



République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère de l'Éducation nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE PIKINE-GUEDIAWAYE

NIVEAU : TS2 DUREE 4H

EVALUATIONS STANDARDISEES DU SECOND SEMESTRE 2023-2024
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 (04 points)

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose d'identifier un alcool (**A**) de formule **R-OH** (R groupe alkyle) trouvé dans le laboratoire de leur lycée en réalisant une réaction d'estérification directe, puis d'étudier la cinétique cette réaction.

1.1 Etude de la réaction d'estérification directe

On donne :

- Les masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: **C = 12 ; H = 1 et O = 16**
- Masse volumique de l'alcool (**A**) : $\rho_A = 0,79\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$; masse volumique de l'acide (**B**) : $\rho_B = 1,05\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- Masse molaire de l'alcool $M(A) = 60\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • Masse molaire de l'acide $M(B) = 60\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- La limite d'estérification, pour un mélange équimolaire alcool-acide est environ 67% si l'alcool est primaire, 60% si l'alcool est secondaire et 2 à 5% si l'alcool est tertiaire.

1.1.1 A l'instant $t = 0$, le groupe réalise un mélange dans un bécher renfermant un volume $V_A = 38,2\text{mL}$ de l'alcool (**A**), un volume $V_B = 28,7\text{mL}$ d'acide (**B**) de formule $(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 ; n \text{ entier})$ et quelques gouttes d'acide sulfurique ; $n_{(A0)}$ nombre de mol initial de l'alcool (**A**) et $n_{(B0)}$ nombre de mol initial de l'acide (**B**).

1.1.1.1 Déterminer la formule brute, la formule semi-développée de l'acide (**B**). **(0,5 pt)**

1.1.1.2 Montrer que $n_{(A0)} = n_{(B0)} = 0,5\text{mol}$. Comment appelle-t-on ce type de mélange. **(0,5pt)**

1.1.1.3 Une étude expérimentale a montré qu'à l'équilibre, le nombre de moles total des produits formés est égal à trois fois le nombre d'acide restant. En calculant le taux de transformation de l'alcool en ester, montrer que le nom de l'alcool (**A**) est : **propan-2-ol**. **(0,5pt)**

1.1.1.4 Ecrire la formule semi-développée de l'ester (**E**). **(0,25pt)**

1.1.1.5 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre (**A**) et (**B**) permettant d'obtenir (**E**). **(0,25pt)**

1.2 Etude cinétique de la saponification de l'ester (E)

1.2.1 Le groupe d'élèves se propose maintenant d'étudier la cinétique de saponification de l'ester (**E**). A un instant $t = 0$ pris comme origine des dates, il mélange une solution de l'ester (**E**) et une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ ; \text{OH}^-$). L'équation-bilan de la réaction s'écrit :



1.2.1.1 Ecrire la formule semi-développée et le nom de (**D**). **(0,5pt)**

1.2.1.2 Par une méthode appropriée, les élèves déterminent à divers instants t , le nombre de moles n d'ester (**E**) restant. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-dessous :

t(min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
n(mol)	0,50	0,44	0,39	0,36	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20

1.2.1.2.1 Tracer la courbe représentative du nombre de moles d'ester en fonction du temps : $n(\text{E}) = f(t)$ avec comme échelles : **1cm pour 4 min et 1cm pour 0,05mol**. **(0,5pt)**

1.2.1.2.2 Déterminer la vitesse de disparition de l'ester (**E**) à la date $t = 4\text{min}$ puis à $t = 24\text{min}$. Comment évolue la vitesse au cours du temps ? **(05pt)**

1.2.1.2.3 Calculer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,5pt)**

EXERCICE 2 (04 points)

2.1 Etude d'une solution d'acide chlorhydrique

Dans un laboratoire, l'étiquette d'une bouteille porte les indications suivantes :

- acide chlorhydrique (HCl) • P = 68,16% (pourcentage en masse)
- densité d = 1,19 • M = 36,5g.mol⁻¹ (masse molaire).

On extrait de cette bouteille un volume $v_p = 2,25\text{cm}^3$ d'acide de concentration commerciale C_0 , qu'on introduit dans une fiole de volume $V = 1\text{L}$. On complète avec un volume V_e d'eau jusqu'au trait de jauge. On obtient ainsi une solution d'acide noté (S_a) dont la concentration est C_a .

2.1.1 Montrer que la concentration C_a de la solution diluée est donnée par : $C_a = \frac{10Pdv_p}{MV}$. Calculer C_a (0,5pt)

2.1.2 Ecrire l'équation bilan de la réaction de HCl avec l'eau. Calculer le pH de la solution obtenue. (0,5pt)

Donnée : masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000\text{g.L}^{-1}$.

2.2 Etude d'une solution de base faible

Le pH d'un volume V_b d'une solution de monobase notée B trouvée dans une bouteille donne pH= 9,4. La mesure de sa concentration est $C_b = 0,4\text{mol.L}^{-1}$.

2.2.1 Montrer que la base B est une base faible. (0,25pt)

2.2.2 Ecrire l'équation de la réaction de cette base avec l'eau. (0,25pt)

2.3 Identification de la base B

On procède au dosage d'un volume $V_b = 20,625\text{ cm}^3$ de la base B par la solution d'acide chlorhydrique diluée de la question 2.1. Les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_a de la solution a permis de tracer la courbe $\text{pH} = f(V_a)$. (voir annexe : courbe à rendre avec la copie)

2.3.1 Représenter et annoter le dispositif expérimental du dosage. (0,5pt)

Echelle : 1cm pour 1unité de pH et 1cm pour 1m L

2.3.2 Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent. (0,5pt)

2.3.3 Donner le nom et la formule de la base B tout en justifiant la réponse. (0,5pt)

2.3.4 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de dosage. (0,5pt)

2.3.5 Expliquer la faible variation du pH aux alentours de la demi-équivalence lors du dosage. (0,5pt)

Couple acide/base	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+/\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}/\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$	HClO/ClO^-
Ka	$6,31.10^{-10}$	$1,58.10^{-11}$	$6,30.10^{-5}$	$5,01.10^{-8}$

EXERCICE 3 (04 points)

Avec un ressort à spires non jointives de raideur $K = 50\text{N.m}^{-1}$ et de masse négligeable et un solide S de masse m, on réalise le schéma de la figure (O1). La position du centre d'inertie G du solide S est repérée par son abscisse x. A l'équilibre G se trouve à la position O.

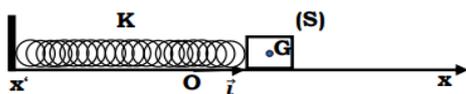


Figure O1

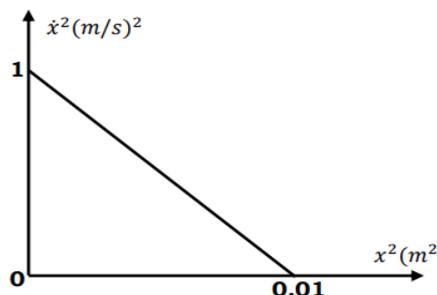


Figure O2

3.1 Le solide est écarté de sa position d'équilibre d'une certaine distance de sa position d'équilibre. A un instant t ultérieur, le solide effectue un mouvement oscillatoire. Le solide S glisse sans frottement, sur un plan horizontal, autour de sa position d'équilibre.

3.1.1 Reprendre le schéma de la figure (O1) et représenter les forces qui s'exercent sur le solide à un instant

le ressort est allongé.

(0,5pt)

3.1.2 Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x en appliquant le théorème du centre d'inertie et donner l'expression de la pulsation propre ω_0 en fonction de m et de K . (0,5pt)

3.1.3 Vérifier que $x = X_m \cos(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle précédente à condition que

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K}}. \quad (0,75pt)$$

3.2 Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m en fonction de x , \dot{x} , m et K puis montrer que l'énergie mécanique se conserve. (0,5pt)

3.3 Une étude théorique a montré que : $\dot{x}^2 = \frac{K}{m}(X_m^2 - x^2)$ avec X_m amplitude du mouvement, de plus une étude expérimentale a permis de tracer la courbe donnant $\dot{x}^2 = f(x^2)$ (figure 02).

3.3.1 Déterminer l'équation numérique de la courbe $\dot{x}^2 = f(x^2)$. (0,75pt)

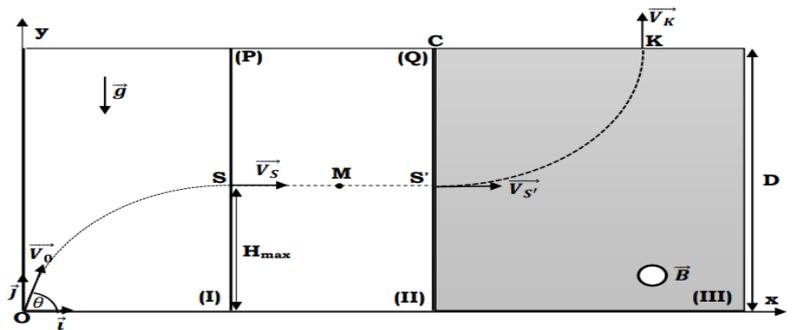
3.3.2 En utilisant l'équation numérique de la courbe et la formule théorique, déterminer la valeur de la masse m puis en déduire la valeur de l'amplitude X_m . (0,5pt)

3.3.3 Sachant qu'à l'origine des temps, $x = \frac{X_m}{2}$ et que la vitesse est négative, donner l'expression numérique de l'abscisse x qui est donné par : $x = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$. (0,5pt)

EXERCICE 4 (04 points)

4.1 Etude dans le champ de pesanteur \vec{g}

Une particule chargée de masse m et de charge q positive est lancée avec une vitesse initiale \vec{v}_0 faisant un angle θ avec l'horizontale à partir d'un point O . Le mouvement de la particule est étudié dans le repère (OX, OY) de plan vertical, d'origine O et de vecteurs unitaires \vec{i} et \vec{j} .



4.1.1 En utilisant le théorème du centre d'inertie, déterminer les composantes du vecteur vitesse \vec{v} , celles du vecteur position \vec{OM} puis en déduire l'équation de la trajectoire. (0,75pt)

4.1.2 La particule passe au point S sommet de sa trajectoire. Montrer que la hauteur maximale H_{max} est donnée par : $H_{max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$. Calculer H_{max} . (0,5pt)

4.2 Etude dans le champ électrique \vec{E}

La particule chargée arrive en S avec une vitesse V_S et entre dans une région (II). Dans cette région, la particule est accélérée par une différence de potentiel $|U_{PQ}| = U_0$ appliquées entre deux plaques P et Q planes et verticales séparées par une distance d . La particule arrive en S' avec une vitesse $\vec{V}_{S'}$ de norme $V_{S'} = 2,52 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$.

4.2.1 Quel doit être le signe de U_{PQ} ? (0,25pt)

4.2.2 Représenter en M , la force électrique qui s'exerce sur la particule, puis utiliser le théorème du centre d'inertie pour exprimer l'accélération a_1 subie par la particule entre P et Q en fonction de q , m , d et U_0 . En déduire l'expression de $V_{S'}$. (0,5pt)

4.3 Etude dans le champ magnétique \vec{B}

En S' , la particule entre dans le domaine (III) où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure de valeur B et y décrit un quart de cercle de centre C et de rayon R .

4.3.1 Quel doit être le sens de \vec{B} . Justifier. (0,5pt)

4.3.2 Montrer que dans le domaine (III), le mouvement de la particule est uniforme et exprimer le rayon R de sa trajectoire en fonction de m, q, B et $V_{S'}$. **(0,5pt)**

4.3.3 Calculer le rayon R puis identifier la particule. **(0,5pt)**

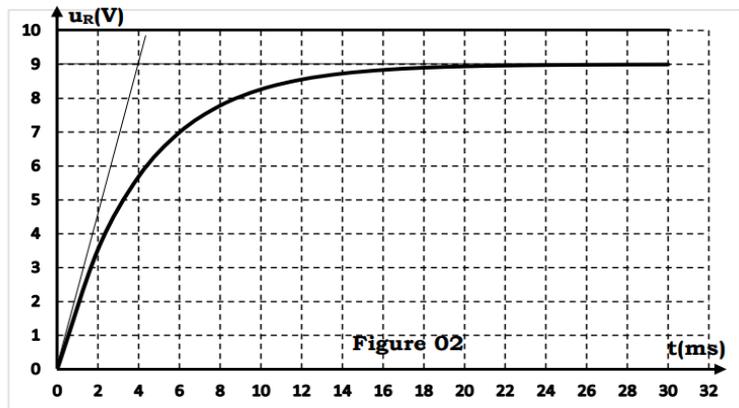
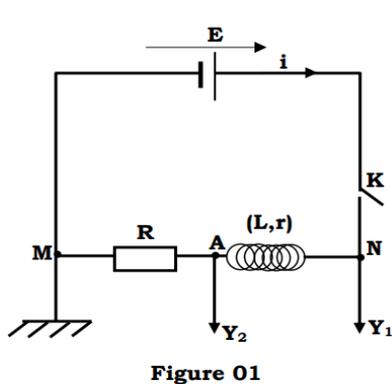
4.3.3 Montrer que la durée Δt de la traversée du champ magnétique \vec{B} est indépendante de la vitesse de la particule. Calculer Δt . **(0,5pt)**

Données : $g = 10\text{m.s}^{-2}$; $v_0 = 4\text{m.s}^{-1}$; $D = 83,7\text{cm}$; $B = 0,1\text{T}$; $\theta = 60^\circ$; $V_{S'} = 2,52.10^5\text{m.s}^{-1}$; $\mu = 1,67.10^{-27}\text{kg}$; $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$

Particule	H^+	K^+	Al^{3+}	Mg^{2+}
Masse (kg)	$1,67.10^{-27}$	$65,13.10^{-27}$	$45,09.10^{-27}$	$40,08.10^{-27}$

EXERCICE 5 (04 points)

Avec un générateur idéal de tension de f.é.m. $E = 10\text{V}$, un conducteur ohmique de résistance R, une bobine d'inductance L et de résistance $r = \frac{R}{9}$, un interrupteur K et un ampèremètre, on réalise le circuit représenté par la figure 01. Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser deux tensions sur les voies Y_1 et Y_2 .



5.1 Donner les grandeurs physiques observés sur la voie Y_1 et sur la voie Y_2 . **(0,5pt)**

5.2 A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K, un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur a permis de tracer la courbe d'évolution au cours du temps de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique (Figure 02).

5.2.1 Indiquer le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit. Donner une explication. **(0,75pt)**

5.2.2 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_R pendant l'établissement du courant est donnée par : $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R+r)}{L}u_R = \frac{RE}{L}$ **(0,5pt)**

5.2.3 Vérifier que $u_R = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de cette équation différentielle, pour une valeur de U_0 et τ qu'on exprimera en fonction de E, R, r et L. **(0,5pt)**

5.3 A un instant t_1 , on constate que $u_R = u_b$ (u_R tension aux bornes de R et u_b tension aux bornes de la bobine) et $i = I_1 = \frac{1}{18}$ A. Une étude théorique montre qu'à l'instant $t = t_1$; $u_R = U_0 \left(1 - \left(\frac{4}{9}\right)^{\frac{t}{t_1}}\right)$.

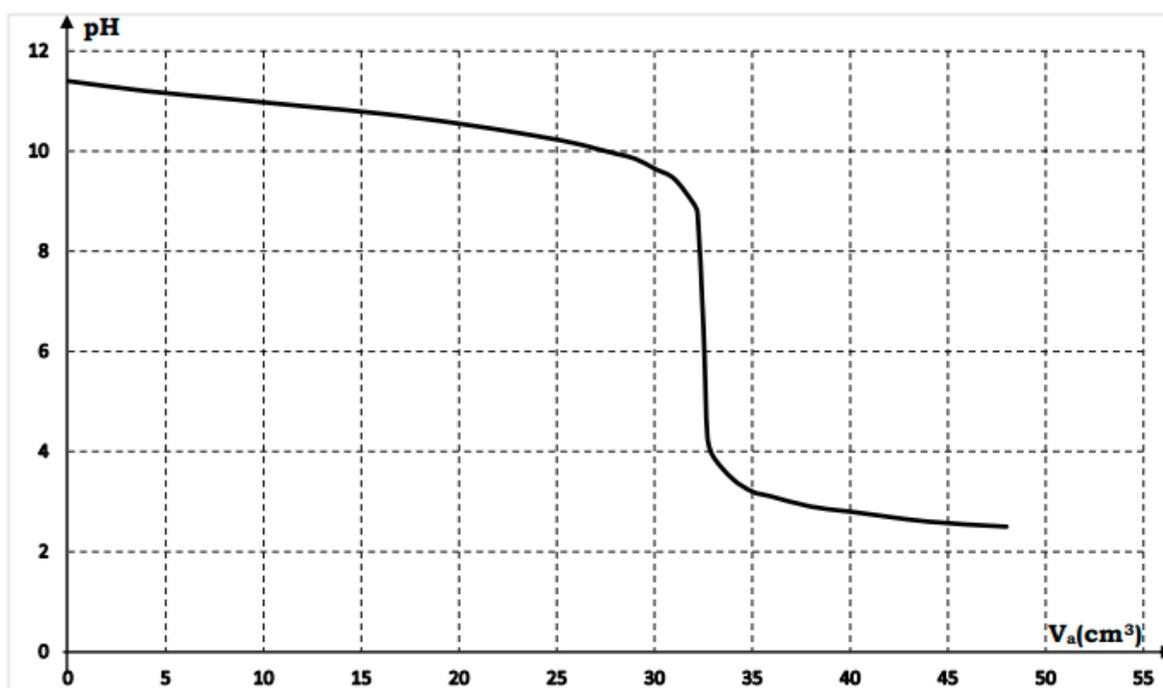
5.3.1 Montrer que $R = 90 \Omega$ et en déduire la valeur de r. **0,5pt)**

5.3.2 En utilisant la figure 02, déterminer la valeur de t_1 ainsi que la constante de temps τ . **(0,5pt)**

5.3.3 En déduire la valeur de l'inductance L. **(0,5pt)**

5.3.4 Déterminer l'instant t, pour lequel la tension aux bornes du conducteur ohmique de résistance R est égale à 90% de U_0 . **(0,25pt)**

ANNEXE (à rendre avec la feuille de copie)
Courbe $\text{pH} = f(V_a)$ de l'exercice 02



FIN DU SUJET