الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2024
- الموضوع -
SSSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SSSS | NS 28F

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

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

- ✓ *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 selon l'ordre choisi par le candidat.*

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

Exercice 1 : (7 points)

- Suivi temporel d'une transformation chimique

- Dosage d'une solution aqueuse

Exercice 2 : (2,5 points)

- Propagation d'un signal mécanique

Exercice 3 : (2 points)

- Désintégration d'un radioélément

Exercice 4 :(3,5 points)

- Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL

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

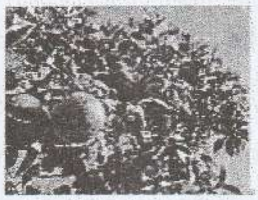
Exercice 5 : (5 points)

- Chute verticale d'une bille dans un liquide

- Mouvement d'un système mécanique

EXERCICE 1 (7 points) : Chimie

L'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$ *appelé vitamine C, est un antioxydant présent dans de nombreux fruits et légumes. La vitamine C possède des propriétés rédox et acido-basiques. Cette vitamine se dégrade à la chaleur, à l'air ;...*



On se propose d'étudier dans cet exercice :

- le suivi temporel de la dégradation de la vitamine C dans un jus d'orange,
- le dosage d'une solution aqueuse contenant de la vitamine C.

Partie 1 : Suivi temporel de la dégradation de la vitamine C dans un jus d'orange

On dispose d'une solution (S) de jus d'orange de volume $V = 200\,mL$ à une température θ . Si on expose ce jus à l'air, la vitamine C qu'il contient se dégrade par oxydation avec le dioxygène.
On suit, par dosage, l'évolution temporelle de la dégradation de cette vitamine. Le graphe de la figure1 représente l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction d'oxydation de la vitamine C. La droite (T) dans la figure 1 représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t = t_1 = 60\,h$.

1- Répondre par vrai ou faux (sans justification) aux affirmations suivantes : **(0,75 pt)**

a- La concentration initiale des réactifs est un facteur cinétique.

b- L'évolution d'un système chimique est toujours considérée comme terminée au bout d'une durée égale à deux fois le temps de demi-réaction.

c-Plus les chocs entre les espèces réactives sont nombreux et efficaces, plus la réaction chimique est rapide.

2- Déterminer graphiquement $t_{1/2}$ le temps de demi-réaction. **(0,5pt)**

3- Déterminer, en unité $mmol.L^{-1}.h^{-1}$, la vitesse volumique de la réaction à l'instant t_1 . **(1pt)**

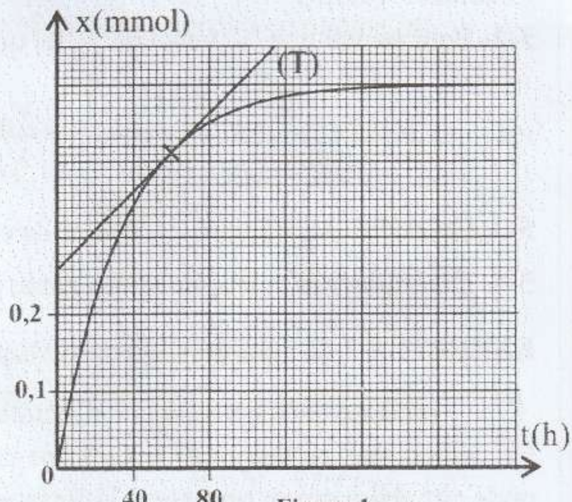


Figure 1

Partie 2 : Dosage d'une solution aqueuse de la vitamine C

Un comprimé de vitamine C contient 250 mg d'acide ascorbique. Ce comprimé a été laissé plusieurs jours à l'air libre. La vitamine C qu'il contient a réagi avec le dioxygène de l'air. On souhaite déterminer la masse d'acide ascorbique restant dans le comprimé à l'aide d'un titrage pH-métrique.

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;
- Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- L'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ est noté AH et le couple acide/base associé est $AH_{(aq)} / A^-_{(aq)}$;
- Masse molaire : $M(AH) = 176\,g.mol^{-1}$.

On écrase le comprimé laissé à l'air libre et on le dissout dans l'eau, ainsi on obtient une solution aqueuse S_A d'acide ascorbique AH de concentration molaire C_A et de volume $V_{SA} = 50,0\,mL$.

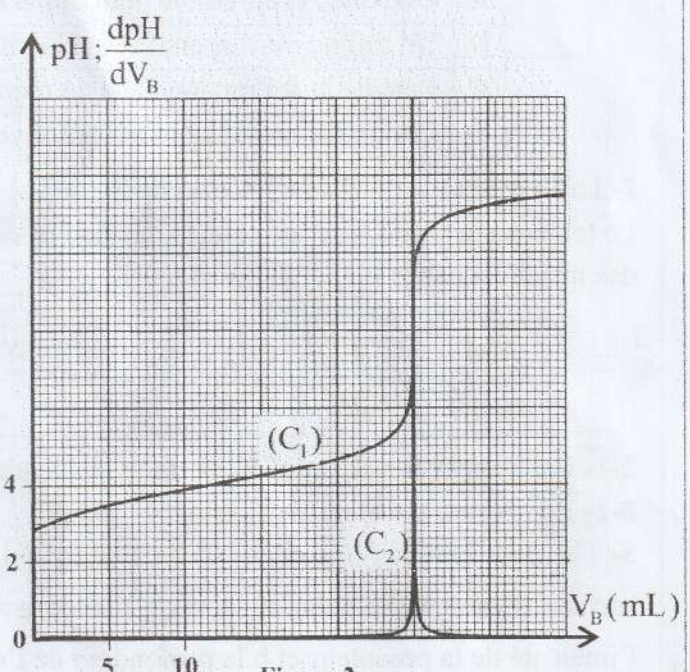


Figure 2

On prend le volume $V_A = 15,0\,mL$ de S_A auquel on ajoute progressivement un volume V_B d'une solution aqueuse S_B d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration $C_B = 1,50.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

Seule la réaction acido-basique entre l'acide ascorbique AH et l'hydroxyde de sodium sera prise en compte.

La courbe (C_1) de la figure 2 (page 2/6) représente les variations de pH du mélange réactionnel en fonction de V_B et la courbe (C_2) représente les variations de $\frac{dpH}{dV_B}$ en fonction de V_B.

1- Ecrire l'équation modélisant la réaction qui a lieu lors de ce dosage. **(0,5pt)**

2- Déterminer graphiquement le volume V_{BE} versé à l'équivalence. **(0,5pt)**

3- Déterminer la valeur de C_A. **(0,5pt)**

4- En déduire la masse m restante de vitamine C dans le comprimé laissé à l'air libre. **(0,75pt)**

5/5-1- A partir de l'expression de la constante d'acidité K_A du couple $AH_{(aq)} / A^-_{(aq)}$, établir l'expression de son pK_A en fonction de pH du mélange réactionnel et des concentrations molaires $\left[AH_{(aq)}\right]_{éq}$ et $\left[A^-_{(aq)}\right]_{éq}$ à l'équilibre. **(0,5pt)**

5-2- Pour un volume V_B versé de S_B tel que $0 < V_B < V_{BE}$ montrer, en s'aidant du tableau d'avancement de la réaction de dosage, que : $\frac{\left[AH_{(aq)}\right]_{eq}}{\left[A^-_{(aq)}\right]_{eq}} = \frac{V_{BE}}{V_B} - 1$. **(0,75pt)**

5-3- On choisit $V_B = 8,5\,mL$. Déduire de ce qui précède la valeur du pK_A du couple $AH_{(aq)} / A^-_{(aq)}$. **(0,75pt)**

5-4- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction de dosage. **(0,5pt)**

EXERCICE 2 (2,5 points) : Propagation d'un signal à la surface de l'eau

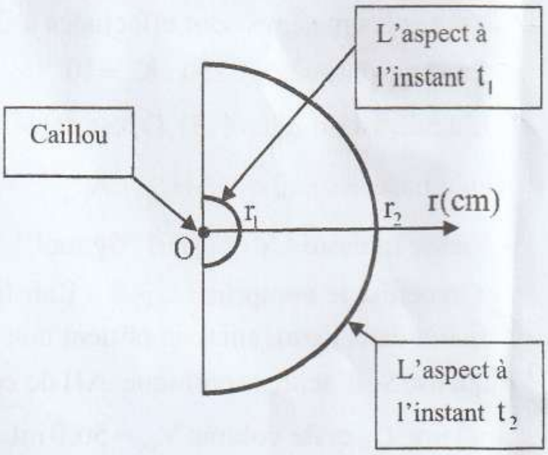
On se propose dans cet exercice d'étudier la propagation d'un signal mécanique à la surface de l'eau.
Un caillou jeté, en un point O, dans une cuve contenant de l'eau de profondeur h, provoque la formation d'une onde circulaire qui se propage à la surface de l'eau. (Figure ci-dessous)

1- Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :**(0,5pt)**

A	Une onde progressive périodique est caractérisée par sa célérité.
B	Un milieu est dispersif si la célérité de l'onde dépend de sa période T.
C	Lors de la diffraction dans un même milieu, la célérité de l'onde est modifiée.
1 D	Les ondes mécaniques progressives peuvent se propager dans le vide.

2- La figure suivante donne l'aspect de la surface de l'eau à deux instants t_1 et t_2.
Le tableau suivant donne les valeurs des rayons du front d'onde à des instants donnés :

t(s)	0	t_1	$t_2 = t_1 + 1,5$
r(cm)	0	$r_1 = 14$	$r_2 = 56$



2-1- Déterminer la valeur de la célérité v de l'onde. **(0,5pt)**

2-2- En déduire la valeur de l'instant t_2. **(0,5pt)**

3- On peut estimer la célérité v de l'onde qui se propage à la surface d'eau par la relation : $v = \sqrt{g.h}$ avec $g = 9,8\ m.s^{-2}$ étant l'intensité de la pesanteur et h la profondeur de l'eau.

3-1- En utilisant les équations aux dimensions, vérifier l'homogénéité de cette relation. **(0,5pt)**

3-2- Calculer h. **(0,5pt)**

EXERCICE 3 (2 points) : Désintégration de l'iridium 192

La curiethérapie est une technique qui consiste à traiter des tumeurs cancéreuses par insertion d'une source radioactive à proximité de ces tumeurs. L'un des éléments radioactifs utilisés pour cette technique est l'iridium 192 : $^{192}_{77}Ir$ *. La source radioactive émet des rayonnements qui détruisent les cellules tumorales qu'ils traversent.*

Lors du traitement d'une tumeur, l'iridium 192 donne, essentiellement par désintégration, un noyau de platine $^{192}_{78}Pt$ et une particule chargée avec émission d'un rayonnement γ (gamma).

Donnée : La demi-vie de l'iridium 192 : $t_{1/2} = 74\text{ jours} = 6,3936.10^6\text{ s}$.

1- Déterminer la composition du noyau de l'iridium $^{192}_{77}Ir$. **(0,5pt)**

2- Écrire l'équation de désintégration de l'iridium 192 en précisant le type de cette désintégration. **(0,5pt)**

3-On suppose que le corps humain ne contient pas initialement de l'iridium. A la date $t=0$, on implante à un patient un fil métallique contenant une source d'iridium192. L'activité de cette source à cette date est : $a_0 = 1,08.10^{-2}\text{ Bq}$.

3-1- Calculer N_0 le nombre de noyaux d'iridium 192 se trouvant dans cette source à $t=0$. **(0,5pt)**

3-2- Déterminer N_d le nombre de noyaux d'iridium 192 désintégrés au bout de deux ans $(\Delta t = 730\text{ jours})$. Commenter le résultat obtenu. **(0,5pt)**

EXERCICE 4 (3,5 points): Electricité

Dans les circuits électriques, une bobine peut se comporter comme un conducteur ohmique ou différemment selon le type du courant électrique utilisé et les condensateurs peuvent stocker de l'énergie et la restituer en cas de besoin.

On se propose dans cet exercice d'étudier :
- la décharge d'un condensateur dans un dipôle RL ,
- la réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension.

1-Décharge d'un condensateur dans un dipôle RL

Le circuit électrique de la figure 1 comporte :
- un condensateur de capacité $C = 0,22\text{ nF}$,
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ,
- un conducteur ohmique de résistance R ajustable,
- un interrupteur K .

Le condensateur est initialement chargé totalement par un générateur de tension idéale de force électromotrice E .

On ajuste la résistance R à une valeur $R = R_0$.

On ferme l'interrupteur K à l'instant $t=0$.

La courbe de la figure 2 représente l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

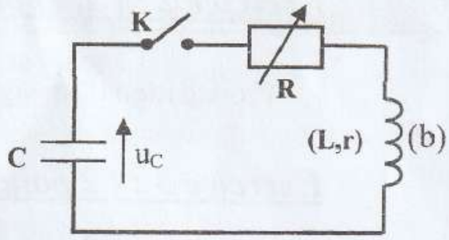


Figure 1

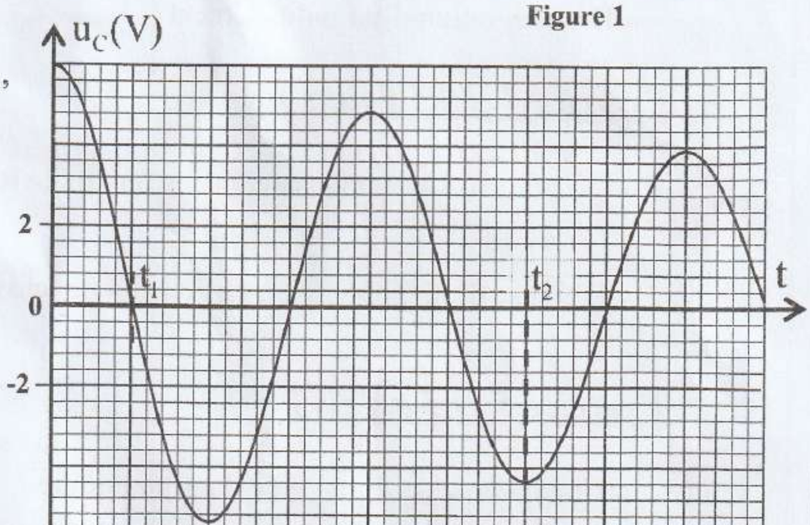


Figure 2

1-1- Expliquer de point de vue énergétique l'amortissement observé des oscillations dans le circuit. **(0,25pt)**

1-2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. **(0,5pt)**

1-3- Indiquer, en justifiant, dans quel dipôle est principalement emmagasinée l'énergie totale de l'oscillateur à l'instant t_1 puis à l'instant t_2 (figure 2). **(0,5pt)**

1-4- Calculer $E_j = |\Delta E_t|$ l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants $t=0$ et $t=t_2$. **(0,75pt)**

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

On réalise le circuit schématisé dans la figure 3 en utilisant le générateur de tension de force électromotrice $E=6\,V$; la bobine (b) et le conducteur ohmique de résistance R ajustable et l'interrupteur K, précédemment utilisés.

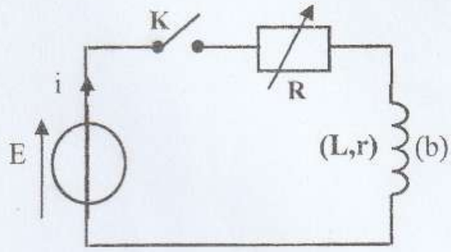


Figure 3

On ajuste la valeur de la résistance R à une valeur R_1 et on ferme l'interrupteur K à l'instant $t_0=0$.

2-1- En appliquant la loi d'additivité des tensions, montrer que : $\frac{di}{dt} = -\left(\frac{R_1+r}{L}\right)i + \frac{E}{L}$. **(0,5pt)**

2-2- La courbe de la figure 4 représente les variations de $\frac{di}{dt}$ en fonction de l'intensité i.

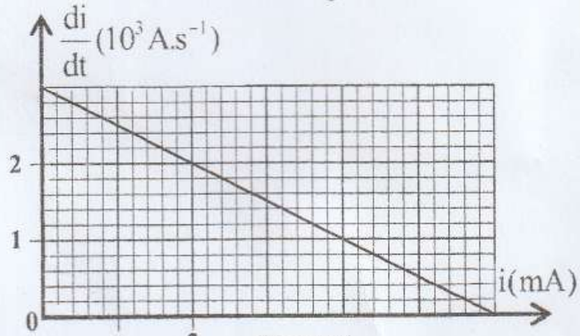


Figure 4

En s'aidant du graphe de la figure 4 :

2-2-1- Vérifier que la valeur de L est : $L=2\,mH$. **(0,5pt)**

2-2-2- Déterminer la valeur de la constante de temps τ du circuit. **(0,5pt)**

EXERCICE 5 (5 points): Mécanique

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Chute verticale d'une bille dans un liquide

On étudie le mouvement, dans un liquide (L), d'une bille (S) de centre d'inertie G, homogène, de masse m_B, de volume V_B et de masse volumique ρ_B.

On étudie le mouvement de G dans un repère $(O,\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

On repère la position de G à chaque instant t par la cote z sur l'axe vertical $(O,\vec{k})$ dirigé vers le bas.

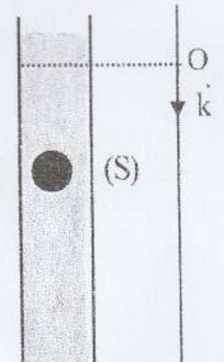


Figure 1

A l'instant de date t_0, prise comme origine des dates $(t_0=0)$, on lâche la bille dans le liquide (L) sans vitesse initiale d'une position où la cote de G est nulle $(z=0)$ (figure 1).

Au cours de la chute dans le liquide, la bille (S) est soumise, en plus de son poids, à :

- la force de frottement fluide : $\vec{f} = -\mu.\vec{v}$ où $\vec{v} = v_z.\vec{k}$ et μ le coefficient de frottement fluide ;
- la poussée d'Archimède: $\vec{F} = -\rho_L.V_B.\vec{g}$ où g est l'intensité de la pesanteur et ρ_L la masse volumique du liquide (L).

Données : - Intensité de la pesanteur : $g=10\,m.s^{-2}$; $m_B=5,0\,g$; $\rho_B=5,526.10^3\,kg.m^{-3}$

1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que la vitesse $v_z(t)$ de G obéit à l'équation différentielle: $\frac{dv_z}{dt}+\frac{1}{\tau}v_z=g\left(1-\frac{\rho_L}{\rho_B}\right)$ avec τ le temps caractéristique du mouvement de (S). **(0,75 pt)**

2- 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 2 représentant l'évolution temporelle de la vitesse $v_z(t)$ de G.

Dans la figure 2, (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_0=0$.

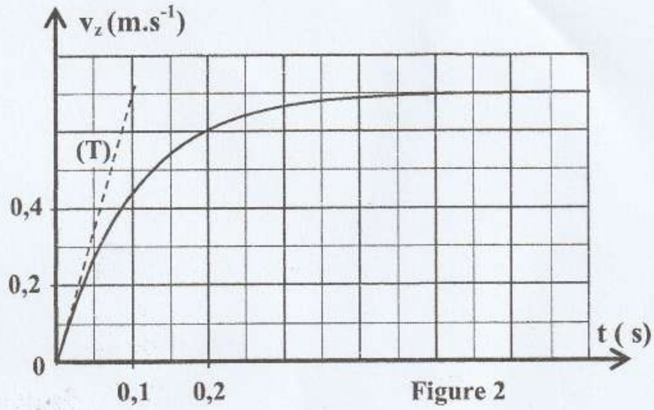


Figure 2

Par exploitation de la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de:

2-1- la vitesse limite v_ℓ du mouvement de G. **(0,25 pt)**

2-2- τ le temps caractéristique du mouvement de G. **(0,25 pt)**

2-3- l'accélération a_0 du mouvement de G à l'instant $t_0=0$. **(0,5 pt)**

3- Déduire la valeur de μ et celle de ρ_L. **(1 pt)**

Partie 2 : Mouvement d'un système mécanique

On se propose d'étudier le mouvement d'un système mécanique et de déterminer quelques paramètres de ce mouvement. Ce système mécanique représenté sur la figure 3 est constitué :

- d'une charge (C) de masse m et de centre d'inertie G susceptible de glisser sans frottement sur un plan incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal ;
- d'un cylindre $(\mathscr{C})$ de rayon r et de moment d'inertie J_Δ par rapport à son axe de rotation (Δ). Le cylindre est susceptible de tourner sans frottement autour de l'axe (Δ) sous l'effet d'un couple moteur de moment $\mathcal{M}$ constant ;
- d'un câble inextensible de masse négligeable qui s'enroule sans glissement sur $(\mathscr{C})$ et attaché à la charge (C).

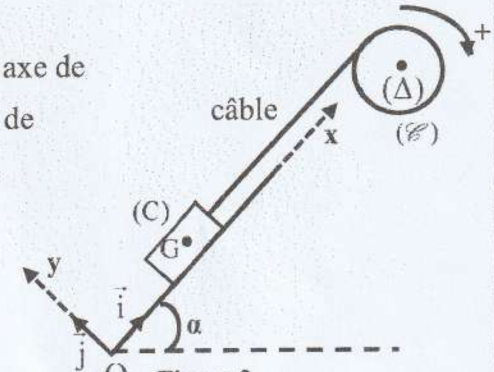


Figure 3

Données : Intensité de la pesanteur : $g=10\,m.s^{-2}$; $r=10\,cm$;
$m=100\,kg$; $\alpha=45^\circ$; $J_\Delta=2.10^{-2}\,kg.m^2$.

On étudie le mouvement du système mécanique $\{(C);(\mathscr{C})\}$ dans un repère lié à un référentiel terrestre supposé galiléen.

On repère la position d'un point du cylindre à chaque instant t par son abscisse angulaire θ et la position du centre d'inertie G de (C) par son abscisse x suivant l'axe $(O,\vec{i})$.

1- L'équation horaire du mouvement d'un point du cylindre $(\mathscr{C})$ s'écrit : $\theta(t)=20t^2$ avec θ en rad et t en s.

1-1- Vérifier que l'accélération du mouvement de G est : $a_G=4\,m.s^{-2}$. **(0,5 pt)**

1-2- Déterminer la distance d parcourue par G pendant les deux premières secondes. **(0,75 pt)**

2- En appliquant la deuxième loi de Newton et la relation fondamentale de la dynamique dans le cas de la rotation au système mécanique $\{(C);(\mathscr{C})\}$, montrer que $\mathcal{M}=\frac{a_G}{r}(J_\Delta+m.r^2)+mgr\sin\alpha$.

Calculer la valeur de $\mathcal{M}$. **(1 pt)**