Série : C - SESSION 2005

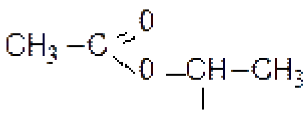
N.B : - Machine à calculer autorisée.

- Les cinq exercices et le problème sont obligatoires.

Chimie organique (3 points)

1 – On prépare, à partir d'un alcool et d'un acide à chaîne carbonée saturée, un ester E de masse molaire moléculaire 102 $g.mol^{-1}$. Cet ester E possède une activité optique.

Donner la formule brute de E. Ecrire sa formule semi-développée plane et son nom. (1,25 pt)

2 – On considère la molécule F :  .

CH_3

L'hydrolyse basique de 5,1g de F en présence de soude en excès donne deux composés organiques A et B. B peut être oxydé facilement par une solution acide de permanganate de potassium.

a – Déterminer les formules semi-développées de A et B. (1,00 pt)

b – On récupère un produit solide de masse 2,3 g.

Calculer le rendement de cette hydrolyse basique. (0,75 pt)

On donne : M(Na) = 23 $g.mol^{-1}$; M(O) = 16 $g.mol^{-1}$

M(H) = 1 $g.mol^{-1}$; M(C) = 12 $g.mol^{-1}$

Chimie minérale (3 points)

La température des liquides est 25°C.

Le pk_A du couple ion éthylammonium/éthylamine ($C_2H_5-NH_3^+$ /$C_2H_5-NH_2$) est de 10,8.

1 – Une solution aqueuse d'éthylamine a un pH égale à 11.

Calculer les concentrations molaires des différentes espèces chimiques (autre que l'eau) présentes dans cette solution. (1,00 pt)

2 – On mélange un volume V_B de solution d'éthylamine de concentration $C_B = 10^{-1}$ mol.L^{-1} et un volume V_A de solution de chlorure d'éthylammonium de même concentration.

Quelles doivent être les valeurs de V_A et V_B pour obtenir 30 mL de solution de pH = 11,2 ?

On admet que le chlorure d'éthylammonium est totalement ionisé en solution aqueuse et que $\frac{V_B}{V_A} = \frac{[C_2H_5-NH_2]}{[C_2H_5-NH_3^+]}$. (1,00 pt)

3 – On ajoute progressivement une solution d'acide chlorhydrique dans un volume V'_B = 20 mL de solution d'éthylamine de concentration $C_B = 10^{-1}$ mol.L^{-1}. Lorsqu'on a versé 20mL d'acide chlorhydrique, le pH du mélange devient 10,8. Calculer la concentration C'_A de la solution d'acide chlorhydrique. (1,00 pt)

On donne : log 2 Ä 0,3 $K_e = 10^{-14}$

Physique nucléaire (2 points)

Le potassium $^{40}_{19}K$ est radioactif, il se désintègre pour donner l'argon $^{40}_{18}Ar$.

1 – Ecrire l'équation de désintégration du potassium $^{40}_{19}K$ et préciser le nom de la particule émise. (0,75 pt)

2 – La période de désintégration du nucléide $^{40}_{19}K$ est T = 1,5 x 10^9ans. Calculer la constante radioactive λ. (0,50 pt)

3 – Pour déterminer l'âge des cailloux lunaires rapportés par les astronautes d'Apollo XI, on a mesuré les quantités relatives de potassium $^{40}_{19}K$ et de son produit de désintégration $^{40}_{18}Ar$ qui est en général retenu par la roche.

Un échantillon de 1g de roche contient 82 x 10^{-4} cm^3 d'argon $^{40}_{18}Ar$ et 1,66 x 10^{-6} g de potassium $^{40}_{19}K$. Quel est l'âge de ces cailloux ? (0,75 pt)

On donne : Volume molaire des gaz : 22,4 $L.mol^{-1}$

Constante d'Avogadro $\mathcal{N}$ = 6,02 x 10^{23}

<u>Optique géométrique</u> (2 points)

Une lentille convergente L_1 donne d'un objet réel AB une image réelle A'B' renversée de même taille que l'objet. Les points A et A' sont situés sur l'axe optique.

1 – Montrer que l'on a AA' = $4f_1$ où f_1 représente la distance focale de L_1.

Déterminer f_1 si AA' = 1m. (0,75 pt)

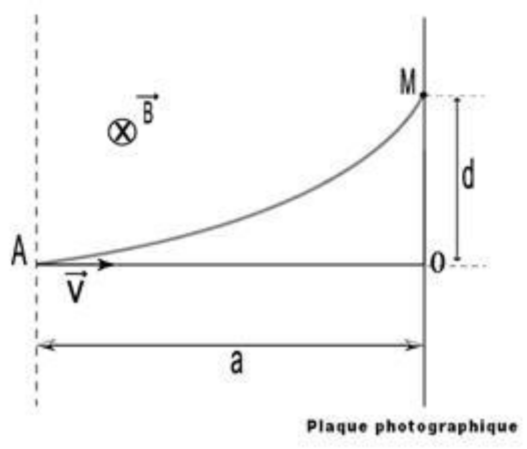
2 – En utilisant le document A, construire l'image A'B' de AB en choisissant une échelle convenable. (0,50 pt)

3 – En accolant la lentille L_1 à une lentille L_2 de vergence C_2, on obtient une image renversée, égale à l'objet et située à 2,5 m de ce dernier. Calculer C_2. (0,75 pt)

<u>Electromagnétisme</u> (4 points)

A – Un rayonnement constitué de particules identiques est émis d'un point A avec un vecteur vitesse V horizontal. Entre A et M, chaque particule est animée d'un mouvement circulaire uniforme de rayon de courbure R (Figure 1, ci-dessous). Sans le champ B, ce rayonnement frappe perpendiculairement une plaque photographique en O.

1 – Montrer que $R = \dfrac{d^2 + a^2}{2d}$ avec d = OM et a = OA. (0,75 pt)



2 – Déterminer la charge massique $\frac{|q|}{m}$ et identifier les particules émises. (1,00 pt)

On donne : d = 0,1 m ;

B = 0,32 T ;

a = 0,5 m ;

V = 2 x 10^{7} m.s^{-1}

charge élémentaire : e = 1,6 x 10^{-19} C

masse d'un électron : 9,1 x 10^{-31} kg

masse d'une particule α : 6,64 x10^{-27} kg

charge d'une particule α : 3,2 x 10^{-19} C

Figure 2

B – Un circuit comprend un condensateur de capacité C et une bobine d'inductance L et de résistance R = 80 Ω.

L'ensemble du circuit est soumis à une tension sinusoïdale u telle que u(t) = $U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$ avec U = 100 V et, parcouru par un courant d'intensité efficace I = 0,5 A. La tension efficace aux bornes du condensateur vaut U_C = 120 V.

1 – Calculer l'impédance Z du circuit. (0,50 pt)

2 – Sachant que l'impédance du condensateur est supérieure à celle de la bobine, calculer la phase φ de la tension u(t) par rapport à l'intensité i(t). (0,75 pt)

3 – On désigne par φ_B la phase de la tension aux bornes de la bobine par rapport à l'intensité du courant. Trouver la valeur de φ_B à l'aide du diagramme de FRESNEL. (1,00 pt)

<u>Mécanique</u> (6 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

A – Un disque plein homogène de rayon R = 20 cm et de masse M = 2 kg tourne autour d'un axe vertical (Δ) passant par son centre d'inertie G. On fixe sur le disque deux sphères pleines homogènes identiques, de masse m = 200 g et de rayon r = 5 cm. Elles sont disposées symétriquement par rapport à l'axe (Δ) telle que la distance de leur centre à l'axe soit d = 15 cm (Figure 3, ci-dessous).

1 – Etablir l'expression du moment d'inertie J_Δ par rapport à l'axe (Δ) de l'ensemble {disque + 2 sphères} en fonction de M, m, R, r et d.

On rappelle que le moment d'inertie d'une sphère pleine homogène de masse m et de rayon r par rapport à l'un de ses diamètres est $J_S = \frac{2}{5} mr^2$; et le moment d'inertie d'un disque homogène de masse M et de rayon R par rapport à un axe passant par son centre d'inertie et qui lui est perpendiculaire est $J_G = \frac{1}{2} MR^2$. (0,50 pt)

2 – Ce système partant du repos est soumis à un couple moteur constant dont le moment par rapport à l'axe (Δ) est Γ_m. Le système atteint la vitesse angulaire ω = 9 rad.s^{-1} au bout de 4,5 s. On néglige les forces de frottement.

Déterminer le moment du couple moteur Γ_m. (1,00 pt)

3 – On considère maintenant deux ressorts identiques, fixés en O et dont les autres extrémités sont fixées à la périphérie des sphères. Ces dernières peuvent glisser sans frottement suivant un diamètre du disque (Figure 4, ci-dessous).

Initialement, la longueur du ressort est l_o = 8 cm. Lorsqu'on fait tourner le système autour de l'axe fixe (Δ) avec une vitesse angulaire constante ω = 5 rad.s^{-1}, chaque ressort s'allonge de 2 cm.

Déterminer la constante de raideur K du ressort. (1,00 pt)

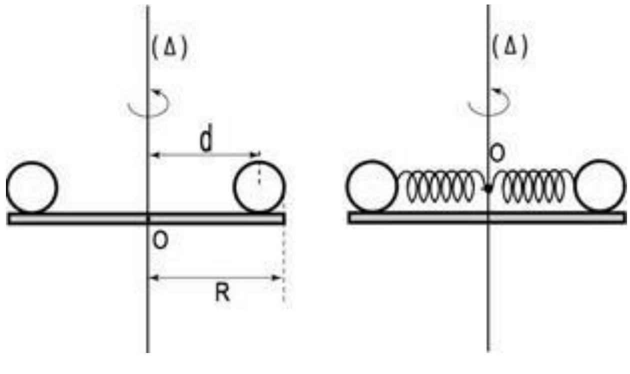


Figure 3 **Figure 4**

B – Une sphère (S) de masse m = 200 g est fixé aux extrémités de deux ressorts identiques de même longueur à vide l_o et de constante de raideur K = 25 N.m^{-1}. Elle repose sur une table horizontale et les deux ressorts sont fixés en A et B.

A l'équilibre, chaque ressort possède la même longueur l. On étudie le mouvement de (S) suivant l'axe x'Ox parallèle à (AB), orienté de A vers B et dont l'origine O coïncide avec la position d'équilibre du centre d'inertie G de la sphère (S) (Figure 5, ci-dessous).

1 – On écarte (S) de sa position d'équilibre de telle sorte que son centre d'inertie G se déplace parallèlement à (AB) de OC = 2 cm, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a – En utilisant la conservation de l'énergie mécanique totale du système, établir l'équation différentielle du mouvement de (S). (1,00 pt)

b – En déduire son équation horaire. (1,00 pt)

2 – En réalité, la sphère (S) subit une force de frottement proportionnelle à la vitesse : $f = -\alpha v$; α étant une constante positive.

a – Etablir l'équation différentielle du mouvement de (S). (1,00 pt)

b – Donner, en conservant les mêmes conditions initiales, l'allure de la courbe représentant l'abscisse x de G en fonction du temps t si les frottements sont faibles. (0,50 pt)