

Section : **Sciences Expérimentales** Coefficient : **4** Durée : **3 heures**EPREUVE : **SCIENCES PHYSIQUES**

M. Abdmouleh Nabil

Le devoir comporte deux exercices de chimie et deux exercices de physique répartis sur cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5. La page 5/5 est à remplir par l'élève et à remettre avec la copie.

Chimie : - pH des solutions aqueuses
- Etude d'un document scientifique

Physique : - Onde progressive
- Pendule élastique

CHIMIE (9points)Exercice n°1 (6,25 points)

Toutes les solutions aqueuses sont prises à la température 25 °C pour laquelle $pK_e = 14$

On dispose de trois solutions aqueuses (S_1) , (S_2) et (S_2) de monobase dont la base dissoute, la concentration molaire et le pH de chacune, sont consignés dans le tableau suivant :

Solution :	(S_0)	(S_1)	(S_2)
Base dissoute	NH ₃	B ₁	B ₂
Concentration molaire	$C_0 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	C ₁	C ₁
Valeur du pH	pH ₀ = 10,150	pH ₁ = 10,680	pH ₂ = 12,177

1°/

a°/ **Comparer**, en justifiant la réponse, la force des bases B₁ et B₂.b°/ **Déterminer** C₁ sachant que l'une des bases B₁ et B₂ est forte.

2°/

a°/ **Indiquer** en justifiant la réponse, la force faible ou forte de l'ammoniac NH₃.b°/ **Ecrire** l'équation chimique de la réaction de l'ammoniac NH₃ avec l'eau.

3°/ On considère une solution aqueuse (S) d'une monobase faible B de concentration molaire C et de pH.

a°/ En se servant d'un tableau descriptif d'évolution **montrer** que le taux d'avancement final τ_f de la réaction de B avec l'eau et la constante d'acidité K_a du couple BH⁺/B peuvent être donnés par la relations :

$$\tau_f = \frac{10^{pH - pK_e}}{C} \quad \text{et} \quad K_a = \frac{1 - \tau_f}{\tau_f} \cdot 10^{-pH}$$

b°/ **Calculer** les taux d'avancement final τ_{f0} et τ_{f1} des réactions avec l'eau respectivement des bases NH₃ et B₁. **Que peut-on conclure ?**

c°/ **Déterminer** pK_{a0} et pK_{a1} respectivement des couples NH₄⁺/NH₃ et B₁H⁺/B₁. **En déduire** la formule chimique de la base B₁.

- 4°/ On mélange $V_0 = 25$ mL de la solution (S_0) avec un volume V_1 de la solution (S_1). On obtient une solution (S_3) de concentration molaire C_3 et de $\text{pH}_3 = 10,495$.
- a°/ **Déterminer** le taux d'avancement final τ_{f3} de la réaction de l'ammoniac avec l'eau. **En déduire** la valeur de C_3 .
- b°/ **Trouver** la valeur du volume V_1 .

Exercice n°2 (2,75 points)

Un conservateur alimentaire

L'acide benzoïque de formule chimique $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ est un conservateur utilisé dans de nombreux cosmétiques et produits pharmaceutiques. Il est naturellement présent dans la propolis (sous-produit du miel) et dans les canneberges (arbustes à baies rouges comestibles). Il est aussi souvent utilisé comme conservateur (E210) dans certains aliments tels que les boissons sans alcools. L'acide benzoïque et ses sels (benzoate de sodium ou de potassium) sont classés dans la catégorie des conservateurs (additifs alimentaires destinés à contrôler ou à empêcher le développement de certains micro-organismes tels que les levures et les moisissures). Ils sont peu actifs contre les bactéries mais agissant tout de même sur les bactéries lactiques.

La solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau augmente quand la température augmente. Cette propriété est utilisée dans un procédé de purification des produits : La recristallisation.

Une solution (S) saturée est obtenue lorsque l'acide benzoïque solide reste présent dans la solution. A 24°C , on peut dissoudre au maximum 3,26 g d'acide benzoïque par litre de solution et le pH de la solution vaut 2,9.

Extrait d'un Bac : Nouvelle-Calédonie, mars 2008

Questions

On donne : $\text{C} = 12 \text{ g. mol}^{-1}$, $\text{H} = 1 \text{ g. mol}^{-1}$ $\text{O} = 16 \text{ g. mol}^{-1}$

- 1°/ **Donner**, à partir du texte,
- a°/ les produits naturels contenant l'acide benzoïque.
- b°/ le rôle joué par l'acide benzoïque ajouté aux boissons sans alcool.
- 2°/ **Quel est l'effet** d'une augmentation de la température sur la fonction conservateur alimentaire de l'acide benzoïque ? **Justifier** la réponse.
- 3°/
- a°/ **Calculer**, à 24°C , la solubilité s de l'acide benzoïque et **montrer** qu'il est faible.
- b°/ **Ecrire** l'équation de la réaction l'acide benzoïque avec l'eau. **En déduire** les couples acide/base mis en jeu.
- c°/ On suppose que l'acide benzoïque est faiblement ionisé dans (S), **déterminer** alors le pKa du couple acide /base contenant l'acide benzoïque.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice n°1 (4,75 points) On négligera l'amortissement et la réflexion des ondes.

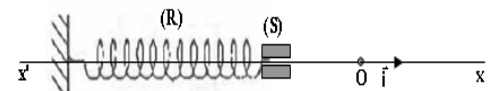
Le dispositif représenté sur le document-1- de la page 5/5 est constitué par une lame vibrante et une corde homogène et élastique tendue horizontalement. La lame vibrante impose à l'extrémité S de la corde et relatif à un repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$, un mouvement rectiligne sinusoïdal vertical de fréquence N et d'amplitude a .

A l'extrémité B de la corde, se trouve un dispositif d'amortissement approprié non représenté sur la le document-1-. Le point S commence son mouvement à la date $t = 0$ à partir de sa position d'équilibre O. Comme réponse, la corde est le siège d'une onde qui se propage avec la célérité V .

- 1°/ **Quel est le rôle** joué par le dispositif d'amortissement dans un tel dispositif ?
- 2°/ **Donner**, en justifiant la réponse, le type de l'onde qui se propage le long de la corde.
- 3°/ Sur le document-2- de la page 5/5, on a représenté le diagramme du mouvement d'un point A de la corde situé à une distance $x_A = 52$ cm du point S.
 - a°/ En s'appuyant sur l'oscillogramme du document-2-, **déterminer** l'amplitude a , la fréquence N et la célérité V .
 - b°/ **Définir** puis **calculer** la longueur d'onde λ .
 - c°/ **Montrer** que le mouvement du point A a la loi horaire suivante : $y_A(t) = 2,5 \cdot 10^{-3} \sin(250\pi t + \frac{\pi}{2})$ pour $t > 26$ ms. **En déduire** la loi horaire $y_S(t)$ du point S.
- 4°/
 - a°/ **Etablir** l'équation du mouvement d'un point P de la corde situé à une distance $x_P = 24$ cm de la source S et **représenter** le diagramme de son mouvement sur le document-2- de la page-5/5 entre les dates 0 et 48 ms.
 - b°/ **Comment** vibrent les deux les deux points P et A de la corde ? **Justifier** la réponse.
- 5°/ On éclaire la corde élastique à l'aide d'un stroboscope de fréquence N_e qui varie entre 28 Hz et 70 Hz. **Déterminer** le nombre et les valeurs des fréquences du stroboscope pour lesquelles la corde parait sous forme d'une seule sinusoïde en immobilité apparente.

Exercice n°2 (6,25 points)

Le système mécanique représenté sur la figure ci-jointe est un pendule élastique horizontal, constitué par un solide (S), de masse $m = 125$ g et de centre d'inertie G, attaché à l'une des extrémités libres d'un ressort (R) de masse négligeable, à spires non jointives et de raideur $K = 18$ N. m⁻¹. L'autre extrémité est fixe.



Partie (A)

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur le solide (S) une force excitatrice horizontale d'amplitude F_{max} constante, de pulsation ω réglable et de valeur instantanée $F(t) = F_{max} \sin(\omega t + \varphi_F)$. Au cours de son mouvement par rapport au repère $R(O, \vec{i})$, le solide (S) est soumis à une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h v \vec{i}$ avec v la vitesse instantanée de G et

h le coefficient de frottement. La vitesse du mouvement du centre d'inertie G de (S) a pour expression $v(t) = V_{\max} \sin(\omega t + \varphi_V)$.

1°/ Dans le cas d'un circuit RLC forcé en régime sinusoïdal, les variations au cours du temps de l'intensité i du courant électrique est régit par l'équation différentielle suivante :

$$L \frac{di(t)}{dt} + (R + r)i(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t)$$

En précisant l'analogie formelle électrique-mécanique, **donner** l'équation différentielle qui régit les variations de la vitesse v de G au cours du temps.

2°/ Soit $v(t) = V_{\max} \sin(\omega t + \varphi_V)$ la solution de l'équation différentielle trouvée. On règle la pulsation ω de la force excitatrice à la valeur ω_1 . Sur le document-3- de la page 5/5-, on a représenté la courbe des variations au cours du temps de v et celle de F .

a°/ En exploitant les courbes du document-3-, **trouver** l'expression de $v(t)$ et celle de $F(t)$ **en précisant** les valeurs $V_{\max}, \omega_1, F_{\max}, \varphi_F$ et φ_V

b°/ **En déduire** l'expression de l'élongation $x(t)$ de G.

3°/

a°/ **Faire la construction** de Fresnel relative à l'équation différentielle trouvée et qui correspond à la pulsation ω_1 .

b°/ En se servant de la construction de Fresnel, **montrer** que $h = 1,17 \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

4°/ **Montrer** que ω_1 correspond à un état de résonance d'élongation.

5°/ On fait varier la pulsation de la force excitatrice et pour la valeur ω_2 , la vitesse $v(t)$ et la force $F(t)$ deviennent en phase.

a°/ **Montrer** que le pendule élastique est dans un état de résonance de vitesse. **En déduire** la valeur de ω_2 .

b°/ **Calculer** la puissance mécanique moyenne consommée par le pendule.

Partie (B)

Dans le cas où le pendule est dans un état de résonance d'élongation et au moment où l'élongation du centre d'inertie G prend la valeur X_{\max} , on supprime la force excitatrice $F(t)$ à un instant choisi comme origine du temps. Sur le document-4- de la page 5/5-, on a tracé les courbes de variation au cours du temps de l'élongation $x = \overline{OG}$ du centre d'inertie G et l'énergie cinétique E_C du pendule élastique.

1°/ **Quelle est** la nature des oscillations mécaniques du solide (S) ? **Justifier** la réponse.

2°/

a°/ **Déterminer** la valeur de la pseudo-période T .

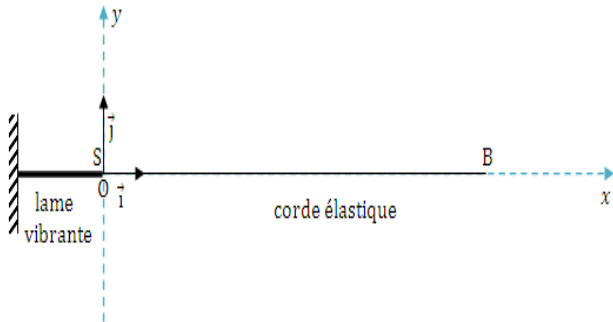
b°/ **Déterminer** la perte d'énergie mécanique ΔE entre les dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 0,1 \text{ s}$.

3°/ Sur le document-4- de la page 5/5, **représenter** l'allure de l'énergie potentielle élastique du pendule.

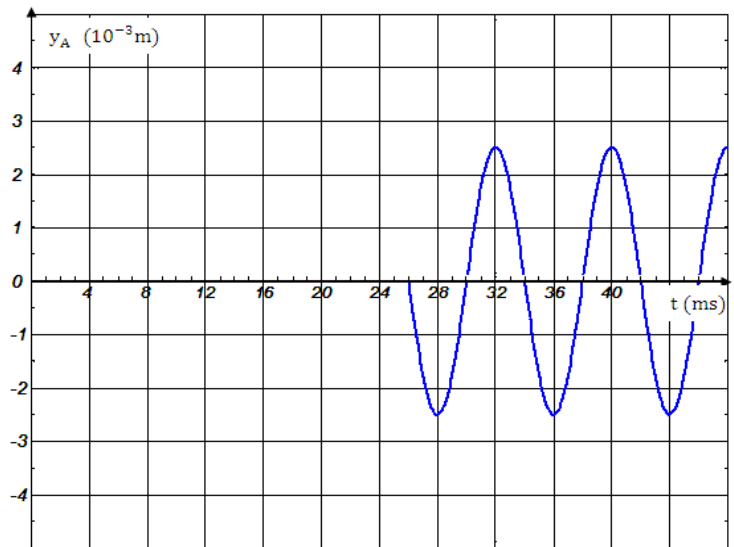
Nom :

Prénom :

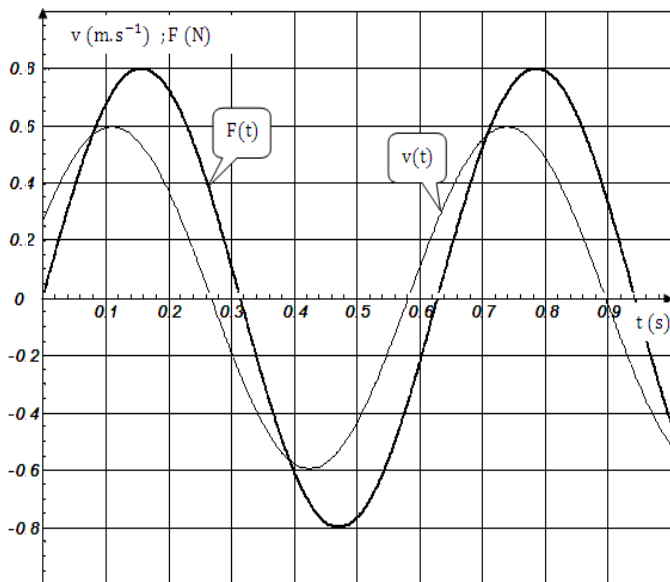
Classe :



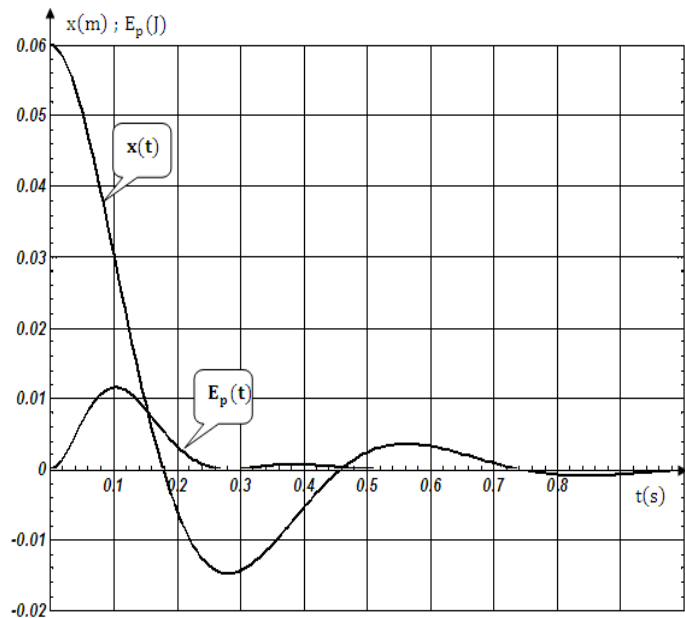
Document-1-



Document-2-



Document-3-



Document-4-