

Calculatrice en mode examen autorisée ou calculatrice collègue

Prénom et Nom : Note : .../20

La feuille d'énoncé doit être rendue à la fin et vous devez émarginer au bureau du professeur.

EXERCICE 1 : Les débuts de l'électron en physique (10 points) : 28 minutes

Le problème posé par la nature des « rayons cathodiques » à la fin du XIX^{ème} siècle fut résolu en 1897 par l'Anglais J.J. Thomson : il s'agissait de particules chargées négativement baptisées par la suite « électrons ». La découverte de l'électron valut à Thomson le prix Nobel de physique en 1906.

J.J. Thomson)



Le défi pour les scientifiques de l'époque fut alors de déterminer les caractéristiques de cette particule : sa charge électrique et sa masse. Dans un premier temps, Thomson lui-même, en étudiant la déviation d'un faisceau d'électrons dans un champ électrique, put obtenir le « rapport e/m_e » de ces deux caractéristiques.

En 1927, G.P. Thomson, le fils de J.J. Thomson, réalise une expérience de diffraction des électrons par des cristaux.

G.P.Thomson

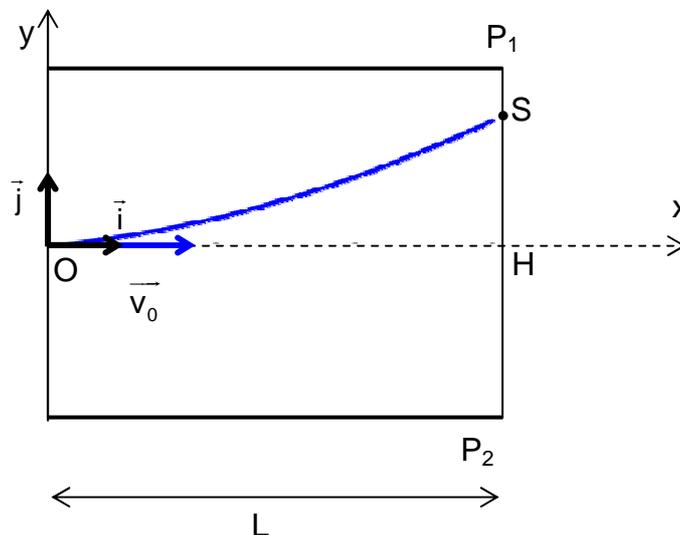


Actuellement, les valeurs admises de la masse et de la charge de l'électron sont :
 $m_e = 9,1093826 \times 10^{-31}$ kg et $e = 1,602176565 \times 10^{-19}$ C.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Justification :

Sens de \vec{F}_e :



L'expérience de J.J. Thomson

Lors de ses recherches dans son laboratoire de Cambridge, Thomson conçoit un dispositif dans lequel un faisceau d'électrons est dévié lors de son passage entre deux plaques où règne un champ électrique. La mesure de la déviation du faisceau d'électrons lui permet alors de déterminer le rapport e/m_e .

L'étude suivante porte sur le mouvement d'un électron du faisceau qui pénètre entre deux plaques parallèles et horizontales P_1 et P_2 , dans une zone où règne un champ électrique \vec{E} supposé uniforme et perpendiculaire aux deux plaques.

À l'instant $t = 0$ s, l'électron arrive en un point O avec une vitesse horizontale \vec{v}_0 .

La trajectoire de l'électron dans un repère (O,x,y) est fournie sur **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.
L'électron de masse m_e et de charge $q = -e$, dont le mouvement étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen, est soumis à la seule force électrostatique \vec{F}_e .

1°) Sur le document de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, représenter sans souci d'échelle et en justifiant les tracés :

- le vecteur force \vec{F}_e en un point de la trajectoire de l'électron ;
- le vecteur champ électrique \vec{E} en un point quelconque situé entre les plaques P_1 et P_2 .

2°) Déterminer les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement de l'électron (on considérera que l'électron est soumis à la seule force électrostatique) (Justifier tous les points de votre démonstration aboutissant aux équations horaires).

3°) Vérifier que la trajectoire de l'électron a pour équation : $y = \frac{e \times E}{2 \times m_e \times v_0^2} \times x^2$ (justifier).

4°) À la sortie de la zone entre les plaques P_1 et P_2 , l'électron a subi une déviation verticale SH comme l'indique le schéma de **L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**. On mesure $SH = y_S = 2,0 \times 10^{-2}$ m.

Déterminer, dans cette expérience, la valeur du rapport e/m_e de l'électron (formule littérale et justifications obligatoires). Comparer avec les valeurs fournies au début du sujet puis conclure.

Données : Longueur des plaques : $L = 9,0 \times 10^{-2}$ m
 Vitesse initiale de l'électron : $v_0 = 2,4 \times 10^7$ m \times s⁻¹
 Valeur du champ électrique : $E = 1,6 \times 10^4$ V \times m⁻¹
 Valeur du champ de pesanteur : $g = 9,8$ N \times kg⁻¹
 Valeur de la masse m_e de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg

5°) En préambule, on avait considéré que l'électron de masse m_e était soumis à la seule force électrostatique .

5.1°) Calculer la valeur du poids de l'électron (formule littérale obligatoire).

5.2) Comparer ce poids avec la force électrostatique puis conclure sur l'hypothèse de départ.

1) réel, ana,com	...../2
2) réel, com	...../2
3) réel	...../0.5
4)réal , ana com	...../2
5.1) réel	...../1
5.2) réel, ana, com	...../2.5

EXERCICE 2 : Etude d'une pile magnésium/acide (10 pts) : 27 minutes

1°) Les numéros atomiques du sodium et du magnésium sont respectivement $Z=11$ (Na) et $Z=12$ (Mg)

Ecrire la répartition électronique pour chaque atome puis justifier que leurs ions monoatomiques soient respectivement Na^+ et Mg^{2+} .

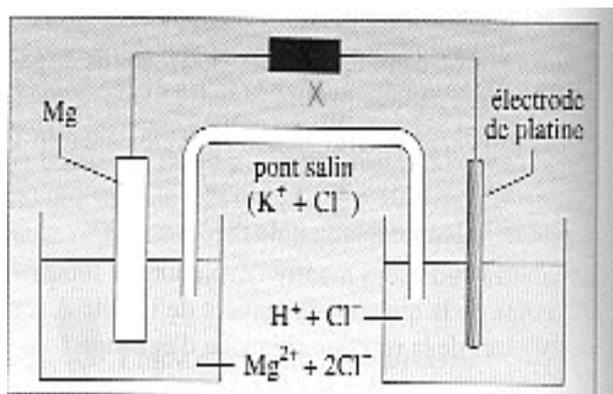
2°) L'équation de la réaction : $Mg(s) + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2(gaz)$ a pour constante d'équilibre associée $K = 10^{75}$. Donner l'expression de cette constante.

Un système chimique est composé à l'état initial de magnésium métallique, d'ions H^+ tels que $pH=2,0$; d'ions Mg^{2+} de concentration $1,00 \times 10^{-5}$ mol/L et d'ion Cl^- (même concentration que H^+). Calculer la valeur initiale du quotient de réaction. Dans quel sens évolueront les concentrations des ions en solution ?(justifier).

3°) Quelle est la conductivité initiale de la solution ? (formule littérale obligatoire) . Comment va-t-elle évoluer ?

Données : $\lambda(H^+) = 35 \times 10^{-3}$ S.m² .mol⁻¹; $\lambda(Cl^-) = 7,6 \times 10^{-3}$ S.m² .mol⁻¹; $\lambda(Mg^{2+}) = 10,6 \times 10^{-3}$ S.m² .mol⁻¹.
 On considéra la concentration des ions HO^- négligeables.

4°) On réalise le montage suivant :



La solution de chlorure de magnésium est neutre initialement du point de vue acido-basique. On constate la formation de bulles sur l'électrode de platine et pas sur l'électrode de magnésium. Cette dernière voit sa masse diminuée. X est une résistance électrique.

- 4.1°) Ecrire la $\frac{1}{2}$ équation ayant lieu pour chaque électrode en indiquant le pôle+ et – sur la pile réalisée.
- 4.2°) Décrire le déplacement des porteurs de charge (en justifiant) au sein de ce dispositif (schéma ci-dessus).
- 4.3°) Quel volume de H_2 s'est-il formé au bout de 10 heures avec une intensité de courant constante de valeur $I=50\text{ mA}$ (formule littérale et justifications obligatoires).
- 4.4°) Quelle masse de magnésium a été consommée au niveau de l'électrode de Mg ? (formule littérale et justifications obligatoires).

Données : Volume molaire = 24 L/mol. Constante de Faraday= 96500 C/mol $M_{Mg}=24,3\text{ g/mol}$

1) sav , réal ,com	...../1,5
2) sav, réal, com	...../1,5
3) sav, réal,ana	...../1
4 .1)réal , ana com	...../1
4.2) ana, com	...../1
4.3) ana, sav , réal	...../2
4.4°) ana, sav , réal	...../2