

Composition de sciences physiques (2^{ème} semestre)

4 heures

1

Exercice 1: (4 points)

- On place dans un bêcher 20 mL d'une solution S d'un acide R-COOH qu'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_b = 0,1 \text{ mol/L}$; on obtient la courbe de dosage sur la feuille 3 en annexe :
 - Faire un schéma du dispositif expérimental de dosage, on n'oubliera pas de préciser les noms du matériel et des solutions utilisées. (0,25 pt)
 - A quoi correspond l'équivalence acido-basique ? Préciser les coordonnées du point d'équivalence E. Justifier la valeur du pH. (0,5 pt)
 - En déduire la concentration C_a de la solution acide. (0,25 pt)
 - Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques à l'équivalence. (0,5 pt)
- On suppose que la solution acide a été préparée en faisant dissoudre une masse de 3,7g de l'acide R-COOH dans un volume $V_e = 0,5L$ d'eau.
 - En déduire la formule chimique et le nom de l'acide ainsi que le nom de sa base conjuguée. (0,5 pt)
 - Déduire de la courbe la valeur du pKa. (0,25 pt)
 - Calculer la constante de la réaction du dosage. La réaction est-elle quantitative? (0,5 pt)
 - Définir le coefficient d'ionisation α et trouver son expression en fonction de Ka et du pH. (0,75 pt)
- Pour obtenir une solution S' dont le pH = pKa, on dissout une masse du sel R-COONa dans un certain volume de la solution S.
 - Donner le nom et les propriétés de la solution S'. (0,25 pt)
 - Citer une méthode simple de préparation de ce type de solution. (0,25 pt)

On donne : C = 12g/mol ; H : 1g/mol ; O : 16 g/mol; $pK_a(H_2O/OH^-) = 14$

Exercice 2: (4 points)

- Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et le butan-2-ol, en utilisant les formules semi-développées. Nommer les produits obtenus. (0,5 pt)
- On mélange 0,2 mol de chacun de ces réactifs et on répartit ce mélange de façon égale dans 10 ampoules scellées et portées à 100°C. On retire successivement à différents instants t l'une des ampoules et on la refroidit rapidement.
 - Pourquoi refroidit-t-on l'ampoule retirée ? (0,25 pt)
 - On procède alors au dosage colorimétrique de l'acide restant dans chaque ampoule par une solution de soude concentrée, de concentration $C_b = 1 \text{ mol/L}$.
Établir la relation liant le nombre de mole n_A de l'acide dans l'ampoule et le nombre de mole n_E du produit organique E formé dans chaque ampoule. En déduire l'expression de n_E en fonction du volume v_b versé à l'équivalence. (0,5 pt)
 - Sachant que le changement de couleur est obtenu quand on verse les volumes de soude v_b suivants :

t(min)	0	3	8	28	38	48	68
v_b (cm ³)	20	16	13,5	8,5	7,2	6,9	6,9
n_E (mol)							

- Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe $n_E = f(t)$ (1 pt)
- Calculer la vitesse de formation du produit E à $t = 12 \text{ min}$, ainsi que sa vitesse moyenne de formation entre les instants $t_1 = 3 \text{ min}$ et $t_2 = 48 \text{ min}$. (0,5 pt)

4. Déterminer le temps de demi-réaction. (0,25 pt)
5. Calculer le rendement de cette réaction. Conclure. (0,25 pt)
6. On prépare l'ester précédent en faisant réagir un corps A sur le butan-2-ol ; l'autre produit de la réaction est l'acide éthanoïque.
 - a) Écrire la formule semi-développée du corps A et préciser son nom et sa fonction. (0,5 pt)
 - b) Quelle est la masse de ce corps A qui permet d'obtenir une masse de 40 g du corps E. (0,25pt)

On donne $M(C) = 12 \text{ g/mol}$; $M(O) = 16 \text{ g/mol}$; $M(H) = 1 \text{ g/mol}$.

Exercice 3: (3,5 points)

1. Établir l'expression du champ de gravitation \vec{G} d'un astre en fonction du champ g_0 sur sa surface, de son rayon R et de l'altitude z. (0,5 pt)
 2. On considère des satellites Martiens (satellites autour de la planète Mars) :
 - a) Pour une trajectoire circulaire, établir l'expression de la vitesse d'un satellite martien évoluant à une altitude z au-dessus de la surface de Mars. (0,5 pt)
 - b) En déduire l'expression de la période de révolution T du satellite. (0,5 pt)
 - c) En déduire la troisième loi de Kepler. (0,5 pt)
 3. Si un jour, des hommes vivront sur Mars, il leur faudra aussi des satellites « marsostationnaires » pour diffuser leurs programmes de télévision.
 - a) Calculer l'altitude d'un satellite marsostationnaire, c'est-à-dire un satellite qui évolue constamment au-dessus d'un même point de Mars. (0,5 pt)
- On donne la masse de Mars = $6,421 \cdot 10^{23} \text{ kg}$, son rayon = 3397,2 km et sa période de rotation = 24,62 j.
- b) Que serait la vitesse linéaire d'un satellite évoluant à une altitude deux fois plus grande ? (0,5pt)
 - c) Quelle autre condition doit être remplie pour que le satellite puisse être marsostationnaire? (0,5pt)

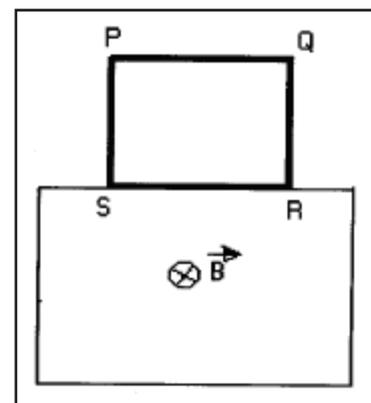
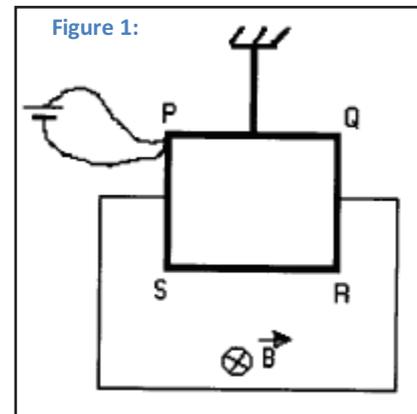
Exercice 3: (4 points)

On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$

Une spire ayant la forme d'un cadre vertical carré PQRS de côté $a = 10 \text{ cm}$, de masse $m = 100 \text{ g}$ est parcourue par un courant d'intensité $I = 4 \text{ A}$. Cette spire est plongée à moitié dans un champ uniforme \vec{B} de valeur $B = 0,2 \text{ T}$. (Voir figure 1).

La spire est suspendue par un fil vertical de masse négligeable.

1. Déterminer la caractéristique des forces électromagnétiques qui s'exercent sur les côtés du cadre. (0,5 pt)
2. Quelle est la valeur de la tension du fil à l'équilibre ? (0,75 pt)
3. On supprime le courant dans le cadre et on coupe le fil à la date $t = 0$. La spire tombe alors en chute libre. Le schéma ci-contre représente la corde à l'origine des temps. Dans la suite, on néglige l'action des forces électromagnétiques.
 - a) Représenter la spire lorsqu'elle est partiellement plongée dans le champ magnétique et exprimer à la date t correspondante la surface de la partie plongée dans le champ magnétique. (1 pt).
 - b) Exprimer le flux magnétique à travers la corde à la date t. (0,5 pt)
 - c) En déduire l'expression de la f.é.m. induite et préciser le sens du courant traversant la spire. (0,75 pt)
 - d) Calculer l'intensité de ce courant à $t = 0,5 \text{ s}$, si la résistance totale du cadre est $r = 3 \Omega$. (0,5 pt)



Exercice 5: (4,5 points)

Des ions $^{27}\text{Al}^{3+}$ pénètrent en O avec une vitesse \vec{V}_0 horizontal de valeur $V_0 = 400 \text{ km/s}$ dans un plan de l'espace ABDC vertical de forme carré, de côté 10 cm.

On donne $AO = OC$. On négligera le poids des ions devant les forces électriques et magnétiques.

- Dans la région ABDC règne un champ électrique uniforme \vec{E} , vertical orienté du bas vers le haut, d'intensité $E = 200 \text{ kV/m}$.
 - Montrer que la trajectoire des ions reste dans le plan ABDC. (0,5 pt)
 - Écrire l'équation de cette trajectoire. (0,75 pt)
 - Trouver les coordonnées du point de sortie S_1 des ions du champ électrique. (0,5 pt).
- Dans la région ABDC règne un champ électrique uniforme \vec{E}' de même direction et de même sens que \vec{V}_0 de valeur $E' = 200 \text{ kV/m}$. Déterminer les coordonnées du point de sortie S_2 des ions de ce champ et leur vitesse V_1 en ce point. (0,5 pt)
- Dans la région ABDC règne un champ magnétique uniforme \vec{B} horizontal, perpendiculaire à \vec{V}_0 et entrant de valeur $B = 0,4 \text{ T}$.
 - Montrer que la trajectoire des ions est dans le plan ABDC. (0,5 pt)
 - Calculer le rayon de cette trajectoire. (0,5 pt)
 - Déterminer les coordonnées du point de sortie S_3 des ions de la région ABDC. (0,75 pt)

On rappelle l'équation du cercle : $(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 = R^2$ tel que $C(x_0; y_0)$ est le centre du cercle.

- Dans la région ABDC règne un champ magnétique uniforme \vec{B} de même direction et de même sens que \vec{V}_0 de valeur $B = 0,4 \text{ T}$. Donner les coordonnées du point de sortie S_4 des ions de la région ABDC et la vitesse V_2 des ions en ce point. (0,5 pt)

On donne : masse du proton = masse neutron = $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Courbe de dosage (exercice 1)