



République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Éducation nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SEDHIOU

CENTRE REGIONAL DE FORMATION DES PERSONNELS DE L'EDUCATION DE SEDHIOU

ANNEE SCOLAIRE 2024/2025

COMPOSITION REGIONALE DU 2nd SEMESTRE

EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES NIVEAU TS2 / Durée : 4H

CHIMIE: (08 points)

EXERCICE 1: (03 points)

Les principaux ennemis des chauffe-eaux et des cafetières sont les dépôts calcaires, produits lors d'usage quotidien de ces appareils cela peut perturber leur fonctionnement, pour entretenir ces appareils, il est nécessaire d'enlever régulièrement ces dépôts. Plusieurs fabricants d'appareils recommandent d'utiliser un détartrant à base d'acide lactique de formule :

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ ou (acide -2-hydropropanoïque), cet acide n'est pas corrosif par rapport aux pièces métalliques contenues ces appareils.

Cet exercice se propose de vérifier le pK_A du couple $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 / \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$ par une méthode de titrage :



❖ **Titration de l'acide lactique dans un détartrant**

Sur l'étiquette d'un détartrant commercial, on trouve les informations suivantes :

- La masse molaire de l'acide lactique : $M = 90 \text{ g. mol}^{-1}$
- La masse volumique du détartrant commercial : $\rho = 1130 \text{ g. L}^{-1}$
- Le pourcentage massique : $p = 47,8\%$
- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$
- La constante d'acidité du couple $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 / \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$: $K_a = 10^{-3,9}$
- Zone de virage de quelques indicateurs colorés :

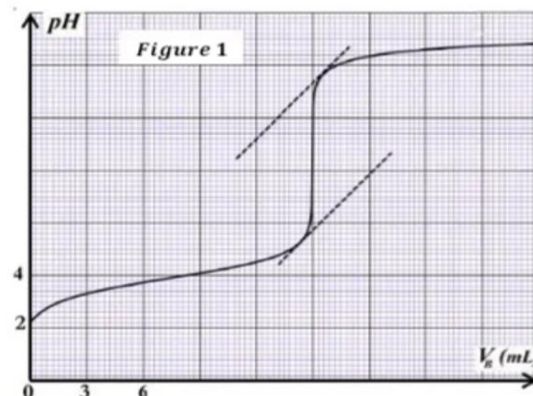
L'indicateur coloré	Jaune de méthyl	Hélianthine	Rouge de crésol
Zone de virage	2,9 - 4	3,1 - 4,4	7,2 - 9

Afin de déterminer la concentration molaire C_0 de la solution (S_0) du détartrant commercial, on réalise un dosage acido-basique.

La solution de détartrant étant trop concentrée. On dilue 20 fois un volume V de la solution (S_0) pour obtenir une solution aqueuse (S_A) d'acide lactique de formule AH de concentration molaire C_A .

On prélève un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de la solution (S_A) et on dose par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_B = 2 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

En suivant l'évolution du pH en fonction du volume V_B d'hydroxyde de sodium versé, les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de dosage $\text{pH} = f(V_B)$



1.1°) Faire un schéma annoté du dispositif de ce dosage **(0,25pt)**

1.2°) Écrire l'équation chimique modélisant la réaction du dosage. **(0,25pt)**

1.3°) Montrer que la réaction du dosage est totale. **(0,5pt)**

1.4°) Déterminer les coordonnées du point d'équivalence E. **(0,25pt)**

1.5°) Parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau ci-dessus, choisir celui qui conviendra le mieux à ce dosage. Justifier votre réponse. **(0,25x2 = 0,5pt)**

1.6°) Calculer la concentration C_A en déduire la concentration molaire C_0 . **(0,25ptx2 = 0,5pt)**

1.7°) Calculer la masse m de l'acide lactique dans un volume $V = 1 \text{ L}$ de la solution commerciale **(0,25pt)**

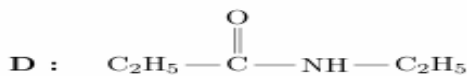
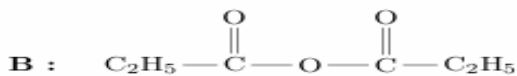
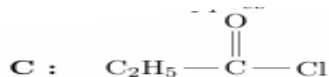
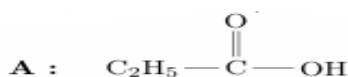
1.8°) Vérifier le pourcentage massique de l'acide lactique indiqué sur l'étiquette. **(0,25pt)**

1.9°) On admet que le pK_A s'écrit sous la forme $\text{pK}_a = \text{pH} + \log\left(\frac{V_{be}}{V_b} - 1\right)$. En utilisant cette relation calculer le pK_a ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 / \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$) du couple à la demi-équivalence si $V_b = \frac{V_{be}}{2}$ **(0,25pt)**



EXERCICE 2: (05 points)

2.1°) Soit les composés organiques A, B, C et D dont les formules semi-développées sont les suivantes :



2.1.1°) Préciser la fonction chimique de chacun des composés A, B, C et D et les nommer. (0,25ptx4 = 1pt)

On désire préparer le composé B, à partir de deux composés parmi ceux donnés précédemment.

2.1.2°) Identifier les deux composés concernés et écrire l'équation de la réaction correspondante. (0,25 pt)

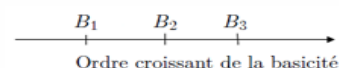
2.1.3°) Le composé D est obtenu par action d'un excès d'une amine R—NH₂ sur le composé C. Préciser la formule semi-développée de l'amine utilisée dans cette réaction. (0,25 pt)

2.2°) Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On dispose de trois solutions aqueuses (S₁), (S₂) et (S₃) respectivement de monobases B₁, B₂ et B₃ de même concentration molaire $C_0 = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La mesure, dans un ordre quelconque, du pH de ces solutions a donné les valeurs : 13,0 ; 10,8 et 11,1. Sachant que les trois bases sont classées par ordre croissant de basicité comme l'indiqué ci-contre :



2.2.1°) Attribuer à chaque solution le pH correspondant (0,75 pt)

2.2.2°) Montrer que les bases B₁ et B₂ sont faibles, alors que la base B₃ est forte. (0,75pt)

2.2.3°) Ecrire l'équation bilan d'une monobase faible (B) avec l'eau (0,25pt)

2.2.4°) Montrer que le pH de cette solution peut s'écrire $\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(\text{pK}_a + \log C)$. (0,5pt)

2.5°) Pour différentes valeurs de la concentration molaire C (variant de 10^{-2} à $10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) des solutions relatives aux trois monobases précédentes B₁, B₂ et B₃, on mesure séparément le pH correspondant, puis on représente à chaque fois la courbe pH en fonction de $(-\log C)$.

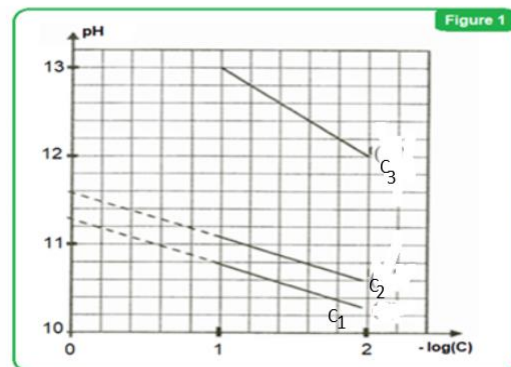
On obtient alors les courbes (C₁), (C₂) et (C₃) de la figure 1.

2.5.1°) Attribuer chaque courbe à la base correspondante. (0,75 pt)

2.5.2°) En exploitant les courbes de la figure 1, déterminer :

2.5.2.1°) Les valeurs des pK_{a1} et pK_{a2} respectivement des couples B₁H⁺/B₁ et B₂H⁺/B₂ (0,25ptx2 = 0,5 pt)

2.5.2.2°) Les valeurs des concentrations molaires C₁' et C₂' respectivement des solutions (S₁') et (S₂') correspondant aux bases B₁ et B₂ ayant le même pH de valeur 10,6 (0,25ptx2 = 0,5 pt)

**PHYSIQUE: (12 points)****EXERCICE 3: (04 points)**

Un ressort élastique de masse négligeable à spires non jointives et de raideur k est fixé en M et porte à l'extrémité un solide (S) de masse $m = 100 \text{ g}$ pouvant glisser sans frottements.

3°) On tire le solide de sa position d'équilibre d'une longueur $a = 5 \text{ cm}$ puis on le lâche sans vitesse initiale à la date $t_0 = 0$. La durée de 10 oscillations est de 6 secondes

On donne : $\alpha = 30^\circ$; $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

3.1°) Calculer la période propre T_0 d'une oscillation puis la pulsation propre

(0,25ptx2 = 0,5pt)

3.2°) En déduire la constante de raideur k du ressort. (0.25pt)

3.3°) Déterminer l'énergie mécanique E_{m0} du système {solide + ressort} du mouvement. (0.25pt)

3.4°) Etablir l'équation différentielle de son mouvement. (0.25pt)

Une solution de cette équation peut-être cherchée sous la forme $X(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \phi)$.



3.5°) Vérifier que $X(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de l'équation différentielle du mouvement de (S). (0,25pt)

3.6°) Lors de son passage en O dans le sens de $\vec{i}$, un système permet de séparer le solide du ressort. Le solide passe alors au point A avec la vitesse $V_A = 0,52 \text{ m/s}$ où il est assimilé à une particule de charge $q = -5 \cdot 10^{-5} \text{ C}$. Avec la vitesse V_A , elle pénètre dans une enceinte où règne simultanément un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ orthogonal au plan de la figure. La particule ne subit pas de déviation.

3.6.1°) Représenter dans l'enceinte les forces :

$\vec{F}_e$ et $\vec{F}_m$. (0,25ptx2 = 0,5pt)

3.6.2°) Déterminer B si $E = 10^4 \text{ V/m}$. (0,25pt)

3.7°) A la sortie du point B la particule n'est plus chargée. Le solide atteint le point C tel que $BC = L = 1 \text{ m}$.

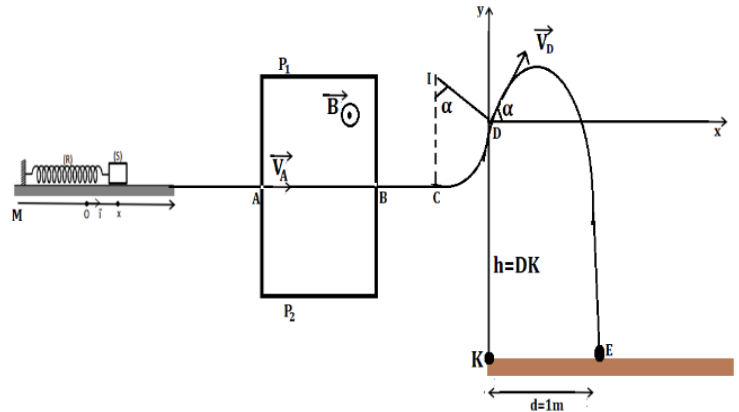
Sous l'action des forces de frottements qui équivalent à une force unique $f = 3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ opposée au mouvement qui s'exerce uniquement sur BC. Le solide aborde enfin la partie circulaire CD de rayon $r = 5 \text{ cm}$ puis quitte

la piste en D pour atteindre un point E située sur le plan horizontal (voir figure)

3.7.1°) Exprimer la vitesse V_D de (S) en fonction de g , r , α , f et V_B sachant que $V_A = V_B$. Faire l'application numérique (0,75pt+ 0,25 pt)

3.7.2°) Déterminer dans le repère $(Dx; Dy)$ l'équation de la trajectoire de (S) en fonction de g , α et V_D (0,5pt)

3.7.3°) En déduire la valeur de h du solide (S) lorsqu'il est en E. (0,25pt)



EXERCICE 4: (04points)

4.1°) Un circuit électrique comporte en série :

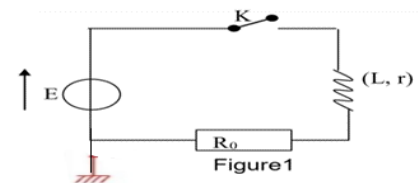
- un générateur de tension idéale de f.e.m $E = 6 \text{ V}$,
- un interrupteur K ,
- une bobine d'inductance L et de résistance interne r et
- un conducteur ohmique de résistance $R_0 = 100 \Omega$.

A $t = 0$, on ferme l'interrupteur K , un courant s'établit dans le circuit.

A l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on visualise les courbes $U_{R_0}(t)$ aux bornes du résistor et $U(t)$ aux bornes du générateur (voir figure1)

4.1.1°) Reproduire le circuit de la figure1 et représenter les connexions à faire avec l'oscilloscope pour visualiser la tension $U_{R_0}(t)$ aux bornes du résistor sur la voie Y_1 et la tension $U(t)$ au bornes du générateur sur la voie Y_2 (0,25ptx2 = 0,5pt)

4.1.2°) Identifier les courbes (1) et (2). (0,25ptx2 = 0,5pt)



4.1.3°) Expliquer qualitativement l'allure de la courbe (2), en faisant référence au phénomène physique qui se manifeste dans la bobine à la fermeture de K . (0,25pt)

4.2°) Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$; (0,5pt)

4.3°) Vérifier que l'expression $i(t) = A(1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle de $i(t)$, où A et τ sont des constantes à exprimer en fonction des paramètres du circuit. (0,25ptx3 = 0,75pt)



- 4.4°) Déterminer graphiquement la valeur de τ . (0,25pt)
 4.5°) Déterminer à partir de la courbe (2) la valeur U_{R0} de la tension $U_R(t)$ en régime permanent.
 4.5.1°) En déduire la valeur de la résistance r de la bobine. (0,25pt)
 4.5.2°) Déduire la valeur de l'inductance L . (0,25pt)
 4.5.3°) Comment se comporte la bobine en régime permanent ? Justifier. (0,25pt)
 4.5.4°) Exprimer à l'instant t l'énergie magnétique E_L emmagasinée par la bobine. Puis le calculer (0,5pt)

Données: $1u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{C}^{-2}$; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} \text{ où } E_0 = 13,6 \text{ eV où } n \in \mathbb{N}$$

EXERCICE 5: (04 points)

On s'intéresse à l'aspect de la lumière à travers son caractère ondulatoire ou corpusculaire et à son aspect énergétique dans le cas de l'atome d'hydrogène. Une source ponctuelle S de lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclaire un dispositif interférentiel (dispositif de Young)

Données: $S_1 S_2 = a = 2 \text{ mm}$; $D = 1 \text{ m}$; $\lambda = \lambda_1 = 0,560 \mu\text{m}$;

- 5.1°) Qu'observe-t-on sur l'écran E dans la partie commune aux deux faisceaux issus de S_1 et S_2 ? (0,25pt)
 5.2°) Expliquer brièvement les termes suivants : **source monochromatique, et interférence.** (0,25ptx2=0,5pt)
 5.3°) On choisit sur l'écran un axe orienté d'origine O. Soit un point M d'abscisse x.
 5.3.1°) L'expression de la différence de marche au point M est $\delta = S_2 M - S_1 M$. Exprimer la différence de marche λ en fonction de a, x, et D (0,25pt)
 5.3.2°) Etablir l'expression de l'interfrange i et la calculer numériquement pour $\lambda_1 = 560 \text{ nm}$. (0,25ptx2= 0,5pt)
 5.4°) On veut fabriquer une cellule photoélectrique sensible à la radiation monochromatique $\lambda_1 = 0,560 \mu\text{m}$. On donne les longueurs d'onde seuils photo-électriques de quelques métaux:

Césium : 650 nm ; sodium: 520 nm ; zinc : 370 nm ; cuivre : 290 nm.

- 5.4.1°) Quel est le métal peut-on choisir parmi ces métaux pour fabriquer la cellule photoélectrique ? (0,25pt)
 5.5°) Une formule empirique à laquelle obéissent les longueurs d'onde d'un rayonnement émis ou absorbé dans le vide par l'atome d'hydrogène est : $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ où λ est la longueur d'onde de la radiation émise, m et n des entiers tels que $m > n$ et $R_H = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$ est la constante de Rydberg.

- 5.5.1°) Démontrer la formule empirique en précisant l'expression de R_H (0,25pt)
 5.5.2°) En déduire le niveau m ou $\lambda = 0,486 \mu\text{m}$ et $n = 2$ (0,25pt)

5.6°) Le cobalt ($^{60}_{27}\text{Co}$) radioélément très utilisé en médecine pour le traitement du cancer.

Le cobalt ($^{60}_{27}\text{Co}$) est radioactif β^-

5.6.1°) Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de ($^{60}_{27}\text{Co}$) puis identifier le noyau fils.

(Voir Extrait de la classification périodique ci-dessous)

5.6.2°) Calculer l'énergie libérée par cette désintégration (0,25 pt)

5.7°) Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de « cobalt 60 » de masse $m_0 = 1 \mu\text{g}$.

5.7.1°) Calculer le nombre de noyau N_0 contenus dans l'échantillon à la date $t = 0$. (0,25pt)

Le technicien du laboratoire est chargé de contrôler cette source, tous les ans, en déterminant son activité.

5.7.2°) Exprimer l'activité A (t) en fonction de A_0 (activité à $t = 0$), λ et t ou $A_0 = \lambda N_0$ (0,25pt)

5.7.3°) A l'aide d'un logiciel, on a tracé la courbe donnant le logarithme népérien de A en fonction du temps t, soit : $\ln A = f(t)$ (figure ci-contre)

En exploitant cette courbe déterminer: (0,25ptx2= 0,5pt)

5.7.3.1°) La constante radioactive λ du « cobalt 60 ».

5.7.3.2°) En déduire la période radioactive $T_{1/2}$ du « cobalt 60 ».

Extrait de la classification périodique :

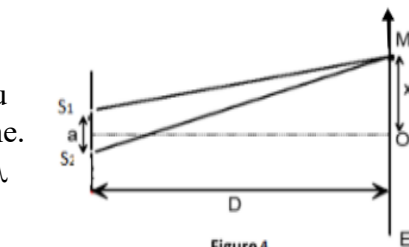
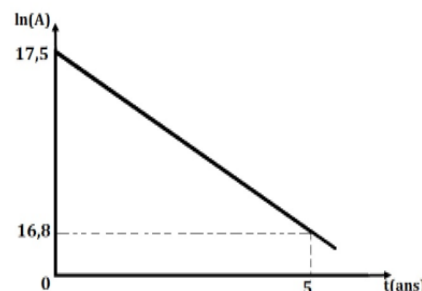


Figure 4



Particules	$^{55}_{25}\text{Mn}$	$^{60}_{27}\text{Co}$	$^{60}_{28}\text{Ni}$	$^0_{-1}\text{e}^-$
Masse en (U)	57,9353	59,930786	59,9303	0,0005486

FIN DE L'EPREUVE !!!!

BONNE CHANCE !!!!

