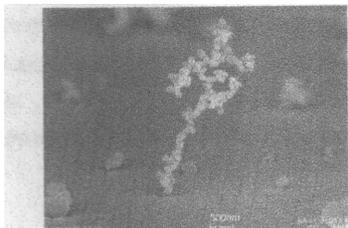


Mécanique quantique - TD0

Exercice 1 - Image obtenue au MEB

La photo ci-dessous de nanoparticules a été réalisée au microscope électronique à balayage (MEB) à partir de particules dont la taille est de 50 nm.



1. Pourquoi cette image ne peut provenir d'un microscope optique traditionnel ?
2. Le MEB fonctionne en envoyant des électrons préalablement accélérés sur l'échantillon. Après interaction avec les particules, le signal est détecté par des capteurs, ce qui permet de reconstruire l'image. On donne la masse d'un électron $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg et la constante de Planck $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s. L'énergie cinétique des électrons est de l'ordre de de 5,0 keV. Montrer que ce dispositif permet bien de palier les limitations du microscope optique.

Exercice 2 - Expérience de Davisson et Germer

En physique quantique, l'expérience de Davisson et Germer a fourni en 1927 une preuve expérimentale de l'hypothèse de De Broglie sur le fait que les particules, comme les électrons, peuvent aussi se comporter comme des ondes. Les deux physiciens ont bombardé une cible de nickel monocristallin constitué de plans atomiques ordonnés séparés d'une distance $d = 0,090$ nm, par des électrons accélérés par une tension $U=54$ V. Ils mirent en évidence une diffraction du faisceau d'électrons dans une direction $\theta \simeq 50^\circ$ par rapport à la direction du faisceau incident.

1. En quoi l'expérience de Davisson et Germer confirme la dualité onde-corpuscule de la matière ?
2. Quelle est l'énergie cinétique et la vitesse des électrons incidents ?
3. Quelle est la longueur d'onde de De Broglie λ_B associé aux électrons ? On exprimera λ_B en fonction de e, h, m et U . Donner sa valeur numérique.
4. La figure de diffraction obtenue est identique à celle observée pour un faisceau incident de rayons X. Cela confirme-t-il les résultats précédents ?

Exercice 3 - Cellule photoélectrique au potassium

La cathode d'une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par deux radiations lumineuses monochromatiques de longueurs d'onde respectives $\lambda_1=490$ nm et $\lambda_2=660$ nm. La puissance $P = 9,0 \cdot 10^{-7}$ W de ces deux sources de rayonnement est la même. Le travail d'extraction d'un électron du potassium est $W_0 = 2,25$ eV.

1. Les deux radiations permettent-elles l'émission d'électrons ?
2. Calculer la vitesse des électrons émis par la cathode.
3. On observe que l'intensité du courant de saturation est $I_s = 4,0 \cdot 10^{-8}$ A. En supposant que tous les électrons émis participent au courant de saturation, déterminer le rendement quantique η_q de la cellule défini comme le rapport du nombre d'électrons émis au nombre de photons reçus. Commenter.