

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 :

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

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

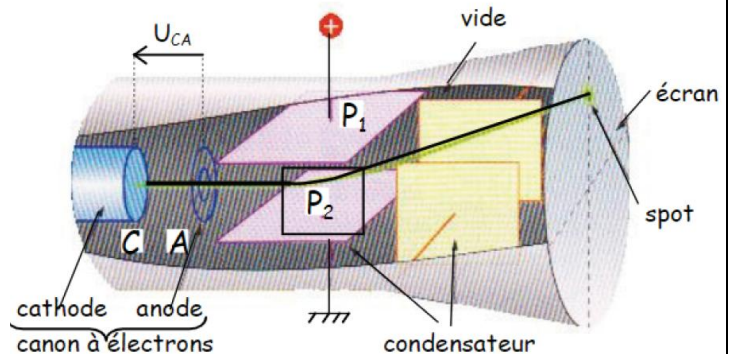
1.3. Déterminer l'abscisse d'un point C où $\vec{E}(C)=\vec{0}$. 1pt

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

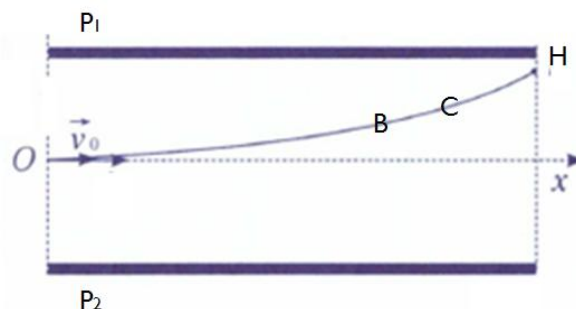


Données : $m_e = 9.110^{-31} \text{ kg}$; $|U_{CA}| = 1.8 \text{ kV}$; $CA = 5 \text{ cm}$, $q = -e = -1.610^{-19} \text{ C}$

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 ($V_{P2} \neq 0$). **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 Corrections

EX 1:

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

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

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

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

les caractéristiques de $\vec{E}(M)$:

origine: le point M

direction: (Ox)

Sens: sens de \vec{u}

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

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 $a-x_c > 0$

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

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

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

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

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

2 $x_N = 10 \text{ cm}$

0,5 pt

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

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

les caractéristiques de $\vec{E}(N)$

origine: le point N

direction: (Ox)

Sens: même sens que \vec{u}

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

3

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

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

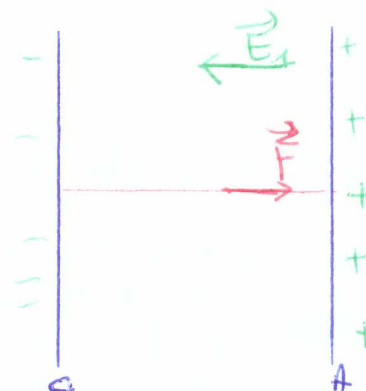
$q' = -q_B \frac{10^{-2}}{4 \cdot 10^{-4}}$

1 pt

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

EX 2:

1



1 pt

$V_A > V_C$ 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 $\vec{E} \cdot \vec{CA} < 0$ 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. Ec :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$V_H = V_{H0} = \frac{U_1}{4}$$

$$E_c(H) = E_c(0) - E_{pe}(H) \quad (1.5 \text{ pt})$$

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

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

$$= 1925 \text{ eV} = 3,08 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

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

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

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

$$E_{pe} = q \cdot V - qV_{P_2}$$

$$E_{pe}(0) = q \cdot V_0 - qV_{P_2}$$

$$E_{pe}(H) = q \cdot V_H - qV_{P_2}$$

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

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

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

$$= E_c(o) + q \cdot V_o - qV_p - q \cdot V_H + qV_p$$

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

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

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

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

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)

$$E_m(o) = E_c(o) + E_{pe}(o) = 1,8 \text{ keV}$$

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

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

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

$$= -e \frac{V_1}{d} \times 0,8$$

$$E_{pe}(B) = -e \frac{500}{10} \times 4,6$$

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

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

115

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

$$E_{pe}(c) = -e \cdot V_c = -e \cdot \frac{V_1}{d} \times 0,8$$

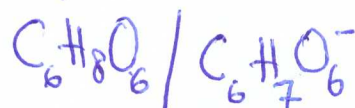
$$E_{pe}(c) = -100 \text{ eV}$$

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

Chimie :

Partie I :

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



0,5 Pt

2



1 Pt

3



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

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

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

partie II :

(1) les réactifs cette transformation chimique: 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) $n_0(\text{I}_2) = C_1 \cdot V_1 = 5 \cdot 10^{-2} \times 40 \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

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

$$\frac{n(\text{I}_2)}{1} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad (0,5 \text{ Pt})$$

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

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

donc le mélange réactionnel n'est pas stoechiométrique

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

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

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

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

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

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