


Corrigé DS

Dualité onde corpuscule

A) 1) a) $E = \frac{hc}{\lambda}$; $\vec{P} = \frac{h}{\lambda} \vec{e}_3$ (2)

b) AN: $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{475 \cdot 10^{-9}} = 4,2 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,6 \text{ eV}$ (1)

2) a) La particule passe par le fente $\Rightarrow \Delta x = 2r$
 Heisenberg $\Delta p_x \geq \frac{h}{2r} \Rightarrow v_x \neq 0$, il y a 1 ouverture angulaire (3)

b)  $\sin \theta \approx \theta = \frac{p_x}{p} \geq \frac{h}{2r} \times \frac{\lambda}{h} = \frac{\lambda}{2r}$ ($\Delta p_x \approx p_x$)

(3) on a $\theta \approx \frac{\lambda}{2r}$: formule de la diffraction (faut en $\frac{1}{2}$ ou peu...)

3) Effet photoélectrique (1)

4) le photon doit donner plus d'énergie que celle nécessaire à extraire l'électron du métal : $E > W_e$ (1)

C'est vrai avec le photon bleu pour Cs, Na, K (1)

L'énergie excédentaire est de l'Ec: $\frac{1}{2} m v^2 = E - W_e$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2(E - W_e)}{m}}$ (1) AN pour Cs: $v = \sqrt{\frac{2 \times (2,6 - 1,5) \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}}} = 2,7 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ (1)

$v \ll c$, les e sont non relativistes (1)

5) a) En $\Delta t = 1 \text{ s}$, la source émet une énergie $E = P \Delta t$ portée par N photons d'énergie $h\nu$:

$P \Delta t = N h \nu \Rightarrow N = \frac{P \Delta t}{h \nu}$ AN $\frac{10^{-3} \times 1 \times 633 \cdot 10^{-9}}{6,6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8} = 3 \cdot 10^{15}$ (3)

b) De même, $P = \frac{N h c}{\Delta t \lambda}$ AN $\frac{1 \times 6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{10^{-12} \times 633 \cdot 10^{-9}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ W}$ (2)

c) les photons arrivent 1 par 1, la figure d'interférence apparaît pixel par pixel (1)

d) on superpose (=interférences) les amplitudes de proba/pct d'onde (1)

B) 6) a) De Broglie: $\lambda = \frac{h}{p}$. T.E.c pour l'e dans RTSG: (1)

$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = eU$ $\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ (2)
 travail force électrique = $e(V_{\text{final}} - V_{\text{initial}})$

Donc $\lambda = \frac{h}{m v} = \frac{h}{\sqrt{2emU}}$ AN: $\lambda = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 9 \cdot 10^{-31} \times 100}} = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ (2)

b) Plus $\lambda \downarrow$, mais la diffraction est marquée ($\theta \approx \frac{\lambda}{2}$) \Rightarrow meilleure est "l'image" (1)

F) $u_{\text{He}}(T_1 = 295 \text{ K}) \stackrel{\text{AN}}{=} \sqrt{\frac{3 \times 8,31 \times 295}{4 \times 10^{-3}}} = 1,3 \text{ km s}^{-1}$ (2)

$u_{\text{Ne}}(T_2 = 2,5 \text{ mK}) \stackrel{\text{AN}}{=} \sqrt{\frac{3 \times 8,31 \times 2,5 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3}}} = 1,7 \text{ m s}^{-1}$

8) Notons d la dimension de la tache de diffraction après L:

 $d = \frac{2\lambda L}{\theta}$ (angle petit) AN $2 \times 0,64 \times$

ou $\lambda = \frac{h}{m u} \Rightarrow d = \frac{2 h L}{m u \theta}$ AN $\frac{2 \times 6,6 \cdot 10^{-34} \times 9,64}{(T=295 \text{ K}) \times 4 \times 10^{-3} \times 1300 \times 2 \cdot 10^{-6}} = 6,2 \text{ nm}$ (2)

$\Rightarrow d = 6,2 \text{ nm} \Rightarrow a$: les 2 fentes sont atteintes, 2 chemins possibles.

b) Il y a interférences (1)

9) Fentes d'Young $\rightarrow c = \frac{\lambda L'}{a} = \frac{h L'}{m u a}$ AN $\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 0,64}{4 \times 10^{-3} \times 1300 \times 10^{-6}} = 5,7 \text{ nm}$ (2)

g) a) De même, $\lambda = \frac{a \cdot i}{D} \stackrel{AN}{=} \frac{10^{-3} \times 6 \cdot 10^{-6}}{0,85} = 7,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ (2)

or $d = \frac{h}{m \cdot v} \Rightarrow v = \frac{h \cdot \Delta A}{M \cdot \lambda} \stackrel{AN}{=} \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \times 6 \cdot 10^{23}}{20 \cdot 10^{-3} \times 7,8 \cdot 10^{-9}} \approx 2,6 \text{ m s}^{-1}$ (2)

b) Chute libre: conservation de l'énergie mécanique:

$\underbrace{mgh}_{t=0} = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{t=final} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$ (ici $h=d$) (3)

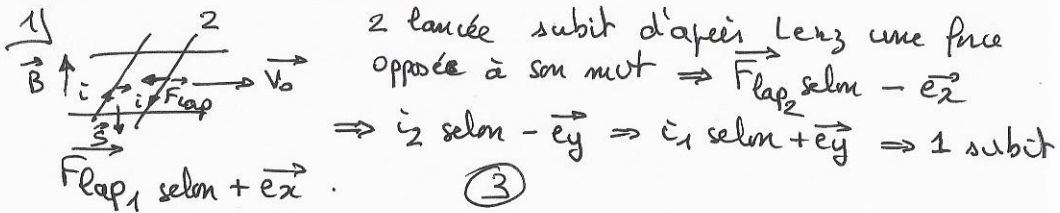
AN: $v = \sqrt{20 \times 3,5 \cdot 10^{-2}} = 0,8 \text{ m s}^{-1}$
(aux pentes)

Au détecteur $v = \sqrt{2g(d+D)} \stackrel{AN}{=} \sqrt{20(1,2)} \approx 4,2 \text{ m s}^{-1}$ (1)

même ordre de grandeur que précédemment (1)

c) A température usuelle, la vitesse d'agitation thermique est grande ($\approx 100 \text{ m s}^{-1}$). (1)

Double rail de Laplace



2) En notant i comme sur le dessin + haut, le PFD donne dans RTSG pour les 2 barres, en proj sur \vec{e}_x :

$$\begin{cases} m\dot{v}_2 = -ilB_e \\ m\dot{v}_1 = ilB_e \end{cases} \quad (2)$$

3) $\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = -B(x_2 - x_1)l$ d'après l'orientation choisie

$$\Rightarrow e \stackrel{\text{dém}}{=} Ri \stackrel{\text{induct}}{=} -\frac{d\phi}{dt} = B_l(v_2 - v_1)l = Ri \Rightarrow \boxed{i = \frac{B_l(v_2 - v_1)l}{R}} \quad (3)$$

Donc

$$\begin{cases} m\dot{v}_2 = -\frac{B_e^2 l^2}{R}(v_2 - v_1) & (1) \\ m\dot{v}_1 = \frac{B_e^2 l^2}{R}(v_2 - v_1) & (2) \end{cases} \quad (1)$$

4) (1) + (2) $\Rightarrow m \frac{dS}{dt} = 0 \Rightarrow \boxed{S = \text{cte} = S(0) = v_0} \quad (2)$

(1) - (2) $\Rightarrow m \dot{D} = -2 \frac{B_e^2 l^2}{R} D$

$$\Rightarrow D = A e^{-t/\tau} \quad \text{avec} \quad \boxed{\tau = \frac{mR}{2B_e^2 l^2}}$$

et à $t=0$, $D = v_0 \Rightarrow \boxed{D = v_0 e^{-t/\tau}} \quad (2)$

5) Donc

$$\boxed{\begin{aligned} v_1 &= \frac{S-D}{2} = \frac{v_0}{2} (1 - e^{-t/\tau}) \\ v_2 &= \frac{S+D}{2} = \frac{v_0}{2} (1 + e^{-t/\tau}) \end{aligned}} \quad (2)$$

Au bout de quelques τ , $\boxed{v_1 = v_2 = \frac{v_0}{2}} \quad (1)$

6) $E_{c \text{ ini}} = \frac{1}{2} m v_0^2$ (seul 2 barres)

$$E_{c \text{ final}} = 2 \times \frac{1}{2} m \left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} m v_0^2 \quad (1)$$

$\Rightarrow \Delta E_c = -\frac{1}{4} m v_0^2$, de l'énergie cinétique a été dissipée par effet Joule dans R. (1)