

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2013

الموضوع



NS31



4	مدة الإختبار	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) (الترجمة الفرنسية)	الشعبة أو الملك

L'utilisation de la calculatrice programmable ou l'ordinateur n'est pas autorisée
Le sujet est composé d'un exercice de chimie et de trois exercices de physique

CHIMIE(7points)	Le thème	(les points)
Première partie	De la transformation chimique non totale à la transformation totale	4,5
Deuxième partie	Des transformations spontanées aux transformations forcées	2,5
PHYSIQUE (13 points)		
Exercice 1	De la dispersion de la lumière à la diffraction	2,25
Exercice 2	De l'énergie solaire à l'énergie électrique	5
Exercice3 -1 ^{ère} Partie	De la chute libre à la chute avec frottement	3,25
Exercice3 -2 ^{ème} Partie	De l'orbite circulaire basse à l'orbite circulaire haute	2,5

CHMIE (7 points) Les deux parties sont indépendantes

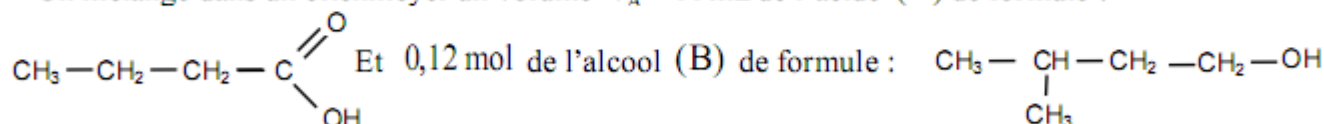
PREMIERE PARTIE (4,5 points) :De la transformation chimique non totale à la transformation totale
Les transformations chimiques peuvent être totales ou non totales .Les chimistes utilisent plusieurs méthodes pour suivre quantitativement les transformations chimiques au cours du temps et les contrôler pour augmenter leur rendement ou diminuer leur vitesse pour limiter leurs effets.
Parfois le chimiste change l'un des réactifs pour obtenir le même produit avec plus d'efficacité.

Données

Le composé organique	Masse molaire(g.mol ⁻¹)	Masse volumique(g.mL ⁻¹)
L'acide (A)	M(A) = 88,0	ρ(A) = 0,956
L'alcool (B)	M(B) = 88,0	ρ(B) = 0,810
Anhydride butanoïque (AN)	M(AN) = 158,0	ρ(AN) = 0,966

1. suivi temporel d'une transformation chimique

On mélange dans un erlenmeyer un volume $V_A = 11 \text{ mL}$ de l'acide (A) de formule :



On ajoute au mélange quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques pierres ponce.

Après chauffage, il se forme un composé (E) de masse molaire $M(E) = 158 \text{ g.mol}^{-1}$.

Le graphe $x = f(t)$ donne l'évolution de l'avancement x de la réaction en fonction du temps t , (fig1).

La droite (Δ) représente la tangente à la courbe $x = f(t)$ à l'instant $t = 0$.

1.1- Donner la définition du temps de demi-réaction et déterminer sa valeur .

1.2- Calculer graphiquement la valeur de la vitesse volumique $v(0)$ à l'instant $t = 0$.

2. Rendement de la réaction

2.1- Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la synthèse du composé (E) à partir de l'acide (A) et l'alcool (B) et donner le nom du composé (E) suivant la nomenclature officielle.

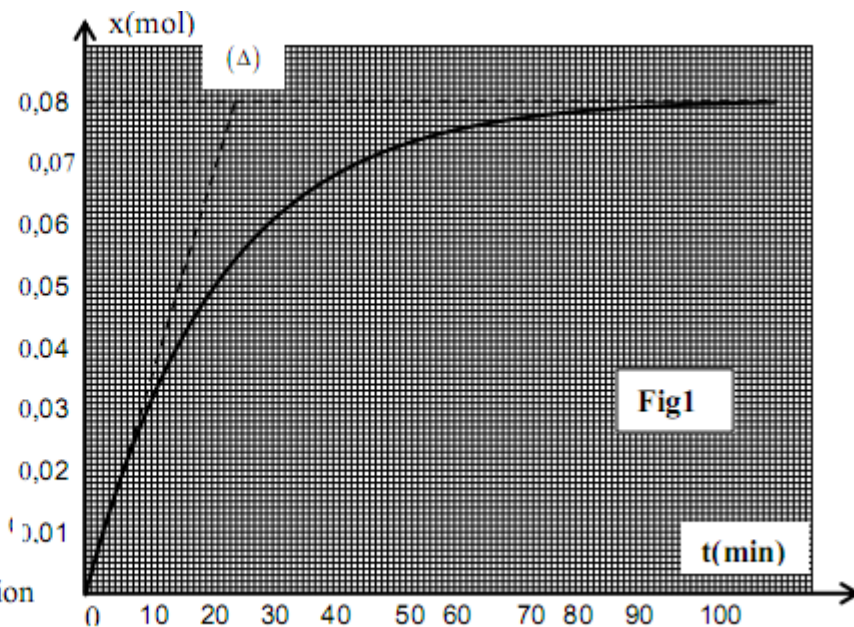
2.2- Calculer la quantité de matière initiale de l'acide (A).

2.3- Calculer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de synthèse du composé (E).

2.4- On mélange 0,12 mol de l'acide (A) et 0,24 mol de l'alcool (B) :

a- calculer l'avancement final de la réaction qui a lieu.

b- calculer le rendement de la réaction.



3. Contrôle de l'évolution du système chimique

On peut améliorer également le rendement de la réaction précédente en remplaçant l'acide (A) par l'anhydride butanoïque (AN).

On mélange un volume $V_B = 13 \text{ mL}$ de l'alcool (B) et un volume $V_{AN} = 14 \text{ mL}$ de l'anhydride butanoïque.

On obtient une masse $m(E)$ du composé (E).

3.1- Écrire l'équation de la réaction dans ce cas en utilisant les formules semi-développées.

3.2- Calculer la masse $m(E)$.

Deuxième partie (2,5 points) : Des transformations spontanées aux transformations forcées

Au cours des transformations spontanées, le système chimique évolue vers l'état d'équilibre en produisant de l'énergie électrique ; alors qu'au cours des transformations forcées le système chimique s'éloigne de l'état d'équilibre en consommant de l'énergie qu'il reçoit du milieu extérieur.

Données : Constante de Faraday : $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Ahmed et Myriam ont réalisé la pile électrique de schémas conventionnel suivant

$\ominus \text{Zn(s)} / (\text{Zn}^{2+} // \text{Cu}^{2+} / \text{Cu(s)}) \oplus$ et l'ont montée dans le circuit représenté dans la figure 2 qui comprend un panneau solaire, deux ampèremètres et un interrupteur K.

- Le becher 1 contient 150 mL d'une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de concentration en ions Cu^{2+} : $[\text{Cu}^{2+}]_i = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Le becher 2 contient 150 mL d'une solution de sulfate de zinc ($\text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de concentration en ions Zn^{2+} : $[\text{Zn}^{2+}]_i = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1 - la transformation spontanée

A l'instant $t = 0$, Myriam a basculé l'interrupteur K dans la position 1 ; L'ampèremètre indique alors le passage d'un courant d'intensité constante.

1.1- Préciser l'électrode qui joue le rôle de la cathode.

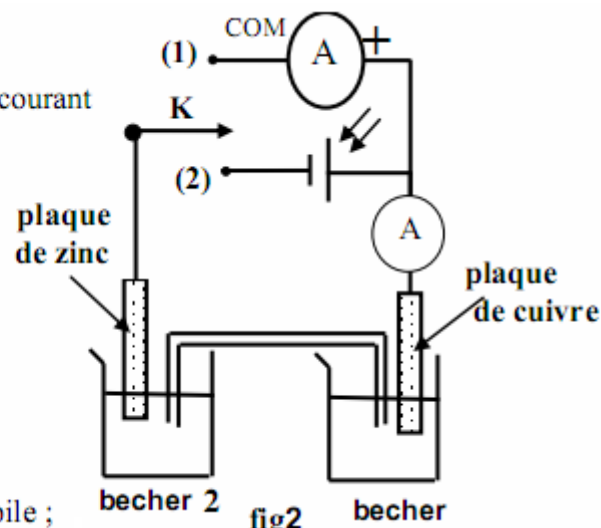
1.2- Calculer la quantité d'électricité Q qui passe dans le circuit pour que la concentration des ions Cu^{2+} dans le becher 1 soit $[\text{Cu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2 - La transformation forcée

Lorsque la concentration des ions Cu^{2+} est devenue

$[\text{Cu}^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, Ahmed a basculé à l'instant

$t = 0$ l'interrupteur K dans la position 2 pour recharger la pile ;



Il constate que le panneau solaire fait passer dans le circuit un courant électrique continu d'intensité constante $I = 15,0 \text{ mA}$.

2.1-Indiquer l'électrode qui joue le rôle de la cathode.

2.2-Écrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu .

2.3-Calculer la durée Δt nécessaire pour que la concentration des ions Zn^{2+} devienne $[Zn^{2+}]_{\Delta t} = 5,0.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

PHYSIQUE (13points)

EXERCICE 1(2,25 points) : De la dispersion de la lumière à la diffraction

La fréquence d'une radiation lumineuse ne dépend pas du milieu de propagation ; elle dépend uniquement de la fréquence de la source .La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans un milieu transparent et elle est toujours plus petite que la vitesse de sa propagation dans le vide et sa valeur dépend du milieu de propagation . On constate aussi que l'onde lumineuse se diffracte lorsqu' elle traverse une fente de largeur relativement faible .

L'objectif de cet exercice est d'étudier le phénomène de dispersion et celui de la diffraction.

Données : La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans l'air est approximativement égale à sa vitesse de propagation dans le vide $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Couleur de la radiation	rouge(R)	violet (V)
La longueur d'onde dans l'air en (μm)	0,768	0,434
L'indice de réfraction du verre	1,51	1,52

Dispersion de la lumière

Un faisceau parallèle de lumière blanche arrive au point I de la surface d'un demi- disque en verre; on observe sur l'écran (fig1) les sept couleurs du spectre allant du rouge(R) au violet(V).

1.1- Exprimer la longueur d'onde λ_R de la radiation rouge

dans le verre en fonction de l'indice de réfraction n_R du verre et de λ_{0R} (longueur d'onde dans l'air de ce rayonnement) .

1.2 – L'indice de réfraction n d'un milieu transparent pour une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans l'air est modélisé par la relation :

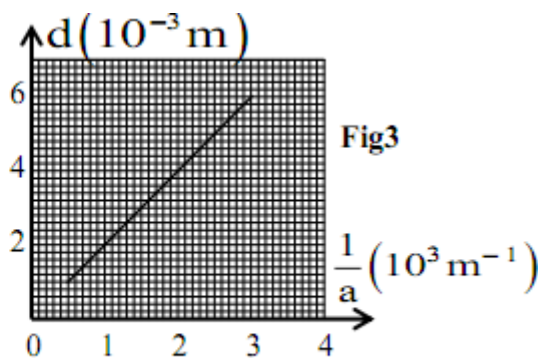
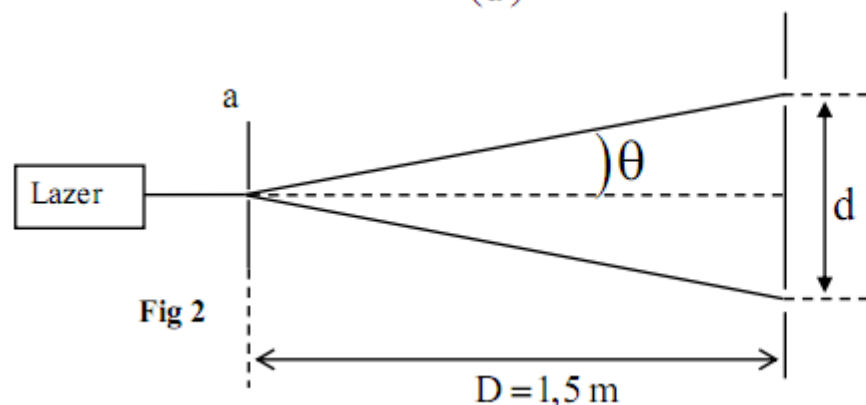
$$n = A + \frac{B}{\lambda_0^2} \text{ dont } A \text{ et } B \text{ sont des constantes qui dépendent du milieu.}$$

Calculer la valeur de A et celle de B pour le verre utilisé.

2. Diffraction de la lumière

On réalise l'expérience de la diffraction d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans l'air émise par un dispositif laser , en utilisant une fente de largeur a comme l'indique la figure 2 . On mesure la largeur d de la tache centrale pour différentes valeurs de la largeur a de la fente et

on représente graphiquement $d = f\left(\frac{1}{a}\right)$; on obtient alors la courbe indiquée dans la figure 3 .



2.1- Trouver l'expression de d en fonction de λ , a et D , sachant que $\theta = \frac{\lambda}{a}$.(θ petit exprimé en rad)

2.2_ A l'aide de la figure 3, déterminer la valeur de λ .

EXERCICE 2 (5 points) : De l'énergie solaire à l'énergie électrique

On peut transformer l'énergie solaire en énergie électrique et la stocker dans des batteries d'accumulateurs ou dans des condensateurs et l'utiliser au besoin.

L'objectif de cet exercice est l'étude de la charge d'un condensateur au moyen d'un panneau solaire, puis au moyen d'un échelon de tension ascendant.

Pour comparer l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours de sa charge à l'aide d'un panneau solaire et à l'aide d'un échelon de tension ascendant, Ahmed et Myriam ont réalisé les deux expériences suivantes :

1. Charge d'un condensateur au moyen d'un panneau solaire

Le panneau solaire se comporte, lorsqu'il est exposé au soleil, comme un générateur donnant un courant d'intensité

constante $i = I_0$ tant que la tension entre ses bornes est inférieure à une tension maximale $u_{\max} = 2,25 \text{ V}$.

Myriam a réalisé le montage représenté dans la figure 1,

comportant un panneau solaire et un condensateur de capacité

$C = 0,10 \text{ F}$ et un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$ et un interrupteur K.

A l'aide d'un dispositif d'acquisition, Myriam a visualisé la tension u_c aux bornes du condensateur en basculant l'interrupteur trois fois successives. Elle obtient le graphe représenté dans la figure 2 qui comprend trois parties (a), (b) et (c)

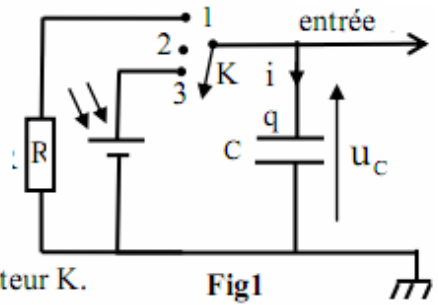


Fig1

1.1- Associer chacune des parties du graphe à la position correspondant de L'interrupteur K.

Déduire, en exploitant le graphe, la valeur de l'intensité I_0 au cours de la charge.

1.2- Trouver l'expression de l'équation différentielle

vérifiée par la charge q du condensateur: a- au cours de la charge ; c- au cours de la décharge .

1.3- L'expression de la tension u_c au cours de la décharge s'exprime

par la fonction $u_c = U_{\max} \cdot e^{-\frac{t-3}{\tau}}$ avec τ la constante du temps du circuit utilisé.

En déduire l'expression de l'intensité $i(t)$ et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps (figures 1 et 2)

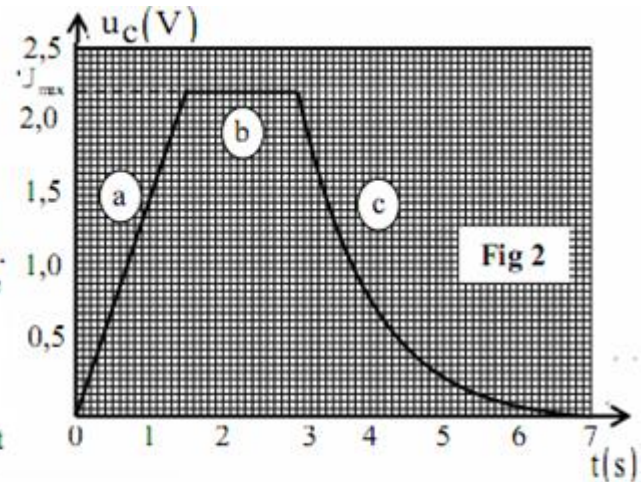


Fig 2

2. Charge d'un condensateur au moyen d'un échelon de tension ascendant

Ahmed a réalisé le montage représenté dans la figure 3. Pour charger le condensateur précédent de capacité C il a utilisé un générateur donnant une tension constante $U_0 = 2,25 \text{ V}$.

A l'instant $t = 0$, il ferme le circuit ; alors le condensateur se charge à travers la résistance $R_0 = 50 \Omega$.

A l'aide d'un dispositif d'acquisition, il visualise l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur.

Il obtient la courbe représentée dans la figure 4.

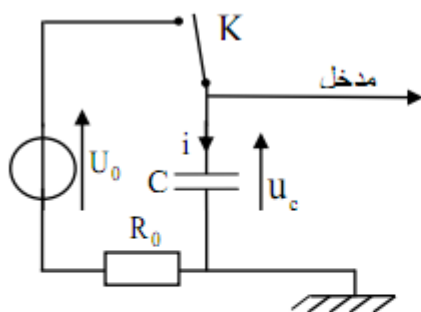


Fig 3

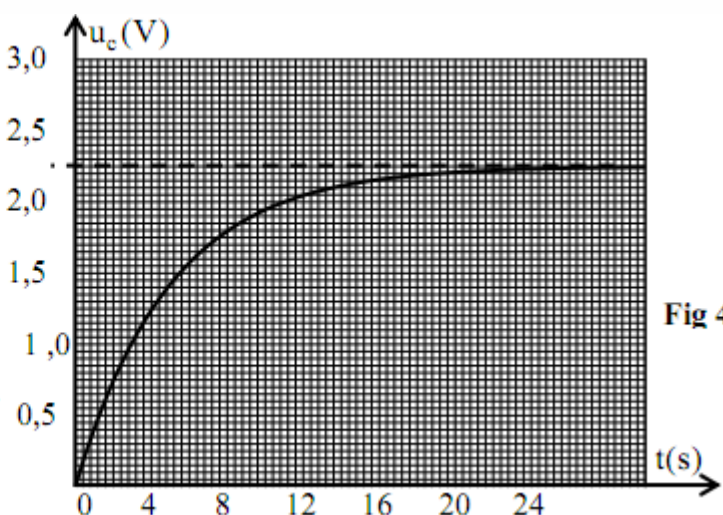


Fig 4

2.1- Établir l'équation différentielle que vérifie la tension u_c au cours de la charge du condensateur.

2.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $u_c = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ avec τ la constante de temps du circuit utilisé.

A l'aide de la courbe (fig4), calculer la valeur des deux constantes A et B .

2.3 – Trouver l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction du temps au cours de la charge ;

Et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps t.

2.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $u_c = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ avec τ la constante de temps du circuit utilisé.

A l'aide de la courbe (fig4), calculer la valeur des deux constantes A et B .

2.3 – Trouver l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction du temps au cours de la charge ;
Et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps t .

2.4- Calculer la valeur de la résistance R_0 que doit utiliser Ahmed pour que son condensateur se charge totalement pendant la même durée de la charge totale du condensateur de Myriam, sachant que la durée de la charge totale est de l'ordre de 5τ .

3.Oscillations dans un circuit RLC .

Ahmed a ajouté au montage représenté dans la figure 3 un conducteur ohmique de résistance R et une bobine d'inductance L et de résistance négligeable; Il obtient le montage de la figure 5.

3.1- A la fin de la charge du condensateur , Ahmed règle la résistance R sur la valeur $R_1 = 0$.

A l'instant $t=0$, il bascule l'interrupteur K à la position (2) ;
Il obtient alors la courbe représentée par la figure 6.

a- Établir dans ce cas l'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur.

b - La solution de l'équation différentielle s'écrit sous

la forme $u_c = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$. Trouver l'expression de T_0

et Calculer la valeur de l'inductance L de la bobine.

c- En considérant la conservation de l'énergie, calculer l'intensité maximale du courant dans le circuit.

3.2 - Ahmed règle la résistance R sur la valeur $R_2 \neq 0$; Il obtient un

régime pseudopériodique dont la tension u_c vérifie l'équation

$$\text{différentielle : } \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_2}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u_c = 0$$

Trouver l'expression $\frac{dE_T}{dt}$ en fonction de R_2 et i (E_T) représente l'énergie totale du dipôle à l'instant t .

EXERCICE 3 (5,75 point s) Les deux parties sont indépendantes

Première partie (3,25 point s) : de l'étude de la chute libre à la chute avec frottement

Newton a supposé que tous les corps ont même mouvement de chute quelque soit leur masses . Pour vérifier cette hypothèse Newton a réalisé l'expérience de chute dans un tube vide en utilisant des corps de masse et de forme différentes et en déduit que ce sont les forces de frottement fluides qui sont responsables de la différence des vitesses de chute des corps verre la Terre.

Ahmed et Myriam ont décidé de vérifier expérimentalement la déduction de Newton, pour cela ils ont utilisé deux billes en verre (a) et (b) ayant le même volume V et la même masse m .

Ils abandonnent les deux billes au même instant $t=0$ et sans vitesse initiale d'une même hauteur h du sol (fig 1) .

- Ahmed a lâché la bille (a) dans l'air ;
- Myriam a lâché la bille (b) dans un tube transparent contenant de l'eau de hauteur h (fig 1).

A l'aide d'un dispositif convenable Ahmed et Myriam ont obtenu les résultats suivants :

- La bille (a) atteint le sol à l'instant $t_a = 0,4 \text{ s}$;
- La bille (b) atteint le sol à l'instant $t_b = 1,1 \text{ s}$

Données : accélération de la pesanteur $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$; $m = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

$V = 2,57 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$; la masse volumique de l'eau $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$.

On suppose que la bille (a) n'est soumise au cours de sa chute dans l'air qu'à son poids.

La bille (b) est soumise au cours de sa chute dans l'eau à :

- Son poids d'intensité $P = mg$,
- La poussé d'Archimède d'intensité $F_A = \rho g V$,
- La force de frottement fluide d'intensité $f = K \cdot v^2$ avec K une constante positive et v vitesse du centre d'inertie de la bille .

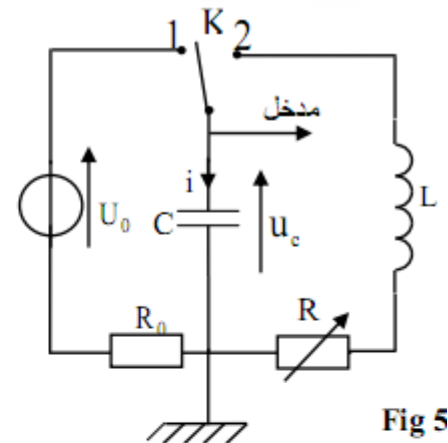


Fig 5

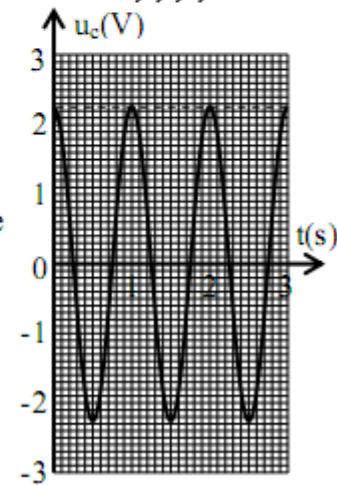


Fig 6

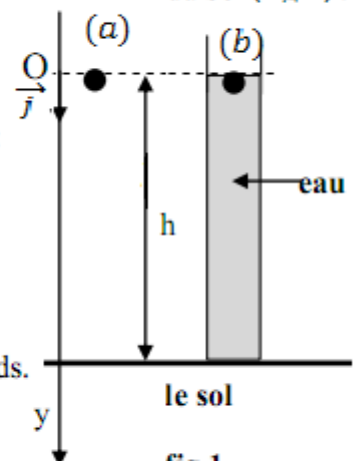


fig 1

1- Étude du mouvement de la bille (a) dans l'air

1.1- Établir l'équation différentielle qui vérifie la vitesse du centre d'inertie de la bille (a) au cours de la chute.

1.2- Calculer la valeur de la hauteur h .

2- Étude du mouvement de la bille (b) dans l'eau

Myriam a enregistré à l'aide d'un dispositif convenable l'évolution de la vitesse de la bille (b) au cours du temps ; Elle a obtenu le graphe représenté dans la figure 2.

2.1-Établir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse du centre d'inertie de la bille (b) au cours de sa chute dans l'eau en fonction des données du texte.

2.2- A l'aide du graphe de la figure 2,déterminer la valeur de la constante K.

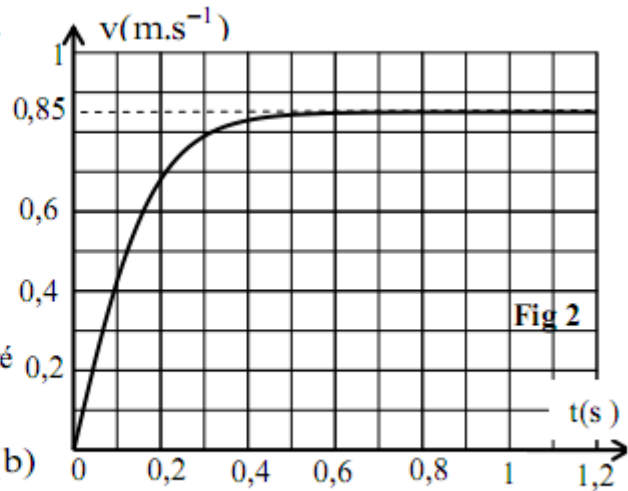
2.3- Trouver l'expression de l'accélération a_0 du centre d'inertie de la bille (b) à l'instant $t = 0$ en fonction de g , V , ρ et m . Déterminer le temps caractéristique du mouvement de la bille (b).

3- la différence entre les durées de chute

Ahmed et Myriam ont répété leur expérience dans les conditions précédentes mais cette fois la hauteur d'eau dans le tube est $H = 2h$. Ahmed et Myriam ont libéré des deux billes (a) et (b) sans vitesse initiale au même instant $t = 0$ du même hauteur $H = 2h$.

a- Exprimer Δt qui sépare l'arrivée des deux billes (a) et (b) au sol en fonction de t_a , t_b , g , h et v_ℓ .

b- Calculer la valeur de Δt



Deuxième partie(2,5 points) : de l'orbite circulaire basse à l'orbite circulaire haute

Johannes Kepler (1630-1571) a posé les trois lois qui permettent de décrire le mouvement des planètes et celui des satellites naturels.

Le mouvement des satellites artificiels autour de la Terre hors de l'atmosphère est gérée par les lois de Kepler.

Le transfert d'un satellite artificiel terrestre (S) sur une orbite circulaire basse de rayon r_1 vers une orbite circulaire haute de rayon r_2 se fait en passant par une orbite elliptique tangente aux deux orbites circulaires comme l'indique la figure 3 . Le centre O de la Terre constitue l'un des foyers de la trajectoire elliptique .

Données : $r_1 = 6700$ km ; $r_2 = 42200$ km ; constante de gravitation universelle $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ S.I

Masse de la Terre $M_T = 6,0 \cdot 10^{24}$ kg ; On rappelle la propriété de l'ellipse de foyer O et O' et de demi- grand axe a : $OM + O'M = 2a$ avec M un point appartenant à l'ellipse .

On suppose que le satellite artificiel (S) est ponctuel et n'est soumis qu'à l'attraction de la Terre et que la Terre effectue un tour complet autour de son axe de rotation en 24h

On étudie le mouvement de (S) dans le repère géocentrique

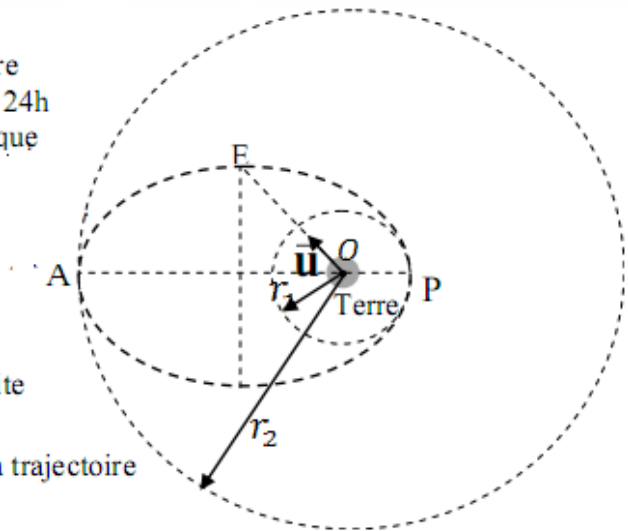
1. En utilisant l'équation aux dimensions , déterminer la dimension de la constante G.

2- On note T_1 et T_2 les périodes respectives de (S) sur l'orbite circulaire basse et l'orbite circulaire haute .

Exprimer T_1 en fonction de r_1 , r_2 et T_2 . Calculer la valeur de T_1 sachant (S) est géostationnaire sur l'orbite circulaire haute.

3- On considère le point E qui appartient au petit axe de la trajectoire elliptique défini par $\overrightarrow{OE} = OE \cdot \vec{u}$ et $\|\vec{u}\| = 1$.

Donner l'expression du vecteur accélération $\vec{a}_s$ de (S) au point E en fonction de G , M et OE . Calculer $\|\vec{a}_s\|$ au point E .



Correction

p.SBIRO Abdelkrim

Chimie : partie1 :

1) Le temps de demi-réaction est le temps $t_{1/2}$ nécessaire pour que l'avancement de la réaction soit égal à la moitié de sa valeur

finale: $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$. On trouve graphiquement : $x(t_{1/2}) = \frac{0,08}{2} = 0,04 \text{ mol}$ qui correspond à : $t_{1/2} = 15 \text{ ms}$

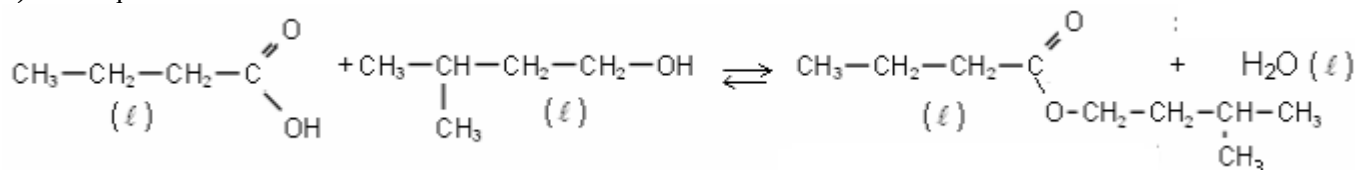
2-1- Le volume de l'alcool utilisé : $V_B = \frac{m(B)}{\rho(B)} = \frac{n(B) \cdot M(B)}{\rho(B)} = \frac{0,12 \times 88}{0,810} = 13 \text{ mL}$, donc le volume du mélange :

$$V = V_A + V_B = 11 + 13 = 24 \text{ mL}$$

La vitesse volumique à l'instant $t=0$ est donnée par la relation suivante : $v = \frac{1}{V} \times \frac{dx}{dt}$

Graphiquement on obtient : $v = \frac{1}{V} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{24 \cdot 10^{-3}} \times \frac{(0,08 - 0)}{(25 - 0)} = 1,3 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{mn}^{-1}$

2) 2-1- Equation de la réaction :



Le nom de l'ester est : **le propanoate 3-méthyle butyle**

2-2- La quantité de matière initiale de l'acide :

$$n_{o(A)} = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{\rho(A)V(A)}{M(A)} = \frac{0,956 \times 11}{88} \approx 0,12 \text{ mol}$$

3-2- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		A	+	B	$\rightleftharpoons$	E	+	H ₂ O
états	avancement	quantité de matière (en mol)						
Etat initial	0	0,12		0,12		0		0
Etat de transformation	x	0,12-x		0,12-x		x		x
Etat d'équilibre	x_{eq}	0,12- x_{eq}		0,12- x_{eq}		x_{eq}		x_{eq}

La constante d'équilibre : $K = Q_{r,\text{eq}} = \frac{[E]_{\text{eq}} \cdot [\text{eau}]_{\text{eq}}}{[A]_{\text{eq}} \cdot [B]_{\text{eq}}} = \frac{\frac{x_{\text{eq}}}{V} \cdot \frac{x_{\text{eq}}}{V}}{\frac{n_A - x_{\text{eq}}}{V} \cdot \frac{n_B - x_{\text{eq}}}{V}} = \frac{x_{\text{eq}}^2}{(0,12 - x_{\text{eq}})^2}$

Graphiquement : $x_{\text{eq}} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow K = 4$

4-2-a) Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		A	+	B	$\rightleftharpoons$	E	+	H ₂ O
états	avancement	quantité de matière (en mol)						
Etat initial	0	0,12		0,24		0		0
Etat de transformation	x	0,12-x		0,24-x		x		x
Etat final	x_f	0,12- x_f		0,24- x_f		x_f		x_f

$$x_{\text{max}} = 0,12 \text{ mol}$$

La constante d'équilibre qui ne dépend que de la température gardera la même valeur précédente:

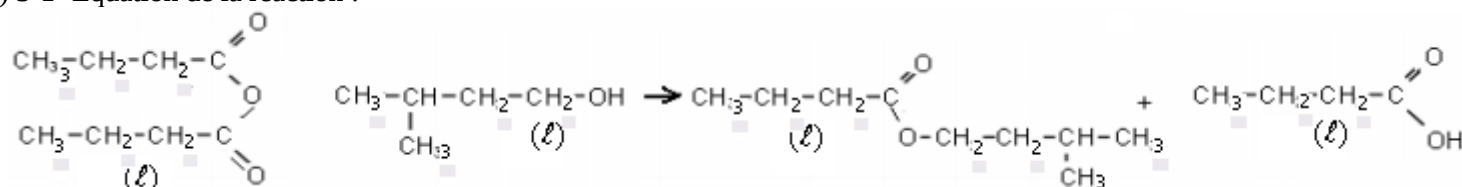
$$K = \frac{[E]_f \cdot [\text{eau}]_f}{[A]_f \cdot [B]_f} = \frac{\frac{x_f}{V} \cdot \frac{x_f}{V}}{\frac{n_A - x_f}{V} \cdot \frac{n_B - x_f}{V}} = \frac{x_f^2}{(0,12 - x_f) \cdot (0,24 - x_f)} = 4$$

$\Rightarrow 3x_f^2 - 1,44x_f + 0,1152 = 0$; $\Delta = 0,6912$, il y'a deux solutions :

$x_1 = 0,38 \text{ mol} > x_{\text{max}}$ Impossible . $x_2 = 0,1 \text{ mol}$ donc : $x_f = 0,1 \text{ mol}$

b) Le rendement de la réaction : $r = \frac{x_{\text{exp}}}{x_{\text{max}}} = \frac{0,1}{0,12} = 0,83 = 83\%$

3) 3-1- Equation de la réaction :



3-2- La quantité de matière initiale d'AN : $n_i(AN) = \frac{\rho_{(AN)} \cdot V_{AN}}{M_{AN}} = \frac{0,966 \times 14}{158} \approx 0,085 \text{ mol}$

La quantité de matière initiale de l'alcool : $n_i(B) = \frac{\rho_B \cdot V_B}{M_B} = \frac{0,810 \times 13}{88} \approx 0,12 \text{ mol}$

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		AN + B $\longrightarrow$ E + A			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	0,085	0,12	0	0
Etat de transformation	x	0,085-x	0,12-x	x	x
Etat final	x _f	0,085-x _f	0,12-x _f	x _f	x _f

$$x_{\max} = 0,085 \text{ mol}$$

La réaction est totale. $\Rightarrow n(E) = x_{\max}$ donc : $m(E) = x_{\max} \cdot M_{(E)} = 0,085 \times 158 = 13,4 \text{ g}$

Deuxième partie :

1) 1-1- L'électrode liée au pôle positif de l'ampèremètre joue le rôle de la cathode : c'est celle de cuivre

2-1- Au niveau de l'anode se produit l'oxydation suivante : $Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

Au niveau de la cathode se produit la réduction suivante : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ Equation globale $Zn + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		Zn + Cu ²⁺ $\longrightarrow$ Zn ²⁺ + Cu			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$n_i(Zn)$	$[Cu^{2+}]_i \times V$	$[Zn^{2+}]_i \times V$	$n_i(Cu)$
Etat de transformation	x	$n_i(Zn) - x$	$[Cu^{2+}]_i \times V - x$	$[Zn^{2+}]_i \times V + x$	$n_i(Cu) + x$

D'après la demi-équation : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$

La quantité de matière de Cu²⁺ régissant est : $n(Cu^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$ (1)

D'après le tableau d'avancement, la quantité de matière de Cu²⁺ régissant est : $n(Cu^{2+}) = x$ (2)

$$(2) = (1) \Rightarrow x = \frac{n(e^-)}{2} \text{ avec : } n(e^-) = \frac{Q}{F} \Rightarrow x = \frac{Q}{2.F}$$

D'autre part d'après le tableau d'avancement :

$$[Cu^{2+}] = \frac{[Cu^{2+}]_i \times V - x}{V} = [Cu^{2+}]_i - \frac{x}{V} \text{ donc : } [Cu^{2+}] = [Cu^{2+}]_i - \frac{Q}{2.F.V} \Rightarrow \Delta[Cu^{2+}] = -\frac{Q}{2.F.V}$$

La quantité d'électricité qui passe dans le circuit pour que la concentration des ions Cu²⁺ dans le bécher 1 soit $[Cu^{2+}] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ est :

$$Q = -\Delta[Cu^{2+}] \times 2.F.V = (10^{-2} - 2,5 \times 10^{-3}) \times 2 \times 96500 \times 150 \times 10^{-3} = 217 \text{ C}$$

2) 2-1- C'est l'électrode de zinc liée au pôle négatif qui joue le rôle de la cathode.

2-2- Au niveau de l'anode se produit l'oxydation suivante : $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

Au niveau de la cathode se produit la réduction suivante : $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$ Equation globale : $Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)}$

2-3- Déterminons la concentration des ions Zn²⁺ à l'instant t=0 à laquelle on ferme l'interrupteur dans la position (2) :

$$[Zn^{2+}]_o = [Zn^{2+}]_i + \frac{I \cdot \Delta t}{2.F.V} = 10^{-2} + \frac{217}{2 \times 96500 \times 0,15} = 17,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Equation de la réaction		Zn ²⁺ + Cu $\longrightarrow$ Zn + Cu ²⁺			
états	avancement	quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$[Zn^{2+}]_o \times V$	$n_o(Cu)$	$n_o(Zn)$	$[Cu^{2+}]_o \times V$
Etat de transformation	x	$[Zn^{2+}]_o \times V - x$	$n_o(Cu) - x$	$n_o(Zn) + x$	$[Cu^{2+}]_o \times V + x$

D'après la demi-équation : $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$

La quantité de matière de zinc régissant : $n(Zn^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2}$

D'après le tableau d'avancement, la quantité de matière de Zn²⁺ régissant est : $n(Zn^{2+}) = x \Rightarrow x = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{I \cdot \Delta t}{2.F}$

D'autre part d'après le tableau d'avancement :

$$[Zn^{2+}]_{\Delta t} = [Zn^{2+}]_0 - \frac{x}{V} \Rightarrow [Zn^{2+}]_{\Delta t} = [Zn^{2+}]_0 - \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F \cdot V} \Rightarrow [Zn^{2+}]_0 - [Zn^{2+}]_{\Delta t} = \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F \cdot V}$$

$\Rightarrow$ La durée Δt nécessaire pour que la concentration des ions Zn^{2+} devienne $[Zn^{2+}]_{\Delta t} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$:

$$\Delta t = \frac{[Zn^{2+}]_0 - [Zn^{2+}]_{\Delta t}}{I} \times 2 \cdot F \cdot V \quad \text{A.N:} \quad \Delta t = \frac{2 \times 96500 \times 0,15}{15 \cdot 10^{-3}} \times (17,5 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}) = 24125 \text{ s} = 6 \text{ h } 42 \text{ mn } 5 \text{ s}$$

PHYSIQUE EXERCICE 1 :

1) 1-1- on a : $n_R = \frac{\lambda_{oR}}{\lambda_R} \Rightarrow \lambda_R = \frac{\lambda_{oR}}{n_R}$

1-2-
$$\begin{cases} n_R = A + \frac{B}{\lambda_{oR}^2} \\ n_V = A + \frac{B}{\lambda_{oV}^2} \end{cases} \Rightarrow n_R - n_V = B \left(\frac{1}{\lambda_{oR}^2} - \frac{1}{\lambda_{oV}^2} \right) \Rightarrow B = \frac{n_R - n_V}{\frac{1}{\lambda_{oR}^2} - \frac{1}{\lambda_{oV}^2}} = \frac{1,51 - 1,52}{\frac{1}{0,768^2} - \frac{1}{0,434^2}} = 2,77 \cdot 10^{-3} \mu\text{m}^2$$

$$n_R = A + \frac{B}{\lambda_{oR}^2} \Rightarrow A = n_R - \frac{B}{\lambda_{oR}^2} = 1,51 - \frac{2,77 \cdot 10^{-3}}{0,768^2} = 1,5$$

2) 2-1- on a : $\theta = \frac{d}{2D} = \frac{\lambda}{a} \Rightarrow d = \frac{2\lambda D}{a}$

2-2- graphiquement le coefficient directeur : $2\lambda D = \frac{\Delta d}{\Delta(\frac{1}{a})} = \frac{(6-2) \cdot 10^{-3}}{(3-1) \cdot 10^3} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot D} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{2 \times 1,5} \approx 667 \times 10^{-9} \text{ m} = 667 \text{ nm}$

EXERCICE 2 :

1) -1-1 -La partie (a) correspond à la position (3)

-La partie (b) correspond à la position (2)

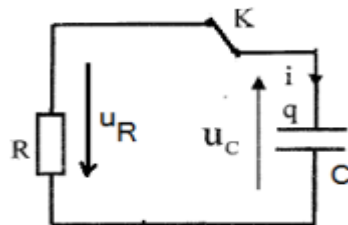
-La partie (c) correspond à la position (1)

D'après la courbe (a) on a : $u_c = k \cdot t$ avec : $k = \frac{\Delta u_c}{\Delta t} = \frac{2,25 - 0}{1,5 - 0} = 1,5 \text{ V}$ donc : $u_c = 1,5 \cdot t$

$$u_c = \frac{q}{C} \text{ et } q = I_0 t \Rightarrow u_c = \frac{I_0 \cdot t}{C} \quad \text{donc: } \frac{I_0}{C} = k \text{ d'où: } \frac{I_0}{C} = k \Rightarrow I_0 = k \cdot C = 1,5 \cdot C = 1,5 \times 0,1 = 0,15 \text{ A}$$

1-2- a) D'après la courbe (a) de charge on a : $u_c = \frac{I_0}{C} \cdot t \Rightarrow \frac{du_c}{dt} = \frac{I_0}{C}$ avec : $u_c = \frac{q}{C} \Rightarrow \frac{dq}{dt} = I_0$

b) Pendant la décharge on a : $u_R + u_c = 0 \Rightarrow R i + u_c = 0$ avec : $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC} \cdot q = 0$



1.3- $u_c = U_{\max} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$

D'après la loi d'additivité des tensions on a : $R i + u_c = 0 \Rightarrow i = \frac{-u_c}{R} = \frac{-U_{\max}}{R} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$

Autre méthode:

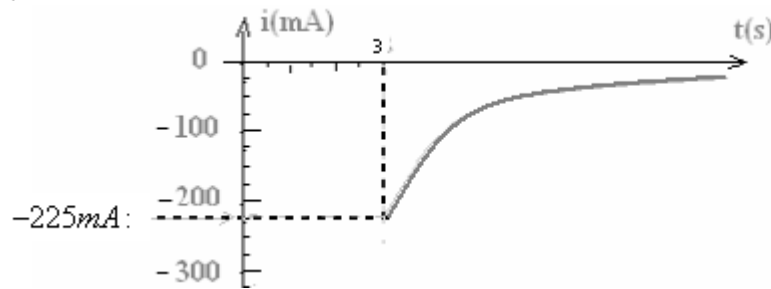
$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C u_c)}{dt} = C \cdot \frac{d}{dt} \left(U_{\max} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \right) = C \cdot U_{\max} \left(e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right) = C \cdot U_{\max} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \frac{d}{dt} \left(e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} \right) = \frac{-C \cdot U_{\max}}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}} = \frac{-U_{\max}}{R} \cdot e^{-\frac{(t-3)}{\tau}}$$

A.N: $i = \frac{-2,25}{10} \cdot e^{-\frac{t-3}{10 \times 0,1}} = -0,225 \cdot e^{-(t-3)}$

La décharge du condensateur s'effectue dans l'intervalle $[3s, +\infty[$

A l'instant $t=3s$ $i = -0,225.e^{\frac{3-3}{10 \times 0,1}} = -0,225.e^0 = -0,225A = -225mA$:

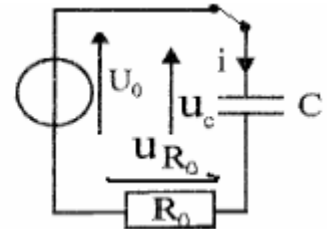
A l'instant : $t \rightarrow +\infty$, $i \rightarrow 0$



2) 2-1- Lorsqu'on ferme l'interrupteur, en appliquant la loi d'additivité des tensions on a :

$$u_{R_0} + u_C = U_0 \Rightarrow R_0 i + u_C = U_0 \quad \text{avec : } i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt}$$

$$\Rightarrow R_0 \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = U_0$$



2-2-La solution de l'équation différentielle : $R_0 \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = U_0$ s'écrit sous la forme $u_C = A e^{-\frac{t}{\tau}} + B \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$

$$\text{En remplaçant dans l'équation différentielle : } -\frac{R_0 \cdot C \cdot A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + A e^{-\frac{t}{\tau}} + B = U_0 \Rightarrow A e^{-\frac{t}{\tau}} \left(1 - \frac{R_0 \cdot C}{\tau}\right) + B = U_0$$

$$\Rightarrow B = U_0 \quad \text{et} \quad \left(1 - \frac{R_0 \cdot C}{\tau}\right) = 0 \quad \text{donc : } \tau = R_0 C \quad u_C = A e^{-\frac{t}{R_0 C}} + U_0 \quad \text{La solution devient :}$$

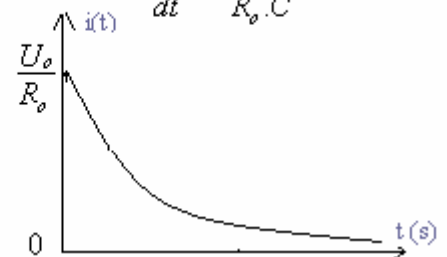
D'après les conditions initiales on a : à l'instant $t=0$, $u_C=0$ donc $0 = A e^0 + U_0 \Rightarrow 0 = A + U_0$ donc : $A = -U_0$

$$\text{La solution est donc : } u_C = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_0 C}}\right)$$

3-2-a) Durant la charge du condensateur on a : $u_C = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R_0 C}}\right) \Rightarrow u_C = U_0 - U_0 \cdot e^{-\frac{t}{R_0 C}}$ donc : $\frac{du_C}{dt} = \frac{U_0}{R_0 \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R_0 C}}$

$$\text{L'intensité du courant : } i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt} = \frac{U_0}{R_0} \cdot e^{-\frac{t}{R_0 C}} \Rightarrow i = \frac{U_0}{R_0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\text{À l'instant } t=0 \text{ on a : } i = \frac{U_0}{R_0} = \frac{2,25}{50} = 0,045A = 45mA$$



4-2- D'après la courbe de la figure(2), la durée de charge du condensateur est : $\Delta t = 1,5ms$.

$$\text{Donc pour le condensateur d'Ahmed on } 5 \cdot \tau = \Delta t \Rightarrow 5 \cdot R_0 \cdot C = \Delta t \Rightarrow R_0 = \frac{\Delta t}{5 \cdot C} = \frac{1,5}{5 \times 0,1} = 3\Omega$$

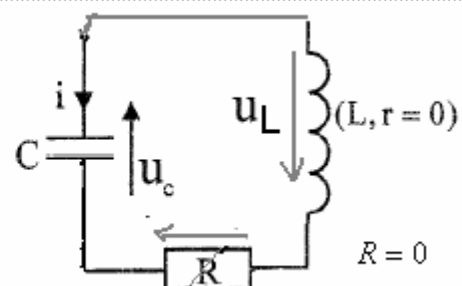
3) 3-1-a) En fermant l'interrupteur dans la position (2)

, on applique la loi d'additivité des tensions :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu_C)}{dt} = C \cdot \frac{du_C}{dt} \quad \text{et : } \frac{di}{dt} = C \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2}$$

$$\text{donc : } \boxed{L \cdot C \cdot \frac{d^2 u_C}{dt^2} + u_C = 0}$$



b) La solution de l'équation différentielle $L \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = 0$ est : $u_c = U_o \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_o} t + \varphi\right) \Rightarrow \frac{du_c}{dt} = -U_o \cdot \frac{2\pi}{T_o} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T_o} t + \varphi\right)$

$$\Rightarrow \frac{d^2 u_c}{dt^2} = -U_o \cdot \frac{4\pi^2}{T_o^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_o} t + \varphi\right) = -\frac{4\pi^2}{T_o^2} u_c, \text{ en remplaçant dans l'équation différentielle :}$$

$$-LC \cdot \frac{4\pi^2}{T_o^2} u_c + u_c = 0 \Rightarrow u_c \cdot \left(1 - LC \cdot \frac{4\pi^2}{T_o^2}\right) = 0 \text{ avec : } (u_c \neq 0) \Rightarrow 1 - LC \cdot \frac{4\pi^2}{T_o^2} = 0 \Rightarrow LC \cdot \frac{4\pi^2}{T_o^2} = 1$$

Donc : $T_o = 2\pi \cdot \sqrt{LC} = L = \frac{T_o^2}{4\pi^2 \cdot C} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 0,1} \approx 0,25H$:

c) On a : $E_T = \frac{1}{2} \cdot C U_o^2 = \frac{1}{2} \cdot L I_{\max}^2 \Rightarrow I_{\max} = \sqrt{\frac{C U_o^2}{L}} = \sqrt{\frac{0,1 \times 2,25^2}{0,25^2}} \approx 1,4A$

2-3- D'après les données, l'équation différentielle est : $\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_2}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} \cdot u_c = 0$ qui, en multipliant le tout par LC

devient : $LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + R_2 \cdot C \frac{du_c}{dt} + u_c = 0 \Rightarrow LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = -R_2 \cdot C \frac{du_c}{dt}$ et on a : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C u_c)}{dt} = C \cdot \frac{du_c}{dt}$

donc : $LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = -R_2 \cdot i$ (1)

on a : $E_T = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right)$; donc : $\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2} L \cdot \left(2i \frac{di}{dt} \right) + \frac{1}{2C} \cdot \left(2q \cdot \frac{dq}{dt} \right)$

avec : $\frac{dq}{dt} = i \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = i \left[L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \right]$

on a : $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C u_c)}{dt} = C \cdot \frac{du_c}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = C \cdot \frac{d^2 u_c}{dt^2}$ et on a : $\frac{q}{C} = u_c$ donc : $\frac{dE_T}{dt} = i \cdot \left[LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c \right]$

d'après la relation (1) : $LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = -R_2 \cdot i \Rightarrow \frac{dE_T}{dt} = -R_2 i^2$

EXERCICE 3 : Première partie :

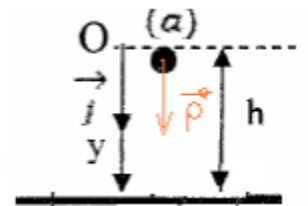
1) 1-1- Le système étudié (la bille a)

Bilan des forces : La bille (a) durant sa chute n'est soumise qu'à l'action de son poids : $\vec{P}$

En appliquant la deuxième loi de Newton :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$$

Par projection sur l'axe oy : $P = m a_y \Rightarrow m \cdot g = m a_y$ donc : $a_y = g \Rightarrow \frac{dv_y}{dt} = g$



2-1- $v_y = g \cdot t$ car : $v_{y0} = 0$ donc : $\frac{dy}{dt} = g \cdot t \Rightarrow y = \frac{1}{2} g \cdot t^2$ car : $y_0 = 0$

Lorsque la bille atteint le sol à l'instant t_a , on a : $y = h$ donc : $h = \frac{1}{2} g t_a^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,8 \times 0,41^2 = 0,82m$

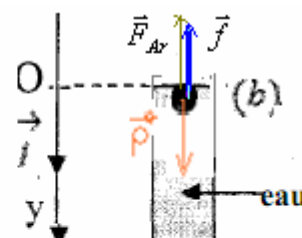
2) 2-1- Le système étudié : (la bille(b))

Bilan des forces : La bille (b) est soumise à l'action des forces suivantes :

$\vec{P}$: poids de la bille.

$\vec{F}_{Ar}$: poussée d'Archimède.

$\vec{f}$: force de frottement.



En appliquant la deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{F}_{Ar} + \vec{f} = m \vec{a}_G$

Par projection sur l'axe oy : $P - F_{Ar} - f = m a_y$ donc : $m \cdot g - \rho \cdot V \cdot g - K \cdot v^2 = m \cdot \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = g - \frac{\rho \cdot V \cdot g}{m} - \frac{K}{m} \cdot v^2$

donc : $\frac{dv}{dt} = g \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right) - \frac{K}{m} \cdot v^2$ (1) , c'est l'équation différentielle vérifiée par la vitesse du centre d'inertie de la bille (b).

2-2-D'après la relation précédente : $\frac{dv_\ell}{dt} = g(1 - \frac{\rho V}{m}) - \frac{K}{m} \cdot v_\ell^2 = 0 \Rightarrow g(1 - \frac{\rho V}{m}) - \frac{K}{m} \cdot v_\ell^2 = 0 \Rightarrow g(1 - \frac{\rho V}{m}) = \frac{K}{m} \cdot v_\ell^2$

donc : $v_\ell = \sqrt{g(\frac{m - \rho V}{K})} \Rightarrow v_\ell^2 = g(\frac{m - \rho V}{K}) \Rightarrow K = g(\frac{m - \rho V}{v_\ell^2})$

graphiquement : $v_\ell = 0,85 \text{ m/s}$ $K = 9,8 \times (\frac{6 \cdot 10^{-3} - 10^3 \cdot 2,57 \cdot 10^{-6}}{0,85^2}) = 4,65 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^{-1}$

2-3-D'après la relation (1) , à l'instant $t=0$, $v=0$, la valeur théorique de l'accélération : $a_{th} = a_o = \frac{dv}{dt} = g(1 - \frac{\rho V}{m})$

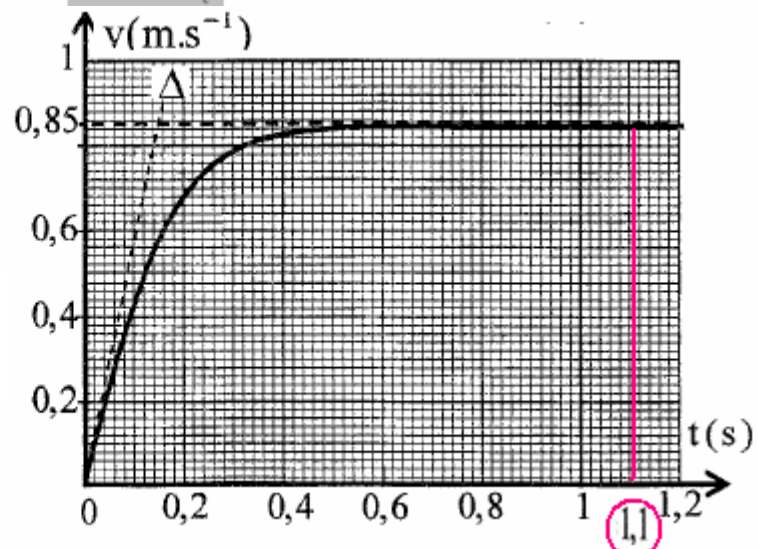
A.N: $a_{th} = 9,8 \times (1 - \frac{10^3 \times 2,57 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-3}}) = 5,6 \text{ m/s}^2$

3) 3-1- La bille (a) parcourt la distance $2h$ à l'instant t_1 , donc : $2h = \frac{1}{2} g t_1^2 \Rightarrow t_1 = 2\sqrt{\frac{h}{g}}$

et on a : $h = \frac{1}{2} g t_a^2$ donc : $t_a = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{h}{g}} = \frac{t_a}{\sqrt{2}}$ donc : $t_1 = t_a \sqrt{2}$

La bille (b) parcourt la distance $2h$ à l'instant t_2 , donc : $t_2 = t_b + \frac{h}{v_\ell}$

La bille (b) arrive au sol à l'instant $t_b=1,1\text{s}$.
On constate graphiquement qu'à cet instant
Le mouvement de la bille (b) devient uniforme.



La durée Δt qui sépare l'arrivée des deux billes (a) et (b) au sol : $\Delta t = t_2 - t_1 = t_b + \frac{h}{v_\ell} - t_a \sqrt{2}$

A.N: $\Delta t = 1,1 + \frac{0,82}{0,85} - 0,41\sqrt{2} = 1,48\text{s}$

Deuxième partie :

1) On a : $F = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \Rightarrow G = \frac{F \cdot d^2}{m_A \cdot m_B}$, donc : $[G] = \frac{[F] \times [d]^2}{[m]^2}$

La vitesse : $v_x = dx/dt \Rightarrow [v] = LT^{-1}$

l'accélération : $a = dv/dt \Rightarrow [a] = \frac{[v]}{T} = LT^{-2}$

La deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow [F] = MLT^{-2}$

Donc : $[G] = \frac{[F] \times [d]^2}{[m]^2} = \frac{M \cdot L \cdot T^{-2} \times L^2}{M^2} = \frac{T^{-2} \times L^3}{M} = L^3 \cdot T^{-2} \cdot M^{-1}$

2) En appliquant la deuxième loi de Newton à une altitude basse sur le satellite :

$\vec{F} = m_s \cdot \vec{a}_G$ par projection sur la normale : $F = m_s \cdot \frac{v_1^2}{r_1}$ donc : $G \cdot \frac{m_s M_T}{r_1^2} = m_s \cdot \frac{v_1^2}{r_1} \Rightarrow v_1^2 = G \cdot \frac{M_T}{r_1}$

donc : $v_1 = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{r_1}}$ on a : $v_1 = r_1 \cdot \omega$ d'où : $v_1 = r_1 \cdot \frac{2\pi}{T_1} \Rightarrow \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r_1}} = r_1 \cdot \frac{2\pi}{T_1}$ donc : $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{G \cdot M_T}}$

En appliquant la deuxième loi de Newton à une altitude haute sur le satellite, en utilisant la même procédure on trouve:

$$T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r_2^3}{G \cdot M_T}} \quad ; \text{ on en déduit que } \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3} \Rightarrow T_1 = T_2 \times \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3} \quad , \text{ or le satellite S est géostationnaire à haute altitude on a : } T_2 = 24h$$

$$\text{A.N: } T_1 = 24 \times \sqrt{\left(\frac{6700}{42200}\right)^3} \approx 1,52h$$

3) En appliquant la deuxième loi de Newton sur le satellite: $\vec{F} = m_s \cdot \vec{a}_G$, en projetant sur la normale: $F = m_s \cdot a_N$ donc:

$$G \cdot \frac{m_s \cdot M_T}{(OE)^2} = m_s \cdot a_N \Rightarrow a_N = G \cdot \frac{M_T}{(OE)^2}$$

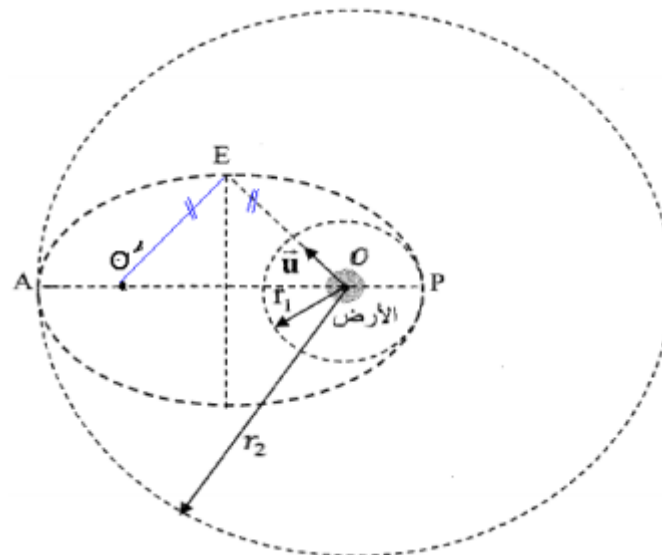
, le vecteur accélération : $\vec{a}_G = \vec{a}_t + \vec{a}_N$, le satellite est en mouvement uniforme, donc sa vitesse est constante ; d'où:

$$a_t = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{a}_G = \vec{a}_N = -G \frac{M_T}{(OE)^2}$$

Or le point E appartient au petit axe de la trajectoire elliptique, donc il se trouve à la même distance des deux foyers : $OE = O'E$, et selon la caractéristique de l'ellipse on a :

$OE + O'E = 2a$ d'où: $2 \cdot OE = 2a$ donc: $OE = a$, mais a est inconnue ; pour la déterminer on applique la relation, elliptique :

$$\text{pour le point A : } OA + O'A = 2a \quad \text{avec : } O'A = r_1 \text{ et } OA = r_2 \Rightarrow r_1 + r_2 = 2a \Rightarrow a = \frac{r_1 + r_2}{2} \quad \text{donc : } OE = \frac{r_1 + r_2}{2}$$



Le module du vecteur accélération :

$$a_G = a_N = G \frac{M_T}{OE^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{\left(\frac{(6700 + 42200) \cdot 10^3}{2}\right)^2} \approx 0,67 m/s^2$$

.....

SBIRO Abdelkrim Pour toute observation contactez-moi
sbiabdou@yahoo.fr

.....

.....

.....