١
الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2023

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

ssssssssssssssssssss-sss
الموضوع
NS 28F

3h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية (خيار فرنسية)	الشعبة أو المسلك

L'usage de la calculatrice scientifique non programmable est autorisé.

On donnera les expressions littérales avant de passer aux applications numériques.

Le sujet comporte quatre exercices.

<u>Exercice 1 (7 points)</u>

- Etude de quelques réactions chimiques d'acide éthanoïque.

<u>Exercice 2 (2,5 points)</u>

- Etude de quelques transformations nucléaires du tritium.

<u>Exercice 3 (5 points)</u>

- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ;
- Etude d'un circuit LC ;
- Modulation d'amplitude d'un signal.

<u>Exercice 4 (5,5 points)</u>

- Etude de la chute d'une balle ;
- Etude du mouvement d'une balançoire.

EXERCICE 1 (7 points)

Dans cet exercice on se propose d'étudier la réaction d'acide éthanoïque avec :
- l'eau ;
- une solution aqueuse de méthanoate de sodium ;
- le méthanol.

1- Etude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque

On prépare un volume V d'une solution aqueuse S_A d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration molaire $C_A = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$. Son pH est $pH = 3{,}05$.

1.1- Écrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau. **(0,5 pt)**

1.2- On définit la proportion de l'espèce CH_3COOH dans la solution S_A à l'état d'équilibre par :

$$\alpha(CH_3\,COOH) = \frac{[CH_3\,COOH]_{éq}}{[CH_3\,COOH]_{éq} + [CH_3\,COO^-]_{éq}}.$$

En vous aidant du tableau d'avancement, montrer que $\alpha(CH_3\,COOH) = 1 - \tau$ avec τ étant le taux d'avancement final de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.

Calculer alors la valeur de $\alpha(CH_3\,COOH)$. **(0,75pt)**

1.3- Montrer que la valeur du $pK_{A1} = pK_A(CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)})$ est : $pK_{A1} \approx 4{,}79$. **(0,5 pt)**

2-Etude de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'ion méthanoate

On mélange un volume V_1 de la solution S_A avec un volume $V_2 = V_1$ d'une solution aqueuse S_B de méthanoate de sodium $Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = C_A$.

2.1- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit entre les ions méthanoate et l'acide éthanoïque. **(0,75pt)**

2.2- Trouver l'expression du quotient de réaction à l'équilibre $Q_{r,éq}$ associée à cette réaction en fonction des constantes d'acidité K_{A1} et K_{A2} des couples intervenant. Calculer sa valeur sachant que $pK_{A2} = pK_A(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}) = 3{,}75$. **(0,75pt)**

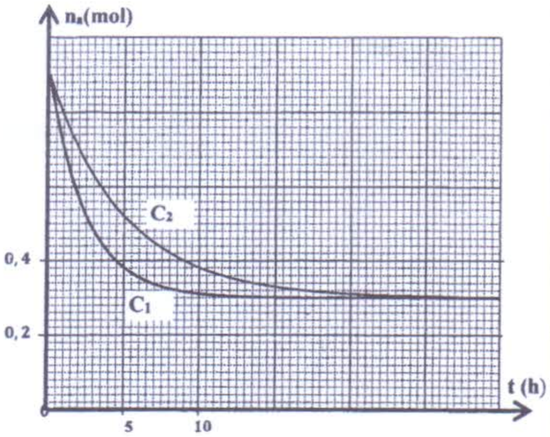
2.3- Trouver l'expression du pH du mélange réactionnel en fonction de pK_{A1} et pK_{A2}.
Calculer sa valeur. **(0,5pt)**

3- Etude de la réaction de l'acide éthanoïque avec le méthanol

On réalise deux mélanges équimolaires de l'acide éthanoïque avec du méthanol CH_3OH :

$n_0(CH_3COOH) = n_0(CH_3OH) = 0{,}9\,mol$.

Le suivi temporel de la quantité de matière n_a de l'acide éthanoïque dans chaque mélange, à une même température θ, a permis d'obtenir les courbes C_1 et C_2 de la figure ci-contre. L'une des deux courbes est obtenue en utilisant un catalyseur pour l'un des deux mélanges.



3.1- Ecrire l'équation modélisant la réaction qui se produit en utilisant les formules semi-développées. **(0,5 pt)**

3.2- Indiquer, en justifiant la réponse, la courbe correspondant à la réaction utilisant le catalyseur. **(0,5pt)**

3.3- Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre. **(0,5pt)**

3.4- Trouver la valeur de $t_{1/2}$, le temps de demi- réaction dans le cas de la transformation chimique correspondant à la courbe C_2. **(0,5 pt)**

3.5- Calculer le rendement de la transformation chimique étudiée. **(0,75 pt)**

3.6- Quand l'état d'équilibre est atteint, on ajoute à l'un des deux mélanges réactionnels la quantité de matière $n = 0{,}1\,mol$ d'acide éthanoïque.

Sachant que la constante d'équilibre de la transformation chimique étudiée est K=4, trouver la nouvelle valeur du rendement de cette transformation. **(0,5 pt)**

EXERCICE 2 (2,5 points)

Dans cet exercice on se propose d'étudier la désintégration du tritium ${}_{1}^{3}H$ et sa réaction de fusion avec le deutérium ${}_{1}^{2}H$. ${}_{1}^{2}H$ et ${}_{1}^{3}H$ sont deux isotopes de l'élément hydrogène.

Données : - On prend la masse molaire du tritium : $M({}_{1}^{3}H)=3\,g.mol^{-1}$;

- Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02.10^{23}\,mol^{-1}$;
- Demi-vie du tritium ${}_{1}^{3}H$: $t_{1/2} = 12,32\,an$;
- Energies de liaison de quelques noyaux :

Noyau	${}_{1}^{2}H$	${}_{1}^{3}H$	${}_{2}^{4}He$
E_ℓ(MeV)	2,366	8,475	28,296

- On prend : $1an = 3,16.10^{7}\,s$.

1- Désintégration du tritium

Le tritium est un isotope radioactif émetteur β^-. Le noyau formé est l'un des isotopes de l'hélium.

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

A	Le noyau ${}_{2}^{3}He$ a un nombre de masse égal à 5.
B	La radioactivité β^- est caractéristique des noyaux très lourds.
C	Au bout du temps $t = 2t_{1/2}$, à partir du début de désintégration, le nombre de noyaux désintégrés dans un échantillon radioactif représente 25% du nombre de noyaux initial.
D	La masse d'un noyau atomique est égale à la somme des masses de ses nucléons.
E	Lors d'une réaction de fission nucléaire, de la masse est convertie en énergie.

1-2- Ecrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau du tritium. **(0,25pt)**

1-3- Etablir la relation entre la demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ. **(0,25pt)**

1-4- A un instant $t_0 = 0$ on a un échantillon du tritium radioactif de masse $m_0 = 2\,\mu g$.

Calculer en unité Bq, l'activité a_1 de l'échantillon à l'instant où 90% des noyaux du tritium sont désintégrés. **(0,5pt)**

2- Réaction de fusion du tritium ${}_{1}^{3}H$ et de deutérium ${}_{1}^{2}H$

La réaction de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium conduit à la formation d'un noyau d'hélium ${}_{2}^{4}He$ et s'accompagne de l'émission d'un neutron.

2-1- Pour chaque affirmation suivante répondre par vrai ou faux en justifiant :

a- L'énergie qu'il faut fournir à un noyau de tritium au repos pour le dissocier en ces nucléons au repos est de 8,475 MeV. **(0,25pt)**

b- Le tritium est plus stable que le deutérium. **(0,25pt)**

2-2- Calculer, en unité MeV, l'énergie libérée $E_{lib} = |\Delta E|$ par la réaction de fusion d'un noyau de tritium et d'un noyau de deutérium. **(0,5pt)**

EXERCICE 3 (5 points)

Cet exercice se propose d'étudier :
- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension ;
- un circuit oscillant LC ;
- la modulation d'amplitude d'un signal.

1- Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

On réalise le montage électrique, représenté sur le schéma de la figure 1, comportant :
- un générateur de tension de force électromotrice $E = 24\,V$;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance négligeable ;
- un interrupteur K.

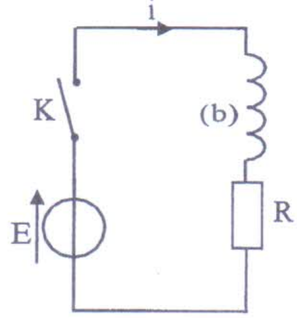


Figure 1

On ferme l'interrupteur K à l'instant de date $t_0 = 0$. Un système d'acquisition informatisé adéquat permet d'obtenir la courbe représentant l'évolution temporelle de l'intensité du courant électrique i(t) dans le circuit (figure 2) .La droite (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_0 = 0$.

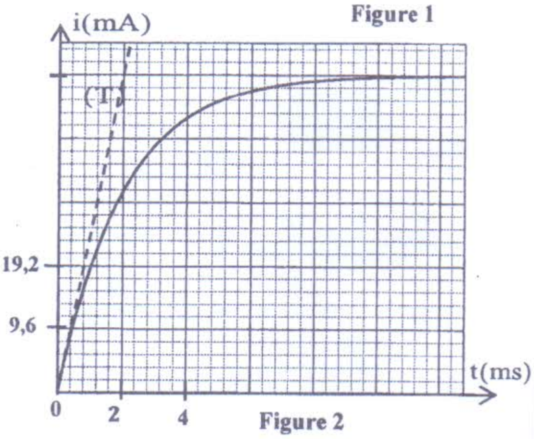


Figure 2

1-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par i(t). **(0,25 pt)**

1-2- L'expression de l'intensité du courant circulant dans le circuit est : $i(t) = A + B.e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec A et B deux constantes et τ la constante de temps du circuit.

1-2-1- Déterminer les expressions de A et B en fonction de E et R. **(0,5 pt)**

1-2-2- Montrer que $L = 1\,H$. **(0,5 pt)**

1-3- Déterminer, en unité SI, l'expression numérique de la tension $u_L(t)$ aux bornes de la bobine lors de l'établissement du courant. **(0,5 pt)**

2- Circuit oscillant LC

On réalise un circuit oscillant LC en associant la bobine (b) précédemment utilisée avec un condensateur de capacité C chargé totalement par un générateur de tension de force électromotrice E_0 (figure 3).

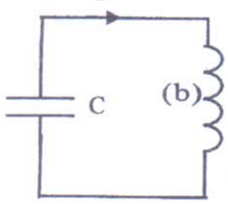


Figure 3

2-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ entre les bornes du condensateur. **(0,25 pt)**

2-2- La courbe de la figure 4 représente les variations de la tension $u_C(t)$ en fonction du temps.

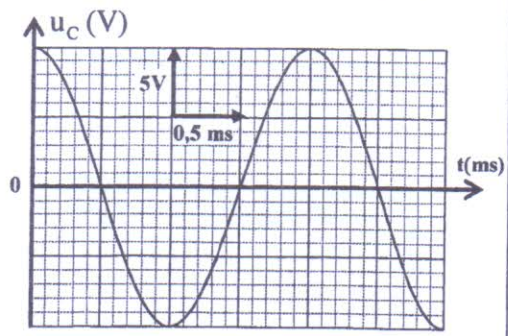


Figure 4

2-2-1- Trouver la valeur de la capacité C du condensateur. (On prend $\pi^2 = 10$). **(0,5 pt)**

2-2-2- Trouver l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine à l'instant $t = 1,8\,ms$. **(0,75 pt)**

3- Modulation d'amplitude d'un signal

La courbe de la figure 5 représente l'évolution temporelle de la tension u(t) associée à un signal modulé en amplitude.

L'expression mathématique de u(t) est de la forme : $u(t)=A\left(1+m.\cos(2\pi f_s.t)\right).\cos(2\pi f_p.t)$ avec A est une constante, m est le taux de modulation, f_s et f_p sont respectivement les fréquences du signal modulant et de la porteuse.

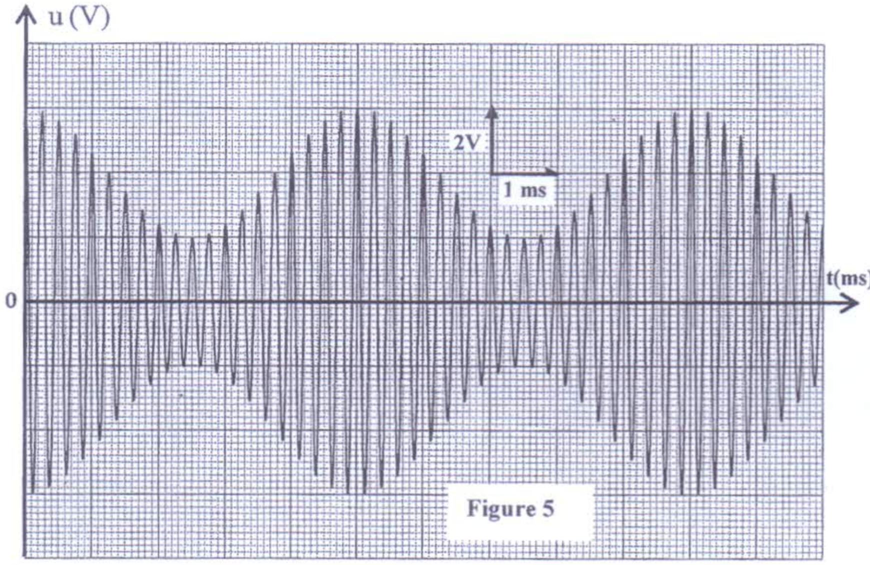


Figure 5

3-1- Choisir la bonne proposition : **(0,5 pt)**

A	La fréquence du signal modulant est de $4\,kHz$.
B	La fréquence de la porteuse est de $4\,kHz$.
C	La fréquence du signal modulant est de $100\,Hz$
D	La fréquence de la porteuse est de $200\,Hz$.

3-2- Répondre par vrai ou faux en justifiant :

a- Le taux de modulation est $m=0,4$. **(0,5 pt)**

b- La valeur de la composante continue de la tension est : $U_0=2V$. **(0,25 pt)**

3-3- Représenter l'allure du spectre de fréquences du signal modulé $u(t)$ sans respect d'échelle très précise. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 (5,5 points)

Les deux parties sont indépendantes

Partie I : Etude de la chute d'une balle

Dans le champ de pesanteur, on lance verticalement vers le haut à l'instant $t=0$, à partir d'un point O, une balle (S) de masse m et de centre d'inertie G , avec une vitesse initiale de valeur $V_0=12\,m.s^{-1}$ (figure1).

On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la balle dans un repère $(O;\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen en deux phases:

- mouvement de chute libre de la balle dans la première phase.
- mouvement de chute de la balle avec frottement dans la deuxième phase.

Données : - La masse : $m=80\,g$;

- L'intensité de la pesanteur : $g=10\,m.s^{-2}$.

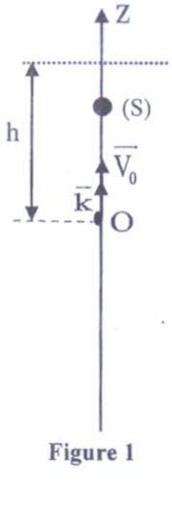


Figure 1

1- Mouvement de la balle en chute libre

Pendant son mouvement le centre d'inertie G de la balle est considéré en chute libre.

1-1- En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires numériques donnant la vitesse $v_z(t)$ et la position $z(t)$ du centre d'inertie G de la balle. **(0,75 pt)**

1-2- En utilisant les équations $v_z(t)$ et $z(t)$ déterminer :

1-2-1- la hauteur maximale h atteinte par G.**(0,5 pt)**

1-2-2- la valeur algébrique V_{OZ} de la vitesse de G lors de son passage vers le bas par le point O. **(0,5 pt)**

2- Mouvement de chute de la balle avec frottement

A partir de l'instant du passage du centre d'inertie G par le point O vers le bas, qu'on prend comme nouvelle origine des dates $t_0=0$, la balle est soumise, en plus de son poids $\vec{P}$, à une force de frottement fluide modélisée par $\vec{f}=-\lambda\vec{v}$ avec $\vec{v}=v_z\vec{k}$ et $\lambda=0,12$ S.I. (On néglige la poussée d'Archimède devant ces deux forces).

2-1- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v_z du centre d'inertie G de la balle s'écrit : $\frac{dv_z}{dt}+\frac{1}{\tau}v_z+g=0$ avec τ le temps caractéristique du mouvement. **(0,5 pt)**

2-2- Déduire la norme de la vitesse limite du mouvement du centre d'inertie G de la balle. **(0,25 pt)**

2-3- Déterminer, en utilisant la méthode d'Euler, la valeur algébrique $v_z(t_i)$ de la vitesse à l'instant t_i sachant que l'accélération du mouvement à l'instant t_{i-1} est $a_{i-1}=5\,m.s^{-2}$ et on prend le pas de calcul $\Delta t=66\,ms$. **(0,75 pt)**

Partie II : Etude du mouvement d'une balançoire

Un enfant oscille à l'aide d'une balançoire (figure2).

On modélise la balançoire avec l'enfant par un pendule formé par un corps solide (S) de masse m et de centre d'inertie G , suspendu en un point O par une tige rigide, de masse négligeable et de longueur ℓ pouvant effectuer un mouvement de rotation dans un plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) passant par O (figure 3) . On étudie le mouvement du pendule dans un repère $(G_0;\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

Figure 2

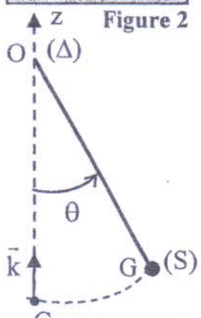


Figure 3

On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable d'un angle petit $\theta_0=9°$, dans le sens positif, puis on le lâche sans vitesse initiale à l'instant de date $t_0=0$.

On repère la position du pendule à un instant de date t par l'abscisse angulaire θ.

On néglige tous les frottements et on choisit le plan horizontal passant par G_0 (position de G à l'équilibre stable) comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $(E_{pp}=0)$.

Données :

- Le moment d'inertie du pendule par rapport à l'axe de rotation (Δ) est : $J_\Delta=m.\ell^2$;
- Accélération de la pesanteur : $g=10\,m.s^{-2}$; $\ell=2,4\,m$;
- Pour les oscillations de faible amplitude, on prend $\cos\theta\approx1-\frac{\theta^2}{2}$; θ en radian.

1- Montrer que l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur du pendule à un instant t pour les oscillations de faible amplitude est : $E_{pp}=\frac{1}{2}mg\ell\theta^2$. **(0,5 pt)**

2- En exploitant la conservation de l'énergie mécanique du pendule :

2-1- Déterminer la vitesse angulaire maximale $\dot{\theta}_{max}$ du centre d'inertie G. **(0,5 pt)**

2-2- Etablir l'équation différentielle du mouvement vérifiée par l'abscisse angulaire $\theta(t)$. **(0,75 pt)**

3- Calculer la période propre de ce pendule sachant qu'il est analogue à un pendule simple de longueur ℓ et de masse m. **(0,5 pt)**