

Phy 208 “Introduction à la Physique Quantique”

Exercices d'applications sur le Chapitre 2

Ondes de matières de De Broglie

- (i) Montrez que la longueur d'onde de De Broglie d'une particule de charge e , de masse au repos m_0 , et se déplaçant à une vitesse relativiste v est donnée, en fonction du potentiel d'accélération U , par la formule :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_0eU} \left(1 + \frac{eU}{2m_0c^2}\right)^{1/2}}$$

Montrez que cette longueur d'onde, relativiste, redonne la formule $\lambda = h/mv$ dans la limite non-relativiste

- (ii) Calculer la longueur d'onde de De Broglie associée à :
- (a) une balle de fusil de masse $1g$ et de vitesse $500m/s$;
 - (b) une bille de $0,01Kg$ ayant une vitesse de $10m/s$;
 - (c) un électron accéléré sous une ddp $U = 1000V$;
 - (d) une particule α (noyau d'Hélium) ayant une énergie cinétique de $7,7Mev$.
- Examiner dans chaque cas l'opportunité d'appliquer ou non la mécanique quantique au système.
- (iii) Quelle est l'énergie minimum d'un photon nécessaire pour observer un objet dont la taille est de $2,5 \text{ \AA}$? même question quand il s'agit des électrons à la place des photons.
- (iv) Un résultat fondamental de l'optique ondulatoire est qu'aucun instrument d'optique ne peut résoudre les détails d'un objet qui sont plus petits que la longueur d'onde de la lumière qui sert à les observer. Le même principe physique s'applique, bien sûr, pour les électrons dans un microscope électronique. Si on veut étudier un virus dont le diamètre est de $d = 2000nm$, peut-on utiliser la lumière visible ? Si on utilise un microscope électronique, quel doit être la tension d'accélération des électrons pour que la longueur d'onde de De Broglie soit 1000 fois plus petite que la dimension du virus (on aura ainsi une très bonne image) ?

Diffraction de Bragg

- (i) Un faisceau de neutrons de $0,083eV$ est diffusé par un échantillon inconnu et le pic de réflexion de Bragg est observé à 22° . Quelle est la distance inter-réticulaire de l'échantillon ?

- (ii) On utilise un grand monocristal pour extraire d'un faisceau de neutrons ceux qui correspondent à une énergie donnée. Si la distance interréticulaire est $d = 1,1 \text{ \AA}$, quelle sera l'énergie des neutrons sélectionnés si l'on règle le dispositif pour un angle de bragg de 30° (on se bornera à la figure du premier ordre) ?
- (iii) La séparation minimale entre les plans d'atomes d'un cristal de $NaCl$ est de $a = 31,4 \text{ nm}$. Calculez les angles, pour la diffraction de Bragg du premier ordre, correspondant à des électrons d'énergie cinétique $T = 40 \text{ keV}$ et à des photons d'énergie $E = 40 \text{ keV}$.