

S

Série : Scientifique
Option : S
Code matière : 011

Épreuve de : SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES
Durée : 04 heures
Coefficient : 6

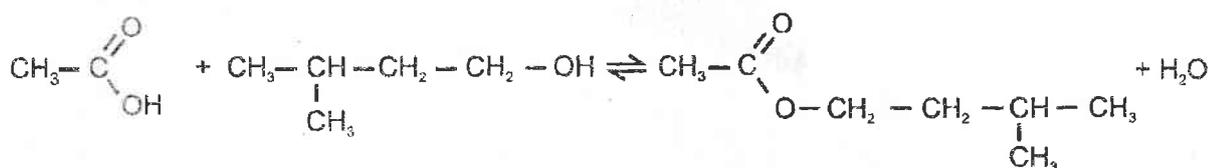


- NB : - Les cinq exercices sont obligatoires
- Machine à calculer non programmable autorisée

LES GRANDES CATEGORIES DE REACTION EN CHIMIE ORGANIQUE (3,5 points)

L'arôme de banane est un mélange, complexe de plusieurs espèces chimiques naturelles. Le principal constituant de cet arôme est l'éthanoate de 3-méthylbutyle appelé aussi acétate d'isoamyle : il est utilisé en parfumerie et comme additif alimentaire.

L'équation de la réaction de la synthèse de l'éthanoate de 3-méthylbutyle est donnée ci-dessous :



- 1- a- Recopier les formules semi-développées des réactifs et des produits ; entourer les groupes caractéristiques et identifier les fonctions chimiques correspondantes (0,5pt)
b- A quelle catégorie de réaction appartient cette réaction ? (0,25pt)
- 2- Dans un ballon, on introduit 22mL de 3-méthylbutan-1-ol, 15mL d'acide éthanoïque pur, 10 gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. Le mélange est chauffé à reflux pendant 45 minutes puis refroidi à la température ambiante. Après lavage et séchage successif de la phase organique, on a recueilli une masse $m = 19,7$ g d'éthanoate de 3-méthylbutyle.
Quels sont le rôle des grains de pierre ponce et celui de l'acide sulfurique ? (0,5pt)
- 3- a- Calculer les quantités de matière des réactifs initialement utilisés. (0,5pt)
b- Dresser le tableau d'avancement de la réaction et en déduire le réactif limitant. (0,75pt)
c- Déterminer le rendement r de cette synthèse (0,5 pt)

Données :

Composé	Masse molaire (g. mol ⁻¹)	Masse volumique (g.mL ⁻¹)
3-méthylbutan-1-ol	88	0,81
Acide éthanoïque	60	1,05
Ethanoate de 3-méthylbutyle	130	0,87

- 4- Lequel des deux spectres, A ou B, correspond à celui de l'éthanoate de 3-méthylbutyle ? Justifier (0,5pt)
Spectre A (Figure 1) Spectre B (Figure 2)

Données :

Table de données de spectroscopie infrarouge :

Liaison	O-H	C-H	C=C	C=O
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	3200-3700	2850-3100	1620-1680	1650-1750
Allure de la bande caractéristique	Forte et large	Forte	Faible et fine	Forte et fine

Spectre A

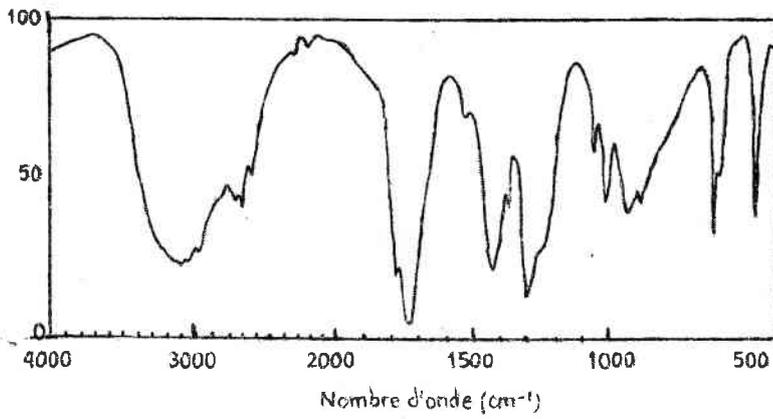


Figure 1

Spectre B

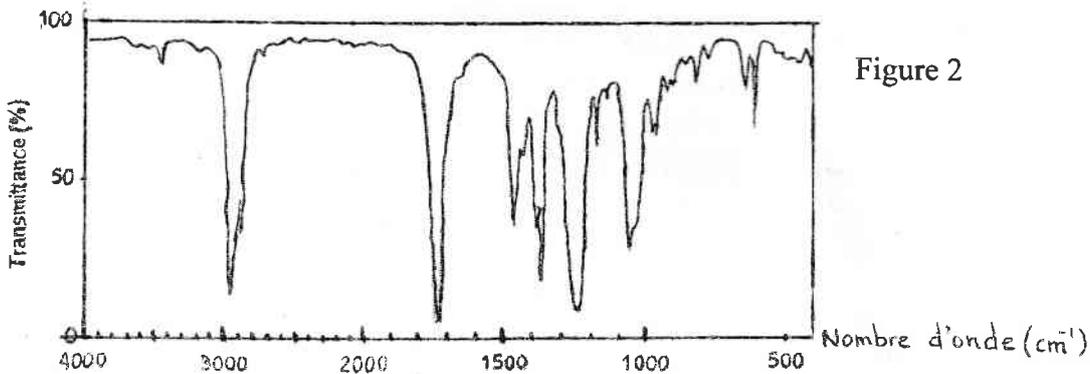


Figure 2

TRANSFORMATIONS CHIMIQUES EN SOLUTION AQUEUSE (3,5 points)

Les solutions sont à 25°C. $K_e = 10^{-14}$.

1- On dispose d'une solution d'eau oxygénée H_2O_2 de volume $V_R = 10\text{ mL}$ de concentration molaire $C_R = 0,8\text{ mol.L}^{-1}$. On y ajoute un volume V_O d'une solution de permanganate de potassium (K^+ , MnO_4^-), de concentration molaire $C_O = 0,25\text{ mol.L}^{-1}$.

- Ecrire l'équation - bilan de la réaction d'oxydoréduction entre les deux couples MnO_4^-/Mn^{2+} et O_2/H_2O_2 (0,5pt)
- Calculer le volume V_O de la solution de permanganate de potassium pour oxyder complètement la solution d'eau oxygénée. (0,5pt)

2- On réalise le titrage conductimétrique d'un volume $V_A = 50\text{ mL}$ d'une solution d'acide méthanoïque $HCOOH$ par une solution d'hydroxyde de sodium, de concentration molaire $C_B = 0,1\text{ mol.L}^{-1}$

On mesure après chaque ajout de la solution de soude, la conductivité σ du mélange.

On obtient alors la courbe suivante :

$\sigma(\text{S.m}^{-1})$

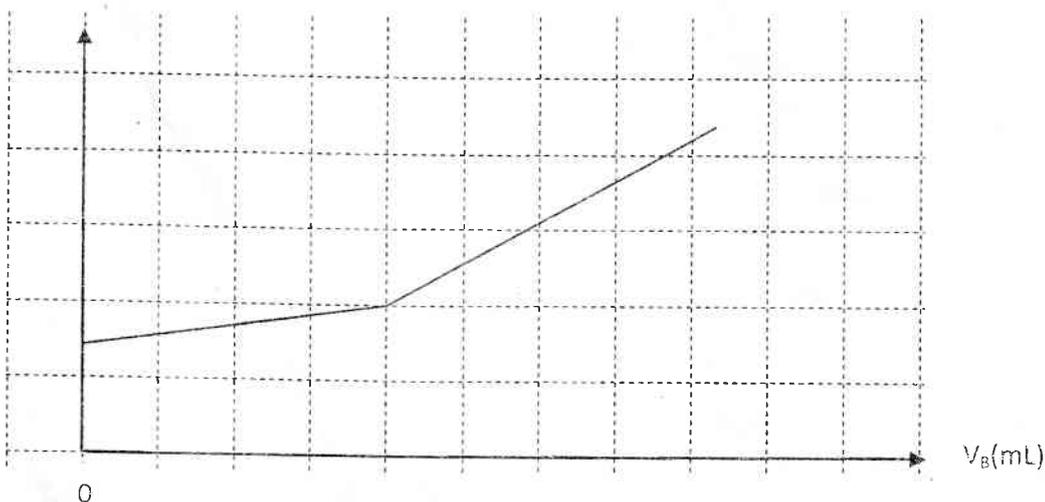


Figure 3

Echelle sur l'axe des abscisses : 1 unité représente 3 mL

- a) Ecrire l'équation – bilan de la réaction support du titrage (0,5pt)
 b) Définir l'équivalence acido – basique et établir la relation entre les concentrations et les volumes, des solutions à mélanger à l'équivalence. (0,5pt)
 c) Déterminer graphiquement le volume de base versée à l'équivalence. En déduire la concentration molaire C_A de l'acide méthanoïque. (0,75pt)
 d) Le pH de la solution initiale d'acide méthanoïque est $\text{pH} = 2,7$. Déterminer le $\text{p}K_A$ du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ (0,75 pt)

On donne : $E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 > E_{\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2}^0$

PHYSIQUE NUCLEAIRE(3points)

L'énergie d'une centrale nucléaire provient de la fission d'uranium 235. Parmi les réactions de fission d'uranium 235, on a : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{140}_{54}\text{Xe} + x {}^1_0\text{n}$

- 1- a- Déterminer les valeurs de x et Z en précisant les lois utilisées. (0,5pt)
 b- Déterminer, en MeV puis en Joule, l'énergie libérée par la fission de 1kg d'uranium 235. (0,75pt)
 2- Dans une centrale nucléaire, l'énergie nucléaire (thermique) est transformée en énergie électrique. Une centrale fournit une puissance moyenne $P_e = 1,5\text{GW}$ avec un rendement $r = 26\%$. Calculer, en Joule, l'énergie nucléaire (thermique) produite par cette centrale pendant un jour. (0,75pt)
 3- Un géologue veut déterminer l'âge d'une roche volcanique afin de connaître l'année d'explosion d'un volcan. En effet, cette roche est initialement constituée de potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ qui se désintègre en argon ${}^{40}_{18}\text{Ar}$. La période radioactive du potassium ${}^{40}_{19}\text{K}$ est de $T = 1,5 \cdot 10^5$ ans.
 a- Ecrire l'équation de désintégration du potassium 40 dans cette roche. (0,25pt)
 b- A l'instant t_1 , le géologue procède à l'analyse d'un échantillon de 1g de la roche. Cet échantillon contient $n_K = 4,2 \cdot 10^{-8}$ mol de potassium et $n_{\text{Ar}} = 3,6 \cdot 10^{-7}$ mol d'argon formé.
 Exprimer le rapport $r = \frac{N_{\text{Ar}}}{N_K}$ en fonction de λ et t_1 . En déduire l'âge t_1 de la roche. (0,75pt)

Où N_{Ar} : nombre de noyaux d'argon formé
 N_K : nombre de noyaux de potassium restant

Données :

Noyau ou particule	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$	${}^{140}_{54}\text{Xe}$	${}^1_0\text{n}$
Masse (en u)	234,9935	93,8954	139,8920	1,0087

$1\text{u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$; $1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$; $1 \text{ GW} = 10^9 \text{ W}$

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Masse molaire atomique : $M(\text{K}) = M(\text{Ar}) = 40\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$

ELECTROMAGNETISME(5points)

Les deux parties A et B sont indépendantes

Partie A (2points)

On dispose d'un solénoïde de longueur $\ell = 50 \text{ cm}$, comportant $N = 1000$ spires. En son centre O, on place une aiguille aimantée. En absence du courant électrique ($I=0$), l'aiguille aimantée est perpendiculaire à l'axe du solénoïde. Lorsqu'un courant d'intensité $I = 40 \text{ mA}$ passe, l'aiguille aimantée est dévié et forme un angle α avec l'axe du solénoïde (Fig 4).

- 1- Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique \vec{B}_I créée par le courant I au centre O du solénoïde. (0,75pt)
 2- Déterminer la valeur de l'angle α . (1,25pt)

NB : La réponse à la question doit être accompagnée d'un schéma. (0,25pt)

On donne : valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre : $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$;
 Permittivité du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ USI}$

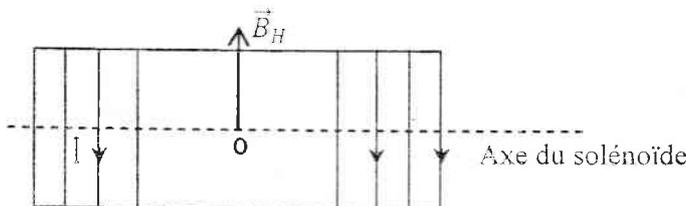


Figure 4

Partie B (3 points)

Entre deux points A et B, on relie en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 15\Omega$, une bobine de résistance négligeable et d'inductance $L = 0,08\text{H}$ et un condensateur de capacité $C = 3,8\mu\text{F}$. On applique entre A et B une tension sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi Nt + \varphi)$ avec $U = 220\text{V}$ de fréquence N réglable

1- On fixe $N = 50\text{Hz}$

- a- Vérifier que l'impédance du circuit entre A et B est $Z \approx 813\Omega$ et en déduire l'intensité efficace I du courant (1pt)
- b- Déterminer la phase de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. (0,5pt)

2- a- Pour quelle valeur N_0 de la fréquence l'intensité efficace I_0 soit maximale ? (0,75pt)

b- Calculer I_0 (0,75pt)

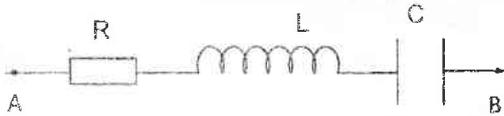


Figure 5

MECANIQUE (5 points)

Les deux parties A et B sont indépendantes et on prendra $g = 10\text{m.s}^{-2}$

Partie A : (2,25 points)

Un jouet est constitué d'un plateau AB horizontal, de longueur $AB = 1\text{m}$ sur lequel glisse un palet (S) de petite dimension, de masse $m = 100\text{g}$ (Figure 6). On admet que l'ensemble des forces de frottement qu'exerce le plateau AB sur le palet (S) est équivalent à une force \vec{f} constante, opposée à la vitesse du palet (S).

Le palet est lancé du point A avec une vitesse $V_A = 3,2\text{m.s}^{-1}$ et arrive en B avec une vitesse $V_B = 3\text{m.s}^{-1}$.

Les points A, B, C et D se trouvent dans un même plan vertical.

- 1- Calculer l'intensité f de la force de frottement \vec{f} (0,5pt)
- 2- Le palet quitte le plateau avec la vitesse \vec{V}_B précédente et tombe en chute libre.
 - a- Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire de (S) dans le repère (B, \vec{i}, \vec{j}) (0,75pt)
 - b- Le plan horizontal (CD) est situé à une distance $BC = H = 1\text{m}$ en dessous du plateau AB. Déterminer les coordonnées du point d'impact D de (S) sur le plan (CD). (0,75pt)
 - c- Calculer la valeur de la vitesse de (S) en D. (0,25pt)

Partie B : (2,75 points)

La remorque d'un véhicule au repos peut être assimilée au dispositif suivant : une masse $M = 450\text{kg}$ reposant par l'intermédiaire de deux ressorts identiques de raideur k sur une barre B représentant l'axe des roues de la remorque.

- 1- A l'équilibre, le centre d'inertie de M se confond avec l'origine O de l'axe $x'x$ (Figure 7) et les deux ressorts verticaux sont comprimés de $\Delta\ell = 15\text{cm}$. Quelle est la constante de raideur k de chaque ressort ? (0,5pt)
- 2- Lorsqu'on charge la remorque, cela revient à augmenter M de $m = 100\text{kg}$. Chaque ressort est alors comprimé d'une même quantité supplémentaire X_m .
 - a) Calculer X_m . (0,75pt)
 - b) A la date $t = 0$, la masse m est enlevée, établir l'équation différentielle du mouvement ultérieur de M . (0,75pt)
 - c) Ecrire l'équation horaire du mouvement de M . (0,75pt)

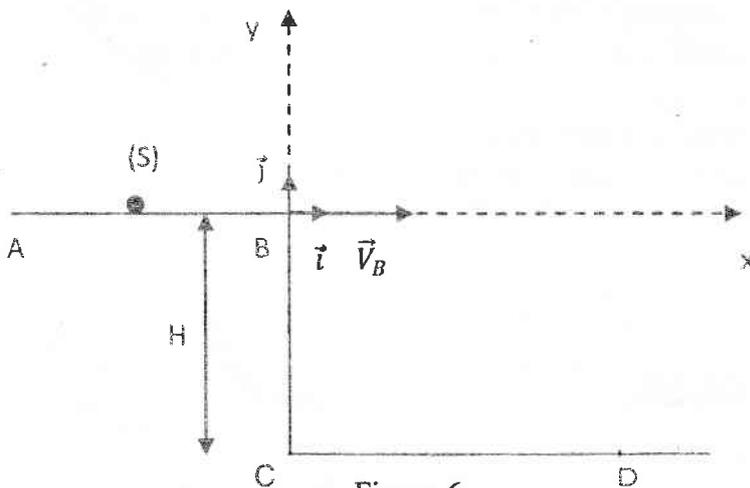


Figure 6

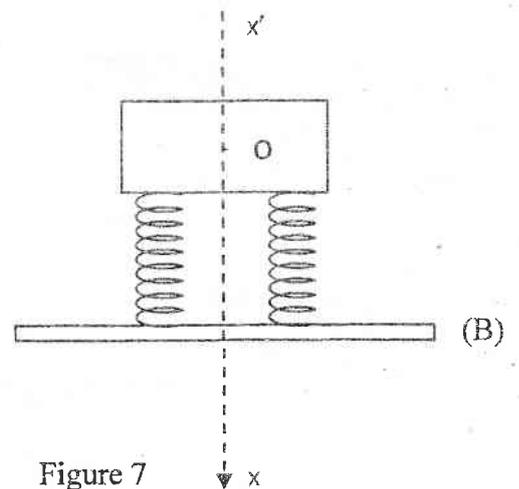


Figure 7