الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2025
- الموضوع -

LLLLLLLLLLLLLLLLLLLL-LLLLL | NS - 27F

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للامتحانات المدرسية وتقييم التعلمات

3h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
5	المعامل	شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض (خيار فرنسية)	الشعبة المسلك

- **La calculatrice scientifique non programmable est autorisée**
- **On donnera les expressions littérales avant toute application numérique**

Le sujet d'examen comporte quatre exercices : un exercice en chimie et trois exercices en physique

Chimie (7 points)	• **Réactivité de l'acide méthanoïque** • **Pile (Cuivre/Aluminium)**	**7 points**
Physique (13 points)	**Exercice 1 : Désintégration de Strontium 90**	**2,5 points**
	Exercice 2 : Dipôle *RC* – Circuit *RLC* série	**5 points**
	Exercice 3 : • **Mouvement d'un solide** • **Système oscillant (solide – ressort)**	**5,5 points**

Barème	Sujet

Chimie (7 points)

Les réactions acide-base et les réactions d'oxydo-réduction peuvent évoluer dans deux sens différents conduisant à la formation d'autres corps et/ou d'autres solutions. Ainsi, l'acide méthanoïque connu pour son odeur piquante donne par estérification un ester à l'odeur fruitée évoquant l'ananas, alors que le fonctionnement de la pile (Cuivre / Aluminium) conduit à un dépôt de cuivre.
Cet exercice vise :

- **l'étude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque ;**
- **l'étude d'une réaction d'estérification ;**
- **l'étude du fonctionnement de la pile (Cuivre/Aluminium).**

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Réactivité de l'acide méthanoïque

On dispose d'une solution aqueuse (S_A) d'acide méthanoïque $HCOOH_{(aq)}$ de volume V et de concentration molaire $C_A = 2.10^{-2} mol.L^{-1}$. Le pH de cette solution à 25°C est $pH = 2,75$.

0,5 **1.** Écrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.

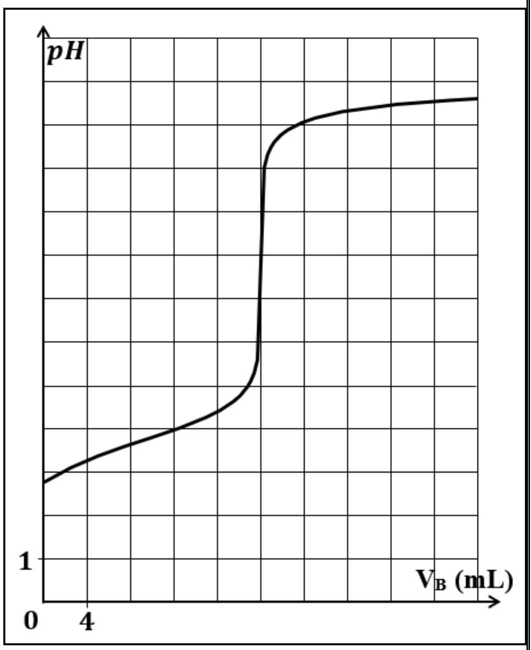
0,5 **2.** Dresser le tableau d'avancement de cette réaction en utilisant les grandeurs C_A, V et l'avancement final x_f de la réaction.

0,75 **3.** Calculer la valeur du taux d'avancement final τ de la réaction. Déduire.

0,5 **4.** Calculer la valeur de $Q_{r,éq}$, quotient de réaction à l'état d'équilibre.

0,25 **5.** Vérifier que la valeur de pK_A du couple $(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)})$ est $pK_A = 3,76$.

6. Pour vérifier la valeur de la concentration C_A, on dose le volume $V_A = 10\ mL$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $\left(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}\right)$ de concentration molaire $C_B = 10^{-2} mol.L^{-1}$. La figure ci-contre donne la courbe $pH = f(V_B)$ obtenue lors de ce dosage.



0,5 **6.1.** Écrire l'équation de réaction de dosage supposée totale.

0,5 **6.2.** En exploitant la courbe de dosage, retrouver la valeur de C_A.

7. Pour synthétiser l'ester à l'arôme d'ananas, on fait réagir l'acide méthanoïque pur $HCOOH_{(\ell)}$ avec le butan-1-ol $C_4H_9OH_{(\ell)}$.

0,75 **7.1.** Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation de la réaction d'estérification. Nommer l'ester formé.

0,25 **7.2.** Donner les caractéristiques de cette réaction.

0,5 **7.3.** Proposer deux méthodes pour augmenter le rendement de la synthèse de cet ester.

Partie 2 : Pile (Cuivre/Aluminium)

On étudie la pile (Cuivre/Aluminium) en utilisant une plaque d'aluminium $Al_{(s)}$ immergée dans une solution aqueuse de chlorure d'aluminium $(Al^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)})$, et une plaque de cuivre $Cu_{(s)}$ immergée dans une solution aqueuse de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)})$. On relie les deux solutions par un pont salin.

On branche en série avec la pile un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. On ferme l'interrupteur à un instant t=0, l'ampèremètre indique le passage d'un courant électrique d'intensité constante $I = 40\ mA$ pendant la durée de fonctionnement $\Delta t = 1h30\min$.

Données :

- Les deux solutions ont le même volume et la même concentration molaire $C = 0{,}1\ mol.L^{-1}$;

- $F = 9{,}64.10^4\ C.mol^{-1}$; $M(Al) = 27\ g.mol^{-1}$

- La constante d'équilibre associée à l'équation : $3Cu^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} 3Cu_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)}$ est $K = 10^{200}$.

0,5 **1.** On se basant sur le critère d'évolution spontanée, déterminer le sens d'évolution du système chimique durant le fonctionnement de la pile.

0,75 **2.** Déterminer la polarité des électrodes de la pile. Justifier la réponse.

0,75 **3.** Montrer que l'expression de la masse d'aluminium qui a réagi durant la durée Δt est : $m = \dfrac{I.\Delta t.M(Al)}{3F}$.

Calculer m.

Physique (13 points)

Exercice 1 (2,5 points) : Désintégration de Strontium 90

Le Strontium $^{90}_{38}Sr$ est l'un des principaux noyaux se trouvant dans les déchets des réacteurs nucléaires électrogènes. $^{90}_{38}Sr$ se désintègre en Yttrium $^{A}_{Z}Y$ en émettant une particule β^-. Il est très nocif quand la particule est inhalée ou ingérée. Le noyau $^{88}_{38}Sr$ est l'un des isotopes de l'élément Strontium.

Données:

Particule	$^{90}_{38}Sr$	$^{A}_{Z}Y$	Électron	Proton	Neutron
Masse en (u)	89,90773	89,90714	0,0005	1,00728	1,00866
Demi-vie de $^{90}_{38}Sr$:	$t_{1/2} = 28{,}9\ ans$			$1u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$	
Energie de liaison du noyau $^{88}_{38}Sr$:	$E_\ell(^{88}_{38}Sr) = 768{,}47\ MeV$			$1\ an = 365\ jours$	

0,5 **1.** Écrire l'équation de désintégration de $^{90}_{38}Sr$ en précisant les valeurs de A et Z du noyau fils $^{A}_{Z}Y$.

0,5 **2.** Calculer, en unité MeV, l'énergie de liaison $E_\ell(^{90}_{38}Sr)$ du noyau $^{90}_{38}Sr$.

0,5 **3.** Déterminer, en justifiant, le noyau le plus stable parmi $^{90}_{38}Sr$ et $^{88}_{38}Sr$.

4. Un échantillon de Strontium 90 a une activité initiale $a_0 = 5{,}11.10^{12}\ Bq$ à l'instant $t_0 = 0$.

0,5 **4.1.** Calculer le nombre N_0 des noyaux présents initialement dans cet échantillon.

0,5 **4.2.** Déterminer l'instant t_1 pour lequel l'activité de cet échantillon devient $a_1 = 10\%\ a_0$.

Exercice 2 (5 points) : Dipôle *RC* – Circuit *RLC* série

Le dipôle *RC* et le circuit *RLC* série sont largement utilisés pour modéliser et analyser divers phénomènes électriques et électroniques. Ainsi, le dipôle *RC* permet de mettre en évidence la charge et la décharge d'un condensateur, alors que le circuit *RLC* série est fondamental pour l'étude des oscillations électriques libres.

Cet exercice vise :

- l'étude de la réponse d'un dipôle *RC* à un échelon de tension ascendant ;

- l'étude des oscillations électriques libres dans un circuit *RLC* série.

On étudie la charge d'un condensateur de capacité C par un générateur idéal de tension de force électromotrice E, à travers un conducteur ohmique de résistance R et sa décharge à travers une bobine $(L,\ r)$.

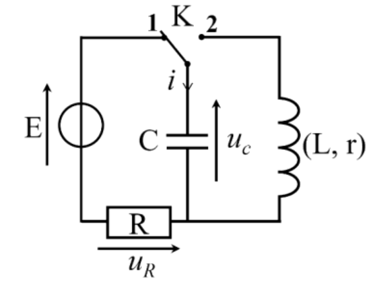


Figure 1

1. Réponse d'un dipôle *RC* à un échelon de tension ascendant

À l'instant $t=0$, on place l'interrupteur K en position 1 (Figure 1).

La figure 2 indique l'évolution temporelle de la tension u_C aux bornes du condensateur, et celle de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.

Donnée : $R=32\ k\Omega$

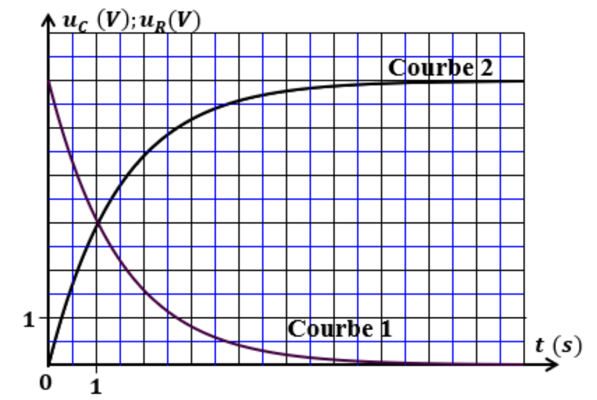


Figure 2

0,5 **1.1.** Parmi les courbes ① et ②, quelle est celle qui représente $u_C(t)$? Justifier.

0,25 **1.2.** Déterminer graphiquement la valeur de la force électromotrice E.

0,5 **1.3.** La constante de temps τ est la durée au bout de laquelle la charge du condensateur atteint 63% de sa charge maximale.
Déterminer graphiquement la valeur de τ.

0,25 **1.4.** Vérifier que $C=47\ \mu F$.

0,5 **1.5.** L'expression de la tension u_C est $u_C(t)=E.(1-e^{-t/\tau})$.
Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et choisir la lettre correspondante à la proposition vraie.
L'expression numérique de la charge $q(t)$ (en coulomb) du condensateur est :

A	$q(t)=6.10^{-4}.(1-e^{-1,5.t})$	**B**	$q(t)=2,82.10^{-4}.(1-e^{-0,67.t})$
C	$q(t)=2,82.10^{-4}.(1-e^{-666,7.t})$	**D**	$q(t)=6.(1-e^{-0,67.t})$

2. Oscillations électriques libres dans un circuit *RLC* série

Le condensateur ayant acquis sa charge maximale q_{max}. Lorsqu'on bascule l'interrupteur en position 2 (Figure 1) à un instant $t_0=0$ choisi comme nouvelle origine de temps, le condensateur se décharge. La figure 3 représente l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$.

Donnée : $r=8,6\ \Omega$

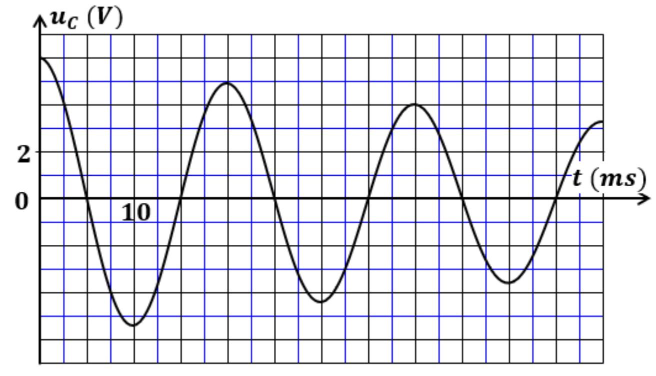


Figure 3

0,5 **2.1.** Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C.

0,25 **2.2.** Nommer le régime d'oscillation obtenu.

0,25 **2.3.** Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.

0,5 **2.4.** On considère que la pseudo période T est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur LC.
Déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. (on prend $(\pi^2=10)$).

0,75 **2.5.** Calculer la variation de l'énergie totale $\Delta\mathscr{E}$ du circuit, entre les deux instants $t_0=0$ et $t_1=2T$. Expliquer de point de vue énergétique le résultat obtenu.

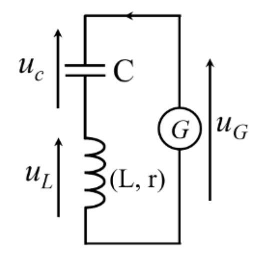


Figure 4

2.6. Pour entretenir les oscillations électriques dans le circuit, on monte en série avec le condensateur et la bobine précédemment utilisés, un générateur (G) qui délivre une tension $u_G(t)$ proportionnelle à l'intensité du courant électrique $u_G(t)=k.i(t)$ avec k une constante (Figure 4).

0,5 **2.6.1.** Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur.

0,25 **2.6.2.** Déterminer la valeur de k pour que le circuit soit siège des oscillations électriques périodiques.

Exercice 3 (5,5 points) : Mouvement d'un solide – Système oscillant (solide – ressort)

Le mouvement des systèmes mécaniques est régi par les lois de la mécanique. Pour certains systèmes déformables ou le solide est soumis à une force de rappel comme celle exercée par le ressort, le système peut avoir un mouvement oscillatoire amorti ou non amorti qui peut être analysé suite à une étude dynamique ou énergétique.

Cet exercice vise :

- **l'étude du mouvement d'un solide lancé sur un plan horizontal ;**
- **l'étude du mouvement oscillatoire d'un système (solide – ressort).**

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Mouvement d'un solide sur un plan horizontal

Dans un jeu de lancement sur un rail AB rectiligne horizontal, un solide (S_0) de masse m_0 et de centre d'inertie G est lancé à partir d'une position A avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ horizontale pour atteindre une cible (C) qui se trouve en B à la distance $d = AB$ (Figure 1).

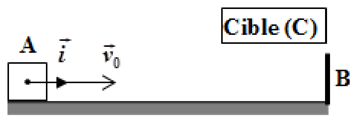


Figure 1

Le mouvement de (S_0) sur le rail AB se fait avec des frottements modélisés par une force $\vec{f}$ constante de sens opposé au sens du vecteur vitesse.

Pour étudier le mouvement de G sur AB, on choisit le repère $(A,\vec{i})$ lié à la Terre supposé galiléen.

À $t_0 = 0$: $x_G = x_A = 0$.

Données : $g = 10\ m.s^{-2}$; $d = AB = 1\ m$; $m_0 = 0{,}1 kg$.

0,5 **1.** En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'abscisse x_G s'écrit : $\dfrac{d^2x_G}{dt^2} = -\dfrac{f}{m_0}$.

0,25 **2.** En déduire la nature du mouvement de G.

3. L'équation de la vitesse $v_G(t)$ de G s'écrit : $v_G(t) = -1{,}5.t + 1{,}5 \quad (m.s^{-1})$.

0,5 **3.1.** Écrire l'expression numérique de l'équation horaire du mouvement de G.

0,25 **3.2.** Déterminer l'instant t_1 ou (S_0) s'arrête.

0,25 **3.3.** Déterminer la valeur de f.

0,5 **3.4.** Le solide (S_0) atteint-il la cible (C) ? Justifier.

0,5 **4.** Déterminer, la valeur minimale $v_{0,\min}$ de la vitesse initiale avec laquelle (S_0) doit être lancé pour qu'il atteigne la cible (C).

Partie 2 : Système oscillant (solide - ressort)

On fixe un solide (S) de masse m à un ressort R, à spires non jointives de masse négligeable et de raideur K, on obtient un oscillateur horizontal qui oscille sans frottements sur un rail horizontal.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G du solide (S) dans un repère $(O,\vec{i})$ lié à la Terre supposé galiléen (Figure 2). À l'équilibre $x_G = x_0 = 0$.

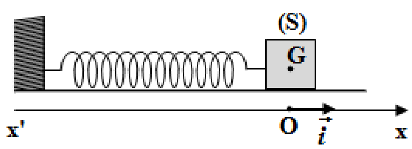


Figure 2

On écarte (S) de sa position d'équilibre d'une distance X_m et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$, le solide (S) est alors animé d'un mouvement de translation rectiligne sinusoïdal d'équation $x_G(t) = X_m.\cos(\dfrac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$.

La courbe de la figure 3 donne le diagramme des espaces $x_G(t)$ obtenu.

Donnée : $m = 200g$

0,5 **1.** Déterminer graphiquement la valeur de la période propre T_0 de l'oscillateur et celle de l'amplitude X_m des oscillations.

0,5 **2.** Écrire l'expression numérique de l'équation horaire du mouvement de G.

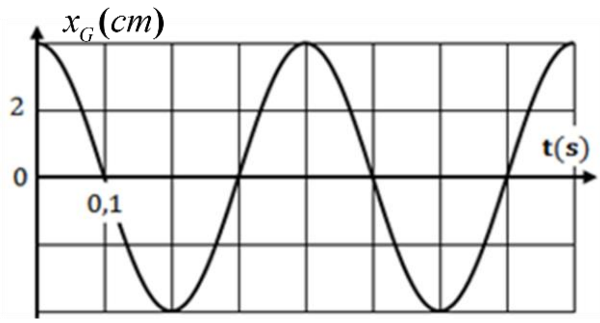


Figure 3

3. On choisit l'état où le ressort n'est pas déformé comme état de référence de l'énergie potentielle élastique E_{pe} et le plan horizontal contenant G comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp}.

La courbe de la figure 4 donne le diagramme de l'énergie potentielle élastique E_{pe} de l'oscillateur (solide – ressort).

0,5 **3.1.** Déterminer graphiquement la valeur maximale $E_{pe,\max}$ de l'énergie potentielle élastique.

0,5 **3.2.** Déduire la valeur de la raideur K du ressort.

0,75 **3.3.** Déterminer la valeur de l'énergie cinétique du solide lorsque G passe par la position d'élongation $x_G = 0,02\,m$.

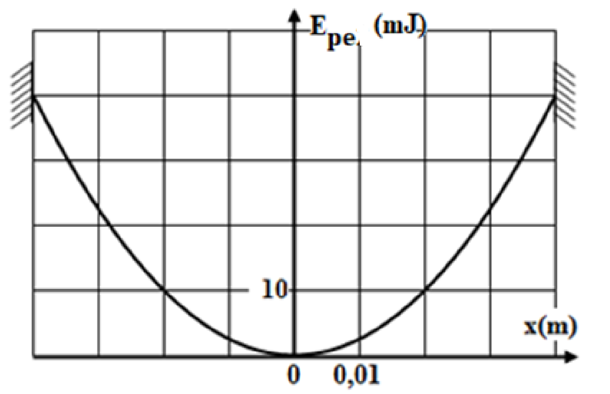


Figure 4