

Epreuve du 1^{er} groupeSCIENCES PHYSIQUES**EXERCICE 1 (04 points)**

Les dérivés d'acide jouent un rôle très important dans la chimie moderne. Les acides carboxyliques et leurs dérivés apparaissent dans la composition de nombreux produits d'usage courant tels que les médicaments, les additifs alimentaires, les produits cosmétiques, les matières plastiques...

On donne les masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: C : 12 H : 1 O : 16 N : 14

1.1 On considère les composés suivants : acide butanoïque et anhydride éthanoïque.

Quel composé (D) parmi ceux donnés ci-dessus, peut réagir avec un alcool (B) pour donner un ester par une réaction rapide et totale ? **(0,25 pt)**

1.2 En faisant réagir l'alcool (B) avec un des composés ci-dessus que l'on notera (A), on obtient le butanoate d'éthyle par une réaction lente et limitée.

1.2.1 Ecrire la formule semi-développée du butanoate d'éthyle **(0,25 pt)**

1.2.2 Quelle est la fonction chimique du composé (A) ? **(0,25 pt)**

1.2.3 Ecrire les formules semi-développées des composés (A) et (B) puis les nommer. **(0,5 pt)**

1.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre le composé (D) et l'alcool (B) permettant d'obtenir un ester par une réaction rapide et totale ? **(0,5 pt)**

1.4 On réalise un mélange contenant de l'acide butanoïque de masse $m_1 = 39,6 \text{ g}$ et du glycérol (ou propane-1, 2, 3-triol) de quantité de matière $n_2 = 0,15 \text{ mol}$, en présence d'un catalyseur convenable, puis on chauffe le mélange. On obtient de la butyryne de masse $m = 29,0 \text{ g}$.

1.4.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide butanoïque et le glycérol. **(0,25 pt)**

1.4.2 Calculer le rendement de cette synthèse. **(0,75 pt)**

1.5 On fait réagir du chlorure d'éthanoyle de quantité de matière 0,1 mol avec une amine secondaire de formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$. On obtient un composé organique (E) de masse $m = 5,90 \text{ g}$.

1.5.1 Quelle est la fonction chimique du composé organique (E) ? **(0,25 pt)**

1.5.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le chlorure d'éthanoyle et l'amine (on utilisera la formule brute de l'amine). **(0,25 pt)**

1.5.3 Déterminer la masse molaire du composé (E). En déduire la formule semi-développée et le nom de l'amine secondaire utilisée. **(0,75 pt)**

EXERCICE 2 (04 points)

Les médicaments dénommés antiacides sont utilisés pour soigner les brûlures d'estomac en neutralisant leur acidité. Ces médicaments, comme ceux de la marque Maalox, sont généralement des hydroxydes métalliques.

Un élève stagiaire d'une société est appelé à faire une analyse d'un comprimé antiacide de masse $m = 125 \text{ g}$ contenant de l'hydroxyde de magnésium (Mg^{2+} , 2OH^-). Dans son analyse, il utilise de l'acide sulfurique H_2SO_4 de masse molaire $M = 98,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

On donne : Masses molaires en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1 ; O : 16 ; Na : 23 ; Mg : 24,3.

2.1 Préparation de la solution d'acide sulfurique :

La solution d'acide sulfurique utilisée est préparée en prélevant, à l'aide d'une pipette, un volume $V_0 = 10,0 \text{ cm}^3$ d'acide sulfurique pur de masse volumique $\rho = 1,80 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ qu'on verse dans

une fiole jaugée de 1,0 L. On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. On obtient une

.../... 2

solution S_1 de concentration C_1 . On prélève ensuite un volume V_1 de la solution S_1 d'acide sulfurique qu'on verse dans une fiole jaugée de 50 cm^3 puis on complète avec de l'eau distillée. On obtient une solution S_a de concentration $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à 25°C .

On donne le produit ionique de l'eau $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

2.1.1 L'acide sulfurique est considéré étant un diacide fort. Calculer le pH de la solution S_a . **(0,25 pt)**

2.1.2 Montrer que la concentration de la solution S_1 est $C_1 = 1,84 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ **(0,5 pt)**

2.1.3 Déterminer le volume V_1 prélevé de la solution S_1 pour préparer la solution S_a . **(0,5 pt)**

2.2 Analyse du comprimé :

Un élève stagiaire dissout un comprimé antiacide de masse $m = 125 \text{ g}$ contenant de l'hydroxyde de magnésium (Mg^{2+} , 2OH^-) dans un bécher contenant 50 cm^3 d'eau distillée puis il ajoute un volume

$V = 50 \text{ cm}^3$ de la solution d'acide sulfurique S_a de concentration $C_a = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'hydroxyde de magnésium est une dibase forte.

2.2.1 Donner la définition d'une base forte. **(0,25 pt)**

2.2.2 Calculer la quantité de matière d'acide sulfurique H_2SO_4 ajoutée dans le bécher. **(0,25 pt)**

2.2.3 Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'acide sulfurique et l'hydroxyde de magnésium **(0,5 pt)**

2.2.4 L'excès d'acide sulfurique dans le bécher est neutralisé par un volume $V_3 = 20,0 \text{ cm}^3$ d'une

solution d'hydroxyde de sodium (Na^+ , OH^-) de concentration $C_b = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. **(01 pt)**

2.2.4.1 Ecrire l'équation bilan de la réaction de neutralisation de l'excès d'acide sulfurique par la solution d'hydroxyde de sodium, puis en déduire la quantité de matière d'acide sulfurique en excès.

2.2.4.2 Déterminer la masse d'hydroxyde de magnésium en mg dans le comprimé antiacide. **(0,5 pt)**

2.2.4.3 Calculer le pourcentage en masse d'hydroxyde de magnésium dans le comprimé antiacide. **(0,25 pt)**

EXERCICE 3 (04 points)

Des élèves, avec l'aide de leur professeur, se proposent de vérifier expérimentalement la valeur du champ magnétique créé dans l'entrefer de l'aimant en U de leur laboratoire en utilisant des rails de Laplace.

Les élèves utilisent une tige (OA) conductrice et homogène, de masse $m = 3 \text{ g}$ et de longueur $L = 40 \text{ cm}$, qui peut glisser sans frottement sur deux rails parallèles et horizontaux tout en leur restant perpendiculaire. La tige (OA) parcourue par un courant d'intensité I réglable, baigne dans un champ magnétique uniforme \vec{B} vertical, créé par l'aimant en U dont les branches ont une largeur $\ell = 10 \text{ cm}$. Ils attachent au milieu de la tige (OA), un fil inextensible de masse négligeable, qui passe

dans la gorge d’une poulie de masse négligeable et qui est relié à un ressort de masse négligeable et de constante de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ (figure 1).

Initialement (lorsque $I = 0$) le ressort n’est ni tendu ni comprimé. Pour différentes valeurs de l’intensité I , ils mesurent à l’aide d’une règle graduée l’allongement x du ressort lorsque la tige (OA) est en équilibre. Les résultats de mesures sont consignés dans le tableau ci-dessous.

$I(\text{A})$	2	4	6	8	10
$x(\text{cm})$	0,5	1,1	1,5	1,9	2,5

tableau

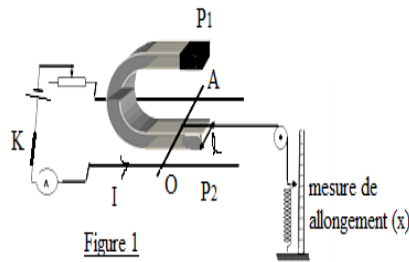


Figure 1

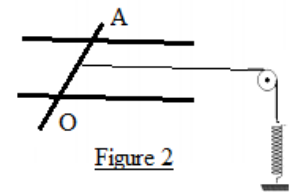


Figure 2

3.1 La **figure 2** est une représentation partielle de la **figure 1**.

3.1.1 Reproduire la **figure 2** sur votre copie puis la compléter en y dessinant la tension \vec{T} exercée par le fil sur la tige (OA) puis représenter le vecteur force magnétique \vec{F} qui s’exerce sur la tige (OA).

3.1.2 Sur la **figure 2**, reproduit sur la copie, indiquer le sens du courant sur la tige (OA) et représenter le vecteur champ magnétique \vec{B} créé par l’aimant. Justifier la direction et le sens de \vec{B} . **(01 pt)**

3.2 En utilisant les valeurs du tableau, tracer la courbe $I = f(x)$.

Echelle : 1 cm \rightarrow 0,25 cm ; 1 cm \rightarrow 1 A

(0,75 pt)

3.3 Etablir la relation qui lie I , B , k , x et ℓ .

(0,75 pt)

3.4 Déterminer la valeur expérimentale du champ magnétique \vec{B} créé par l’aimant en U. **(0,75 pt)**

EXERCICE 4 (04 points)

L’électromagnétisme est la branche de la physique qui traite du courant, des champs électriques et des champs magnétiques et de leur interaction avec la matière. L’électromagnétisme a créé une grande révolution dans le domaine des applications d’ingénierie.

Des élèves se proposent d’étudier quelques phénomènes électromagnétiques.

4.1 Un groupe d’élèves, en travaux pratiques, réalise le circuit de la **figure 3** ci-dessous : une bobine reliée à une source de courant est placée devant un aimant droit léger vertical pouvant dévier autour d’un axe fixe horizontal passant par un point O.

4.1.1 Reproduire la **figure 3** puis représenter le sens du courant électrique lorsque l’interrupteur K est fermé et indiquer les pôles nord et sud de la bobine. **(0,25pt)**

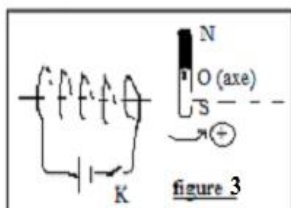


figure 3

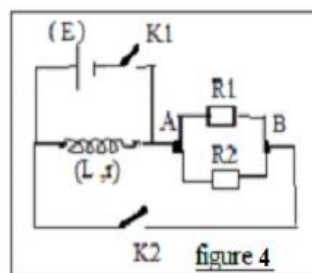


figure 4

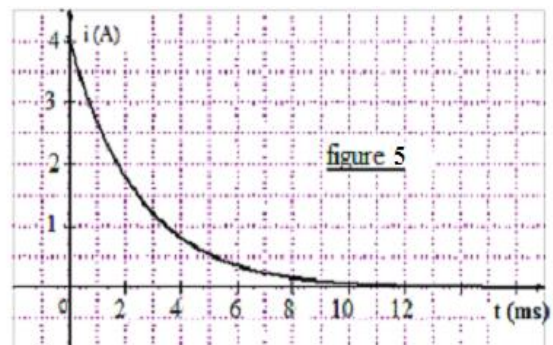


figure 5

4.1.2 Justifier la déviation de l'aimant dans le sens positif indiqué sur la figure 3 lorsque l'interrupteur K est fermé. **(0,25 pt)**

4.2 Le groupe d'élèves étudie maintenant le circuit de la **figure 4**. Ils maintiennent l'interrupteur K₂ ouvert et ils ferment K₁. On donne E = 20 V ; r = 5 Ω ; L = 0,1 H

4.2.1 Quelle est la valeur de l'intensité I du courant électrique en régime permanent ? **(0,5 pt)**

4.2.2 Déterminer la valeur de la constante de temps τ₁ du circuit. **(0,5 pt)**

4.3 Lorsque le régime permanent est atteint, en un bref instant, les élèves ouvrent K₁ et ferment K₂. Entre les points A et B du circuit deux résistances de même valeur R = 20 Ω sont montées en parallèle. Montrer que la résistance équivalente entre A et B vaut R_{eq} = 10 Ω. **(0,25 pt)**

4.4 Pour la suite, on considère seulement le circuit équivalent muni de la résistance R_{eq} = 10 Ω entre les points A et B en série avec la bobine d'inductance L = 0,1 H et de résistance r = 5 Ω.

4.4.1 Montrer que l'équation différentielle de l'intensité du courant est : $\frac{di}{dt} + \left(\frac{r+R_{eq}}{L}\right)i = 0$ **(0,5 pt)**

4.4.2 Quelle est la valeur de la constante de temps τ₂ du circuit ? **(0,5 pt)**

4.4.3 L'intensité instantanée du courant est : $i(t) = \frac{E}{r} e^{-\left(\frac{r+R_{eq}}{L}\right)t}$

Déterminer la durée nécessaire pour qu'il reste 20% du courant électrique dans le circuit. **(0,5 pt)**

4.4.4 Afin d'avoir une rupture plus rapide du phénomène, le groupe d'élèves insère dans le circuit une autre résistance R' en série. L'étude de la variation de l'intensité instantanée du courant au cours du temps a permis de tracer la courbe de la **figure 5** ci-dessous. **(0,25 pt)**

4.4.4.1 A partir de la **figure 5**, déterminer la nouvelle valeur de la constante de temps τ₃ du circuit.

4.4.4.2 Déterminer la valeur de la résistance R' en série insérée dans le circuit. **(0,5 pt)**

EXERCICE 5 (04 points)

L'élément polonium Po, de numéro atomique Z = 84 a été découvert par les physiciens Pierre et Marie Curie. Il possède plusieurs isotopes presque tous radioactifs. L'un de ses isotopes naturels le plus abondant comportant 126 neutrons et est très volatil ce qui explique sa radio-toxicité élevée **(0,50 pt)**

5.1 Définir la radioactivité. Donner la composition du noyau polonium le plus abondant des isotopes.

5.2 Calculer le défaut de masse du noyau de polonium le plus abondant puis déterminer son énergie de liaison par nucléon. **(0,75 pt)**

5.3 L'isotope du polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ de demi-vie T = 140 jours est radioactif. Il se désintègre en donnant une particule notée P et un isotope stable du plomb $^{206}_{82}\text{Pb}$. **(0,5 pt)**

Ecrire l'équation de la désintégration nucléaire du polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ en identifiant la particule P.

5.4 On étudie un échantillon de l'isotope polonium $^{210}_{84}\text{Po}$ de masse m₀ = 1,00 g à la date initiale t = 0.

5.4.1 Calculer l'énergie libérée en joule par la désintégration de cet échantillon de masse m₀ = 1,00 g. **(0,5 pt)**

5.4.2 A partir de la loi de décroissance radioactive : $dN = -\lambda N dt$, montrer que l'expression donnant le nombre de noyaux radioactifs restant N à la date t est : $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ où λ est la constante radioactive et N₀ le nombre de noyau radioactifs à l'instant initial. **(0,5 pt)**

5.4.3. Calculer la masse restante de cet isotope $^{210}_{84}\text{Po}$ dans l'échantillon 420 jours plus tard puis en déduire le pourcentage de noyaux désintégrés au bout de cette période. **(0,75 pt)**

5.4.4. Définir l'activité radioactive de l'isotope $^{210}_{84}\text{Po}$ puis déterminer sa valeur initiale A₀. **(0,5 pt)**

Données : On donne la masse de la particule P : m_p = 4,00154 u

Masses des entités en u : proton m_p = 1,007276 u ; neutron m_n = 1,008665 u

m_{p_o} = 209,9947 u ; m_{p_b} = 205,9531 u ; 1 u = 931,5 MeV · c⁻² ;

c = 3,0 · 10⁸ · m · s⁻¹ ; N_A = 6,02 · 10²³ mol⁻¹ ; 1 MeV = 1,6 · 10⁻¹³ J.

FIN DU SUJET