Application n°1

Soit N le nombre de photons émis pendant une durée Δt.
Alors :

$$\mathcal{P} = \frac{N h \nu}{\Delta t}$$

$$= \frac{N \frac{hc}{\lambda}}{\Delta t}$$

D'où : $\boxed{\frac{N}{\Delta t} = \frac{\mathcal{P}\lambda}{hc}}$ AN : $\frac{N}{\Delta t} = 6{,}4 \cdot 10^{15}\ s^{-1}$

Application n°2

1) Vitesse : $v = 1{,}0\ m.s^{-1}$ masse : $m = 80\ kg$

D'où : $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{80 \times 1{,}0}$

$$\lambda = 8{,}3 \cdot 10^{-26}\ m$$

2) De même :

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{60 \cdot 10^{-3} \times \frac{100 \cdot 10^{3}}{3600}}$$

$$\lambda = 4{,}0 \cdot 10^{-34}\ m$$

3) D'après le théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_c = -\Delta E_p \quad \text{où} \quad E_p = qV = -eV$$

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = e \underbrace{\Delta V}_{=U}$$

Or $v_i = 0$ et $v_f = v$ vitesse finale après accélération

D'où $v = \sqrt{\dfrac{2eU}{m}}$

$$mv = \sqrt{2meU}$$

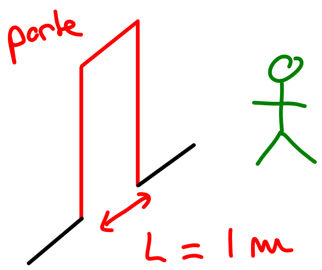
Donc $\boxed{\lambda = \dfrac{h}{\sqrt{2meU}}}$

$$\lambda = \frac{6{,}63.10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9{,}11.10^{-31} \times 1{,}6.10^{-19} \times 4.10^{3}}}$$

$$\underline{\lambda = 1{,}9.\ 10^{-11}\,m}$$

Application n°3

1) (a)

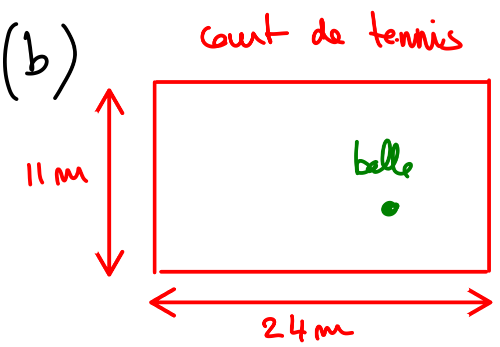


voir application n°2 question 1

$\lambda = 10^{-25}\,m$

Puisque $\lambda \ll L$, l'approche quantique n'est pas nécessaire.

(b)



voir application n°2 question 2

$\lambda = 10^{-34}\,m$

L est de l'ordre de 10 m

Donc $\lambda \ll L$, l'approche quantique n'est pas nécessaire.

(c) Désormais $\lambda \simeq 10^{-11}\,m$ et $L \simeq 10^{-10}\,m$.
λ et L sont du même ordre de grandeur.
Des effets quantiques sont possibles (diffraction des électrons notamment, permettant d'ailleurs l'étude de la structure du graphite).

2) (a) On sait que : $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$

Que vaut la vitesse ?

On a $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} k_B T$ (voir THD 1)

D'où $v = \sqrt{\frac{3 k_B T}{m}}$

$\Leftrightarrow \quad m v = \sqrt{3 m k_B T}$

$\Leftrightarrow \quad p = \sqrt{\frac{3 M k_B T}{N_A}}$

Masse d'un atome d'hélium

nombre de mole pour un atome

$$\frac{m}{M} = \frac{1}{N_A}$$

$$m = \frac{M}{N_A}$$

D'où :

$$\boxed{\lambda = h \sqrt{\frac{N_A}{3 M k_B T}}}$$

AN : $\lambda = 8,9 \cdot 10^{-10}$ m $= \underline{0,89 \text{ nm}}$

(b) λ est de l'ordre du libre parcours moyen pour un état liquide (voir THD 1)

3) Pour $U = 5$ kV, alors d'après l'application n°2 question 3 :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m e U}}$$

AN : $\lambda = 1,7 \cdot 10^{-11}$ m $= 17$ pm

En évitant des phénomènes quantiques tels que la diffraction des électrons, on peut observer des détails dont la taille caractéristique est de l'ordre de $L \gg \lambda$

D'après l'échelle, il est possible d'observer des détails de taille $\simeq 1\,\mu$m ce qui est cohérent avec ce qui précède.

Par contre, dans le domaine visible $\lambda \simeq 1\,\mu$m. Donc ces détails ne pourraient pas être observés à cause de la diffraction.