

الصفحة 1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا المسالك الدولية - الدورة العاشرة 2025 - الموضوع -	الملكة المغربية وزارة التربية والتكوين والتعليم الابتدائي والرياضة المركز الوطني لامتحانات المدرسة وتنمية التعليم
6 ٦	NS28F	
٧*		

3h	مدة الاجتر	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعلم	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسي)	الشعبة والمسلك

- L'usage de la calculatrice scientifique **non programmable** est autorisé.
- On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.
- Les exercices peuvent être traités séparément selon le choix du candidat(e).

Le sujet comporte quatre exercices : un exercice de chimie et trois exercices de physique.

#### Exercice 1 : Chimie (7 points)

- Dosage d'une solution acide
- Suivi cinétique d'une transformation chimique

#### Exercice 2 : Transformations nucléaires (2,5 points)

- Désintégration d'un radioélément

#### Exercice 3 : Électricité (5 points)

- Charge d'un condensateur et sa décharge dans un dipôle RL
- Sélection et démodulation d'une onde modulée en amplitude

#### Exercice 4 : Mécanique (5,5 points)

- Mouvement d'un satellite artificiel
- Mouvement d'un oscillateur

**EXERCICE 1 : Chimie (7 points)****Les deux parties sont indépendantes**

Dans cet exercice on se propose d'étudier :

- le dosage d'une solution acide;
- le suivi cinétique d'une réaction d'estérification.

**Partie 1: Dosage d'une solution aqueuse d'hydrogénosulfite de sodium**

L'hydrogénosulfite de sodium  $\text{NaHSO}_3$  est utilisé pour le blanchiment de la pâte à papier. L'étiquette d'un flacon contenant une solution commerciale ( $S_0$ ) d'hydrogénosulfite de sodium  $\text{Na}^{+}_{(aq)} + \text{HSO}_3^{-}_{(aq)}$  porte l'indication :  $500\text{ g.L}^{-1}$ . La concentration molaire de ( $S_0$ ) est  $C_0$ .

**Données :** - Toutes les mesures sont effectuées à  $25^\circ\text{C}$  ;

- Le produit ionique de l'eau :  $K_w = 10^{-14}$  ;
- Masse molaire de l'hydrogénosulfite de sodium :  $M(\text{NaHSO}_3) = 104 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- Le couple acide/base :  $\text{HSO}_3^{-}_{(aq)} / \text{SO}_3^{2-}_{(aq)}$  ;
- $pK_A(\text{HSO}_3^{-}_{(aq)} / \text{SO}_3^{2-}_{(aq)}) = 7,2$ .

Cette partie de l'exercice vise à vérifier par dosage acido-basique l'indication  $500\text{ g.L}^{-1}$  inscrite sur l'étiquette de la solution commerciale.

Pour vérifier cette indication, on procède comme suit :

- On dilue 100 fois la solution ( $S_0$ ) de concentration molaire  $C_0$  et on obtient ainsi une solution ( $S_A$ ) de concentration molaire  $C_A$  ;
- On prélève un volume  $V_A = 20,0\text{ mL}$  de ( $S_A$ ) que l'on dose avec une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^{+}_{(aq)} + \text{HO}^{-}_{(aq)}$  de concentration molaire  $C_B = 0,10\text{ mol.L}^{-1}$ .

Le volume de la solution ( $S_B$ ) versé à l'équivalence est  $V_{BE} = 9,6\text{ mL}$ .

**1-1- Écrire l'équation chimique modélisant la réaction de dosage. (0,5pt)**

**1-2- Déterminer la valeur de  $C_A$ . (0,75pt)**

**1-3- Déduire que  $C_0 = 4,80\text{ mol.L}^{-1}$ . (0,25pt)**

**1-4- Justifier si l'indication inscrite sur l'étiquette du flacon est vérifiée. (0,75pt)**

**1-5- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction de dosage. (0,75pt)**

**1-6- En se basant sur le tableau d'avancement de la réaction de dosage à l'équivalence, trouver la concentration molaire  $C_{eq}$  de la solution de sulfite de sodium  $2\text{Na}^{+}_{(aq)} + \text{SO}_3^{2-}_{(aq)}$  obtenue à l'équivalence. (0,75pt)**

**Partie 2: Suivi cinétique d'une réaction d'estérification**

On étudie la cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et le propan-1-ol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ . On réalise cette estérification dans différentes conditions expérimentales :

## Expérience (1) :

On mélange 0,200 mol d'acide éthanoïque avec 0,200 mol du propan-1-ol à la température  $\theta_1$ .

## Expérience (2) :

On mélange 0,200 mol d'acide éthanoïque avec 0,200 mol du propan-1-ol à la température  $\theta_2$  avec  $\theta_2 > \theta_1$ .

## Expérience (3) :

On mélange 0,200 mol d'acide éthanoïque avec 0,200 mol du propan-1-ol à la température  $\theta_2$  avec ajout de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

Les courbes de la figure ci-contre représentent l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction qui se produit pour chaque condition expérimentale.

2-1- Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation modélisant la réaction d'estérification qui se produit. Donner le nom de l'ester (E) formé.

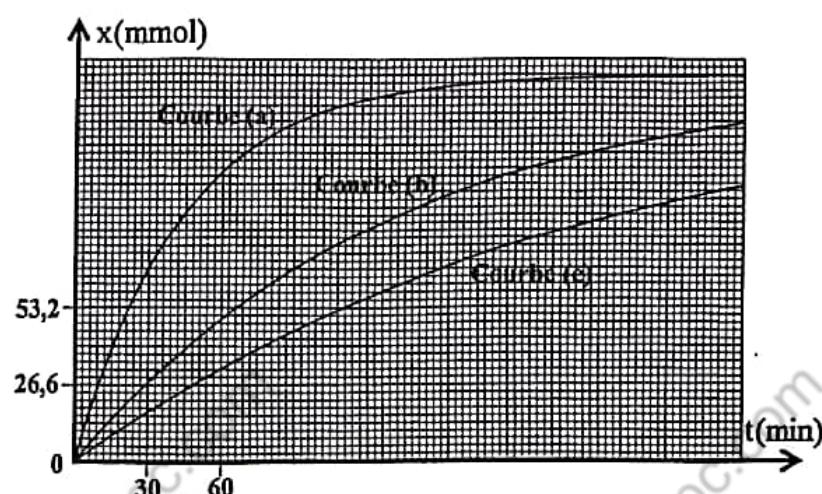
(0,75 pt)

2-2- Indiquer, en justifiant, la courbe correspondant à l'expérience (3). (0,5pt)

2-3- Répondre, en justifiant, par vrai ou faux à l'affirmation suivante: "La valeur de l'avancement final  $x_f$  de la réaction sera la même pour les trois conditions expérimentales". (0,75pt)

2-4- Déterminer graphiquement  $t_{1/2}$  le temps de demi-réaction correspondant à l'expérience (2). (0,75 pt)

2-5- Calculer le rendement de la réaction pour le cas de l'expérience (3). (0,5pt)



### EXERCICE 2 : Désintégration du cadmium 107 (2,5 points)

On se propose dans cet exercice d'étudier la désintégration du cadmium 107.

Le cadmium radioactif  $^{107}_{48}\text{Cd}$ , donne, en se désintégrant, le noyau d'argent  $^{107}_{47}\text{Ag}$  et une particule  $^{1}_{2}\text{e}$  avec émission d'un rayonnement  $\gamma$  (gamma).

Données : - Masses :  $m(^{107}_{48}\text{Cd})=106,88045\text{ u}$ ;  $m(^{107}_{47}\text{Ag})=106,87947\text{ u}$ ;  $m(^{1}_{2}\text{e})=5,486 \cdot 10^{-4}\text{ u}$ ;

- Demi-vie du  $^{107}_{48}\text{Cd}$  :  $t_{1/2}=6,93$  heures ;

-  $1\text{u}=931,49\text{ MeV} \cdot \text{c}^2$ .

1- Choisir parmi les affirmations suivantes l'affirmation juste : (0,5 pt)

A	Dans le noyau $^{107}_{48}\text{Cd}$ il y a 59 protons.
B	La désintégration d'un échantillon radioactif est d'autant plus rapide que sa constante radioactive $\lambda$ est plus petite.
C	Dans le diagramme ( $N$ , $Z$ ) de Segré, les isotopes sont sur une ligne perpendiculaire à l'axe des $Z$ .
D	La cohésion du noyau est d'autant plus forte que son énergie de liaison par nucléon est petite.

2- Écrire l'équation de désintégration d'un noyau de cadmium  $^{107}_{48}\text{Cd}$  en précisant le type de cette désintégration. (0,5 pt)

3- Un laboratoire reçoit à la date  $t=0$  un échantillon de  $^{107}_{48}\text{Cd}$  d'activité  $a_0=1,25 \cdot 10^{12} \text{ Bq}$ .

A l'instant  $t_1=2t_{1/2}$  l'activité de cet échantillon est  $a_1$  et à l'instant  $t_2=3t_{1/2}$  son activité est  $a_2$ .

3-1- Établir l'expression  $a_2=\frac{a_1}{2}$ . (0,5 pt)

3-2- Montrer que l'expression de  $N_d$  le nombre de noyaux désintégrés entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  est :

$$N_d = \frac{a_0 t_{1/2}}{8 \ln 2} \cdot (0,5 \text{ pt})$$

3-3- Déterminer, en unité MeV, la valeur de l'énergie libérée  $E$  lors de la désintégration de cet échantillon entre les instants  $t_1$  et  $t_2$ . (0,5 pt)

### EXERCICE 3 : Electricité(5 points)

*Les composantes électroniques telle que les diodes, les bobines, les condensateurs se trouvent dans différents circuits électriques et électroniques de plusieurs appareils électriques qui sont utilisés dans le domaine industriel, de communication, de numérisation....*

On se propose dans cet exercice d'étudier :

- la charge d'un condensateur et sa décharge dans un dipôle RL ;
- la sélection et la démodulation d'une onde modulée en amplitude.

Le montage électrique représenté par le schéma de la figure 1 comporte un circuit de charge d'un condensateur et un autre de sa décharge.

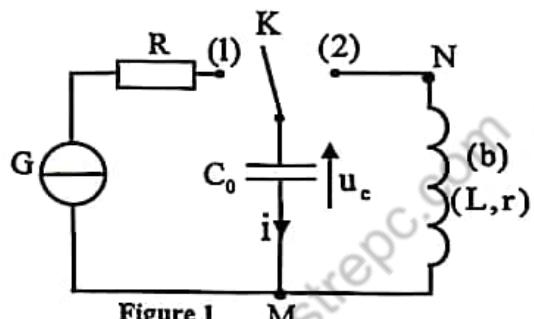


Figure 1

#### 1- Charge d'un condensateur par une source de courant

On veut déterminer la capacité  $C_0$  d'un condensateur, initialement déchargé, en utilisant le montage présenté sur la figure 1. Le générateur de courant  $G$  débite un courant électrique d'intensité constante  $I_0=1\mu\text{A}$ .

A un instant choisi comme origine des dates ( $t_0=0$ ), on met l'interrupteur  $K$  en position (1). Un système d'acquisition informatisé adéquat permet d'obtenir la courbe d'évolution temporelle de la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur lors de sa charge (figure 2).

1-1- Exprimer la tension  $u_C(t)$  en fonction de  $I_0$ ,  $C_0$  et  $t$ . (0,5pt)

1-2- Vérifier que  $C_0=1\mu\text{F}$ . (0,5pt)

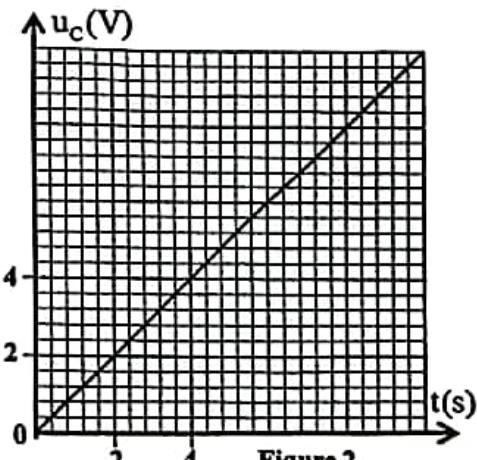


Figure 2

#### 2- Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL

Lorsque la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur  $u_C = U_0 = 10 \text{ V}$ , on bascule l'interrupteur  $K$  en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates ( $t_0=0$ ). Un système d'acquisition informatisé adéquat permet d'obtenir la courbe représentant la tension  $u_C(t)$  (figure 3).

2-1- Établir l'équation différentielle vérifiée par  $u_C(t)$ . (0,5pt)

2-2- En exploitant la courbe de la figure 3, déterminer :

2-2-1- la valeur de la pseudopériode des oscillations. (0,5pt)

2-2-2- le signe de l'intensité du courant  $i$

entre l'instant  $t_A$  et l'instant  $t_B$ . (0,5pt)

2-3- Montrer que :  $\frac{dE_T}{dt} = -r \cdot i^2$ ,

avec  $E_T$  l'énergie totale du circuit à un instant  $t$ . (0,5pt)

2-4- Calculer  $|E_{th}|$  l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instant  $t=0$  et  $t=t_A$ . (0,5pt)

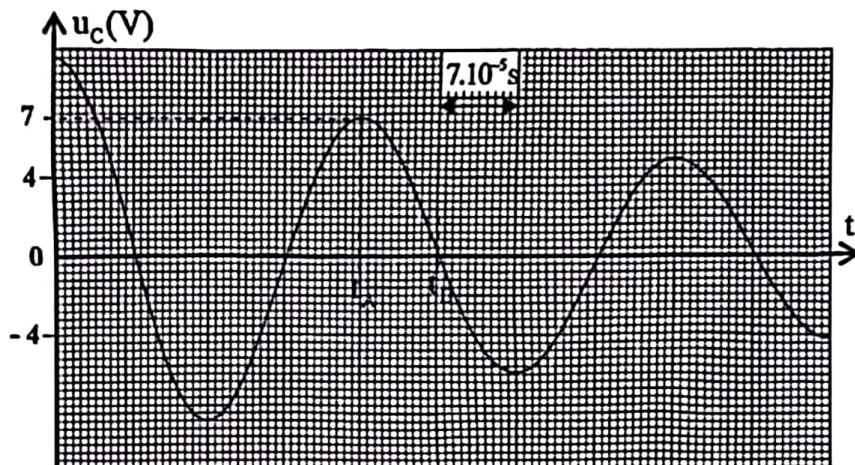


Figure 3

### 3- Sélection et démodulation d'une onde modulée en amplitude

On utilise une chaîne électronique simplifiée représentée sur la figure 4 pour sélectionner et démoduler une onde électromagnétique modulée en amplitude.

Dans cette chaîne on utilise une diode D considérée idéale, la bobine (b) (supposée aussi idéale) et le condensateur de capacité  $C_0$  précédemment utilisé.

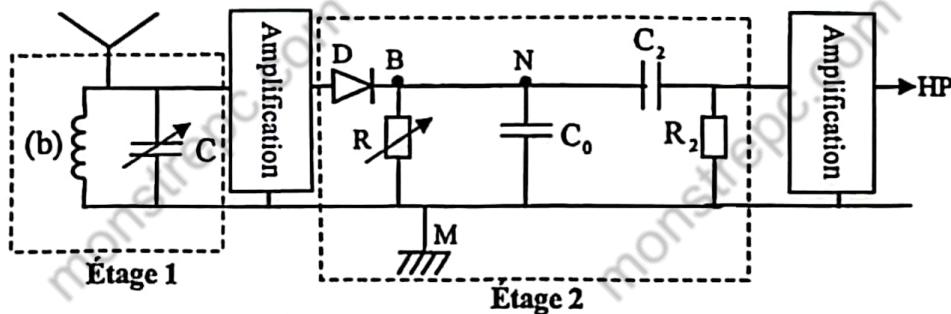


Figure 4

3-1- Quel est le rôle de l'étage 2 ? (0,25pt)

3-2- Trouver la valeur  $C_1$  à laquelle il faut ajuster la capacité  $C$  pour capter le signal modulé de fréquence  $f_p = 162\text{kHz}$  sachant que  $L = 2\text{mH}$  (on prend  $\pi^2 = 10$ ). (0,75pt)

3-3- La fréquence du signal modulant est  $f_s = 5\text{kHz}$ . Si on ajuste  $R$  à la valeur  $R_0 = 1,5\text{k}\Omega$ , aura-t-on une démodulation de bonne qualité ? Justifier. (0,5pt)

### EXERCICE 4 : Mécanique (5,5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

#### Partie1 : Mouvement d'un satellite artificiel

On se propose d'étudier dans cette partie le mouvement d'un satellite artificiel autour de la Terre. Un satellite (S) de centre d'inertie  $G_S$  et de masse  $m_S$  est destiné à l'observation des océans.

Dans le référentiel géocentrique considéré galiléen, (S) décrit une orbite circulaire autour de la Terre avec une période de révolution  $T$ . (S) se trouve à une altitude  $h$  de la surface de la Terre (figure 1). (On note que dans la figure 1 l'échelle n'est pas respectée).

On considère que la Terre est sphérique, de centre O, de rayon  $R_T$ , de masse  $m_T$  et ayant une symétrie sphérique de répartition de masse et que (S) n'est soumis qu'à la force gravitationnelle exercée par la Terre.

**Données :** Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$  ;

- Rayon de la Terre :  $R_T = 6380 \text{ km}$  ;
- Période de révolution :  $T = 1 \text{ h } 52 \text{ min}$  ;
- L'altitude :  $h = 1336 \text{ km}$ .

1- Ecrire l'expression vectorielle de la force d'attraction gravitationnelle  $\vec{F}$  exercée par la Terre sur (S) dans la base de Freinet ( $\vec{u}; \vec{n}$ ) (figure 1). (0,5pt)

2- En appliquant la deuxième loi de Newton :

2-1- Montrer que le mouvement circulaire du centre d'inertie  $G_s$  autour de la Terre est uniforme. (0,5pt)

2-2- Déterminer  $v_s$  la norme de la vitesse de  $G_s$  en fonction de  $G, m_T, R_T$  et  $h$ . (0,75pt)

2-3- Déduire la relation :  $\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = k$  ( $k$  étant une constante), traduisant la troisième loi de Kepler relative au mouvement du centre d'inertie  $G_s$  autour de la Terre. (0,75pt)

3- Calculer alors la valeur de la masse  $m_T$ . (0,5pt)

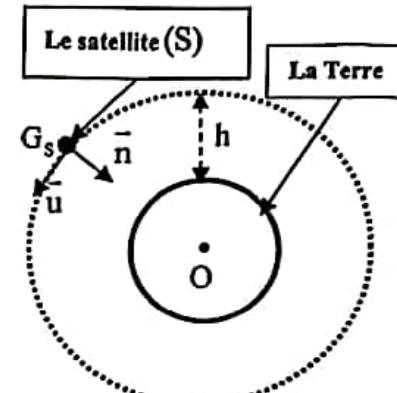


Figure 1

## Partie 2 : Mouvement d'un oscillateur

L'oscillateur mécanique étudié est modélisé par le système (solide-ressort) constitué d'un solide (S) de masse  $m=250 \text{ g}$  et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $K$ .

Le ressort est horizontal, une de ses extrémités est fixe et sur l'autre on accroche le solide (S). Ce solide peut glisser sans frottement sur le plan horizontal.

On étudie le mouvement du centre d'inertie  $G$  du solide (S) dans un repère  $R(O, \vec{i})$  lié à un référentiel terrestre considéré galiléen.

On repère la position de  $G$  à un instant  $t$  par l'abscisse  $x$  sur l'axe  $(O, \vec{i})$ . A l'équilibre, l'abscisse de  $G$  est nul (figure 2).

On écarte (S) de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance  $X_m$  et on le lâche sans vitesse initiale à un instant choisi comme origine des dates ( $t = 0$ ).

L'exploitation d'un enregistrement vidéo du mouvement de  $G$  à l'aide d'un logiciel adéquat, a permis d'obtenir la courbe de la figure 3 représentant l'évolution temporelle de la vitesse  $v_x(t)$  de  $G$ .

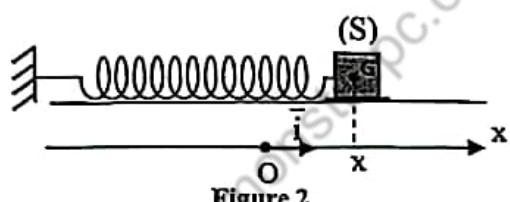


Figure 2

1- En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse  $x(t)$ . (0,5pt)

2- La solution de cette équation différentielle s'écrit

$$x(t) = X_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) \text{ avec } T_0 \text{ la période propre de l'oscillateur.}$$

2-1- Déterminer les valeurs de :  $T_0$ ,  $X_m$  et  $\varphi$ . (0,75pt)

2-2- Déduire la valeur de la raideur  $K$  (On prend  $\pi^2 = 10$ ). (0,5pt)

3- Déterminer la variation de l'énergie potentielle élastique du système (solide (S) - ressort) entre les instants  $t=1 \text{ s}$  et  $t=2,5 \text{ s}$ . (0,75pt)

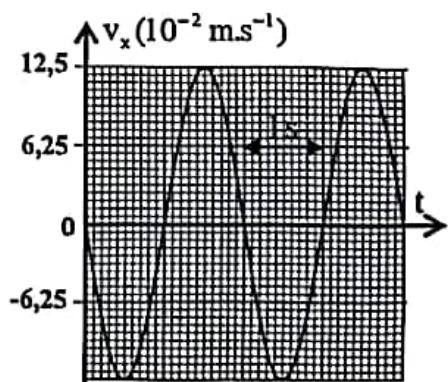


Figure 3