

## Physique: 13 pts

**Exercice 1 :**

Sur un axe ( $Ox$ ), se trouve deux charges de valeurs  $q_B = 2q_A = 2\mu C$ , aux points A et B distants d'une distance  $AB=a=8 \text{ cm}$ .

1. Soit un point  $M \in [AB]$  d'abscisse  $x$ .

- 1.1. Montrer que l'expression du vecteur champ électrostatique en M est :

$$\vec{E}(M) = k q_A \left( \frac{1}{x^2} - \frac{2}{(a-x)^2} \right) \vec{u}, \text{ on donne } k = 9 \cdot 10^9 \text{ SI}$$

- 1.2. Déduire ses caractéristiques au point d'abscisse  $x=2 \text{ cm}$ .

- 1.3. Déterminer l'abscisse d'un point C où  $\vec{E}(C)=\vec{0}$ .

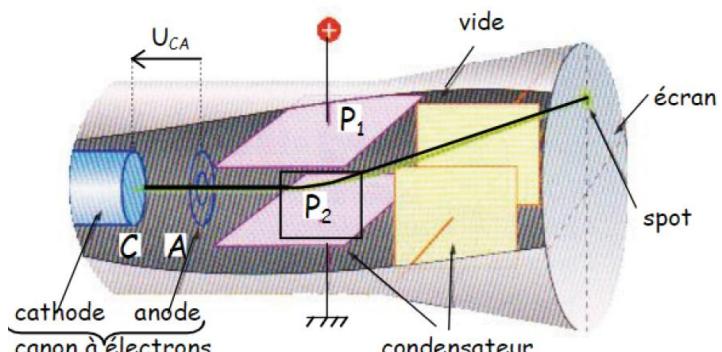
2. Donner les caractéristiques de  $\vec{E}(N)$  en un point N d'abscisse  $x_N=10 \text{ cm}$ .

3. On remplace la charge  $q_A$  par une charge  $q' < 0$ , déterminer la valeur de  $q'$  pour que le champ électrostatique global s'annule en N.

**Exercice 2 :**

Un oscilloscope est constitué d'un tube cathodique : un canon y produit des électrons, de masse  $m$ , puis les accélère. Ces électrons sont émis à la cathode C avec une vitesse  $v_C$  négligeable. Une tension électrique  $U_{CA}$ , établie entre deux armatures verticales les accélère jusqu'à l'anode A, où ils ont alors pour vitesse  $v_A$ . Un deuxième condensateur, constitué de plaques horizontales  $P_1$  et  $P_2$  entre lesquelles règne un champ électrique  $\vec{E}$ , permet ensuite une déviation verticale des électrons. Un dernier condensateur assure la déviation horizontale des électrons, dont les impacts sur un écran fluorescent laissent une trace lumineuse.

Données :  $m_e=9.110^{-31} \text{ kg}$  ;  $|U_{CA}|=1.8 \text{ kV}$  ;  $CA=5 \text{ cm}$  ,  $q=-e=-1.610^{-19} \text{ C}$



1. Représenter sur un schéma simplifié et sans d'échelle le champ électrique  $\vec{E}_1$  régnant entre l'anode A et la cathode C et la force électrique  $\vec{F}$ . Indiquer le signe des charges électriques portées par chacune des armatures verticales C et A.
2. Écrire l'expression littérale du travail  $W_{CA}(\vec{F})$  produit par la force électrique  $\vec{F}$  lors de son trajet entre C et A. quel type de travail fournit  $\vec{F}$  pour permettre l'accélération de l'électron ? En déduire le signe de la tension  $U_{CA}$ . Calculer la valeur  $W_{CA}(\vec{F})$ .
3. Calculer la valeur de la vitesse de l'électron en A. En déduire l'énergie cinétique en point A.

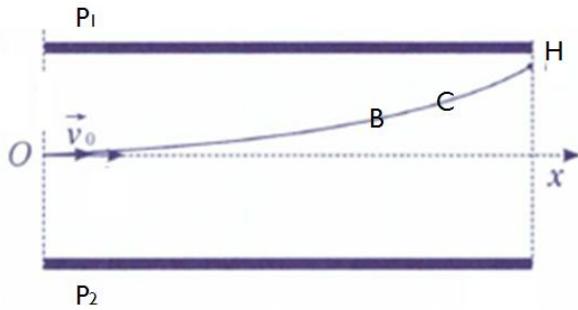
Les électrons pénètrent avec une vitesse  $v_0 = v_A$ , entre les plaques de déviation verticale, en un

point O situé à égale distance de chacune d'elles. Lorsque la tension  $U_1 = 500V$  est appliquée à ces plaques distantes de  $d = 10cm$ , les électrons sortent de l'espace champ en un point H tel que  $x_H = d' = 2.5cm$ .

4. Donner les caractéristiques du vecteur champ électrique  $\vec{E}$  régnant entre les plaques  $P_1$  et  $P_2$ . **1pt**
5. Exprimer la tension  $U_{OH}$  en fonction de  $U_1$ . **1pt**
6. En utilisant la conservation de l'énergie totale d'un électron, exprimer sa vitesse  $v_H$  en fonction de  $v_0$ ,  $e$ ,  $U_1$ , et  $m$ . l'état de référence de l'énergie potentiel electrostatique  $E_{pe}=0$  est choisi au point O tel que  $V_O=0$ . Calculer sa valeur **1.5pt**
7. Même équation mais cette fois on choisit l'état de référence de l'énergie potentiel électrostatique  $E_{pe}=0$  au niveau du plan formé par la plaque  $P_2$  ( $V_{P_2} \neq 0$ ). **2pt (facultatif)**
8. Les points B et C de la trajectoire sont respectivement à  $x_B=16mm$ ,  $x_C = 20mm$ .

a-Calculer l'énergie totale de l'électron au cours de son mouvement entre les plaques. On admettra qu'il est soumis à la seule force électrostatique et on prendra  $V_O=0$ . **0.5pt**

b- En chacun des points B et C, calculer l'énergie potentielle électrostatique et l'énergie cinétique de l'électron en électron-volt (eV). **1.5pt**



## Chimie : 7pts

### Partie I :

Les comprimés effervescents de vitamine C contiennent de l'acide ascorbique  $C_6H_8O_6$  et de l'hydrogénocarbonate de sodium  $NaHCO_3$ . Lors de la dissolution d'un comprimé dans l'eau, l'acide ascorbique réagit avec les ions hydrogénocarbonate. Les couples acido-basiques appartenant aux ions hydrogénocarbonates sont  $(CO_2 + H_2O)/HCO_3^-$  et  $HCO_3^-/CO_3^{2-}$

1. Quelle est la base conjuguée de l'acide ascorbique ? écrire le couple acido-basique correspondant. **0.5pt**
2. Quels sont les couples mis en jeu dans la réaction acido-basique envisagée ? **1pt**
3. Établir l'équation de la réaction qui se produit entre les ions hydrogénocarbonates et l'acide ascorbique. **0.5pt**
4. On dissout dans l'eau un comprimé contenant  $300mg$  d'acide ascorbique.
  - a. Déterminer le volume maximal de gaz dégagé, dans les conditions ordinaires de température et de pression où le volume molaire gazeux est  $24L.mol^{-1}$ . **0.75pt**
  - b. Quelle est la masse d'hydrogénocarbonate de sodium nécessaire pour réagir totalement avec l'acide ascorbique ? **0.75pt**

### Partie II :

On dispose d'une solution aqueuse  $S_1$  de diiode  $I_2$  de concentration  $C_1=5.10^{-2} mol.L^{-1}$  et de volume  $V_1=40mL$ . Lorsqu'on verse sur cette solution un volume  $V_2=8mL$  d'une solution  $S_2$  de thiosulfate de sodium ( $2 Na^+, S_2O_3^{2-}$ ) de concentration  $C_2=25.10^{-2} mol.L^{-1}$ , il se produit une réaction chimique dans le mélange obtenu, faisant intervenir les deux couples suivants :  $I_2/I$  et  $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

1. Quels sont les réactifs de cette transformation chimique. **1pt**
2. Écrire l'équation de l'oxydation et celle de la réaction. En déduire l'équation bilan de la réaction. **1pt**
3. En utilisant le tableau d'avancement de cette réaction :
  - a. Déterminer si le mélange réactionnel est stoechiométrique. Lequel des deux réactifs disparaît totalement à l'état final ? **0.5pt**
  - b. Déterminer la concentration molaire de toutes les espèces chimiques dans le mélange à l'état final. **1pt**

## Les Corrections :

EX 1:

$$\textcircled{1} \quad \vec{E}_A = \frac{kq_A}{x^2} \vec{u}; \quad E_B = -\frac{kq_B}{(a-x)^2} \vec{u}$$

$$\vec{E}(M) = kq_A \left( \frac{1}{x^2} - \frac{2}{(a-x)^2} \right) \vec{u}$$

$$\textcircled{2} \quad \vec{E}(M) = kq_A \left( \frac{1}{4 \cdot 10^{-4}} - \frac{2}{36 \cdot 10^{-4}} \right) \vec{u}$$

$$\vec{E}(M) = 17,5 \cdot 10^6 \vec{u}$$

les caractéristiques de  $\vec{E}(N)$ :

origine: le point M

direction:  $(OX)$

sens: sens de  $\vec{u}$

norme:  $17,5 \cdot 10^6 \text{ N/C}$

$$\textcircled{3} \quad x_c = ? \text{ tel que } \vec{E}(C) = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{x_c^2} = \frac{1}{(a-x_c)^2}$$

$x_c > 0$

$$\frac{1}{x_c} = \frac{\sqrt{2}}{|a-x_c|}$$

on prend le cas où  $a-x_c > 0$

$$\frac{1}{x_c} = \frac{\sqrt{2}}{a-x_c}$$

1pt

$$a-x_c = x_c \sqrt{2}$$

$$x_c = \frac{a}{1+\sqrt{2}}$$

$$x_c = \frac{a}{1+\sqrt{2}}$$

$$x_c = 3,314 \text{ cm}$$

$$\textcircled{2} \quad x_N = 10 \text{ cm}$$

$$\textcircled{0,5 pt} \quad \vec{E}(N) = kq_A \left( \frac{1}{16 \cdot 10^{-4}} + \frac{2}{4 \cdot 10^{-4}} \right) \vec{u}$$

$$= +44,1 \cdot 10^6 \vec{u}$$

les caractéristiques de  $\vec{E}(N)$

origine: le point N

direction:  $(OX)$

sens: même sens que  $\vec{u}$

norme:  $44,1 \cdot 10^6 \text{ N/C}$

\textcircled{3}

$$\vec{E}(N) = k \left( \frac{q'}{10^{-2}} + \frac{q_B}{4 \cdot 10^{-4}} \right) \vec{u}$$

$$\vec{E}(N) = 0 \quad q' < 0$$

$$q' = -q_B \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}}$$

$$\boxed{q' = -50 \text{ nC}}$$

EX 2:

\textcircled{1}



1pt

$V_A > V_C$  donc  $V_{CA} < 0$

$$\textcircled{2} \quad W(\vec{F}) = q \cdot U_{cA} \\ \vec{F} \rightarrow A \quad = q \vec{E} \cdot \vec{CA}$$

$q < 0$  et  $\vec{E} \cdot \vec{CA}$  donc  $U_{cA} < 0$   
et  $W(\vec{F}) > 0$

$$\textcircled{115 \text{ pt}} \quad W(\vec{F}) = +e \cdot 1,8 \text{ kV} = 1,8 \text{ eV} \\ \vec{C} \rightarrow A \quad = 2,88 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

\textcircled{3} d'après T. Ec :

$$\Delta E_c = \underset{\vec{C} \rightarrow A}{W(\vec{F})} = e \cdot |U_{cA}|$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2e|U_{cA}|}{m}} \quad \text{1pt}$$

$$v_A = 2516 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$E_c(H) = e \cdot |U_{cA}| = 2,88 \cdot 10^{16} \text{ J} \\ = 1,8 \cdot 10^3 \text{ eV}$$

$$\textcircled{4} \quad E = \frac{U_1}{d} \quad \text{1pt}$$

les caractéristiques de  $\vec{E}$ :

origine: tout point de l'espace  
direction: au régne le champ

sens: de  $P_1$  vers  $P_2$

$$\text{norme: } E = \frac{U_1}{d} = \frac{500}{10 \cdot 10^{-2}}$$

$$E = 5000 \text{ V/m}$$

$$\textcircled{5} \quad E = \frac{U_1}{d} = \frac{|U_{0H}|}{d'}$$

$$U_{0H} = -\frac{U_1}{d} \times d'$$

$$\boxed{U_{0H} = -\frac{U_1}{4}}$$

1pt

$$\textcircled{6} \quad E_m(0) = E_m(H) \quad V_0 = 0$$

$$E_C(0) + E_{Pie}(0) = E_C(H) + E_{Pie}(H)$$

$$E_C(0) = E_C(H) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ eV}$$

$$V_H = U_{HO} = \frac{U_1}{4}$$

$$E_C(H) = E_C(0) - E_{Pie}(H)$$

$$\boxed{E_C(H) = E_C(0) - e \cdot \frac{U_1}{4}} \quad \text{1,5 pt}$$

$$E_C(H) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ eV} + 12 \text{ eV} \\ = 19 \text{ eV} = 3,08 \cdot 10^{16} \text{ J}$$

$$\boxed{v_H = 26,018 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}}$$

$$\textcircled{7} \quad E_{Pie} = q \cdot V + \text{cte} \quad \text{1pt}$$

$$E_{Pie}(P_2) = 0 \Rightarrow C = -qV_{Pie}$$

$$\boxed{E_{Pie} = q \cdot V - qV_{Pie}}$$

$$E_{Pie}(0) = q \cdot V_0 - qV_{Pie}$$

$$E_{Pie}(H) = q \cdot V_H - qV_{Pie}$$

$$E_m(0) = E_m(H)$$

$$E_c(0) + E_{p,e}(0) = E_c(H) + E_{p,e}(H)$$

$$E_c(H) = E_c(0) + E_{p,e}(0) - E_{p,e}(H)$$

$$= E_c(0) + q \cdot V_0 - qV_{p_2} - q \cdot V_{H^+} \\ + qV_B$$

$$= E_c(0) + q(V_0 - V_H)$$

$$= E_c(0) - e \cdot V_{0,H}$$

$$E_c(H) = E_c(0) + e \cdot \frac{V_1}{q}$$

donc  $V_C = 2,61018 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}$

⑧

a)  $E_m(0) = E_m(B) = E_m(c) = E_m(H)$   
car l' $e^-$  soumis seulement  
à la force  $\vec{F}$  (c'est une force  
conservative)

0,5 pt

$$E_m(0) = E_c(0) + E_{p,e}(0) \\ = 1,8 \text{ keV}$$

b)  $E_m(B) = E_c(B) + E_{p,e}(B)$

$$E_{p,e}(B) = q \cdot V_B$$

$$E_{p,e}(B) = -e \cdot V_B$$

$$= -e \frac{V_1}{d} \times 0B$$

$$E_{p,e}(B) = -\frac{e \cdot 500}{10} \times 1,6$$

$E_{p,e}(B) = -80 \text{ eV}$

$E_c(B) = 1880 \text{ eV}$

115

$$E_m(c) = E_c(c) + E_{p,e}(c)$$

$$E_{p,e}(c) = -e \cdot V_c$$

$$= -e \cdot \frac{V_1}{d} \times 0C$$

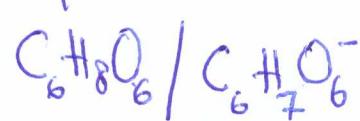
$E_{p,e}(c) = -100 \text{ eV}$

$E_c(c) = 1900 \text{ eV}$

Chimie :

Partie I :

1) La base conjuguée de l'acide ascorbique :  $C_6H_7O_6^-$



0,5 pt

2)  $C_6H_8O_6 / C_6H_7O_6^-$  et  $CO_2/H_2O/H^+$

1 pt

3)  $C_6H_8O_6 + HCO_3^- \rightarrow C_6H_7O_6^- + CO_2 + H^+$

0,5 pt

4)  $\text{Macide} = \frac{m}{M}$

a)

$$n_{\text{acide}} = \frac{300 \cdot 10^{-3}}{176} \\ = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

d'après l'équation 0,75 pt

$$n_{\text{acide}} = n(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m}$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \times V_m \\ = 40,9 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

(b) d'après l'équation de la réaction

$$n_{\text{acide}} = n_{\text{base}} = \frac{n(\text{HCO}_3^-)}{M(\text{HCO}_3^-)}$$

$$n(\text{HCO}_3^-) = n_{\text{base}} \times M(\text{HCO}_3^-) \\ = 1,7 \cdot 10^{-3} \times 61 \quad \text{span style="border: 1px solid pink; border-radius: 50%; padding: 2px;">0,75 pt$$

$$\boxed{n(\text{HCO}_3^-) = 103,7 \text{ mg}}$$

partie II :

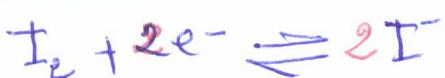
① les réactifs cette transformation

chimique:  $\text{I}_2$  et  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  1 pt

② l'équation de l'oxydation:



l'équation de la réduction:



l'équation de la réaction:



③

$$@ n_0(\text{I}_2) = C_1 \cdot V_1 \\ = 5 \cdot 10^{-2} \times 40 \cdot 10^{-3} \\ = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = C_2 \cdot V_2 \\ = 25 \cdot 10^{-2} \times 8 \cdot 10^{-3} \\ = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \\ = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\overline{n_0(\text{I}_2)} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{span style="border: 1px solid pink; border-radius: 50%; padding: 2px;">0,15 pt$$

$$\overline{n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\overline{n_0(\text{I}_2)} \neq \overline{n_0(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}$$

donc le mélange réactionnel n'est pas stoichiétrique

le réactif limitant est  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

$$x_{\text{max}} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

1 pt

$$(b) [\text{I}^-] = \frac{2x_{\text{max}}}{V_T} = 4,17 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{S}_4\text{O}_6^{2-}] = \frac{x_{\text{max}}}{V_T} = 2,083 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{I}_2] = \frac{n_0(\text{I}_2) - x_{\text{max}}}{V_T} = 2,083 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Na}^+] = \frac{2C_2 V_2}{V_T} = 8,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$