

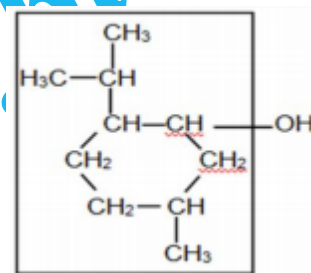
Donner l'expression littérale avant toute application numérique

**Exercice 1: (4,5 points)**

La menthe poivrée, calmante mais aussi stimulante, digestive, antispasmodique et antiseptique est bien connue pour ses bienfaits depuis des siècles. Utilisée en parfumerie, son huile essentielle contient un ester très odorant: l'éthanoate de menthyle que l'on peut synthétiser en laboratoire, à partir de menthol et d'un acide carboxylique.

**1. Préliminaires:** La formule semi-développée du menthol est représentée ci-contre.

Dans la suite de l'exercice, on le notera pour simplifier **R-OH** ou **R** est le groupement encadré.



**1.1.** À quelle famille chimique appartient le menthol ? **(0,25 pt)**

**1.2.** Donner le nom et la formule semi-développée de l'acide carboxylique qui, par réaction avec le menthol, permet de synthétiser l'éthanoate de menthyle. **(0,5 pt)**

**1.3.** À l'aide des formules semi-développées (simplifiée pour le menthol), écrire l'équation de la réaction de synthèse de l'ester. **(0,25 pt)**

**1.4.** On mélange à l'instant initial 0,10 mol d'acide carboxylique précédent et 0,10 mol de menthol quel est le rendement théorique de l'estérification. **(0,25 pt)**

**2. Synthèse de l'éthanoate de menthyle:** Protocole expérimental de l'expérience n°1: Afin de synthétiser l'éthanoate de menthyle, on introduit dans un erlenmeyer maintenu dans la glace:

❖ 0,10 mol d'acide carboxylique précédent

❖ 0,10 mol de menthol

❖ quelques gouttes d'acide sulfurique concentré On répartit de façon égale le mélange dans 10 tubes à essais que l'on surmonte d'un réfrigérant à air.

On plonge simultanément les 10 tubes dans un bain marie thermostaté à 70°C et on déclenche le chronomètre. À intervalles de temps réguliers, on place un tube à essai dans un bain d'eau glacée et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) en présence d'un indicateur coloré approprié. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe d'évolution de la quantité de matière d'ester formée en fonction du temps ( $n_{\text{esterformé}} = f(t)$ ) donnée en **ANNEXE graphique A:**

**2.1.** Pourquoi faut-il placer les tubes à essais dans la glace avant titrage ? Justifier votre réponse. **(0,5 pt)**

**2.2.** Écrire, à l'aide des formules semi-développées, l'équation de la réaction associée au titrage de l'acide carboxylique par la solution d'hydroxyde de sodium. **(0,5 pt)**

**3. Exploitation des résultats:**

**3.1.** À l'aide du graphique A de l'annexe, calculer le rendement de la réaction. Conclure. **(0,5 pt)**

**3.2.** Comment évaluer graphiquement la vitesse de la réaction ? **(0, 25 pt)**

**3.3.** Comparer les vitesses  $v_1$  ( $t = t_1$ ) et  $v_2$  ( $t = t_2$ ) et justifier l'évolution de la valeur de la vitesse de la réaction au cours du temps. **(0,5 pt)**

**3.4.** Donner l'expression de la vitesse moyenne entre les dates  $t_1$  et  $t_2$ . **(0,5 pt)**

**3.5.** Déterminer en fonction de  $t_1$  une valeur approchée de  $t_{1/2}$ . **(0,5 pt)**

**Exercice 2 : (3,5 points)**

Un alcool A, à chaîne saturée, a pour masse molaire **M = 74 g/mol**.

**1.** Déterminer sa formule brute. Donner les formules semi-développées possibles. **(1,5 pts)**

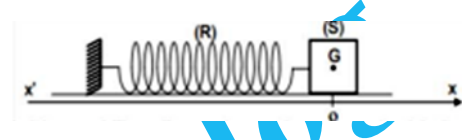
**2.** L'un de ces isomères (A1) subit une oxydation ménagée par une solution aqueuse de dichromate de potassium donne un corps B qui réagit avec la 2,4-DNPH mais sans action sur le réactif de Schiff.

**2.1.** Identifier l'alcool A1 en précisant son nom et sa classe. **(0,5 pt)**

- 2.2. Quelles sont la fonction chimique et la formule semi-développée du corps B ? (0,5 pt)
3. Dans un tube placé à une température constante, et en présence de traces d'acide sulfurique, on introduit **5 millimoles** d'acide éthanóique (acide acétique) et **5 millimoles** de l'alcool A1.
- 3.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se déroule dans le tube. Quelles sont ses caractéristiques? (0,5 pt)
- 3.2. On attend suffisamment longtemps pour considérer que la réaction n'évolue plus et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration massique  $C_m = 4 \text{ g/L}$ . L'équivalence est atteinte après qu'on ait versé  $V_E = 20 \text{ mL}$  de la solution basique. Calculer le pourcentage d'acide éthanóique estérifié. (0,5 pt)

### Exercice 3: (5 points)

On considère un pendule élastique formé par un solide (S) de masse  $m$  et un ressort (R) à spires non jointives et de raideur  $K$ . Le pendule peut se déplacer sur un plan horizontal parfaitement lisse.



- Etablir l'équation différentielle caractéristique du mouvement du solide (S). (0,75 pt)
- Sachant que cette équation différentielle admet une solution de la forme  $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$ .
  - Etablir la relation entre  $(V_m \text{ et } X_m)$  et  $(\varphi_v \text{ et } \varphi_x)$  on donne :  $\cos(\omega_0 t) = \sin(\omega_0 t + \frac{\pi}{2})$ . (0,5 pt)
  - On donne le chronogramme de la variation de la vitesse en fonction du temps,  $v = f(t)$  sur la **figure 1 de l'annexe à rendre avec la copie**: Déterminer :  $T_0$ ,  $V_m$ ,  $\varphi_v$  et  $X_m$  et  $\omega_0$ . Déduire  $X_0$  et  $\varphi_x$ , puis écrire l'expression de  $x(t)$ . (2 pts)
- Montrer que l'énergie mécanique du pendule élastique se conserve au cours du temps. (0,25 pt)
- Le graphe de la **figure 2 de l'annexe à rendre avec la copie** représente les courbes  $E_p = f(x)$  et  $E_m = g(x)$  ou  $E_p$  et  $E_m$  représentent respectivement l'énergie potentielle et l'énergie mécanique du pendule élastique.
  - Identifier chacune des deux courbes en justifiant la réponse. (0,5 pt)
  - En exploitant le graphe de la **figure 2**, déterminer la raideur  $K$  du ressort et la masse  $m$  du solide. (0,25 pt)
  - Déterminer l'énergie cinétique du solide lorsqu'il passe par le point d'abscisse  $x = 4 \text{ cm}$ . (0,25 pt)
- Le solide (S) est maintenant soumis à des forces de frottement de type visqueux  $\vec{f} = -h\vec{v}$ .
  - L'équation différentielle du mouvement du solide est :  $\frac{dx^2}{dt^2} + 4,96 \frac{dx}{dt} + 157,91x = 0$ . Trouver la valeur du coefficient du frottement  $h$ . (0,25 pt)
  - La courbe relative à l'élongation du centre d'inertie en fonction du temps,  $x(t)$  est donnée par le graphe de la **figure 3 de l'annexe à rendre avec la copie**.
    - Nommer le régime d'oscillation. (0,25 pt)
    - Calculer la variation de l'énergie mécanique du pendule entre  $t_1=0\text{s}$  et  $t_2=1,5\text{s}$ . (0,25 pt)

### Exercice 4: (4 points)

- On suppose que la Terre a une distribution de masse à symétrie sphérique de centre O.
  - Donner l'expression de l'intensité  $g_h$  du champ gravitationnel  $\vec{g}$ , créé par la Terre à une altitude  $h$ , en fonction de  $G$ ,  $R_T$ ,  $h$  et  $M_T$ . (0,25 pt)
  - En déduire l'expression littérale de  $M_T$  en fonction de  $g_0$ ,  $G$  et  $R_T$ . (0,25 pt)
  - Calculer numériquement  $M_T$ . (0,25 pt)
- On admet qu'un satellite de la Terre, assimilé à un point matériel S de masse  $m_s$ , est soumis uniquement à la force gravitationnelle  $\vec{F}$  exercée par la Terre. Il est supposé décrire, à l'altitude  $h$ , dans le référentiel géocentrique, une trajectoire circulaire de centre O.
  - Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,5 pt)
  - Exprimer la norme  $V_s$  de la vitesse du satellite et sa période  $T_s$  en fonction de :  $M_T$ ,  $G$ ,  $R_T$  et  $h$ . (0,5 pt)
  - Faire l'application numérique pour :  $h = R_T$ .
    - On pose :  $r = R_T + h$ . Montrer que le rapport  $\frac{r^3}{T_s^2}$  est égal à une constante que l'on exprimera en fonction de  $M_T$  et de  $G$  et que l'on calculera numériquement. (0,5 pt)
- Le tableau ci-dessous comporte des données relatives à deux types de satellites artificiels de la Terre, supposés en mouvements circulaires uniformes dans le référentiel géocentrique.

Nom du satellite	Météosat	Spot
Dates de lancement	1977 et 1981	1986 et 1990
Altitude (Km)	35800	832
Période de révolution (minutes)	1436	102
Champ d'observation au sol	Moitié de la surface de la terre	Carré de 3600 km <sup>2</sup>

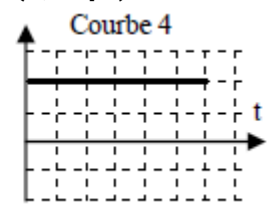
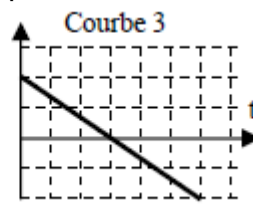
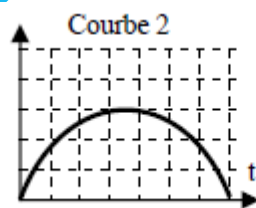
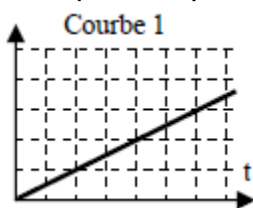
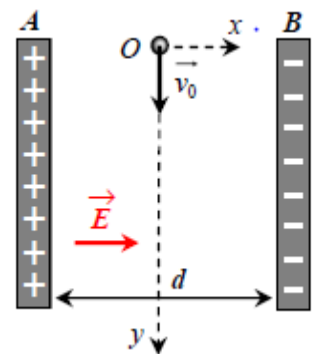
- 3.1. L'un de ces satellites est dit géostationnaire. Indiquer lequel et justifier la réponse. (0,25 pt)
- 3.2. Quel est le plan de la trajectoire de ce satellite et son sens de rotation. Justifier les réponses. (0,25 pt)
- 3.3. Quelles utilisations a-t-on de ce type de satellites ? (0,25 pt)
4. Exprimer l'énergie mécanique du satellite géostationnaire sachant que  $E_p = \frac{-Gm_s M_T}{(R_T + h)}$  (on prendra comme état de référence l'infini). Faire l'application numérique on prendra  $m = 1 \text{ t}$ . (0,5 pt)
- 4.1. Avec quelle vitesse devrait-on lancer un tel satellite depuis l'altitude géostationnaire pour qu'il échappe à l'attraction terrestre ? (0,5 pt)
- 4.2. Définir et calculer la vitesse de libération d'un satellite depuis le sol terrestre. (0,5 pt)

**Données :**  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$ ,  $R_T = 6\,380 \text{ km}$  ;  $g_0 = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .  $T_T = 86\,164 \text{ s}$ .

**Exercice 5: (3 points)**

Un électron pénètre à  $t = 0$  en O, milieu de AB, dans un condensateur formé de deux armatures planes séparées de  $d = 2 \text{ cm}$  avec une vitesse initiale  $v_0 = 50 \text{ km/s}$ .

1. Déterminer la différence de potentiels (tension) entre les plaques A et B. (0,25 pt)
2. Exprimer le vecteur force électrique  $\vec{F}_e$  s'exerçant sur l'électron en fonction du vecteur champ électrique et de la charge élémentaire. (0,25 pt)
3. Déterminer les coordonnées du vecteur accélération de l'électron dans le condensateur. (0,5 pt)
4. Montrer que les équations horaires du mouvement de l'électron sont :  $x(t) = -\frac{eE}{2m}t^2$  et  $y(t) = v_0 t$  (0,5 pt)
5. Sachant que la longueur des plaques est  $L = 5 \text{ cm}$ , montrer que l'électron arrive à sortir du condensateur. (0,25 pt)
6. Déterminer la valeur de sa vitesse à la sortie du condensateur. (0,25 pt)
7. On désire maintenant intercepter l'électron avant sa sortie du condensateur, lorsqu'il atteint l'abscisse  $x = -0,5 \text{ cm}$ . Après avoir déterminé l'équation de sa trajectoire dans le condensateur, déterminer grâce à elle l'ordonnée à laquelle placer ce piège. (0,5 pt)
8. Sans aucune justification, indiquer parmi les courbes ci-dessous celle qui représente au mieux l'allure de la vitesse de l'électron sur l'axe verticale. (0,25 pt)
9. Même question pour la valeur de l'accélération totale à laquelle est soumis l'électron. (0,25 pt)



**Données :**

- masse électron :  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- charge élémentaire :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- champ électrique :  $E = 0,10 \text{ V/m}$

## ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

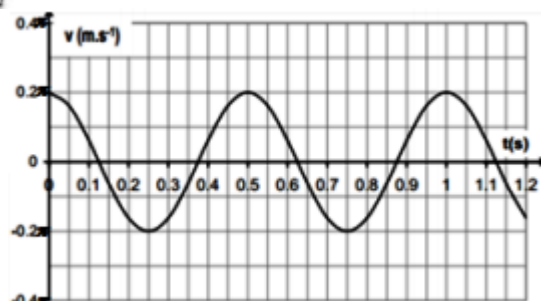
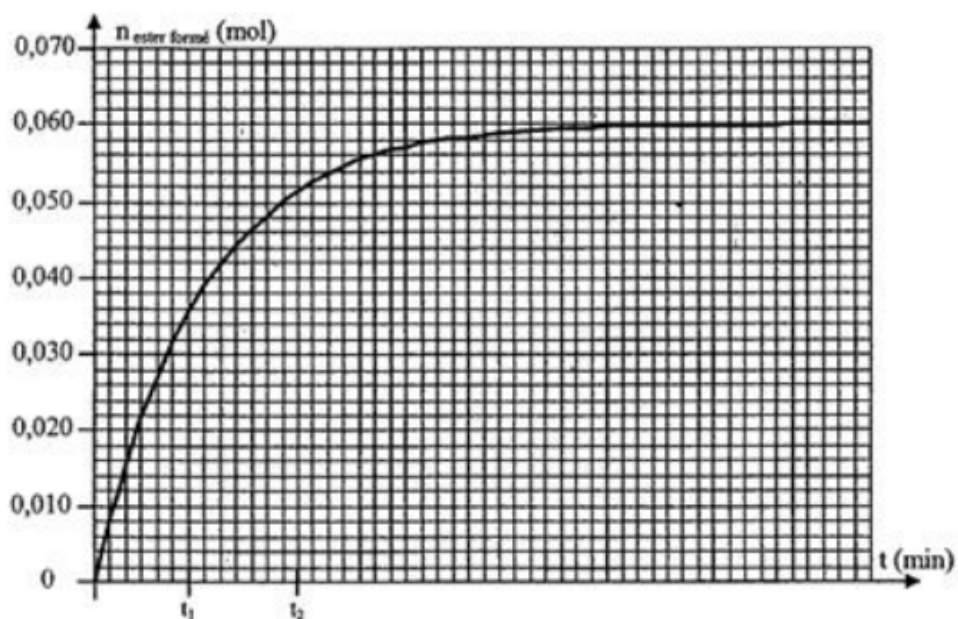


FIGURE 1

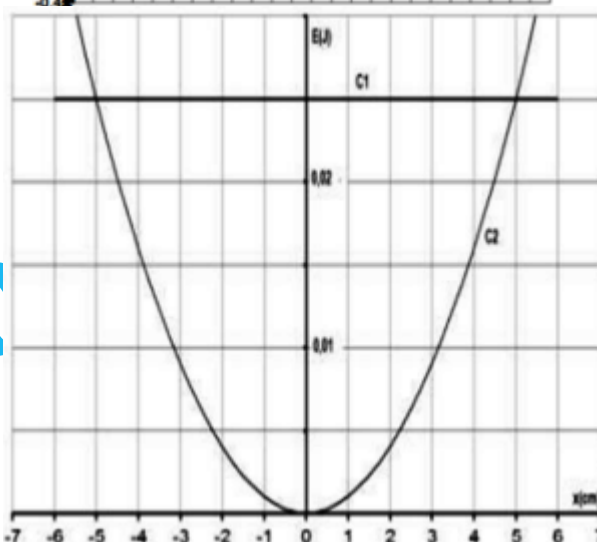


FIGURE 2

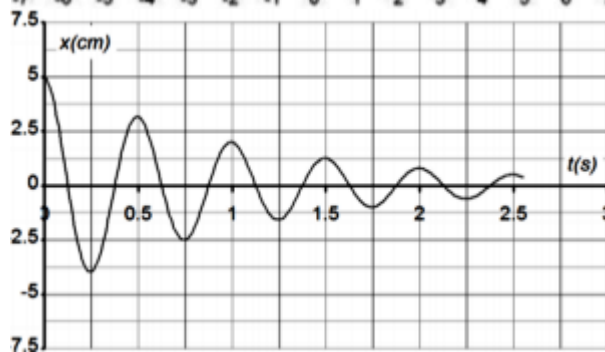


FIGURE 3