

CLASSE : Terminale

EXERCICE B : au choix du candidat (10 points)

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : Sciences de l'ingénieur- Partie Sciences physiques

DURÉE DE L'EXERCICE : 30 min

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE B : Banc de test d'un moteur ionique à iode (10 points)

Q1.

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Or q pour un cation est positif.

Ainsi, \vec{F} et \vec{E} ont le même sens et la même direction.

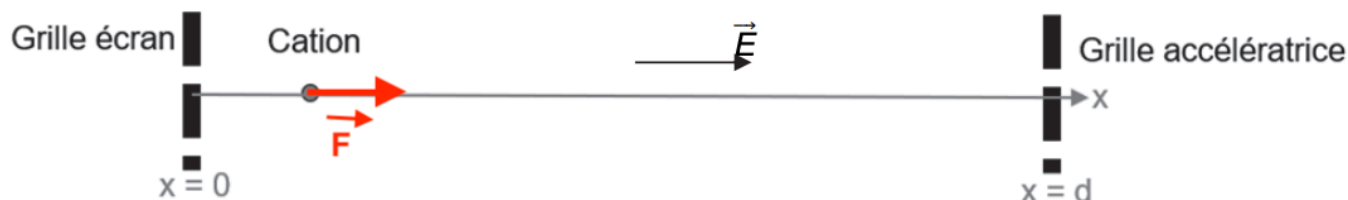


Figure 2. Schéma à reproduire sur la copie.

Q2.

Théorème de l'énergie cinétique : La variation d'énergie cinétique entre deux points O et S est égale à la somme des travaux des forces :

$$\Delta E_C = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$$

$$E_{C \text{ finale}} - E_{C \text{ initiale}} = W_{AB}(\vec{F})$$

$$E_{CS} - E_C(e) = q \times U$$

$$\text{Or } v_e = 0 \text{ m.s}^{-1}$$

$$E_{CS} = q \times U$$

Q3.

$$E_{CS} = q \times U$$

L'énergie cinétique ne dépend que de la charge et de la tension entre les plaques.

Or les ions I^+ et I_2^+ ont la même charge $q=e$ et sont soumis à la même tension électrique.

Ainsi, les ions I^+ et I_2^+ en sortie d'accélérateur ont une énergie cinétique identique.

Q4.

$$E_{CS}(\text{théo}) = q \times U$$

$$E_{CS}(\text{théo}) = e \times U$$

$$E_{CS}(\text{théo}) = 1,60 \times 10^{-19} \times 900$$

$$E_{CS}(\text{théo}) = 1,44 \times 10^{-16} \text{ J}$$

$$E_{CS}(\text{théo}) = \frac{1,44 \times 10^{-16}}{1,60 \times 10^{-19}}$$

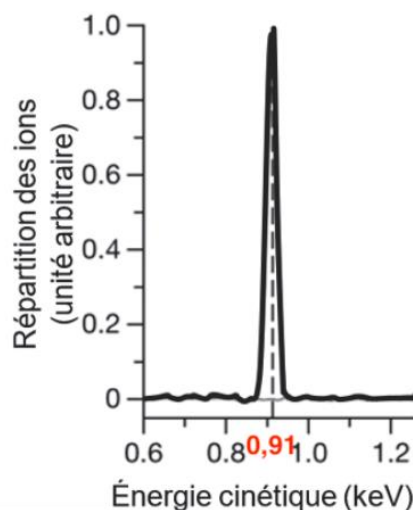
$$E_{CS}(\text{théo}) = 900 \text{ eV}$$

$$E_{CS}(\text{théo}) = 0,900 \text{ keV}$$

Sur la figure 3 on lit :

$$E_{CS}(\text{exp}) = 0,91 \text{ keV}$$

La valeur $E_{CS}(\text{théo}) = 0,900 \text{ keV}$ est cohérente à la valeur expérimentale $E_{CS}(\text{exp}) = 0,91 \text{ keV}$ estimée à la figure 3.



Q5.

$$E_{CS} = \frac{1}{2} \times m \times v_S^2$$

Or

$$E_{CS} = q \times U$$

Ainsi

$$\frac{1}{2} \times m \times v_S^2 = q \times U$$

$$v_S^2 = \frac{2 \times q \times U}{m}$$

$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times q \times U}{m}}$$

Q6.

$$v_S(I^+) = \sqrt{\frac{2 \times q \times U}{m_{I^+}}}$$

$$v_S(I^+) = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_{I^+}}}$$

$$v_S(I^+) = \sqrt{\frac{2 \times 1,60 \times 10^{-19} \times 1,3 \times 10^3}{2,11 \times 10^{-25}}}$$

$$v_S(I^+) = 4,44 \times 10^4 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_S(I^+) = 44,4 \text{ km.s}^{-1}$$

D'après l'énoncé : « les ions qui sont ainsi éjectés du moteur avec une vitesse de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres par seconde »

Ainsi, la valeur de la vitesse de sortie $v_S(I^+)$ des ions I^+ est du même ordre de grandeur que la vitesse d'éjection des ions données en début d'énoncé.

Q7.

$$v_S = \sqrt{\frac{2 \times q \times U}{m}}$$

$$v_S(I^+) = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_{I^+}}}$$

$$v_S(I_2^+) = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_{I_2^+}}}$$

$$m_{I_2^+} > m_{I^+}$$

Or la vitesse est inversement proportionnelle à la racine carrée de masse : $v_S(I_2^+) < v_S(I^+)$

$$v_S(I^{2+}) = \sqrt{\frac{2 \times 2e \times U}{m_{I^{2+}}}} = \sqrt{\frac{4 \times e \times U}{m_{I^{2+}}}}$$

$$v_S(I^+) = \sqrt{\frac{2 \times e \times U}{m_{I^+}}}$$

$$m_{I^+} = m_{I^{2+}} \text{ et } 4 \times e \times U > 2 \times e \times U$$

Or la vitesse est proportionnelle à la racine carrée de $e \times U$: $v_S(I^{2+}) > v_S(I^+)$

Conclusion :

$$v_S(I_2^+) < v_S(I^+) < v_S(I^{2+})$$