

EXAMEN DU BACCALAUREAT
SESSION DE JUIN 2011

SESSION
PRINCIPALE

SECTION : MATHÉMATIQUES

ÉPREUVE : SCIENCES PHYSIQUES

DURÉE : 3 heures

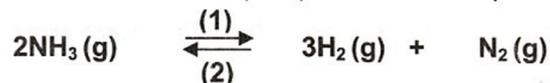
COEFFICIENT : 4

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

Chimie (7 points)

Exercice 1 : (3 points)

La réaction de dissociation de l'ammoniac (NH_3) est modélisée par l'équation :



À l'instant $t = 0$, on introduit, dans une enceinte de volume V constant, $n_0 = 2,10^{-2}$ mol d'ammoniac.

1) À une température θ_1 , il s'établit un équilibre chimique E_1 caractérisé par un taux d'avancement final $\tau_{f1} = 0,6$.

a- Déterminer l'avancement final x_{f1} de la réaction de dissociation de l'ammoniac.

b- Déduire la composition du mélange à cet équilibre.

2) Le système précédent, à l'état d'équilibre E_1 , est amené à une température $\theta_2 < \theta_1$.

Un deuxième état d'équilibre chimique E_2 est établi tel que le nombre de mole total de gaz est $n_2 = 2,8 \cdot 10^{-2}$ mol.

a- Déterminer le taux d'avancement final τ_{f2} lorsque l'état d'équilibre E_2 s'établit.

b- Préciser le sens (sens (1) ou sens (2)) suivant lequel a évolué le système en passant de E_1 à E_2 . Justifier la réponse.

3) En partant de l'état d'équilibre E_2 et en maintenant la température θ_2 constante, on diminue le volume V de l'enceinte, ce qui se traduit par une augmentation de la pression. Le système évolue vers un nouvel état d'équilibre E_3 . Préciser, en le justifiant, si le nombre de mole d'ammoniac va augmenter ou diminuer en passant de E_2 à E_3 .

Exercice 2 : (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C température pour laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. Dans ce qui suit, on néglige les ions hydronium H_3O^+ provenant de l'ionisation propre de l'eau pure devant ceux présents dans une solution acide.

Dans l'eau distillée, on dissout séparément deux acides, l'un A_1H (inconnu) et l'autre $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ (acide éthanóïque); on obtient deux solutions aqueuses respectivement S_1 et S_2 de même concentration C et de pH : $\text{pH}(S_1) = 2,0$ et $\text{pH}(S_2) = 3,4$.

1) a- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique, noté y , relatif à la réaction d'un acide AH avec l'eau.

b- Montrer que le taux d'avancement final s'écrit : $\tau_f = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$.

- 2) Dans une fiole jaugée de capacité 100 mL, contenant un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de la solution S_1 de l'acide A_1H , on ajoute un volume $V = 80 \text{ mL}$ d'eau distillée. Après homogénéisation de ce mélange, on obtient une solution S_1' de concentration C' .
- Vérifier que $C' = \frac{C}{5}$.
 - Un pH-mètre, qui a permis de mesurer le pH avant et après la dilution, a donné respectivement les valeurs de $\text{pH}(S_1)$ et de $\text{pH}(S_1')$ tel que $\text{pH}(S_1') = \text{pH}(S_1) + \log 5$. Montrer que le taux d'avancement final avant dilution τ_{F1} et après dilution τ'_{F1} reste le même.
 - Déduire que l'acide A_1H est un acide fort.
 - Vérifier que $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- 3) a- Calculer le taux d'avancement final τ_F qui accompagne la dissolution de l'acide éthanóique dans l'eau.
 b- En déduire que cet acide est faiblement ionisé dans l'eau ($[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] < 5 \cdot 10^{-2} [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]$).
- 4) a- Montrer que le pH de la solution S_2 s'écrit : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log C)$ avec K_a la constante d'acidité de l'acide correspondant.
 b- Déduire la valeur de $\text{p}K_a$.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1: (6 points)

On réalise un circuit électrique en série comportant un résistor de résistance R_1 variable, une bobine d'inductance L et de résistance interne r , un ampèremètre et un interrupteur K (Figure 1). L'ensemble est alimenté par un générateur de tension de force électromotrice (fem) E .

Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser l'évolution au cours du temps des tensions u_{AM} , aux bornes de la branche du circuit AM et $u_{R1} = u_{DM} = R_1 \cdot i$, la tension aux bornes du dipôle résistor lorsque sa résistance est réglée à une valeur R_1 .

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , les courbes traduisant l'évolution au cours du temps de u_{AM} et u_{DM} sont données par la figure 2.

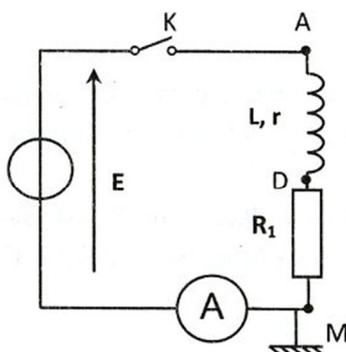


Figure 1

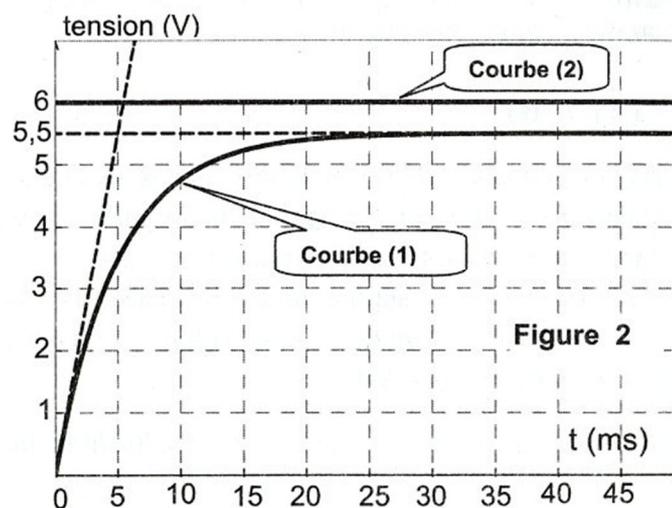


Figure 2

1) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension u_{R_1} au cours du temps s'écrit :

$$\tau_1 \frac{du_{R_1}}{dt} + u_{R_1} = \left(\frac{R_1}{R_1 + r} \right) E ; \text{ avec } \tau_1 = \frac{L}{R_1 + r} . \text{ Nommer } \tau_1 .$$

2) La solution de l'équation différentielle établie précédemment s'écrit : $u_{R_1}(t) = U_{01} (1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$;

avec U_{01} la valeur de $u_{R_1}(t)$ en régime permanent.

a- Montrer que la courbe (1) correspond à $u_{R_1}(t)$.

b- Donner la valeur de la fem E du générateur.

3) Lorsque le régime permanent est établi, l'ampèremètre indique la valeur $I_{01} = 50 \text{ mA}$.

a- Déterminer la valeur de la résistance R_1 du résistor.

b- Montrer que l'expression de la résistance r de la bobine s'écrit : $r = \left(\frac{E}{U_{01}} - 1 \right) R_1$. Calculer la valeur de r .

c- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ_1 et en déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

4) Maintenant, on règle la résistance R_1 à une valeur R_2 .

a- Dans le but d'atteindre plus lentement le régime permanent, dire en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de la résistance par rapport à la valeur R_1 .

b- Pour cette valeur R_2 de la résistance R_1 , la constante de temps τ_2 est alors $\tau_2 = 2 \tau_1$.

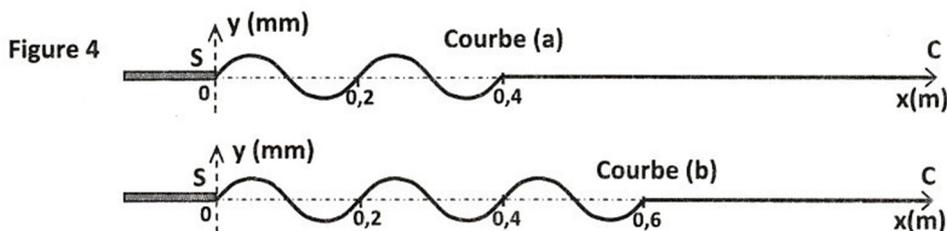
Déterminer, dans ce cas, la valeur de l'intensité du courant I_{02} en régime permanent.

Exercice 2 : (4 points)

Considérons une corde élastique SC de longueur $L = SC = 1 \text{ m}$, tendue horizontalement. Son extrémité **S** est reliée à une lame qui vibre perpendiculairement à la direction **SC** (**Figure 3**). Elle est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude $a = 3 \text{ mm}$, de fréquence N et d'élongation instantanée $y_s = 3 \cdot 10^{-3} \sin(2\pi Nt + \varphi_s)$ exprimée en m. Le mouvement de **S** débute à l'instant $t = 0$. L'autre extrémité **C** est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton qui empêche toute réflexion d'onde. L'amortissement de l'onde, le long de la corde, est supposé négligeable.



Les courbes (a) et (b) de la **figure 4** représentent respectivement les aspects de la corde aux instants t_a et t_b tel que $\Delta t = t_b - t_a = 0,02 \text{ s}$.



1) a- Indiquer le rôle de la pelote de coton.
b- Expliquer pourquoi cette onde est dite transversale.

2) a- Déterminer graphiquement la valeur de la longueur d'onde λ .

- b- Montrer que la célérité de l'onde est $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$. En déduire la valeur de la fréquence N de la lame vibrante.
 - c- Déterminer les instants t_a et t_b .
- 3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde tel que $SM = x$ au repos.
- b- Montrer que la phase $\varphi_s = \pi \text{ rad}$.
 - c- Préciser, en le justifiant, la valeur de l'instant t_f à partir duquel l'onde atteint toute la corde.
 - d- Déterminer, à cet instant t_f , le nombre et les positions des points P_i de la corde qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à la source S.

Exercice 3 : (3 points) « Etude d'un document scientifique »

Le spectre du Soleil

Comme toute étoile, le Soleil est une énorme sphère de gaz très chaud qui produit de la lumière... La photosphère (surface du Soleil), bien observable en lumière visible, est à une température d'environ 5500°C . Si le Soleil était sans atmosphère, le spectre de la lumière émise serait continu.

En 1814, le physicien allemand J. Fraunhofer remarque dans le spectre du Soleil, une multitude* de raies noires dues à la présence d'une atmosphère autour du Soleil, appelée chromosphère, qui s'étend sur 2000 km d'épaisseur environ. Les atomes présents dans cette chromosphère interceptent leurs radiations caractéristiques qui seront donc absentes du spectre vu depuis la Terre. Entre 300 nm et 700 nm, il existe plus de 20000 raies répertoriées*. L'analyse spectrale permet de connaître la composition chimique détaillée et précise du Soleil. Tous les éléments connus sur Terre y sont présents, certains à l'état de trace. En fraction de masse, les deux éléments les plus abondants sont l'hydrogène (78,4 %), l'hélium (19,6 %) et 2 % d'autres éléments.

*Extrait de « L'astronomie »
De Michel MARCEUN ; Ed. Hachette*

* multitude : plusieurs

* répertoriées : listées

- 1) Indiquer la remarque du physicien J. Fraunhofer concernant le spectre du Soleil.
- 2) Préciser, en le justifiant, si le spectre obtenu sur Terre est un spectre d'émission ou d'absorption.
- 3) Déduire l'intérêt de l'analyse spectrale de la lumière que le soleil nous envoie.
- 4) Expliquer le mécanisme d'obtention d'une multitude de raies noires dans le spectre du Soleil.