REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition Standardisée de Sciences Physiques

2nd Semestre 2025 **TS1** *Durée : 04 heures*

Exercice 1 : (03 points)

Données : densité de l'acide benzoïque : $d_1 = 1,28$; densité du méthanol : $d_2 = 0,79$; masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1\ kg.L^{-1}$.

Le benzoate de méthyle est très utilisé en parfumerie, il a une odeur agréable, rappelant celle de la goyave Le benzoate de méthyle peut être formé à partir de l'acide benzoïque (C_6H_5COOH) et du méthanol.
On introduit dans un ballon un volume $V_1 = 9,6\ mL$ d'acide benzoïque, un volume $V_2 = 4\ mL$ de méthanol et $3\ mL$ d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. On adapte un réfrigérant à boules et le mélange réactionnel est chauffé à reflux pendant une heure. On verse ensuite le contenu du ballon dans un bécher contenant un mélange eau-glace. Il se forme deux couches liquides non miscibles.

1.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit dans le ballon. Comment nomme-t-on ce type de réaction ? quelles sont ses caractéristiques ? **(0,75pt)**
1.2. Préciser le rôle de l'acide sulfurique. **(0,25pt)**
1.3. Sachant que la phase organique a une densité supérieure à celle de la phase aqueuse, proposer une méthode de séparation des deux phases. **(0,5pt)**
1.4. Après avoir lavé et séché la phase organique, on obtient une masse $m = 8,1\ g$ de benzoate de méthyle
1.4.1. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs. **(0,5pt)**
1.4.2. Calculer le pourcentage benzoïque transformé. **(0,5pt)**
1.4.3. Proposer une autre méthode de synthèse plus efficace du benzoate de méthyle **(0,5pt)**

Exercice 2 : (03 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.
On dispose de deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) respectivement de monoacides A_1H et A_2H de même concentration molaire C_0. L'un des deux monoacides est faible.
Dans le but d'identifier la force de chacun des deux monoacides et de déterminer le pK_a du monoacide faible, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1

On prépare respectivement deux solutions (S_1) et (S_2), en diluant au **dixième**, dans deux fioles jaugées de **100 mL**, un volume **V_0 = 10 mL** des solutions (S_1) et (S_2). la mesure du **pH** de chaque solution, a permis d'obtenir le tableau suivant:

Solution	(S_1)	(S_2)	(S_1')	(S'_2)
pH	1,00	2,87	2,00	3,37

1.1. Justifier que A_1H est un monoacide fort alors que A_2H est un monoacide faible. **(0,5 pt)**
1.2. Déduire la valeur de C_0. **(0,5 pt)**

Expérience 2

On prélève un volume **V = 20 mL** de la solution (S_2) du monoacide A_2H que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (monobase forte) de concentration **C_B**.
A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du **pH** du milieu réactionnel en fonction du volume **V_B** de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ajouté. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe: $[H_3O^+] = f\left(\frac{1}{V_B}\right)$ de la figure 2.

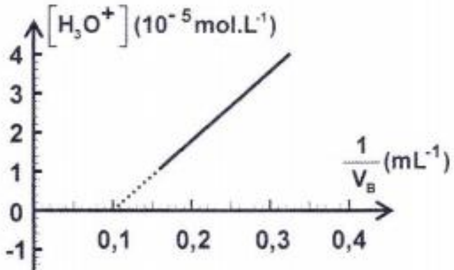


figure 2

2.1. Ecrire l'équation de la réaction de dosage. **(0,5 pt)**
2.2. Montrons que $[H_3O^+] = K_a\left(\frac{V_{BE}}{V_B} - 1\right)$; où V_{B_E} est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence. **(0,5 pt)**
2.3. En exploitant la courbe de la figure, déterminer les valeurs de **V_{BE}** et du **pK_a** du couple A_2H/A_2^-. **(0,5 pt)**
2.4. En déduire la valeur de **C_B.** t)

Exercice 3 : **(5 points)**

On considère le circuit suivant qui comporte, en série, un générateur (G), un dipôle (D), un résistor de résistance R et un interrupteur K.

3.1. ***(G) est un générateur idéal délivrant un courant d'intensité constante I= 200 mA et (D) un condensateur initialement chargé sous une tension U_0 = 10 V. (*****figure 1)**

A l'instant de date t = 0, on ferme l'interrupteur K et on branche un oscilloscope aux bornes de l'un des trois dipôles (générateur, résistor, condensateur), de sorte qu'on obtient l'oscillogramme (1) de la **figure 2**.

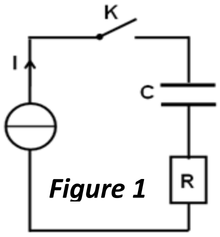


Figure 1

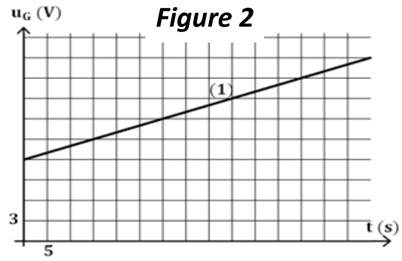


Figure 2

3.1.1. Montrer que l'oscillogramme (1) ne correspond ni à u_C (tension aux bornes du condensateur) ni à u_R (tension aux bornes du résistor). **(0,25 pt)**

3.1.2. Exprimer la tension u_G aux bornes du générateur en fonction de **R, I, C, U_0** et **t.** **(0,75 pt)**

3.1.3. En exploitant l'oscillogramme (1), déterminer la capacité C du condenseur et la résistance R du résistor. **(0,5 pt)**

3.2. ***(G) est un générateur idéal délivrant une tension constante E et (D) une bobine d'inductance L et de résistance r. (*****figure 3)**

A l'instant de date t = 0, on ferme l'interrupteur K et un oscilloscope bicourbe permet de visualiser la tension u_R aux bornes du résistor par la voie y_1 et la tension u_b aux bornes de la bobine par la voie y_2.

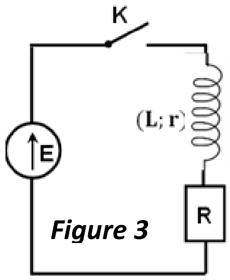


Figure 3

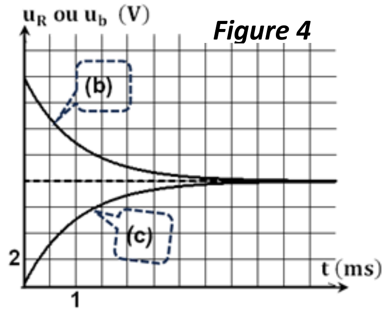


Figure 4

3.2.1. Reproduire le circuit de la **figure 3** et indiquer les branchements de l'oscilloscope. **(0,5 pt)**

3.2.2. Etablir l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension u_R aux bornes du résistor. **(0,5 pt)**

3.2.3. Montrer que la solution de cette équation différentielle s'écrit : $\mathbf{u_R = A.\left(1 - e^{k.t}\right)}$. A et k sont des constantes qu'on exprimera en fonction de **r, R** et **L** ou **E. (0,5 pt)**

3.2.4. En déduire que la tension $\mathbf{u_b}$ aux bornes de la bobine peut s'écrire sous la forme : $\mathbf{u_b = B + A.e^{k.t}}$ où **B** est une constante à exprimer en fonction de **r, R** et **E**. **(0,5 pt)**

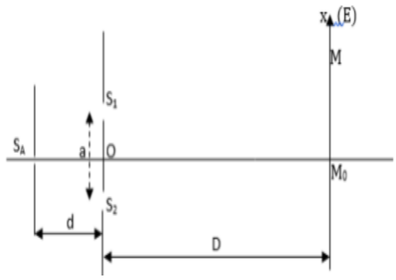
3.2.5. On obtient les oscillogrammes **(b) et (c)** de la **figure 4**. Lequel de ces oscillogrammes indique la variation de la tension aux bornes de la bobine ? Justifier. **(0,5 pt)**

3.2.6. En exploitant ces oscillogrammes, déterminer les valeurs de **E, r** et **L** **(0,75 pt)**

3.2.7. Ebaucher l'allure de ces oscillogrammes si **R = 3r.** **(0,25 pt)**

Exercice 4 : **(5 points)**

On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide de deux fentes étroites S_1 et S_2 parallèles distantes de ***a***, éclairées par une fente S_A qui leur est parallèle. La source S_A émet une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_A. L'écran d'observation E est disposé parallèlement au plan des fentes S_1 et S_2 et perpendiculaire à la droite S_A; on appelle x'x la trace de E sur le plan de figure. Le point O milieu de S_1S_2 est à la distance D de l'écran E et à la distance d de S_A. On suppose $\mathbf{d \gg a}$ et $\mathbf{D \gg a}$. (fig ci-contre)



S_1 et S_2 se comportent comme deux sources synchrones et cohérentes, de meme amplitude, dont les lumières peuvent interférer. Dans tout le problème la différence de marche entre les deux ondes lumineuses issues de la source S et qui interfèrent en M est $\boldsymbol{\delta}$ =**(S_AS_2 + S_2S_M) -- (S_AS_1 + S_1S_M).** Pour les applications numériques, on prendra $\boldsymbol{\lambda_A}$**= 0,6 μm** (radiation jaune), **a = 1 mm, D = 2 m**.

4.1. Décrire ce qu'on observe sur l'écran E? **(0,5 pt)**

4.2. Etablir, pour les deux vibrations issues de S_1 et S_2, l'expression de la différence de marche en un point M de l'écran E situé à la distance x de M_0. **(0,75 pt)**

4.3. Indiquer, sur l'écran E, la position de la frange brillante d'ordre zéro. **(0,5 pt)**

4.4. Définir puis calculer l'interfrange. **(0,75 pt)**

4.5. Calculer la distance qui sépare le milieu de la frange centrale du milieu la cinquième frange sombre située au-dessus. **(0,5 pt)**

4.6. Les vibrations lumineuses issues de S_1 et S_2 s'écrivent: $\mathbf{S_1(t) = S_2(t) = b.\cos\omega t}$.

4.6.1. En notant par S_{1M} et S_{2M} les vibrations au point M, donner l'expression de la vibration résultante S_M au point M en fonction de **b, a, x, D, λ, ω, d_1, d_2** et **t**. **(0,5 pt)**

4.6.2. En déduire l'expression de l'amplitude A de la vibration S_M en fonction de **b, a, x, D, λ**. **(0,5 pt)**

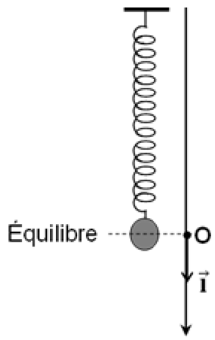
4.6.3. L'éclairement ξ (ou intensité lumineuse) en un point est proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration résultante.

4.6.4. Montrer que l'éclairement au point M est $\boldsymbol{\xi = 2Kb^2\left[1+\cos\left(\frac{2\pi x}{i}\right)\right]}$. Comment évolue cet éclairement lorsque x augmente ? **(0,5 pt)**

4.6.5. Tracer la courbe ξ = f(x) et indiquer la position et la valeur des premiers extremums (première position maximale et première position minimale). **(0,5 pt)**

Exercice 5 : **(4 points)**

Un pendule élastique vertical est constitué d'un ressort à spires non jointive dont l'une des extrémités est fixée et l'autre retient un solide S ponctuel de masse m. Le ressort, de masse négligeable a une constante de raideur **$k = 40\ N.m^{-1}$**. On suppose que les forces de frottement sont négligeables.



Le solide S étant en équilibre, son centre d'inertie G coïncide avec le point O origine du repère $(O;\vec{i})$. A partir de cette position d'équilibre, on écarte le solide S de $\mathbf{x_0 = 2\sqrt{3}\ cm}$ puis on lui communique (**à t = 0**) une vitesse $\vec{V_0} = -V_0.\vec{i}$ $(\mathbf{V_0 = 0,4\ m.s^{-1}})$.

5.1. En appliquant le théorème du centre d'inertie, établir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie du solide. **(0,5 pt)**

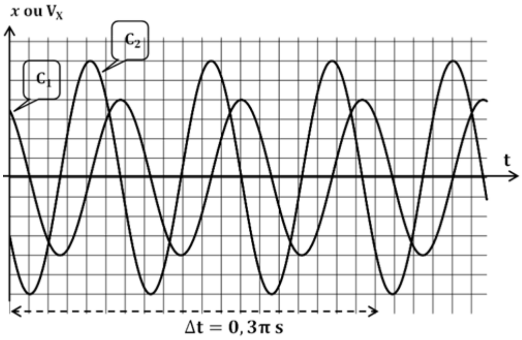
5.2. Retrouver cette équation différentielle par la méthode énergétique. **(0,25 pt)**

5.3. Les équations horaires du mouvement de G et de la vitesse s'écrivent : $\mathbf{x = A.\cos(\omega.t + \varphi_1)}$ et $\mathbf{V_x = B.\cos(\omega.t + \varphi_2)}$

5.3.1. Exprimer B en fonction de A et φ_2 en fonction de φ_1. **(0,5)**

5.3.2. Montrer que $\mathbf{\tan\varphi_1 = \frac{A.V_0}{B.x_0}}$. **(0,5 pt)**

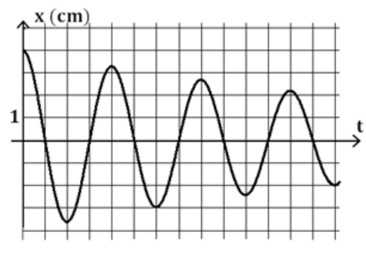
5.3.3. Le graphe de la ***figure*** ci-contre traduit l'évolution de l'abscisse x et de la vitesse V_x du centre d'inertie G du solide.



5.3.3.1. Quelle courbe (C_1 où C_2) indique l'évolution de la vitesse V_x ? Justifier. **(0,25 pt)**

5.3.3.2. Déterminer la pulsation ω du mouvement puis en déduire les valeurs de la masse m du solide, φ_1 et A. **(0,75 pt)**

5.4. Le solide (S) est maintenant soumis à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$ ou h est une constante positive et $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée de G. Un dispositif approprié permet d'obtenir la courbe traduisant l'évolution de l'élongation x(t) de G au cours du temps



5.5. Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'élongation x du centre d'inertie (G). **(0,25 pt)**

5.6. Montrer que l'énergie totale du système {solide, ressort} diminue au cours du temps. **(0,5 pt)**

5.7. Calculer le travail de la force de frottement entre les instants **$t_1 = 0$ s** et $\mathbf{t_2 = \frac{3T}{2}}$. **(0,5 pt)**

FIN DU SUJET