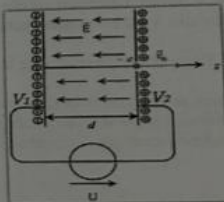
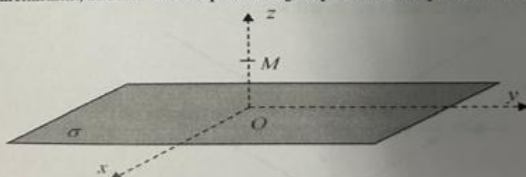


L'expérience de Davisson et Germer est la première expérience qui a prouvé le comportement ondulatoire des électrons. Elle a aussi permis de valider la relation de De Broglie. En 1927, les 2 scientifiques bombardent un échantillon de nickel monocristallin par des électrons dont ils maîtrisent la vitesse grâce à un canon à électrons utilisant une tension électrique ajustable.

On modélise le canon à électrons par deux armatures de potentiel  $V_1$  et  $V_2$  soumises à une différence de potentiel  $U$  et séparées par une distance  $d$ , comme indiqué sur le schéma ci-contre.



On s'intéresse tout d'abord au champ électrostatique créé par une seule armature que l'on assimilera à un plan infini chargé uniformément, de densité surfacique de charge  $\sigma$  positive et indépendante du temps.



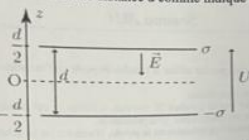
- 1.1 Par des considérations de symétrie, déterminer la direction du champ électrostatique  $\vec{E}$  (M) au point M.
- 1.2 De quelle(s) variable(s) d'espace dépend ce champ ?

2. Quelle relation existe-t-il entre  $E_x(z)$  et  $E_x(-z)$  ? Justifier.

3. Montrer que le champ électrostatique créé par cette distribution de charges s'écrit :

$$\vec{E} = \begin{cases} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \vec{u}_z & \text{si } z > 0 \\ -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \vec{u}_z & \text{si } z < 0 \end{cases}$$

Le canon à électrons peut ainsi être modélisé par l'association de deux plans infinis de densités surfaciques de charges opposées distants d'une distance  $d$  comme indiqué sur le schéma ci-dessous :



4. Dédurre du résultat de la question 3 l'expression du champ électrostatique en tout point de l'espace.

5. Montrer que l'énergie potentielle électrostatique d'une particule chargée de charge  $q$  placée entre les armatures s'écrit :  $E_p = qV(z) + K$  où  $V(z)$  est le potentiel électrostatique et  $K$  une constante que l'on ne cherchera pas à déterminer.

Un électron de masse  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg et de charge  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C est placé à l'armature négative de potentiel  $V_1$ . On suppose que cet électron est initialement immobile. L'application de la tension  $U = V_2 - V_1 = 54$  V permet d'accélérer cet électron qui atteint une vitesse  $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_z$  au niveau de l'armature positive de potentiel  $V_2$ . Il est ensuite éjecté à travers un trou percé dans cette dernière.

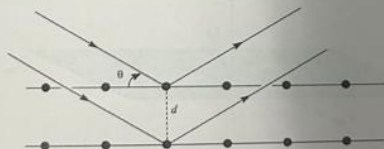
6. Déterminer l'expression de la norme  $v_0$  en fonction de  $U$ ,  $m$  et  $e$ . Faire ensuite l'application numérique.

Dans sa thèse de doctorat soutenue en 1924, Louis de Broglie postulait que toute particule de quantité de mouvement  $p = m \cdot v$  (où  $m$  désigne la masse de la particule et  $v$  la vitesse de la particule) avait des propriétés ondulatoires et que l'on pouvait lui associer une longueur d'onde donnée par la relation qui porte son nom :

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

où  $h$  est la constante de Planck :  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s

Le faisceau d'électron ainsi éjecté du canon à électrons à la vitesse  $v_0$  est modélisé par des rayons atteignant la surface d'un cristal de nickel qui les diffracte.



- 7.1 Etablir la condition d'interférences constructives pour les 2 rayons ci-dessus en fonction des grandeurs  $d$ ,  $\theta$  et  $\lambda$ .

- 7.2 Sachant que  $\theta = 50^\circ$  et pour un ordre d'interférences égal à 1, déterminer la valeur numérique de la distance interatomique dans le cristal de nickel.



Question ouverte

Un papa et son enfant font de la balançoire. L'enfant oscille deux fois plus vite que le papa. Proposer une explication.