Correction Bac S 2170 Liban

Interférences avec des atomes froids

(1.1) Système {atome de Néon}

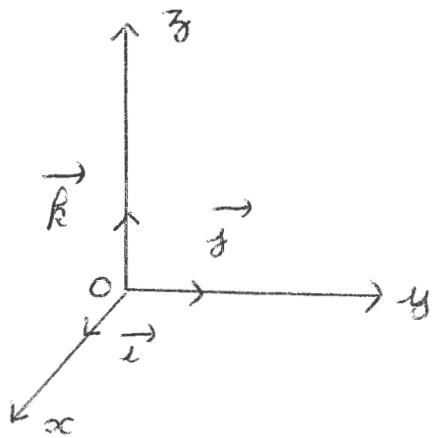
référentiel terrestre supposé galiléen

Le système est soumis à son poids $\vec{P} = m\vec{g}$

On applique la deuxième loi de Newton au système

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext} \iff m\frac{d\vec{v}}{dt} = \sum \vec{F}_{ext} \iff \sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$$

Soit $m\vec{a} = m\vec{g}$ donc $\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$



On se place dans un repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

$$\vec{g}\begin{vmatrix}0\\0\\-g\end{vmatrix} \text{ donc } \vec{a}\begin{vmatrix}0\\0\\-g\end{vmatrix}$$

Condition initiale : à $t=0$, $\overrightarrow{OM_0} = \vec{0}$ et $\vec{v_0} = \vec{0}$

Comme $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ on obtient les coordonnées $\vec{v}\begin{vmatrix}C_1\\C_2\\-gt+C_3\end{vmatrix}$

A $t=0$, $\vec{v_0} = \vec{0}$ donc $C_1 = C_2 = C_3 = 0$

Soit $\vec{v}\begin{vmatrix}0\\0\\-gt\end{vmatrix}$

Comme $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$ on obtient les coordonnées $\overrightarrow{OM}\begin{vmatrix}C_4\\C_5\\-\frac{1}{2}gt^2+C_6\end{vmatrix}$

A $t=0$, $\overrightarrow{OM} = \vec{0}$ donc $C_4 = C_5 = C_6 = 0$

Soit $\overrightarrow{OM}\begin{vmatrix}0\\0\\-\frac{1}{2}gt^2\end{vmatrix}$

à $t = t_F$ $\quad v_z = -g t_F = v_F$ (1)

$$z = -\frac{1}{2} g t_F^2 = -L \quad (2)$$

(1) $\Leftrightarrow$ $t_F = -\dfrac{v_F}{g}$ dans (2) $-L = -\dfrac{1}{2} g \left(-\dfrac{v_F}{g}\right)^2$

Soit $L = \dfrac{v_F^2}{2g}$ donc $\boxed{v_F = \sqrt{2gL}}$

(1.2) On observe une répartition uniforme de taches

(2) (2.1) Le phénomène d'interférence est caractéristique des ondes : cette expérience prouve le caractère ondulatoire des atomes de Néon.

(2.2) $p = m \times v_F$ $\quad p$: quantité de mouvement ($kg \cdot m \cdot s^{-1}$)
m : masse (kg)
v_F : vitesse ($m \cdot s^{-1}$)

(2.3) La longueur d'onde de De Broglie donne $\lambda_{dB} = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{m \times v_F}$

$$\lambda_{dB} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}}{3{,}35 \times 10^{-26} \times 1{,}2} = \boxed{1{,}6 \times 10^{-8}\ m}$$

(2.4) réalité $\quad$ schéma

1 mm $\leftrightarrow$ 4 cm

0,85 mm $\leftrightarrow$ 4 i = 3,4 cm

donc $i = \dfrac{0{,}85}{4} = \boxed{0{,}21\ mm}$

(2.5) Regardons l'homogénéité des formules à partir des dimensions de i, D, d, λ. $\quad [i] = L \quad [D] = L \quad [d] = L \quad [\lambda] = L$

$i = \dfrac{\lambda \times D}{d}$ homogène

Les deux autres relations ne sont pas homogènes

(2.6) $d_{exp} = \frac{i \times d}{D} = \frac{0{,}21 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-6}}{0{,}113} = \boxed{1{,}1 \times 10^{-8}\ m}$

(2.7) d_{th} et d_{exp} sont du même ordre de longueur.

$d_{exp} < d_{th}$

(2.8.1) Entre les fentes et l'écran la vitesse des atomes continue d'augmenter, et la quantité de mouvement également.

(2.8.2) $d_{écran} = \frac{h}{m \times v_{écran}}$ $\quad v_{fente} < v_{écran}$

$$\frac{1}{v_{fente}} > \frac{1}{v_{écran}}$$

$$\frac{h}{m \times v_{fente}} > \frac{h}{m \times v_{écran}}$$

$$\boxed{d_{fente} > d_{écran}}$$

$v_{fente} = \sqrt{2gL}$

$v_{écran} = \sqrt{2g(L+D)}$ Soit $d_{écran} = \frac{h}{m \times \sqrt{2g(L+D)}}$

$$d_{écran} = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}}{3{,}35 \times 10^{-26} \times \sqrt{2 \times 9{,}8 \times (0{,}076 + 0{,}113)}}$$

$$\boxed{d_{écran} = 1{,}0 \times 10^{-8}\ m}$$

On doit comparer d_{exp} à $d_{écran}$