

الصفحة

1

6

الامتحان الوطني التجريبي رقم 3

الدورة العادية 2025



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

3 h

المدة

الفيزياء و الكيمياء

المادة

7

المعامل

شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية - خيار فرنسية

الشعبة

Prof : Mouhibi

www.coursfacile.com

*L'usage de la calculatrice scientifiques non programmable est autorisé.
On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.*

Le sujet comporte quatre exercices :

Exercice 1 (7 points) :

- Étude d'une solution d'une base.
- Dosage d'une solution d'une amine.
- Étude d'un pile de zinc-aluminium.

Exercice 2 (3,25 points) :

- Propagation des ondes lumineuses.
- Le stimulateur cardiaque.

Exercice 3 (4,75 points) :

- Étude d'un circuit LC.
- Réponse d'un dipôle RL à un échelon montant.

Exercice 4 (5,00 points) :

- Étude du mouvement d'un système mécanique oscillant.
- Le spectromètre.

Lycée: Tighnari Fkih ben salah

Barème

EXERCICE 1 (7 points)

Partie 1 : étude d'une solution d'une base:

Dans cette partie de l'exercice on se propose d'étudier une solution aqueuse d'une amine $R - NH$ où R est une chaîne carbonée. Cette amine a un caractère basique, elle se transforme en son acide conjugué $R - NH_2^+$.

On prépare une solution aqueuse S_B de cette amine de volume V et de concentration C_B .

La mesure de son pH donne $pH = 12,0$.

On note que toutes les mesures sont effectuées à $25^\circ C$.

1) Écrire l'équation chimique modélisant la réaction entre l'amine $R - NH$ et l'eau.

2) On définit la proportion de l'espèce basique $R - NH$ dans la solution par :

$$\alpha(R - NH) = \frac{[R - NH]_{eq}}{[R - NH_2^+]_{eq} + [R - NH]_{eq}}$$

Montrer que $\alpha(R - NH) = \frac{1}{1 + 10^{pK_A - pH}}$

3) En exploitant les courbes de la figure 1 :

3-1) Vérifier en justifiant que la valeur du pK_A du couple $R - NH_2^+_{(aq)} / R - NH_{(aq)}$ est $pK_A = 11,2$.

3-2) Indiquer en justifiant l'espèce prédominante dans la solution S_B .

3-3) En utilisant le tableau d'avancement montrer que : $\alpha(R - NH) = 1 - \tau$, Déduire la valeur de τ et C_B .

3-4) Déterminer la valeur du pH pour que le pourcentage de l'acide soit égal à quatre (4) fois celui de la base.

Donnée: $K_e = 10^{-14}$

Partie 2: Dosage d'une solution d'une amine:

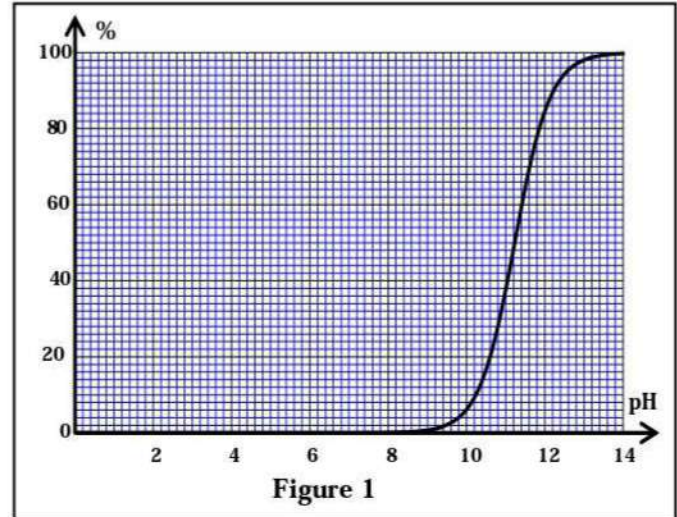
Pour vérifier la valeur de la concentration C'_b d'une solution aqueuse (S'_b) de l'amine $R - NH$ on réalise le dosage pH-métrique d'un volume $V_b = 20$ mL de la solution aqueuse (S'_b) par une solution aqueuse (S_a) d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration $C_a = 1,46 \cdot 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$. La courbe de la figure 2 représente les variations du pH du milieu réactionnel en fonction du volume versé V_a de la solution (S_a).

1) Écrire l'équation de la réaction du dosage.

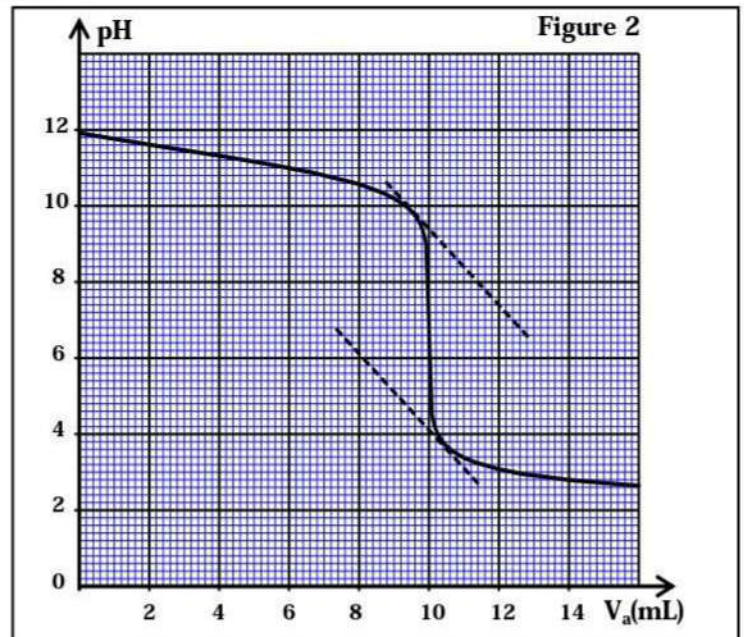
2) Déterminer graphiquement les coordonnées (V_{aE} , pH_E) du point d'équivalence.

3) En déduire la concentration C'_b .

4) Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse.



www.coursfacile.com



Indicateur coloré	Hélianthine	Bleu de bromothymol	Rouge de crésol	Phénolphthaléine
Zone de virage	3,0 – 4,6	6,0 – 7,6	7,2 – 8,8	8,2 – 10,0

Barème

0,5

5) Déterminer le quotient $\frac{[R-NH]_{\text{éq}}}{[R-NH_2^+]_{\text{éq}}}$ pour le volume $V_{a1} = 14,0 \text{ mL}$ de la solution (S_a) versée.

En déduire l'espèce chimique prédominante.

0,5

6) Montrer que la constante pK_A vérifie la relation suivante lorsqu'on ajoute un volume $V_a \leq V_{aE}$ de la solution (S_B): $pK_A = pH - \log\left(\frac{V_{aE}}{V_a} - 1\right)$ et Vérifier sa valeur si $V_a = \frac{V_{aE}}{2}$.

Partie 3 : étude d'un pile de zinc-aluminium:

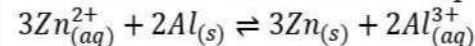
On réalise à la température 25°C la pile Zinc-aluminium composé de deux compartiments liés par un pont salin ($K_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$). Le premier compartiment est composé d'une plaque d'aluminium de masse m_0 plongée dans une solution aqueuse de sulfate d'aluminium ($2Al_{(aq)}^{3+} + 3SO_4^{2+}$) de concentration initiale $[Al^{3+}]_i = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ et de volume $V = 0.1 \text{ L}$ et le deuxième compartiment est composé d'une plaque de Zinc plongée dans une solution de sulfate de zinc ($Zn_{(aq)}^{2+} + SO_4^{2+}$) de concentration initiale $[Zn^{2+}]_i = 0.4 \text{ mol.l}^{-1}$ et de volume $V = 0.1 \text{ L}$ pôles de la pile, un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur.

Données :

→ $1 \text{ F} = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$; $M(Al) = 27 \text{ g.mol}^{-1}$;

$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

→ La réaction associée à cette pile est :



→ La constante d'équilibre associées à cette réaction :

$$K = 10^{90}$$

→ La figure 3 représente les variation de la masse de la plaque d'aluminium en fonction de temps.

0,5

1) Déterminer $Q_{r,i}$ le quotient initial de la réaction, et préciser le sens d'évolution spontanée du système chimique lors du fonctionnement de la pile.

0,5

2) Déterminer la polarité de la pile en justifiant la réponse

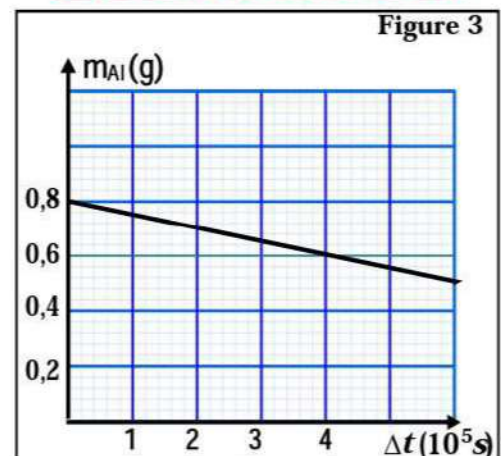
0,75

3) Montrer que l'expression de la masse de l'électrode d'aluminium peut s'écrire sous la forme :

$$m_{Al} = m_0 - \frac{I \cdot M(Al)}{3 \cdot F} \cdot \Delta t, \text{ Déduire la valeur de l'intensité } I \text{ du courant électrique}$$

www.coursfacile.com

Figure 3



EXERCICE 2 (3,25 points)

Partie 1 : Propagation des ondes lumineuses :

Un faisceau de lumière est constitué de deux radiations monochromatiques rouge et violette se propageant dans l'air, arrive sur la face plane d'un bloc de verre.

Pour la radiation rouge :

→ l'indice du verre est $n_r = 1,618$;

→ la longueur d'onde dans le vide est $\lambda_{0r} = 768 \text{ nm}$.

Pour la radiation violette :

→ l'indice du verre est $n_v = 1,655$;

→ la longueur d'onde dans le vide est $\lambda_{0v} = 434 \text{ nm}$.

0,5

1) Déterminer la valeur de la fréquence ν_r de la radiation rouge. On donne $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

0,5

2) Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ_r de la radiation rouge dans le verre.

0,5

3) Expliquer l'apparition de deux faisceaux de lumière séparés dans le verre.

Barème

Partie 2 : Le stimulateur cardiaque :

Un stimulateur cardiaque est un petit dispositif que l'on implante dans la poitrine d'un patient. Ce dispositif génère de faibles impulsions électriques qui excitent le muscle cardiaque et régule les battements du cœur.

Les premiers stimulateurs cardiaques fonctionnaient avec une pile dont la durée de vie était trop limitée.

Pour pallier ce défaut, l'une des solutions est l'exploitation de l'énergie libérée par la désintégration des noyaux du plutonium 238.

Le but de cette partie est d'étudier le fonctionnement normal d'un stimulateur cardiaque alimenté par l'énergie libérée par la désintégration des noyaux du plutonium 238.

Le plutonium ${}_{94}^{238}\text{Pu}$ est radioactif, il se désintègre spontanément en donnant l'uranium ${}_{92}^{234}\text{U}$ avec émission d'une particule ${}^A_Z\text{X}$.

Données :

→masse de quelques noyaux ou particules :

Noyau ou particule	${}_{94}^{238}\text{Pu}$	${}_{92}^{234}\text{U}$	${}^A_Z\text{X}$
Masse en u	237,99799	233,99048	4,00153

→unité de masse atomique : $1\text{u} = 931,5\text{MeV} \cdot \text{c}^{-2}$;

→masse molaire atomique du plutonium 238: $M = 238 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;

→constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

→la demi-vie du plutonium 238 : $t_{1/2} = 87,8\text{an}$.

→ $1\text{an} = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$.

0,25

1)Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau de plutonium 238 en identifiant le type de cette désintégration.

0,5

2)Calculer, en MeV , l'énergie libérée $|\Delta E|$ par cette désintégration.

3)Un stimulateur cardiaque contient un échantillon de plutonium 238, de masse $m_0 = 130\text{mg}$.

Ce dispositif fonctionne normalement tant que l'activité radioactive de l'échantillon reste supérieure ou égale à $a_c = 5,76 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$. On considère que l'activité radioactive du dispositif est due uniquement à la désintégration du plutonium 238.

0,5

3-1) Calculer, en Becquerel, l'activité radioactive initiale a_0 du dispositif.

0,5

3-2) Calculer, en an, la durée Δt du fonctionnement normal du dispositif.

EXERCICE 3 (4,75 points)**Partie 1 : étude d'une circuit LC :**

A la date $t = 0$, un condensateur de capacité C initialement chargé sous la tension U_0 est relié à une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable.

Soit $q(t)$ la charge du condensateur à la date t (Figure 1).

1)Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ est :

0,25

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0.$$

2)La solution de cette équation différentielle est :

$$q(t) = q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi\right)$$

0,50

Trouver la valeur de φ et l'expression de la période propre T_0

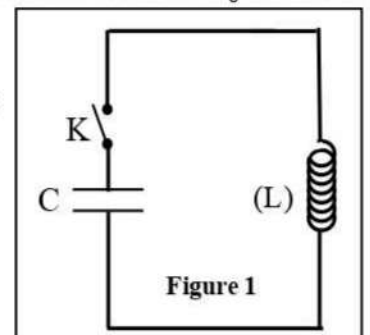
0,50

3)Montrer que l'énergie électrique totale E_T est constante et donner son expression en fonction de C et q_m .

4)On donne ci-dessous les courbes de variations de la charge $q(t)$ et de l'énergie magnétique E_m en fonction du carré de la charge.(figure 2)

0,50

4-1) En exploitant le figure (3), déterminer la charge maximale q_m du condensateur et la période propre T_0 .



Barème

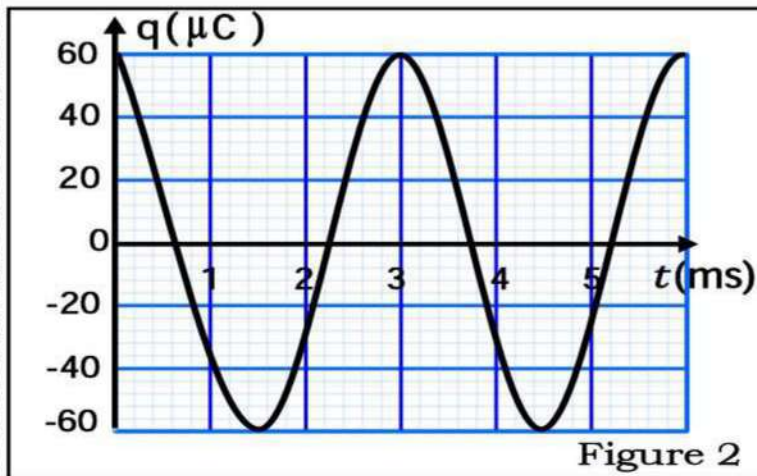
0,50 4-2) Montrer que la valeur de la capacité du condensateur $C = 5\mu F$ 0,50 4-3) En déduire l'inductance L de la bobine et la valeur de la tension de charge U_0 

Figure 2

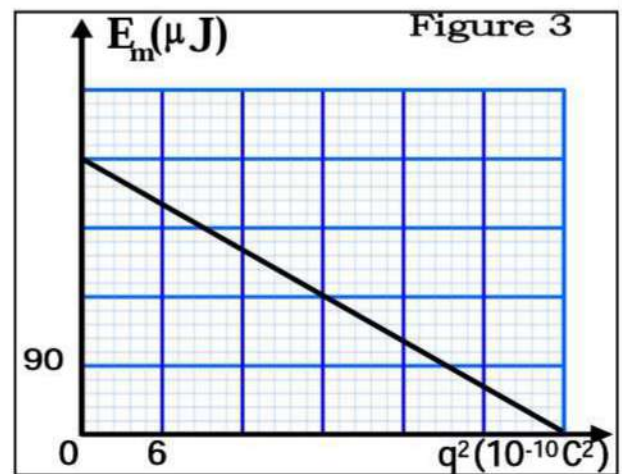


Figure 3

Partie 2: Réponse d'un circuit RL à un échelon montant :

On réalise le montage électrique de la figure (4) en utilisant un générateur de force électromotrice $E = 6\text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 40\Omega$, la bobine (L, r) et un interrupteur K . On ferme l'interrupteur K à l'instant $t_0 = 0$. On note i l'intensité du courant qui traverse le circuit.

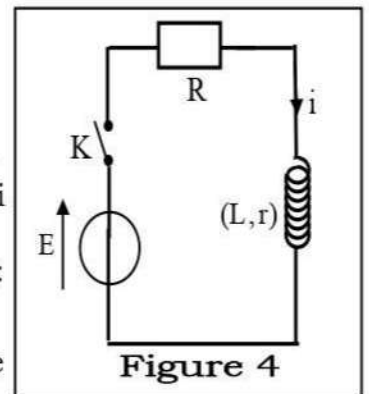


Figure 4

1) Montrer que l'intensité i du courant vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{dU_R}{dt} + \frac{R+r}{L} \cdot U_R = \frac{RE}{L}$$

2) À l'aide d'un dispositif convenable, on obtient la courbe de la figure (5) qui représente les variations de $\left(\frac{dU_R}{dt}\right)$ en fonction de la tension U_R .

En exploitant l'équation différentielle et la courbe, vérifier que $L = 0,2\text{ H}$ et $r = 10\Omega$.

3) Déterminer, en régime permanent, les valeurs de :

- l'intensité I_0 du courant électrique.
- la tension u_L aux bornes de la bobine.

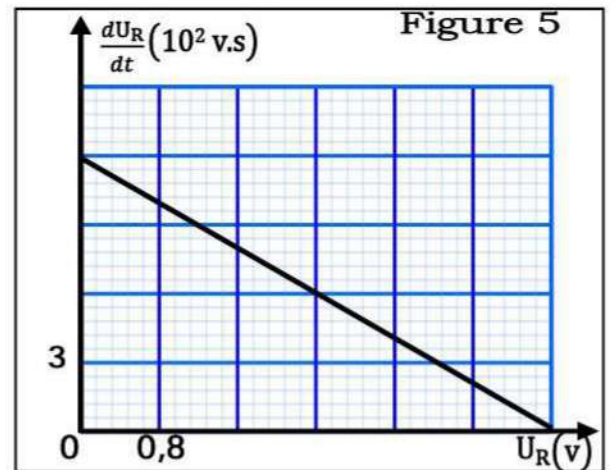
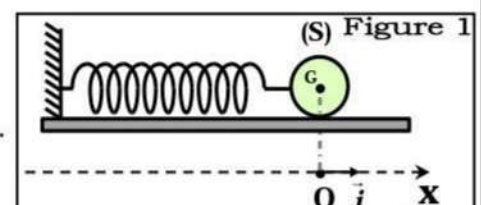


Figure 5

www.coursfacile.com

EXERCICE 4 (5,00 points)**Partie 1 : Etude d'un système mécanique oscillant .**

Une bille (S) est attachée à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur K . La bille peut glisser sur un rail horizontal (figure 1). On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la bille (S) dans un repère $(0, \vec{i})$ lié à la Terre supposé galiléen. On repère la position de G à un instant t dans ce repère par son abscisse x A l'équilibre $x_0 = x_m = 0$.



(S) Figure 1

Barème

Données: $m = 0,5 \text{ kg}$; $\pi^2 = 10$; Les frottements sont négligeables. On écarte (S) de sa position d'équilibre d'une distance $-X_m$ et on l'abandonne sans vitesse initiale.

L'étude expérimentale a permis d'obtenir la courbe de la figure (2) représentant les variations de l'accélération $a(t)$ du mouvement de G.

1) En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x .

2) La solution de cette équation différentielle s'écrit:

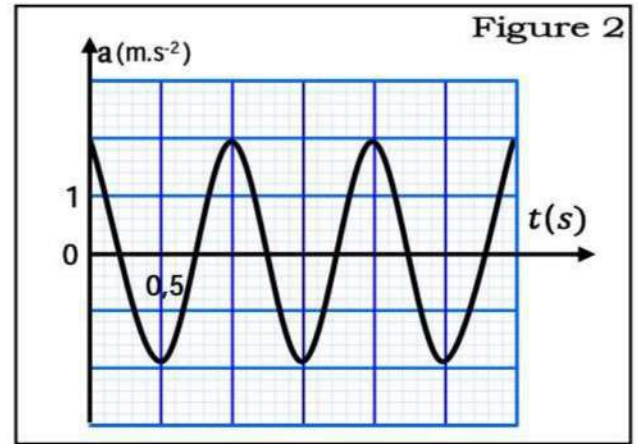
$$x(t) = X_m \cos \left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi \right)$$

3) Trouver en fonction des paramètres utiles, l'expression de l'accélération $\ddot{x}(t)$.

3) En exploitant la courbe de la figure (2), déterminer les valeurs de T_0 et de X_m et de φ .

4) Déduire la valeur de la raideur K .

5) Trouver la valeur de la vitesse $\dot{x}$ lorsque le corps passe par sa position d'équilibre pour la 2025^{ème} fois.



Partie 2 : Mouvement d'une particule chargée .

Un spectromètre de masse est un appareil permettant de trier des ions de masses ou charges différentes. On souhaite séparer les ions $^{22}_{11}\text{Na}^+$ des ions $^{x}_{11}\text{Na}^+$ leurs masses sont respectivement :

$$m_1 = 36,5 \cdot 10^{-27} \text{ kg et } m_2.$$

Pour cela, on utilise le spectromètre schématisé ci-contre.

On néglige le poids des ions devant les autres forces.

Données:

$$\rightarrow V_2 = 89700 \text{ m.s}^{-1}; V_1 = 93600 \text{ m.s}^{-1}; B = 0,2 \text{ T};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Les atomes de sodium sont ionisés en Na^+ dans une chambre d'ionisation, puis sortent par l'orifice O_1 avant d'être accélérés.

Soient V_1 et V_2 les vitesses des ions $^{22}_{11}\text{Na}^+$ et $^{x}_{11}\text{Na}^+$ lorsqu'ils passent par O_2 .

Après O_2 , les ions entrent dans une chambre de déviation où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ (voir schéma).

1) Reproduire le schéma et représentez le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ au point M.

2) Montrer que les vitesses des ions dans la chambre de déviation sont constantes.

3) Montrer que le rayon de la trajectoire de l'ion $^{22}_{11}\text{Na}^+$ s'exprime par : $R_1 = \frac{m_1 V_1}{eB}$

4) Soient M_1 et M_2 les points d'impact des ions $^{22}_{11}\text{Na}^+$ et $^{x}_{11}\text{Na}^+$ sur le détecteur. on mesure la distance on trouve $M_1 M_2 = 9,6 \text{ mm}$. Trouver la masse m_2 et déduire la valeur de x

