Φ

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك الدولية
الدورة العادية 2022
– الموضوع –

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

SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SS

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

Exercice 1 (7 points):

- Chromage d'une plaque d'acier par électrolyse
- Etude de quelques propriétés d'une solution aqueuse d'acide propanoïque

Exercice 2 (3,5 points):

- Ondes sonores
- Désintégration de l'iode 131

Exercice 3 (4,5 points):

- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension
- Oscillations libres dans un circuit RLC série

Exercice 4 (5 points):

- Etude de la chute d'une bille dans un liquide visqueux
- Etude du mouvement d'un satellite artificiel

Barème

EXERCICE 1 (7 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Chromage d'une plaque d'acier par électrolyse

L'électrolyse est un processus de conversion de l'énergie électrique en énergie chimique. Parmi ses applications on trouve la couverture d'objets par une fine couche de métal et ce pour les protéger de la corrosion.

On se propose, dans cette partie, d'étudier le chromage d'une plaque d'acier par électrolyse.

Données :

- Les couples mis en jeu : $Cr^{3+}_{(aq)} / Cr_{(s)}$ et $O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$;
- $1F = 96500\,C.mol^{-1}$;
- Masse molaire du chrome : $M(Cr) = 52\,g.mol^{-1}$.

Pour réaliser cette électrolyse, on plonge totalement une plaque en acier dans une solution aqueuse de chlorure de chrome (III) $Cr^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)}$ et on la relie à l'un des pôles d'un générateur G. L'autre pôle du générateur est relié à une électrode en graphite (figure1). En fermant l'interrupteur K, un courant électrique d'intensité constante $I = 2\,A$ circule alors dans le circuit. On observe un dégagement de dioxygène $O_{2(g)}$ au niveau de l'électrode en graphite et un dépôt uniforme de chrome sur la plaque d'acier.

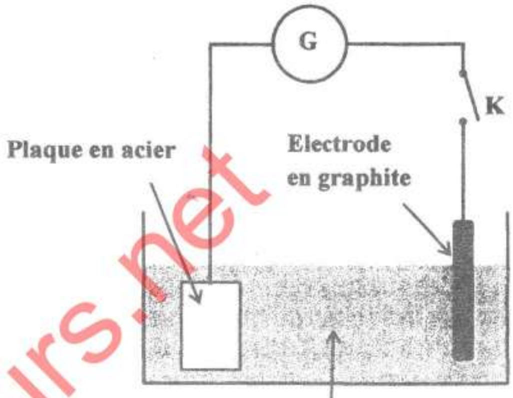

Figure1

0,5 1. Identifier l'électrode qui joue le rôle de la cathode. Justifier votre réponse.

2. Recopier le numéro de la question et choisir, parmi les réponses proposées, celle qui est juste.

0,5 2.1. L'équation de la réaction au niveau de l'électrode de graphite s'écrit ainsi :

A	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	B	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$
C	$2O^{2-}_{(aq)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4e^-$	D	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$

0,5 2.2. L'équation de la réaction au niveau de la plaque d'acier s'écrit ainsi :

A	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	B	$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$
C	$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$	D	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$

0,75 3. L'électrolyse a duré $\Delta t = 2\,h$. Déterminer la masse m(Cr) de chrome déposé sur la plaque d'acier.

Partie 2 : Etude de quelques propriétés d'une solution aqueuse d'acide propanoïque

L'acide propanoïque, de formule C_2H_5-COOH, est utilisé comme conservateur alimentaire. On l'utilise aussi dans la synthèse des anti-inflammatoires. L'acide propanoïque intervient également dans de nombreuses synthèses organiques.

L'objectif de cette partie est d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse d'acide propanoïque.

1. Solution aqueuse d'acide propanoïque

On prépare une solution aqueuse S_a d'acide propanoïque de concentration $C_a = 5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

La mesure du pH de la solution S_a donne $pH = 3,1$.

0,5 **1.1.** Écrire l'équation de la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau.

0,75 **1.2.** Calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction. Que peut-on conclure ?

0,75 **1.3.** Exprimer le quotient de réaction $Q_{r,éq}$ à l'équilibre en fonction de C_a et $\left[H_3O^+_{(aq)}\right]_{éq}$.

Calculer sa valeur.

0,5 **1.4.** En déduire la valeur du pK_A du couple $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$.

2-Dosage d'une solution aqueuse d'acide propanoïque

Pour vérifier la valeur de la concentration C_a de la solution S_a, on réalise le dosage pH-métrique d'un volume V_a= 20mL de la solution S_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration $C_b = 5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

Sur la figure 2, sont représentées la courbe donnant les variations du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_b de la solution S_b versée et la courbe $\dfrac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$.

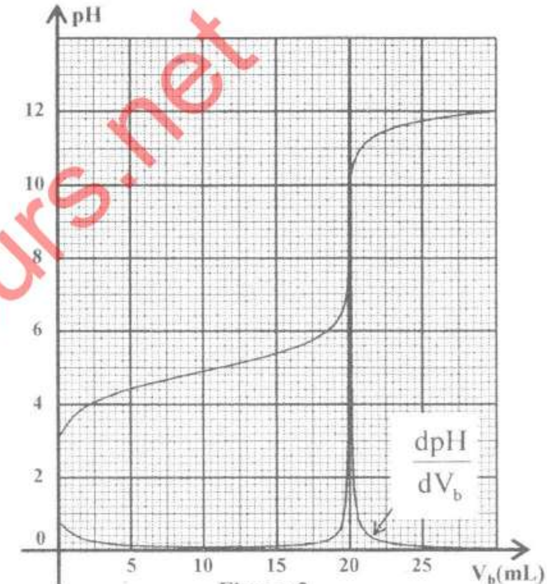

Figure 2

0,5 **2.1.** Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

0,25 **2.2.** Déterminer graphiquement le volume V_{bE} de la solution S_b versé à l'équivalence.

0,5 **2.3.** Vérifier la valeur de la concentration C_a.

0,5 **2.4.** La solution S_a a été préparée en diluant 10 fois une solution aqueuse S_0 d'acide propanoïque. Déterminer la masse m d'acide propanoïque pur dissout dans un litre de la solution S_0.

On donne : la masse molaire de l'acide propanoïque $M = 74\,g.mol^{-1}$.

0,5 **2.5.** Pour un volume $V_b = 5\,mL$ de la solution S_b versée, déterminer le pourcentage de la forme acide du couple $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$ dans le mélange réactionnel.

EXERCICE 2 (3,5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Propagation des ondes sonores dans l'air

Pour déterminer la célérité des ondes sonores dans l'air, on réalise le montage expérimental représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage est constitué d'un émetteur E et d'un récepteur R d'ondes sonores distants de L =85 cm. Une onde sonore émise par E, se propageant dans l'air, est reçue par R.

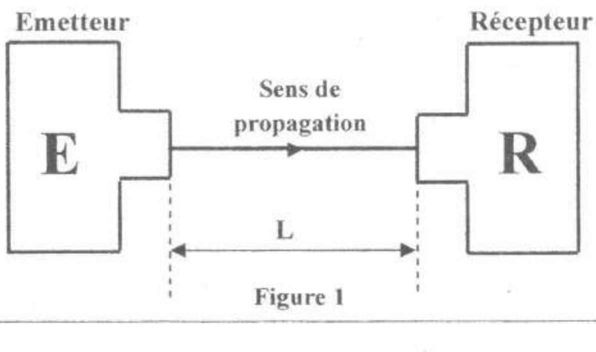

Figure 1

On visualise à l'aide d'un système d'acquisition informatisé, à la fois, le signal (a) émis et le signal (b) reçu (figure 2).

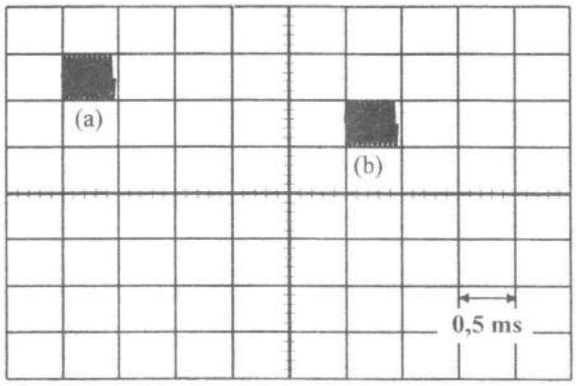

Figure 2

1. Recopier le numéro de la question et répondre par vrai ou faux.

0,25 **1.1.** L'onde sonore est une onde transversale.

0,25 **1.2.** L'onde sonore ne se propage pas dans le vide.

0,25 **2.** Déterminer la durée Δt mise par le signal pour arriver au récepteur R.

0,5 **3.** Calculer la célérité v des ondes sonores dans l'air.

Partie 2 : Désintégration de l'iode 131

L'iode131 ($^{131}_{53}I$) est radioactif β^-. Il est utilisé à faibles doses dans des applications médicales visant l'étude du dysfonctionnement de la thyroïde ou le traitement de certaines maladies liées à cette glande.

La désintégration d'un noyau d'iode 131 produit un noyau $^{A}_{Z}X$.

On se propose, dans cette partie, d'étudier la désintégration de l'iode 131.

Données :

Elément	Tellure		Xénon		Césium	
Quelques isotopes de l'élément	$^{131}_{52}Te$	$^{132}_{52}Te$	$^{130}_{54}Xe$	$^{131}_{54}Xe$	$^{127}_{55}Cs$	$^{132}_{55}Cs$

- Masse du noyau d'iode 131 : $m(^{131}_{53}I) = 130,906125$ u ;
- Masse du noyau $^{A}_{Z}X$: $m(^{A}_{Z}X) = 130,905082$ u ;
- Masse de la particule β^- : $m(\beta^-) = 5,48580.10^{-4}$ u ;
- Unité de masse atomique : $1u = 931,5 MeV.c^{-2}$.

0,5 **1.** Ecrire l'équation de désintégration de l'iode131 en identifiant le noyau $^{A}_{Z}X$ produit au cours de cette désintégration.

0,5 **2.** Calculer, en MeV, l'énergie libérée $|\Delta E|$ par la désintégration d'un noyau d'iode 131.

3. On injecte à un patient, à un instant choisi comme origine des dates, une dose d'une solution d'iode 131 dont l'activité à cet instant est a_0. La courbe de la figure 3 représente les variations de l'activité a(t) de cette dose en fonction du temps.

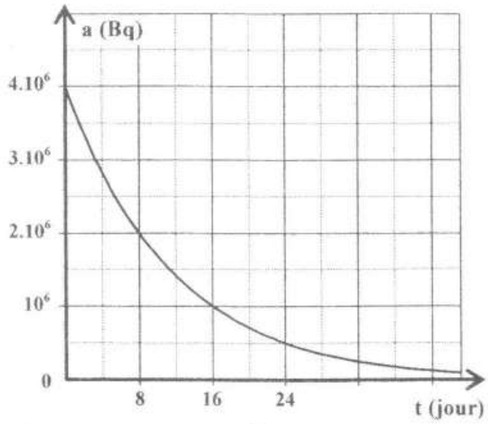

Figure 3

0,25 **3.1.** Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ de l'iode 131.

0,5 **3.2.** Calculer le nombre N_0 de noyaux d'iode présents dans la dose à $t = 0$.

0,5 **3.3.** En utilisant la loi de décroissance radioactive, déterminer, en jours, l'instant t_1 où 95% des noyaux d'iode 131 se sont désintégrés.

EXERCICE 3 (4,5 points)

Cet exercice se propose:
- de déterminer la capacité d'un condensateur;
- de déterminer l'inductance d'une bobine;
- d'effectuer une étude énergétique d'un circuit RLC série.

On réalise le montage électrique schématisé sur la figure 1. Ce montage est constitué des éléments suivants :
- un générateur idéal de tension de force électromotrice E;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé;
- une bobine d'inductance L et de résistance r;
- un conducteur ohmique de résistance R;
- un interrupteur K à double position.

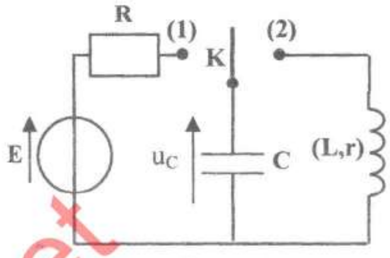

Figure 1

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

A un instant choisi comme origine des dates $t = 0$, on place l'interrupteur K sur la position (1). Les courbes (C_1) et (C_2) de la figure 2 représentent l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et celle de l'intensité i(t) du courant électrique qui circule dans le circuit. La droite (T) étant la tangente à la courbe (C_1) au point d'abscisse $t = 0$.

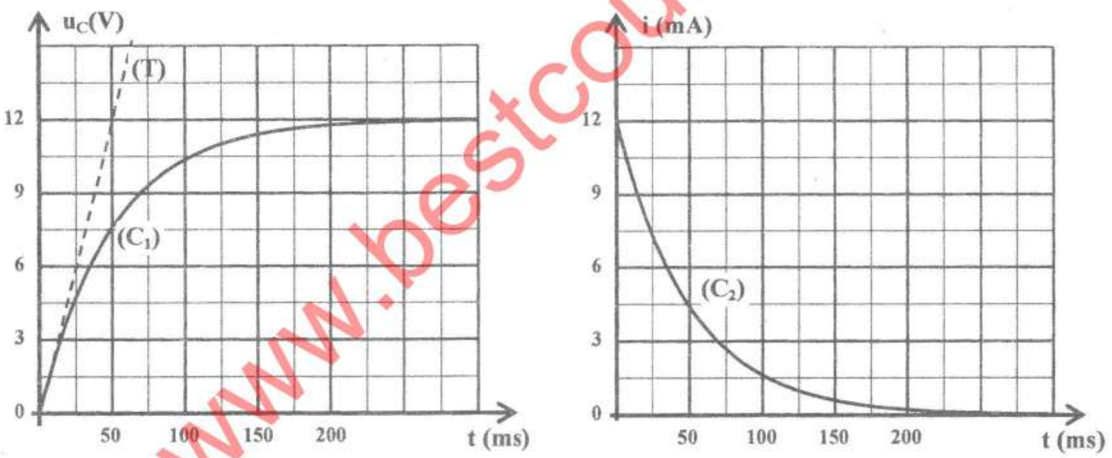

Figure 2

0,25 **1.1.** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ s'écrit sous la forme:

$$\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{RC}u_C=\frac{E}{RC}.$$

1.2. La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C(t)=E(1-e^{-\frac{t}{RC}})$.

0,5 **1.2.1.** Etablir l'expression de l'intensité du courant i(t) en fonction de E, R, C et t.

0,5 **1.2.2.** En exploitant les courbes de la figure 2, déterminer la valeur de R.

0,25 **1.2.3.** Montrer que la capacité C du condensateur est : $C = 50\mu F$.

2. Oscillations libres dans un circuit RLC série

Après avoir totalement chargé le condensateur de capacité $C = 50\mu F$, on bascule l'interrupteur K sur la position (2) à un instant choisi comme nouvelle origine des dates $t = 0$. Ce condensateur se décharge alors dans la bobine d'inductance L et de résistance r (figure 1).

2.1. Premier cas :

On suppose, dans ce cas, que la résistance de la bobine est négligeable.

0,25 **2.1.1.** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ s'écrit sous la forme :

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

0,5 **2.1.2.** Choisir, parmi les courbes (C_1), (C_2) et (C_3) de la figure 3, la courbe qui représente l'évolution de la tension $u_C(t)$. Justifier votre réponse.

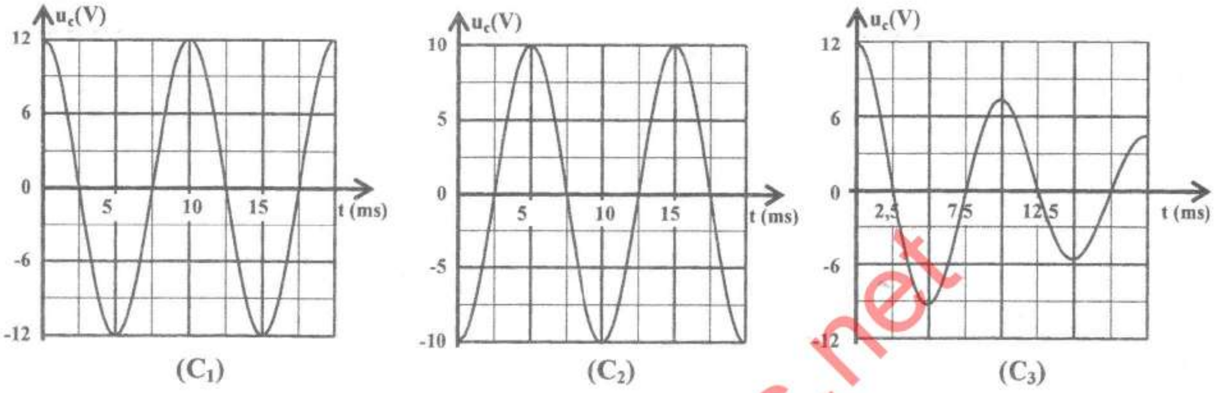

Figure 3

2.1.3. La solution de l'équation différentielle précédente est : $u_c(t)=U_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$ où U_0 est la valeur maximale de la tension et T_0 la période propre des oscillations.

0,5 **a-** Trouver l'expression de T_0 en fonction de L et C.

0,5 **b-** Montrer que la valeur de l'inductance est : $L=0,05\,H$. (on prend $\pi^2=10$).

2.2. Deuxième cas :

En réalité, la résistance de la bobine n'est pas négligeable. On visualise dans ce cas, à l'aide d'un système d'acquisition informatisé, les courbes représentant l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur et celle de l'intensité du courant $i(t)$ qui traverse le circuit (figure 4).

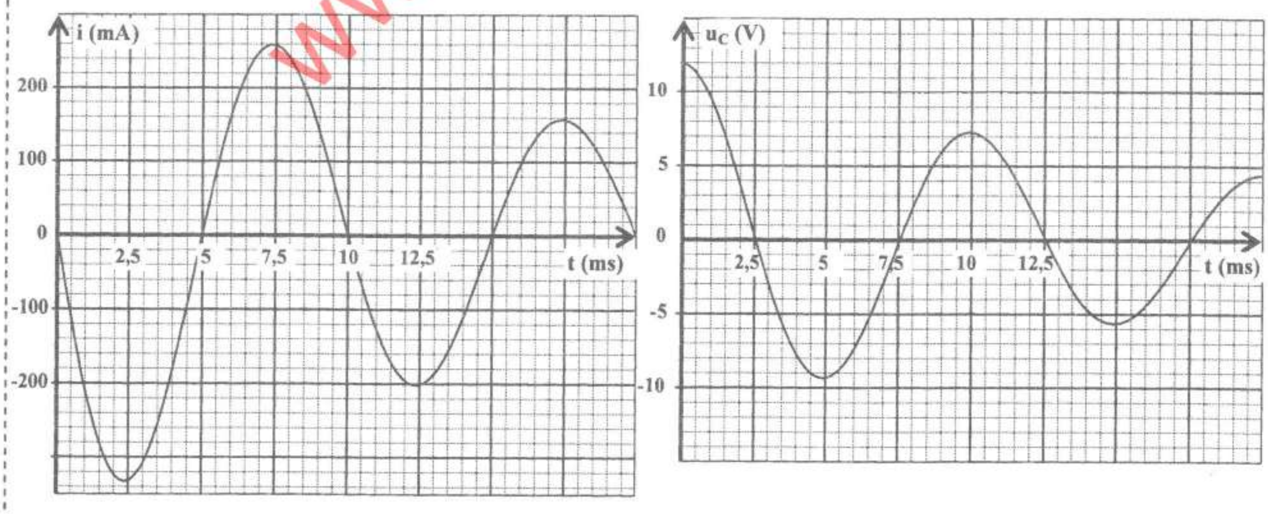

Figure 4

0,5 **2.2.1.** Ecrire l'expression de l'énergie totale E_t du circuit en fonction de C, $u_C(t)$, L et $i(t)$.

0,75 **2.2.2.** En exploitant les courbes de la figure 4, trouver l'énergie ΔE dissipée dans le circuit entre les instants $t_0=0$ et $t_1=9\,ms$.

EXERCICE 4 (5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Etude de la chute d'une bille dans un liquide visqueux

On se propose dans cette partie, de déterminer la masse volumique ρ_r d'huile de ricin.

On libère, sans vitesse initiale, une bille homogène en acier dans une éprouvette remplie d'huile de ricin. Cette bille a une masse m et une masse volumique ρ_a.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la bille dans un repère $(O,\vec{k})$ lié à un référentiel terrestre considéré comme galiléen (figure 1).
La bille est soumise, durant sa chute verticale dans le liquide, à l'action de trois forces :

- son poids $\vec{P}$.
- la poussée d'Archimède $\vec{F_a}$ de direction verticale, de sens vers le haut et d'intensité $F_a = \rho_r.V.g$ où V est le volume de la bille et g l'accélération de la pesanteur.
- la force de frottement fluide, modélisée par le vecteur $\vec{F} = -k.\vec{v}$ où k est une constante positive et $\vec{v}$ le vecteur vitesse de G à un instant t.

Un système d'acquisition informatisé permet d'obtenir la courbe de la figure 2 représentant l'évolution de la vitesse v(t).
La droite (T) étant la tangente à la courbe au point d'abscisse t=0.

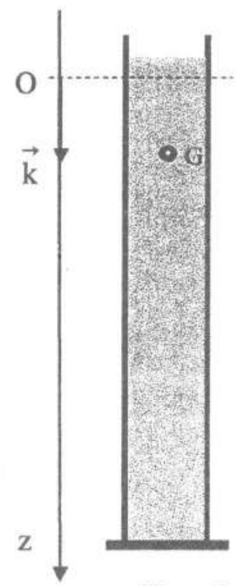

Figure1

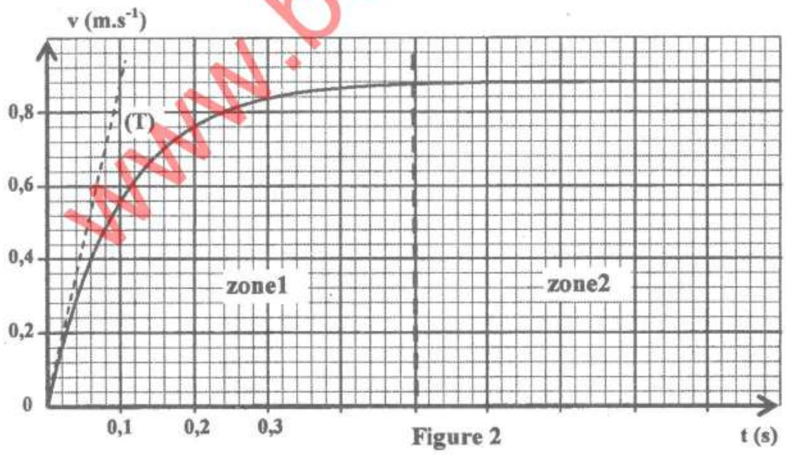

Figure 2

Données : $m = 10\text{ g}$; $\rho_a = 7,8\text{ g.cm}^{-3}$; $g = 10\text{ m.s}^{-2}$.

0,5 **1.** La courbe de la figure 2 présente deux zones. Attribuer à chaque zone le régime correspondant.

0,75 **2.** Par application de la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement de G s'écrit ainsi : $\frac{dv}{dt}+\frac{1}{\tau}.v = g(1-\frac{\rho_r}{\rho_a})$ où τ est le temps caractéristique du mouvement qu'on exprimera en fonction de m et k.

3. Déterminer graphiquement :

0,5 **3.1.** la valeur de τ puis en déduire, dans le système international d'unités, la valeur de k.

0,25 **3.2.** la valeur de la vitesse limite V_ℓ.

0,75 **4**. Trouver l'expression de la masse volumique ρ_r de l'huile de ricin en fonction de τ, g, ρ_a et V_ℓ. Calculer sa valeur.

Partie 2 : Etude du mouvement d'un satellite artificiel

Les satellites artificiels sont placés en orbite autour de la Terre, pour des utilisations variées telles la météorologie, les télécommunications, la recherche scientifique ainsi que le contrôle des frontières...

L'objectif de cette partie est d'étudier quelques grandeurs caractérisant le mouvement d'un satellite artificiel autour de la Terre.

On étudie le mouvement d'un satellite artificiel S de masse m_s dans un référentiel géocentrique supposé galiléen.

On admet que la Terre présente une distribution de masse à symétrie sphérique.

On néglige toutes les forces exercées sur le satellite S devant la force d'attraction universelle exercée par la Terre ainsi que les dimensions de S devant la distance qui le sépare du centre O de la Terre.

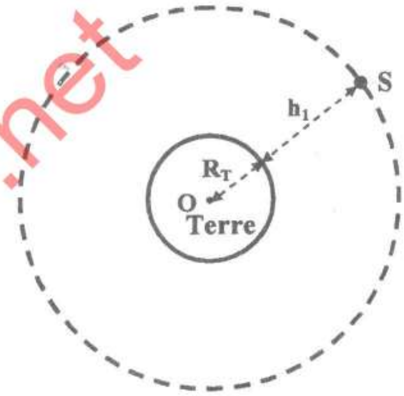

Figure 3

Données :

- Masse de la Terre : $M_T = 5,97.10^{24}$kg;
- Rayon de la Terre : $R_T = 6380$ km ;
- Constante de gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11}\,N.m^2.kg^{-2}$.

1. Ce satellite est placé sur une orbite circulaire de centre O et de rayon $r = R_T + h_1$, où $h_1 = 1000$ km (figure 3).

0,5 **1.1.** Choisir, parmi les propositions suivantes, celle qui est juste. L'expression de l'intensité de la force de gravitation universelle exercée par la Terre sur le satellite est :

A	$F_{T/S} = G\dfrac{M_T.m_s}{h_1^2}$	B	$F_{T/S} = G\dfrac{M_T.m_s}{(R_T+h_1)^2}$	C	$F_{T/S} = G\dfrac{M_T.m_s}{R_T^{\ 2}}$	D	$F_{T/S} = G\dfrac{(M_T.m_s)^2}{(R_T+h_1)^2}$

0,5 **1.2.** En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'expression de la vitesse v de S est : $v = \sqrt{\dfrac{G.M_T}{R_T + h_1}}$.

0,5 **1.3.** Vérifier que la période de révolution du mouvement de S autour de la Terre est : $T_1 \approx 1,75\,h$.

0,75 **2.** Le satellite S est placé sur une autre orbite circulaire située à une altitude h_2 de la surface de la Terre. Il a alors un mouvement circulaire uniforme de période de révolution $T_2 = 24\,h$.

En utilisant la troisième loi de Kepler, déterminer l'altitude h_2.