

## BAC S2 2003

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

### EXERCICE 1 (04 points)

Potentiels normaux des couples rédox :  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = 0,76 \text{ V}$  et  $E^\circ(\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$

Volume molaire dans les conditions de l'expérience :  $V_0 = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  : Cl : 35,5 ; H : 1 ; O : 16 ; Zn : 65,4

On étudie la cinétique de la réaction naturelle entre 2 couples. A  $t = 0$ , on introduit une masse  $m = 1 \text{ g}$  de zinc en poudre dans un ballon contenant  $V = 40 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 0,5 \text{ mol / L}$ . On recueille le gaz dihydrogène formé au cours du temps et on mesure son volume  $V(\text{H}_2)$ . A chaque instant, on désigne par  $x$  le nombre de mole d'acide disparu et par  $C_R$  sa concentration molaire résiduelle.

1.1.

1.1.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction. (0,25 point)

1.1.2- Tenant compte des données numériques de l'énoncé et de l'équation précédemment écrite, établir les relations :  $x = \frac{V(\text{H}_2)}{12}$  et  $C_R = 0,5 - 25x$ .

( $x$  est en mol,  $V(\text{H}_2)$  en L et  $C_R$  en  $\text{mol.L}^{-1}$ ) (0,5 point)

1.2- Compléter le tableau de mesures ci-dessous et tracer la courbe  $C_R = f(t)$ . Le candidat choisira une échelle judicieuse qu'il précisera. (0,75 point)

$t$ (min)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
$V(\text{H}_2)$ (mL)	0	57,6	96	124,8	144	1631,2	177,6	187,2	201,6
$x$ (mol)									
$C_R$ ( $\text{mol.L}^{-1}$ )									

1.3

1.3.1- Déterminer la vitesse moyenne de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  entre les dates  $t_1 = 200 \text{ min}$  et  $t_2 = 500 \text{ min}$ . (0,25 point)

1.3.2 Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition des ions hydronium  $V(\text{H}_3\text{O}^+)$  à la date  $t_1 = 200 \text{ min}$ . (0,5 point)

1.4-

1.4.1- Déterminer la concentration  $C_i$  de la solution en ion  $\text{Zn}^{2+}$  à  $t = 300 \text{ min}$ . (0,25 point)

1.4.2- Déterminer la concentration  $C_2$  de la solution en ion  $\text{Zn}^{2+}$  en fin de réaction et calculer la masse  $m_r$  de zinc restant. (0,75 point)

1.5

1.5.1- Établir une relation entre les vitesses instantanées de disparition de  $H_3O^+$  et de formation de  $Zn^{2+}$  (0,5 point)

1.5.2- En déduire la vitesse instantanée de formation de  $Zn^{2+}$  à  $t_1 = 200$  min. (0,25 point)

**EXERCICE 2 (04 points)**

**Données :** masses molaires atomiques en  $g.mol^{-1}$  : H : 1 ; C : 12 ; O : 16

On veut identifier un corps A dont la molécule est à chaîne carbonée saturée et ne possède qu'une seule fonction organique.

2.1- Quand on fait réagir l'acide éthanóique sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau.

2.1.1- Quel est le nom de cette réaction ? Donner la famille du corps A. (0,5 point)

2.1.2- Ecrire l'équation-bilan de la réaction (on utilisera pour A sa formule générale)

- Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? (0,5 point)

2.1.3- A l'état initial, on avait mélangé  $v = 150$  mL d'une solution d'acide éthanóique de concentration  $C = 5.10^{-1} mol.L^{-1}$  avec  $m_A = 3,70$  g du corps A.

A l'équilibre, il reste  $n_1' = 5.10^{-2}$  mol d'acide éthanóique et  $m_A' = 1,85$  g du corps A qui n'ont pas réagi.

2.1.3.a- A partir de ces données, montrer que la masse molaire moléculaire du corps A est  $M_A = 74 g.mol^{-1}$ . (01 point)

2.1.3.b- En déduire les formules semi-développées possibles pour le corps A. (0,5 point)

2.1.3.c- Une autre étude a montré que la molécule de A est chirale. Quel est le nom du corps A ? (0,5 point)

2.2- Le dichromate de potassium en milieu acide a été utilisé pour déterminer la quantité de matière du corps A qui n'avait pas réagi à l'équilibre (question 2.1.3).

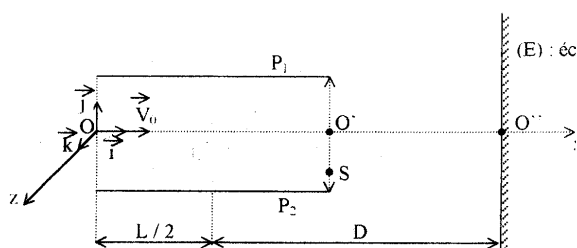
Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le dichromate de potassium en milieu acide avec le corps A.

Les couples rédox mis en jeu sont :  $Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+}$  et  $C_4H_{10}O / C_4H_8O$  (0,5 point)

2.3- Ecrire l'équation-bilan d'une réaction plus avantageuse pour obtenir un ester et qui aurait pu être utilisée à la place de celle de la première question. En quoi est-elle plus avantageuse ? Donner le nom du réactif utilisé. (0,5 point)

**EXERCICE 3 (04 points)**

Des particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale pénètrent en O entre deux plateaux  $P_1$  et  $P_2$  parallèles et horizontaux d'un condensateur plan. La longueur des plateaux est  $L = 20,0$  cm et la distance qui les sépare est  $d = 5,0$  cm.



On applique la tension  $U = V_{P1} - V_{P2} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ V}$  entre les plateaux. (Si  $U = 0$  les particules ne sont pas déviées et sortent en  $O'$ ).

**3.1.1-** Donner les caractéristiques du vecteur champ électrostatique  $\vec{E}$  supposé uniforme qui règne entre les plaques. **(0,25 point)**

**3.1.2-** Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire des particules  $a$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ . (On négligera les actions de la pesanteur). **(0,75 point)**

**3.1.3-** Sachant que les particules  $a$  sortent du champ électrostatique en un point  $S$  d'ordonnée  $Y_s = -2,15 \text{ mm}$ , calculer la valeur  $v_0$  de la vitesse initiale. **(01 point)**

**3.2-** En fait les particules  $\alpha$  en question sont produites à partir de noyaux de lithium. En bombardant des noyaux de lithium  ${}^7_3\text{Li}$  par des protons  ${}^1_1\text{H}$ , il se produit une réaction nucléaire avec formation uniquement de noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  (particule  $\alpha$ ).

**3.2.1-** Ecrire l'équation-bilan de la réaction nucléaire. **(0,5 point)**

**3.2. -** Calculer, en MeV puis en joules, l'énergie libérée par la réaction. **(0,5 point)**

**3.2.3-** En négligeant la vitesse des protons incidents et en supposant que toute l'énergie libérée par la réaction est transformée en énergie cinétique des particules  $\alpha$  produites, calculer la valeur de l'énergie cinétique  $E_{ca}$  de chacune des particules  $\alpha$  (supposées homocinétiques). En déduire leur vitesse  $v_0$ . Ce résultat est-il en accord avec celui de la question 3.1.3 ? **(01 point)**

Données

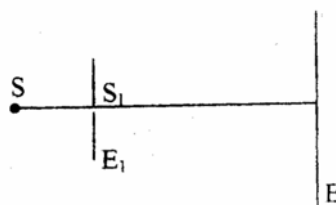
Noyau	${}^1_1\text{H}$	${}^7_3\text{Li}$	${}^4_2\text{He}$
Masse (en u)	1,0078	7,0160	4,0026

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**EXERCICE 4 (04 points)**

**4.1-** On réalise l'expérience représentée par la figure ci-contre.

$S$  est une source lumineuse qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .  $S_1$  est un trou circulaire de diamètre  $d_1 = \lambda$  percé sur l'écran  $E_1$  et  $E$  est l'écran d'observation.

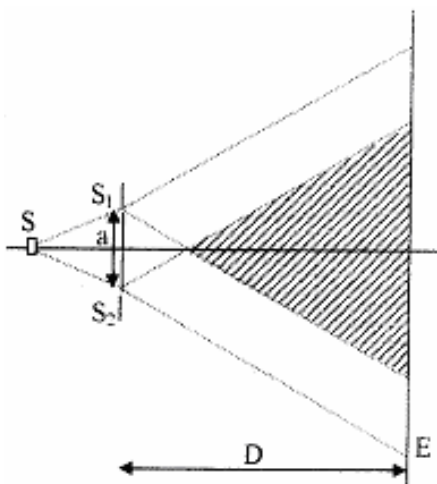


**4.1.1-** Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en  $S_1$  ? **(0,25 point)**

**4.1.2-** Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de  $S_1$ . En déduire l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

4.2- On perce un deuxième trou  $S_2$  identique à  $S_1$  sur l'écran  $E_1$  et on réalise le dispositif schématisé sur la figure ci-contre.

Les traits en pointillés représentent les limites des faisceaux lumineux issus de  $S$ ,  $S_1$  et  $S_2$ .



4.2.1- Décrire ce qu'on observe sur l'écran dans la zone hachurée. Quel est le nom du phénomène physique mis en évidence par cette expérience ? (0,5 point)

4.2.2- A partir de cette expérience, justifier la nature ondulatoire de la lumière. (0,25 point)

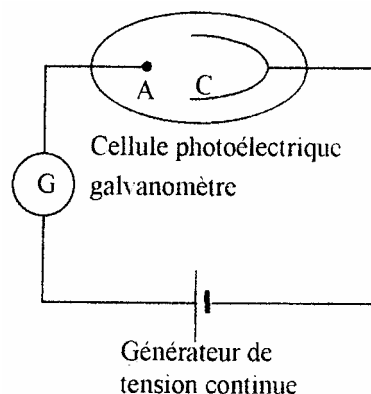
4.2.3- La longueur occupée sur l'écran E par 10 interférences est  $l = 5,85 \text{ mm}$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ , de la lumière émise par la source S. (0,5 point)

On donne :  $a = S_1S_2 = 2 \text{ mm}$  ;  $D = 2 \text{ m}$

4.3- On réalise maintenant le dispositif de la figure ci-contre.

4.3.1- Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si la cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse. (0,5 point)

4.3.2- On éclaire la cathode C de la cellule par la lumière issue de la source S précédente. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode est de  $W_0 = 1,9 \text{ eV}$ .



4.3.2.a- Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence par cette expérience ? (0,5 point)

4.3.2.b- Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette observation ? Interpréter brièvement cette observation. (0,5 point)

4.3.2.c- Evaluer la vitesse maximale des électrons émis de la cathode. (0,5 point)

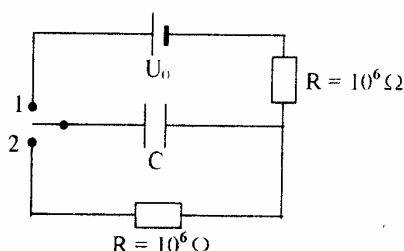
4.4- Expliquer brièvement la complémentarité des deux modèles de la lumière. (0,25 point)

**Données :**

constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ; vitesse de la lumière dans le vide  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
 Charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ; masse de l'électron  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

**EXERCICE 5 (04 points)**

Dans le but de déterminer la capacité d'un condensateur on utilise le montage ci-contre.



### 5.1- Charge du condensateur

On bascule l'interrupteur en position 1.

5.1.1- Ecrire la loi des tensions dans le circuit de charge.

En déduire l'équation différentielle liant  $q$  et  $\dot{q}$ . **(0,5 point)**

5.1.2-Vérifier que  $q(t)$  est de la forme :  $q(t) = A \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$

où  $A$  et  $\tau$  sont des constantes que l'on exprimera en fonction des données. **(01 point)**

### 5.2- Décharge du condensateur

Le condensateur chargé, on bascule l'interrupteur en position 2.

Un dispositif approprié permet d'enregistrer les valeurs de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps et donne les résultats suivants :

$t(s)$	2	4	6	8	9
$u_c (V)$	3,90	2,56	1,72	1,10	0,90

5.2.1- Tracer la courbe représentant  $\ln(u_c)$  en fonction du temps. **(0,5 point)**

5.2.2- Établir l'équation qui donne  $u(t)$  en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $U_0$  et  $t$ . **(01 point)**

5.2.3- En déduire l'expression du coefficient directeur de la droite obtenue en 5.2.1 **(0,5 point)**

5.2.4- On pose  $\tau = RC$ . Calculer la valeur de  $\tau$  et en déduire  $C$  sachant que  $R = 10^6 \Omega$ . **(0,5 point)**