، ويتكون من كمية المادة $n_1=0,2mol$ لحمض الإيثانويك وكمية المادة $n_2=0,2mol$ من حمض السليسليك ، بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز.

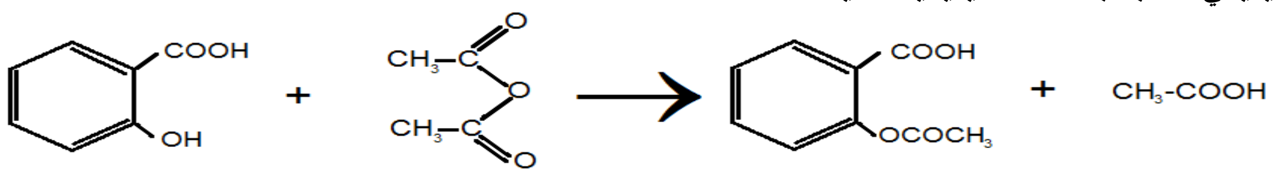
1.1.1 – أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لهذا التفاعل باستعمال الصيغ نصف المنشورة وأعط اسمه. (0,5 ن)

1.1.2 اعتمادا على الجدول الوصفي، أثبت العلاقة : $K=(\frac{x_{éq}}{0,2-x_{éq}})^2$ ؛ حيث $x_{éq}$ يمثل تقدم التفاعل عند التوازن.

1.1.3 حدد المردود r_1 لهذا التفاعل.

1.2 التجربة الثانية:

لتحضير الكتلة $m(AH)=15,3g$ من الأسبرين، أنجزت المجموعة الثانية خليطا مكون من الكتلة $m=13,8g$ من حمض السليسليك والحجم $v=19,0mL$ من أندريد الإيثانويك بإضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز، فحدث تفاعل كيميائي ننمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية:



أ) أوجد المردود r_2 لهذا التحول بإعتماد الجدول الوصفي.

ب) حدد التجربة الأكثر ملائمة للتصنيع التجاري للأسبرين، علل جوابك .

التمرين الثاني:

نمزج في حوجلة 1mol من إيثانوات الإيثيل الخالص و 1mol من الماء المقطر ثم نضيف بعض قطرات حمض الكبريتيك المركز. نسخن بالارتداد الخليط التفاعلي لمدة زمنية معينة فيحصل تفاعل كيميائي. كمية مادة إيثانوات الإيثيل المتبقية عند التوازن هي 0,67mol.

1.1: ما دور حمض الكبريتيك المضاف ؟

1.2: أذكر مميزتين للتفاعل الحاصل.

1.3 : أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المدروس باستعمال الصيغ نصف المنشورة.

1.4: أحسب ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل.

1. دارسة تفاعل إيثانوات الإيثيل مع هيدروكسيد الصوديوم:

نصب في كأس حجما V_0 من محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$ كمية مادته n_0 وتركيزه $C_0=10mol.m^{-3}$ ثم نضيف إليه، عند لحظة $t=0$ نعتبرها أصلا للتواريخ، نفس كمية المادة n_0 من إيثانوات الإيثيل.
نحصل على خليط تفاعلي متساوي المولات حجمه $V\approx V_0\approx 10^{-4}m^3$.
ننمذج التحول الكيميائي الذي يحدث بين إيثانوات الإيثيل وهيدروكسيد الصوديوم بالمعادلة الكيميائية التالية:

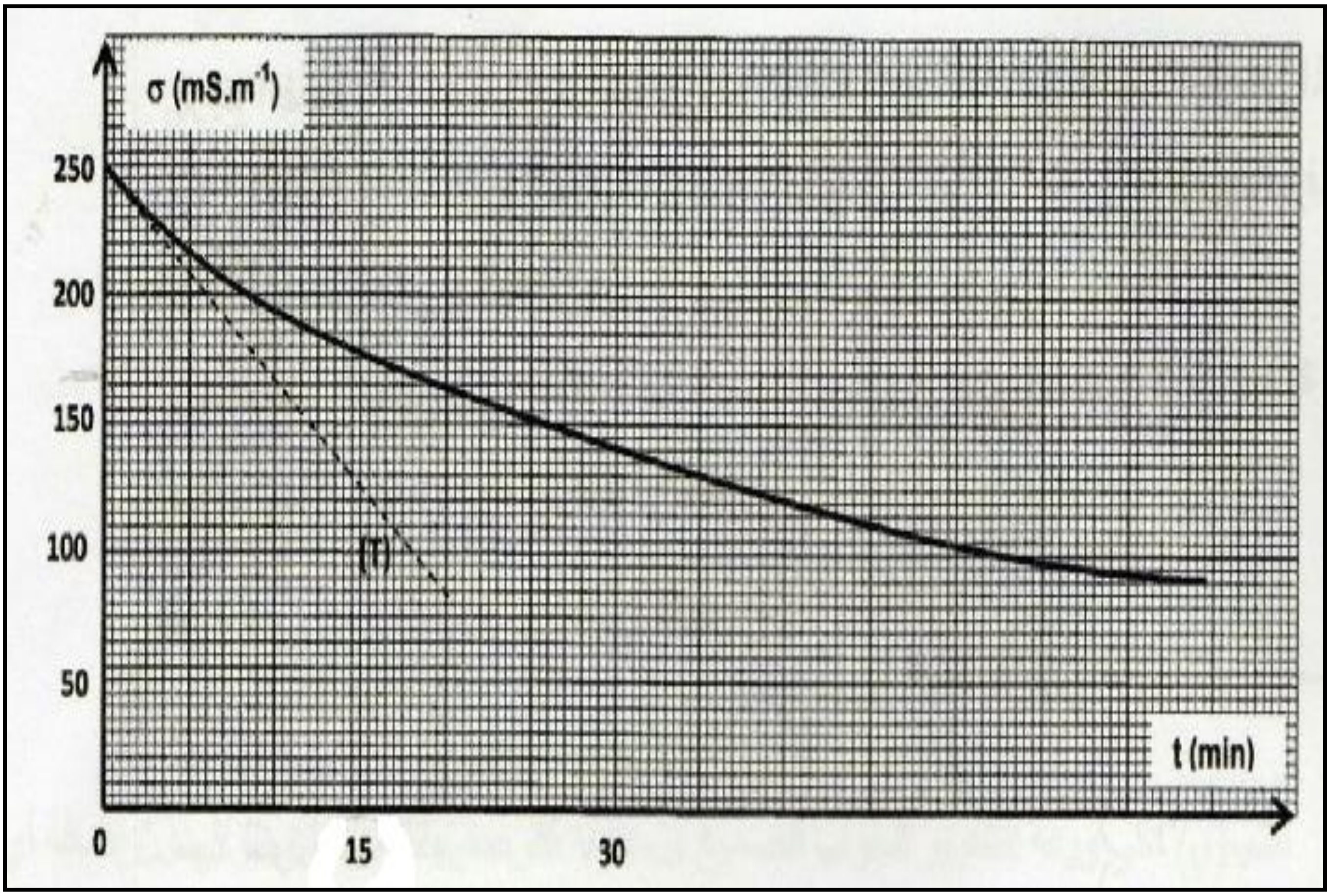
$$\boxed{C_4H_8O_{2(\ell)}+HO^-_{(aq)}\rightarrow A^-_{(aq)}+B_{(aq)}}$$

2.1: أكتب الصيغ نصف المنشورة للنوع A^- واعط اسمه.

2.2: أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.

2.3: نتبع تطور التفاعل بقياس موصلية الخليط التفاعلي σ بدلالة الزمن.

يعطي الشكل أسفله المنحنى التجريبي $\sigma(t)$ المحصل عليه بواسطة عدة معلوماتية ملائمة. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند أصل التواريخ.



عند لحظة t تكتب العلاقة بين تقدم التفاعل $x(t)$ وموصلية الخليط التفاعلي على الشكل: $x(t)=-6{,}3.10^{-3}\sigma(t)+1{,}57.10^{-3}$
حيث $\sigma(t)$ معبر عنها بالوحدة $S.m^{-1}$ و $x(t)$ بالمول. باستغلال المنحنى التجريبي:

2.3.1: أحسب $\sigma_{1/2}$ موصلية الخليط التفاعلي عند $x=\dfrac{x_{max}}{2}$ حيث x_{max} التقدم الأقصى للتفاعل.

2.3.2: أوجد بالوحدة min، زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

2.3.3: حدد بالوحدة $mol.m^{-3}min^{-1}$، السرعة الحجمية v للتفاعل عند اللحظة t=0.

أجوبة:

....
....
....
....
....
....
....
....
....
....
....

SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS (SYSTÈME MKSA)

Le système international (ou système S.I.) d'unités comprend sept unités fondamentales et des unités dérivées. Le système est COHÉRENT : quand tous les termes d'un calcul sont exprimés en unité internationale, le résultat est également exprimé en unité internationale.

1 - UNITÉS FONDAMENTALES

GRANDEUR	ÉCRITURE CONSEILLÉE	UNITÉ	SYMBOLE DE UNITÉ	REMARQUE
LONGUEUR	L	mètre	**m**	1 UA = $1{,}5\times10^8$ km
MASSE	M	kilogramme	**kg**	
DATE ET DURÉE	t et Δt	seconde	**s**	
INTENSITÉ DU COURANT	I	ampère	**A**	
QUANTITÉ DE MATIÈRE	n	mole	mol	
TEMPÉRATURE ABSOLUE	T	kelvin	K	0°C = 273,15 K
INTENSITÉ LUMINEUSE	I	candela	cd	

2 - UNITÉS DÉRIVÉES

GRANDEUR	ÉCRITURE CONSEILLÉE	UNITÉ	SYMBOLE DE L'UNITÉ	REMARQUE
ACCÉLÉRATION	a	mètre par s²	$m.s^{-2}$	
ACTIVITÉ RADIOACTIVE	A	Becquerel	Bq	1 Bq = 1 désintégration/s
ANGLE	θ	radian	rad	360° = 2 π rad
CAPACITÉ	C	Farad	F	
CHALEUR LATENTE	L	Joule	$J.kg^{-1}$	
CAPACITÉ CALORIFIQUE MASSIQUE	C	Joule par kg et °C	$J.kg^{-1}.°C^{-1}$	ou $J.kg^{-1}.K^{-1}$ (à pression constante)
CHALEUR	Q	Joule	J	1 cal = 4,185 J
CHAMP ÉLECTRIQUE	E	Volt par mètre	$V.m^{-1}$	
CHAMP MAGNÉTIQUE	B	Tesla	T	
CONDUCTANCE	G	Siemens	S ou Ω^{-1}	G = 1/R
CONCENTRATION	[ ]	mole par m³	$mol.m^{-3}$	unité usuelle : $mol.L^{-1}$
DOSE RADIOACTIVE	D	Gray	Gy	1 Gy = 1 J/kg irradié = 100 rad
ÉQUIVALENT DOSE RADIOACTIVE	ED	Sievert	Sv	
ÉNERGIE	E ou W	Joule	J	1 kW.h = 3,6 MJ 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J
FLUX MAGNÉTIQUE	Φ	Weber	Wb	
FORCE	F	Newton	N	
FRÉQUENCE	N ou f	Hertz	Hz	ou s^{-1}
INDUCTANCE	L	Henry	H	
LONGUEUR D'ONDE	λ	mètre	m	
MASSE LINÉIQUE	σ	kg par mètre	$kg.m^{-1}$	
MASSE SURFACIQUE	σ	kg par m²	$kg.m^{-2}$	
MASSE VOLUMIQUE	μ	kg par m³	$kg.m^{-3}$	
MOMENT DE FORCE	M	Newton mètre	N.m	
PRESSION	p	Pascal	Pa	1013 mbar = 760 mm Hg = 1013 hPa
PUISSANCE	P	Watt	W	1 ch = 736 W
QUANTITÉ DE MOUVEMENT	p	kilogramme mètre/s	$kg.m.s^{-1}$	
RÉSISTANCE	R	Ohm	Ω	
TEMPERATURE	θ	Degré Celsius	°C	T (K) = θ (°C) + 273,15 θ(°F) = θ(°C)×9/5 +32
TENSION ÉLECTRIQUE	u	Volt	V	
TITRE MASSIQUE	t	kg par m³	$kg.m^{-3}$	1 $kg.m^{-3}$ = 10^{-3} g/L
TRAVAIL	W	Joule	J	1cal = 4,185 J
VITESSE ANGULAIRE	ω	radian par s	$rad.s^{-1}$	ω ($rad.s^{-1}$) = 2π. N (Hz)
VITESSE	v	mètre par s	$m.s^{-1}$	1 $m.s^{-1}$ = 3,6 $km.h^{-1}$ 1 KT (nœud) =1,852 $km.h^{-1}$

1. Notations, unités et valeurs

$\vec{a}$ vecteur accélération. [a] = $m.s^{-2}$
$\vec{B}$ champ magnétique. [B] = tesla de symbole T
d distance entre les armatures d'un condensateur plan. [d] = m
$\vec{E}$ champ électrique. [E] = $V.m^{-1}$
Ec énergie cinétique. [Ec] = J
$\vec{f}$ force de frottement. [f] = N
$\vec{F}$ vecteur force. [F] = N
$\vec{g}$ champ de pesanteur. [g] = $m.s^{-2}$
g_0 valeur du champ de pesanteur de la Terre au niveau du sol. [g_0] = $m.s^{-2}$
$\vec{G}$ champ de gravitation. [G] = $m.s^{-2}$
G constante de gravitation. G = $6{,}67.10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$
I intensité d'un courant constant. [I] = A
$\vec{l}$ vecteur déplacement. [l] = m
L longueur du périmètre d'une orbite. [L] = m
m masse. [m] = kg
n nombre de spires par mètre d'un solénoïde. [n] = m^{-1}
$\vec{N}$ vecteur unitaire normal à la trajectoire. [N] = sans unité
$\vec{P}$ vecteur poids. [P] = N
q charge d'une particule. [q] = coulomb de symbole C
Q quantité d'électricité (charge due à une accumulation de particules). [Q] = C
R rayon d'une spire. [R] = m
r_T rayon de la Terre. [r_T] = m
s abscisse curviligne. [s] = m
S surface. [S] = m^2
t temps. [t] = s
T période de révolution. [T] = s
$\vec{T}$ vecteur unitaire tangent à la trajectoire. [T] = sans unité
U tension (ou différence de potentiel). [U] = V
$\vec{v}$ vecteur vitesse. [v] = $m.s^{-1}$
V potentiel électrique. [V] = V
W travail. [W] = J
z altitude par rapport au sol. [z] = m
ε perméabilité électrique (ε_0 pour le vide) $\frac{1}{4\pi.\varepsilon_0} = 9.10^9$ SI
μ perméabilité magnétique (μ_0 pour le vide) $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ SI.
Δ variation d'une quantité physique. Δ = quantité finale – quantité initiale

Multiples et sous-multiples…au lycée

Préfixes	Symbole	Puissance de 10 de l'unité	Etymologie
éxa	E	10^{18}	Grec : hex : six
péta	P	10^{15}	Grec : pente : cinq
téra	T	10^{12}	Grec : teras : monstre
giga	G	10^{9}	Grec : gigas : géant
méga	M	10^{6}	Grec : megas : grand
kilo	k	10^{3}	Grec : khilioi : mille
hecto	h	10^{2}	Grec : hekaton : cent
deca	da	10^{1}	Grec : deka : dix
		$10^{0} = 1$	
deci	d	10^{-1}	Latin : decem : dix
centi	c	10^{-2}	Latin : cente : cent
milli	m	10^{-3}	Latin : mille : mille
micro	μ	10^{-6}	Grec : mikros : petit
nano	n	10^{-9}	Latin : nanus : nain
pico	p	10^{-12}	Italien : piccolo : petit
femto	f	10^{-15}	Danois : femten : quinze
atto	a	10^{-18}	Danois : atten : dix-huit

The Periodic Table of the Elements, in Pictures and Words