



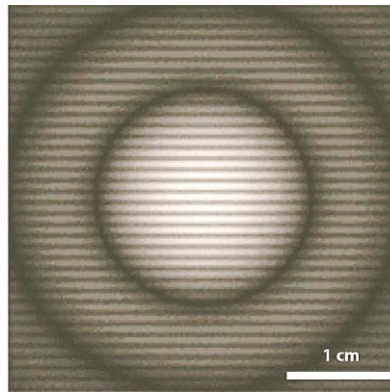
Partie 1

On considère un conducteur électrique, cylindrique, d'axe  $Oz$  et dont les charges mobiles sont des électrons. Leur vitesse initiale est nulle ; à partir de l'instant  $t = 0$ , ils sont soumis à un champ électrostatique uniforme et stationnaire  $\vec{E} = E\vec{u}_z$ . D'autre part, ils sont soumis dans le conducteur à une force de frottement  $\vec{f} = -\frac{m}{\tau}\vec{v}$ ,  $m$  étant la masse de l'électron,  $\tau$  une constante physique et  $\vec{v}$  est la vitesse commune aux électrons par rapport au conducteur. On donne  $m \approx 10^{-30}kg$ ,  $e \approx 10^{-19}C$ ,  $E \approx 0,1V.m^{-1}$  et  $\tau \approx 10^{-14}$  unité SI.

- 1) Quelle est l'origine physique de la force de frottement ?
- 2) Obtenir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse  $v$  d'un électron.
- 3) Donner alors la dimension de  $\tau$  et proposer une interprétation de cette grandeur.
- 4) Donner également l'expression puis la valeur de la vitesse limite  $v_l = v(t \rightarrow \infty)$  de l'électron
- 5) Lorsque le régime permanent est établi, montrer que le vecteur densité de courant  $\vec{j}$  peut se mettre sous la forme  $\vec{j} = \gamma\vec{E}$  où  $\gamma$  est la conductivité du matériau que l'on cherchera à exprimer en fonction de  $m, e, \tau$  et  $n_m$  (concentration en électrons participant à la conduction). Faire l'application numérique pour le cuivre  $n_m \approx 10^{29}m^{-3}$ .

## Exercice rapide

- 1) Avec le dispositif des trous d'Young, on obtient la figure suivante :



- a) Dessiner le dispositif expérimental. On donnera surtout le positionnement des trous  
b) Montrer que la figure ci-dessus permet d'estimer les valeurs de la longueur d'onde  $\lambda_0$  et le diamètre  $b$  des trous. On note  $D = 1m$  la distance entre les trous et le plan d'observation,  $a = 0,5mm$  la distance entre les trous.

### Exercice 1 :

1) La force de frottement modélise les « collisions » des électrons avec les ions du réseau.

2) En utilisant la RFD :  $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = -\frac{eE}{m}$

3) est homogène à un temps et caractérise le temps de réponse de l'électron lié à son inertie.

$$4) v_l = \tau \frac{eE}{m} \approx 10^{-14} \times \frac{10^{-19}}{10^{-30}} 0,1 \approx 0,1 \text{ mm/s}$$

5) Si on prend un échantillon de matière de masse  $m$  occupant un volume  $V$  alors  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{nM}{V} = \frac{N}{N_a} \frac{M}{V} = n_m \frac{M}{N_a}$  soit  $n_m = \frac{\rho N_a}{M} \approx \frac{10^4 \times 6 \times 10^{23}}{60 \times 10^{-3}} \approx 10^{29} \text{ m}^{-3}$

$$6) \vec{j} = n_m (-e) \vec{v} = n_m \tau \frac{e^2 \vec{E}}{m} \text{ donc } \gamma = n_m \tau \frac{e^2}{m} \approx 10^{29} \times 10^{-14} \frac{10^{-38}}{10^{-30}} \approx 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$\frac{l}{s} = \gamma \frac{U}{l} \text{ donc } R = \frac{l}{s \gamma}$$

### Exercice 2 :

L'éclairement  $\mathcal{E}(M)$  au point  $M$  est donné par :  $\mathcal{E} = K \underline{a}(M) \times \underline{a}^*(M)$

$$\mathcal{E} = K A_0^2 + K A_0^2 + 2 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \delta\right) = 2\mathcal{E}_0 (1 + \cos \Delta\phi)$$

Avec  $\Delta\phi$ , qui est la différence de phase entre les deux rayons, tel que  $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda_0} \delta(x)$  et  $\mathcal{E}_0$  l'éclairement d'une source prise isolément. Afin de minimiser les incertitudes, on effectue la mesure de 19 interférences qui occupent  $L=1,9\text{cm}$ .

En utilisant directement  $i = \frac{\lambda D}{a}$  on obtient  $\lambda \approx 5 \times 10^{-7} \text{ m}$

La formule de la diffraction par un trou permet d'obtenir  $b$  en repérant l'annulation du contraste de la figure d'interférence :  $\theta_{diff} \approx 0,61 \frac{\lambda}{b} \approx \frac{y_{min}}{D}$

Soit  $b \approx 0,61 \times \frac{\lambda a}{y_{min}} \approx 0,61 \times \frac{2\lambda a}{19L}$  (avec cette 2<sup>e</sup> expression, il n'est pas utile d'utiliser l'échelle)

On obtient  $b \approx 3 \times 10^{-5} \text{ m}$