

## 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  $AB=a=8$  cm.

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

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

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

1.2. Déduire ses caractéristiques au point d'abscisse  $x=2$  cm. 0.5pt

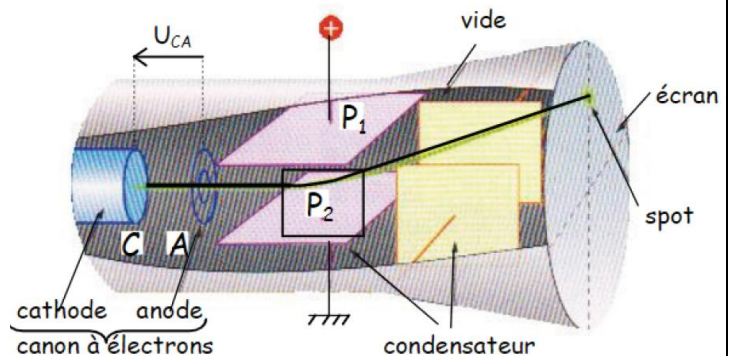
1.3. Déterminer l'abscisse d'un point C où  $\vec{E}(C)=\vec{0}$ . 1pt

2. Donner les caractéristiques de  $\vec{E}(N)$  en un point N d'abscisse  $x_N=10$  cm. 0.5pt

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. 1pt

### 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 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 portés par chacune des armatures verticales C et A. 1pt

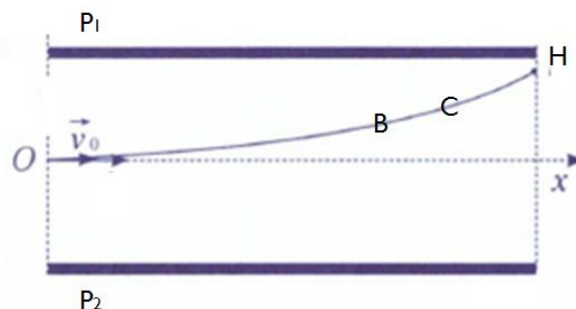
2. Écrire l'expression littérale du travail  $W_{CA}(\vec{F})$  produit par la force électrique  $\vec{F}$  lors de son trajet entre C et A. quel type de travail fournit  $\vec{F}$  pour permettre l'accélération de l'électron ? En déduire le signe de la tension  $U_{CA}$ . Calculer la valeur  $W_{CA}(\vec{F})$ . 1.5pt

3. Calculer la valeur de la vitesse de l'électron en A. En déduire l'énergie cinétique en point A. 1pt

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 électrostatique  $E_{pe}=0$  est choisi au point O tel que  $V_0=0$ . Calculer sa valeur **1.5pt**
7. Même équation mais cette fois on choisi 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  $V_0=0$ . **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'hydrogencarbonate de sodium  $NaHCO_3$ . Lors de la dissolution d'un comprimé dans l'eau, l'acide ascorbique réagit avec les ions hydrogencarbonate. Les couples acido-basiques appartiennent les ions hydrogencarbonates 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 hydrogencarbonates 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'hydrogencarbonate 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 stœchiométrique. 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 Convections

## EX 1:

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

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

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

1pt

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

les caractéristique de  $\vec{E}(M)$ :

origine: le point M

direction:  $(Ox)$

Sens: sens de  $\vec{u}$

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

0,15pt

1-3)  $x_c = ?$  tel que  $\vec{E}(C) = \vec{0}$

$\Rightarrow \frac{1}{x_c^2} = \frac{2}{(a-x_c)^2}$   $x_c > 0$

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

on prend le cas où  $a-x_c > 0$

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

1pt

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

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

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

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

2)  $x_N = 10 \text{ cm}$

0,15pt

$\vec{E}(N) = kq_A \left( \frac{1}{10^2 \cdot 10^{-4}} + \frac{2}{4 \cdot 10^{-4}} \right) \vec{u}$

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

les caractéristique de  $\vec{E}(N)$

origine: le point N

direction:  $(Ox)$

Sens: même sens que  $\vec{u}$

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

3

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

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

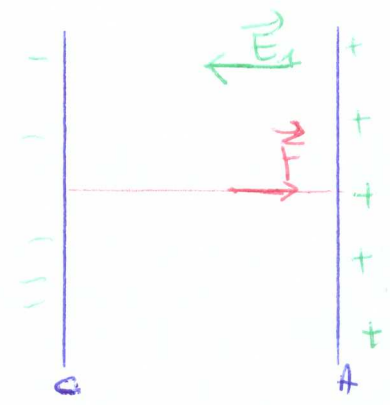
$q' = -q_B \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}}$

1pt

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

## EX 2:

1)



1pt

$V_A > V_c$  donc  $V_{cA} < 0$

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

$q < 0$  et  $\vec{E} \cdot \vec{CA}$  donc  $U_{CA} < 0$   
 et  $W(\vec{F})_{C \rightarrow A} > 0$  (1,5 pt)

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

$\textcircled{3}$  d'après T.  $E_c$ :

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

$$v_A = \sqrt{\frac{2e \cdot |U_{CA}|}{m}} \quad (1 \text{ pt})$$

$$v_A = 25,16 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

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

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

les caractéristiques de  $\vec{E}$ :

origine: tout point de l'espace  
 au régime le champ

direction:  $\perp$  plaque

sens: de  $P_1$  vers  $P_2$

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

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

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

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

$$U_{0H} = -\frac{U_1}{4} \quad (1 \text{ pt})$$

$$\textcircled{6} \quad E_m(0) = E_m(H) \quad v_0 = 0$$

$$E_c(0) + E_{pre}(0) = E_c(H) + E_{pre}(H)$$

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

$$v_H = v_{H0} = \frac{U_1}{4}$$

$$E_c(H) = E_c(0) - E_{pre}(H) \quad (1,5 \text{ pt})$$

$$E_c(H) = E_c(0) + e \cdot \frac{U_1}{4}$$

$$E_c(H) = 1,8 \cdot 10^3 \text{ eV} + 125 \text{ eV} \\ = 1925 \text{ eV} = 3,08 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

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

$$\textcircled{7} \quad E_{pre} = q \cdot V + C \quad (2 \text{ pt})$$

$$E_{pre}(P_2) = 0 \Rightarrow C = -9V_{P_2}$$

$$E_{pre} = q \cdot V - 9V_{P_2}$$

$$E_{pre}(0) = q \cdot V_0 - 9V_{P_2}$$

$$E_{pre}(H) = q \cdot V_H - 9V_{P_2}$$

$$E_m(o) = E_m(H)$$

$$E_c(o) + E_{pe}(o) = E_c(H) + E_{pe}(H)$$

$$\begin{aligned} E_c(H) &= E_c(o) + E_{pe}(o) - E_{pe}(H) \\ &= E_c(o) + 9 \cdot V_o - 9V_{pe} - 9 \cdot \frac{V_H}{4} \\ &\quad + 9V_{pe} \end{aligned}$$

$$= E_c(o) + 9(V_o - V_H)$$

$$= E_c(o) - e \cdot V_{oH}$$

$$E_c(H) = E_c(o) + e \cdot \frac{V_1}{4}$$

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

8 a)  $E_m(o) = E_m(B) = E_m(C) = E_m(H)$

car l' $e^-$  soumis seulement à la force  $\vec{F}$  (c'est une force conservative)

$$\begin{aligned} E_m(o) &= E_c(o) + E_{pe}(o) \\ &= 1,8 \text{ KeV} \end{aligned}$$

b)  $E_m(B) = E_c(B) + E_{pe}(B)$

$$E_{pe}(B) = 9 \cdot V_B$$

$$\begin{aligned} E_{pe}(B) &= -e \cdot V_B \\ &= -e \frac{V_1}{d} \times 0,8 \end{aligned}$$

$$E_{pe}(B) = -e \frac{500}{10} \times 416$$

$$E_{pe}(B) = -80 \text{ eV}$$

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

115!

$$E_m(C) = E_c(C) + E_{pe}(C)$$

$$\begin{aligned} E_{pe}(C) &= -e \cdot V_c \\ &= -e \cdot \frac{V_1}{d} \times 0,8 \end{aligned}$$

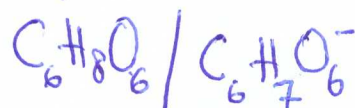
$$E_{pe}(C) = -100 \text{ eV}$$

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

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 a)  $n_{acide} = \frac{m}{M}$

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

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

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

$$m(\text{HCO}_3^-) = n_{\text{base}} \times M(\text{HCO}_3^-) = 1,7 \cdot 10^{-3} \times 61 \quad (0,75 \text{ pt})$$

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

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: (1 pt)



l'équation de la réaction:



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

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

$$\frac{n(\text{I}_2)}{1} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,15 \text{ pt})$$

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

$$\frac{n(\text{I}_2)}{1} \neq \frac{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2}$$

donc le mélange réactionnel n'est pas stoechiométrique

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

$$x_{\text{max}} = 10 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (1 \text{ pt})$$

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

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

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

$$[\text{Na}^+] = \frac{2C_2V_2}{V_T} = 8,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$