REPUBLIQUE TUNISIENNE ◈◈◈ MINISTERE DE L'EDUCATION	EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION DE JUIN 2012		
	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Durée : 3 h	Coefficient : 4
SECTION : Mathématiques		SESSION PRINCIPALE	

Le sujet comporte 4 pages

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3 points) « Document scientifique »

La synthèse de l'ammoniac

La synthèse de l'ammoniac NH_3 est modélisée par l'équation :

$$3\,H_{2\,(gaz)} + N_{2\,(gaz)} \rightleftharpoons 2\,NH_{3\,(gaz)}$$

Pour effectuer cette synthèse, il faut considérer deux paramètres ; le taux d'avancement final et la vitesse de la réaction. En pratique la réaction est lente et la solution évidente serait d'élever sa température. Cela peut augmenter la vitesse de la réaction, mais favorise la réaction inverse. Il faudrait donc imposer une basse température et recourir à d'autres moyens. On utilise un catalyseur en fer disposé par couches entre lesquelles des serpentins, parcourus par un courant d'eau froide, absorbent la chaleur que dégage la réaction telle que la température ne dépasse pas 550 °C et la pression des gaz est élevée, environ 300 atm,... Lorsque la pression passe de 200 atm à 300 atm, le taux d'avancement final de la réaction s'améliore... L'intérêt de la synthèse de l'ammoniac vient de son utilisation industrielle soit en agriculture, soit dans les domaines synthétique et nucléaire où l'ammoniac liquéfié $NH_{3(liq)}$ est un important réfrigérant.

D'après Guide des fluides frigorigènes pour la climatisation, Publications du CETIAT, 2002

1) Préciser en le justifiant :

a- si la réaction de synthèse de l'ammoniac est exothermique, endothermique ou athermique ;

b- pourquoi la synthèse de l'ammoniac se fait à pression élevée ;

c- les rôles joués par le fer disposé en couches.

2) Pour la synthèse de l'ammoniac, dégager les avantages et les inconvénients de manipuler :

a- à basse température ;

b- à haute température.

Exercice 2 (4 points)

La température des solutions aqueuses est supposée constante et égale à **25 °C**, pour laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

On considère une solution aqueuse **(S_1)** d'une monobase B_1 de concentration $C_1 = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$ et de **pH = 11,1**.

1) a- Déterminer le taux d'avancement final τ_f de la réaction d'ionisation de la base B_1 dans l'eau. En déduire si cette base est faible ou forte.

b- Montrer que pour le couple B_1H^+/B_1, le $pK_a = 9,2$.

2) On réalise le dosage d'un volume $V_B = 10\ mL$ de la solution **(S_1)**. Puis, on fait le dosage d'un volume $V'_B = 10\ mL$ d'une solution aqueuse **(S_2)** d'une monobase B_2 de concentration C_2.

Pour chacun des dosages, on utilise une solution aqueuse **(S_A)** d'acide chlorhydrique **($H_3O^+ + Cl^-$)** de concentration **C_A** . Sur la **figure 1** sont portées les deux courbes **(1)** et **(2)** des dosages réalisés.

a- Attribuer à chaque courbe de dosage la base correspondante. Justifier.

b- Montrer que **$C_2 = C_1$**.

3) On s'intéresse au dosage de la solution aqueuse de **B_1**.

a- Ecrire l'équation de la réaction de dosage de **B_1** et vérifier que cette réaction est pratiquement totale.

b- Préciser, en le justifiant, si le mélange obtenu à l'équivalence est à caractère acide, basique ou neutre.

4) Comparer, à l'aide de deux méthodes différentes, les forces des deux bases **B_1** et **B_2**.

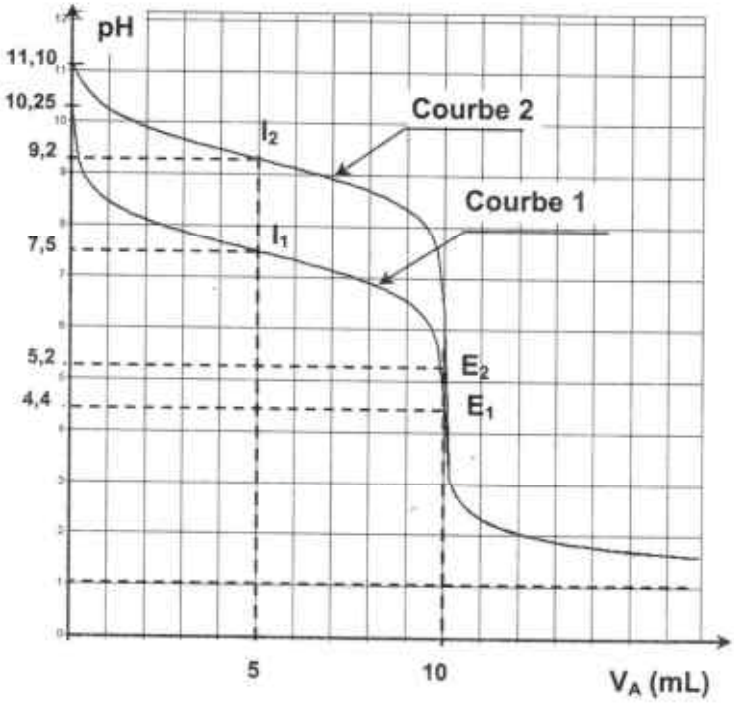


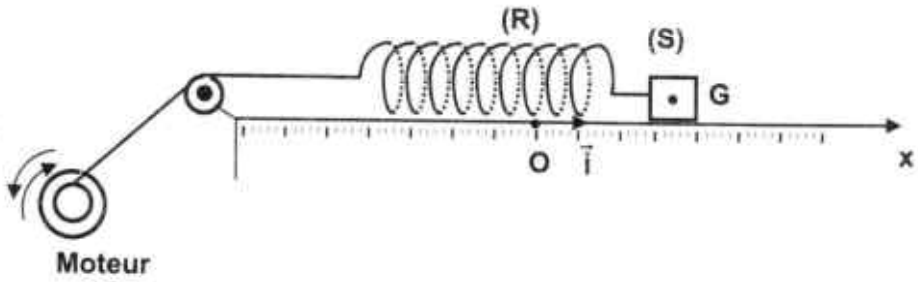
Figure 1

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5 points)

Un oscillateur mécanique est constitué d'un ressort (**R**), à spires non jointives, de masse supposée négligeable et de raideur **k = 25 N.m^{-1}**, lié à un solide **(S)** supposé ponctuel de masse **m** qui peut se déplacer sur un plan horizontal. A l'équilibre, le centre d'inertie **G** du solide coïncide avec l'origine **O** d'un repère (**O**, $\vec{i}$). La position du solide à un instant **t** donné est repérée par son abscisse **x(t)** dans ce repère (**figure 2**). Au cours de son mouvement, le solide **(S)** est soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h.\vec{v}$; où **h** est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée de **G**. Un dispositif approprié (moteur) permet d'exercer sur **(S)** une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m.\sin(2\pi Nt).\vec{i}$, d'amplitude **F_m** constante et de fréquence **N** réglable, de façon que $x(t) = X_m.\sin(2\pi Nt + \varphi_x)$; où **X_m** est l'amplitude et φ_x est la phase initiale de **x(t)**.

Figure 2



1) Une étude expérimentale a permis de tracer les courbes **(a)** et **(b)**, données par **la figure 3**, dont l'une représente l'évolution de l'élongation **x(t)** et l'autre celle de **F(t)**.

a- Justifier que la courbe **(a)** correspond à **x(t)**.

b- Déterminer les valeurs de X_m, F_m et **N**.

c- Déterminer le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x$;

où φ_F est la phase initiale de $\vec{F}(t)$.

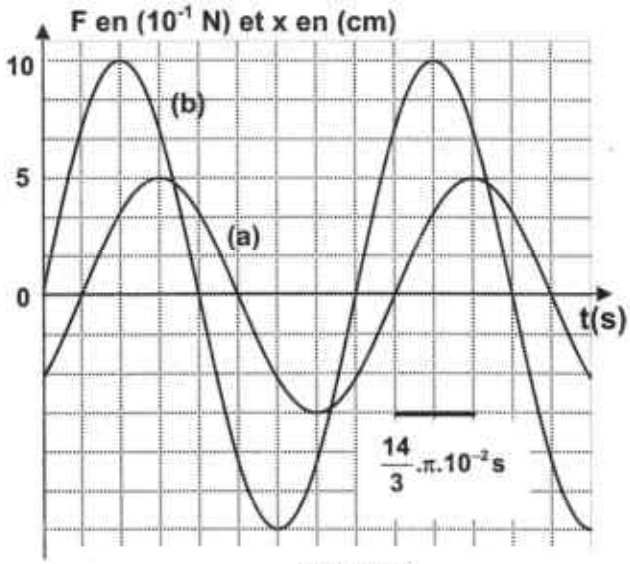


Figure 3

2) Etablir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie **G** du solide **(S)**, en fonction de **x** et de ses dérivés première et seconde.

3) a- Faire la construction de Fresnel associée à l'équation différentielle précédente.

b- En déduire les valeurs de la constante **h** et de la masse **m**.

c- Montrer que $X_m = \dfrac{F_m}{\sqrt{(2\pi Nh)^2 + (k - 4\pi^2N^2m)^2}}$

4) Pour une valeur N_1 de la fréquence **N**, le déphasage est : $\Delta\varphi = \varphi_F - \varphi_x = \dfrac{\pi}{2}$ **rad**.

a- En se référant à une analogie formelle électrique-mécanique, montrer que l'oscillateur est en état de résonance de vitesse.

b- En déduire la valeur de N_1.

5) La masse **m** ne peut rester solidaire du ressort que pour une valeur de la tension du ressort ne dépassant pas **1,5** N. On fait diminuer la valeur de **h** jusqu'à atteindre la valeur $h_2 = 0{,}8$ $N.m^{-1}.s$. La résonance d'élongation est obtenue pour une fréquence $N_2 = 2{,}35$ **Hz**.

a- Déterminer la valeur de l'allongement maximal X_{2m} du ressort pour $N = N_2$.

b- Préciser, en le justifiant, si le solide reste attaché au ressort, dans ce cas.

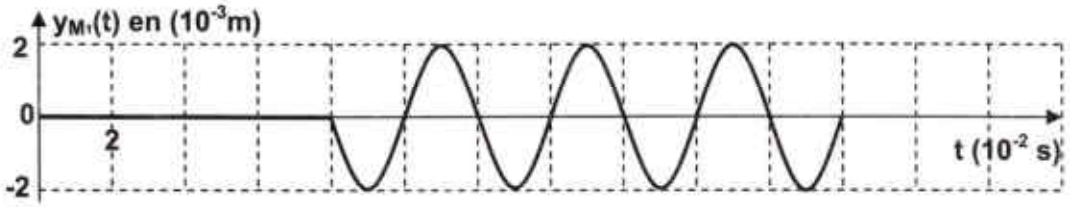
Exercice 2 (4 points)

En un point **S**, de la surface d'une nappe d'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle produit des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2.10^{-3}$ **m** et de fréquence **N**.

A l'instant **t = 0**, le point **S** débute son mouvement en partant de l'état de repos. La sinusoïde du temps traduisant l'évolution de l'élongation d'un point M_1 de la surface de l'eau située à la distance $x_1 = 4$ **cm** de **S**, lorsque M_1 et **S** sont au repos, est donnée par la **figure 4**.

La réflexion et l'amortissement des ondes sont supposés négligeables.

Figure 4



1) a- Déterminer, à partir du graphe, la fréquence **N** et montrer que la célérité de propagation de l'onde est $v = 0{,}5$ $m.s^{-1}$.

b- Définir la longueur d'onde λ . Calculer sa valeur.

2) a- Montrer que les points M_1 et **S**, de la surface de l'eau, vibrent en phase.

b- Déduire que l'équation horaire du mouvement de la source **S** s'écrit :

$y_S(t) = 2.10^{-3}.\sin(50\pi t + \pi)$, exprimée en m.

3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point **M** de la surface de l'eau situé, au repos, à une distance **SM = x** de **S**.

b- Représenter une coupe de la surface de l'eau, à l'instant $t_0 = 8.10^{-2}$ **s**, suivant un plan vertical passant par **S**.

4) a- Déterminer les lieux des points, de la surface de l'eau, qui vibrent en opposition de phase avec **S** à l'instant t_0.

b- Préciser, en le justifiant, si les points qui sont en opposition de phase avec **S**, à l'instant t_0, vont vibrer, juste après t_0, verticalement dans le sens ascendant supposé positif, ou bien dans le sens descendant.

Exercice 3 (4 points)

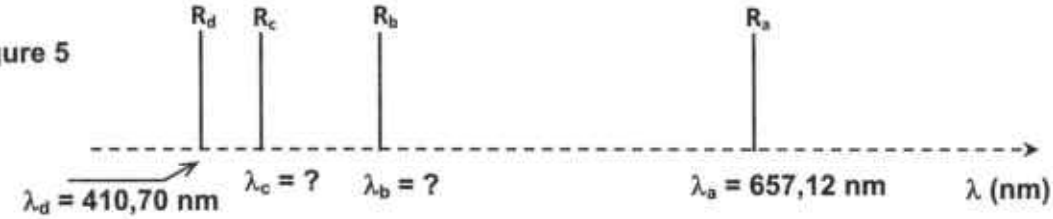
On donne : Constante de Planck $h = 6,62.10^{-34}$ **J.s** ;

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8$ **m.s**$^{-1}$; **1 eV** $= 1,6.10^{-19}$ **J** ;

La longueur d'onde λ du spectre visible : **400 nm** $\leq \lambda \leq$ **750 nm**.

Sur **la figure 5**, on représente le spectre de l'atome d'hydrogène dans sa partie visible, constitué de quatre raies notées R_a, R_b, R_c et R_d ; de longueurs d'onde respectives dans le vide : λ_a **= 657,12 nm** , λ_b , λ_c et λ_d **= 410,70 nm**.

Figure 5



L'énergie, exprimée en **eV**, d'un niveau **n** d'énergie de l'atome d'hydrogène, est donnée par

$E_n = -\dfrac{13,6}{n^2}$ où **n** est un nombre entier naturel non nul.

1) a- Lorsque les atomes d'hydrogène, préalablement excités, passent d'un état d'énergie caractérisé par **n > 2** à l'état d'énergie caractérisé par **n = 2**, ils restituent de l'énergie en émettant des photons correspondants à des radiations de longueur d'onde λ_n.

Montrer que la longueur d'onde satisfait à la relation :

$$\lambda_n = 365,07.\frac{n^2}{n^2-4} \quad \text{(en nm).}$$

b- Préciser, en le justifiant, les valeurs possibles de **n** qui correspondent aux raies précédentes. En déduire les valeurs de λ_b et de λ_c.

2) On considère l'émission d'une raie R_f, qui correspond au passage de l'atome d'hydrogène du niveau $n_2 = 2$ au niveau $n_1 = 1$ ou état fondamental.

a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_f de la radiation R_f.

b- Préciser, en le justifiant, si cette radiation est visible ou non.

3) Maintenant, on fournit, à l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, un quantum d'énergie **E = 2,38 eV**. Préciser, en le justifiant, si l'atome d'hydrogène peut absorber le photon correspondant.