Corrigé du Partiel 2

Spé

(1)

Partie Cours :

Seulement la question 3 sera corrigée, car le reste des réponses est sur vos polycopiés.

3) Configuration électronique :

Cadmium : Cd ($Z = 48$).

$$\begin{cases} n = 1, 2, \dots \infty \\ l = 0, \dots n-1 \\ -l \leq m_l \leq +l. \end{cases}$$

$n = 1$ $\quad l = 0 \quad m_l = 0 \quad \boxed{\uparrow\downarrow}$ 1s

$n = 2$ $\begin{cases} l = 0 \quad m_l = 0 \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \text{ 2s} \\ l = 1 \quad m_l = 0, \pm 1 \quad \boxed{\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow} \text{ 2p} \end{cases}$

$n = 3$ $\begin{cases} l = 0 \quad m_l = 0 \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \text{ 3s} \\ l = 1 \quad m_l = 0, \pm 1 \quad \boxed{\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow} \text{ 3p} \\ l = 2 \quad m_l = 0, \pm 1, \pm 2 \quad \boxed{\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow} \text{ 3d.} \end{cases}$

$n = 4$ $\begin{cases} l = 0 \quad m_l = 0 \quad \boxed{\uparrow\downarrow} \text{ 4s} \\ l = 1 \quad m_l = 0, \pm 1 \quad \boxed{\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow} \text{ 4p} \\ l = 2 \quad m_l = 0, \pm 1, \pm 2 \quad \boxed{\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow|\uparrow\downarrow} \text{ 4d} \\ l = 3 \quad m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \quad \boxed{\;|\;|\;|\;|\;|\;|\;} \text{ 4f.} \end{cases}$

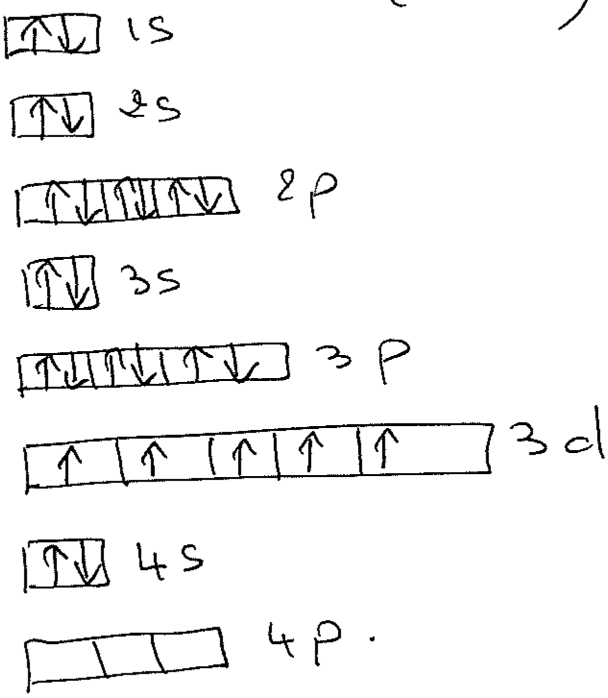
(nbre de cases quantique = nbre de m_l).

$n = 5$ $\quad \boxed{\uparrow\downarrow}$ 5s

Cd : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10}$

Co^{2+} : ($Z = 27$) mais il n'y a que $25\,e^-$ à répartir car un ion positif, donc perte d'e^-

$(25 e^-)$



Co^{2+} : $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^5$.

Ex1 :

1a) $E_n = -\dfrac{13{,}6}{n^2}$. (en eV).

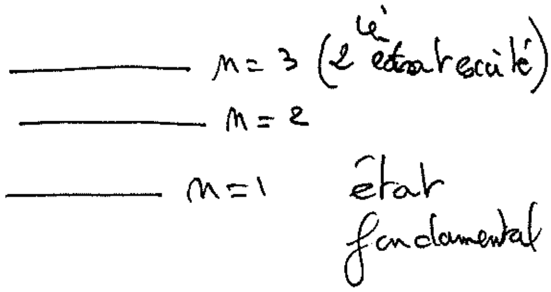
$n=1$ $\quad E_1 = -\dfrac{13{,}6}{1^2} = -13{,}6$ eV.

$n=2$ $\quad E_2 = -\dfrac{13{,}6}{4} = -3{,}4$ eV.

$n=3$ $\quad E_3 = -\dfrac{13{,}6}{9} \simeq -1{,}5$ eV.

b) 2ième état excité : $n = 3$

état fond : $n = 1$.



$E_{phot} = \Delta E = E_3 - E_1 = \dfrac{hc}{\lambda_{3,1}}$

$= (-1{,}5) - (-13{,}6) = 12{,}1$ eV

~~il~~ faut un photon avec une énergie de 12,1 eV pour excite l'atome d'hyd de l'état fond vers le

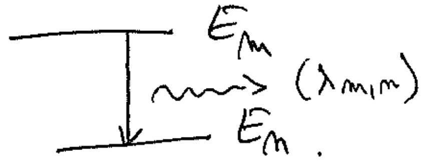
Deuxième état excité.

c) $\Delta E = E_{ph} = E_3 - E_1 = \dfrac{hc}{\lambda_{photon}}$.

$$\boxed{\lambda_{phot} = \frac{hc}{E_3 - E_1}}$$

($E_3 - E_1$ en Joules).

2a) $\Delta E = h\nu_{m,n} = \dfrac{hc}{\lambda_{m,n}}$.



$$\left[-\frac{13,6}{m^2} - \left(-\frac{13,6}{n^2}\right)\right] \times e = \frac{hc}{\lambda_{m,n}}$$

pour convertir l'eV en joule.

d'où
$$\boxed{\frac{1}{\lambda_{m,n}} = \underbrace{\frac{13,6 . e}{h . c}}_{= R_H} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)}$$

b) Série Lyman $m = 2, 3, \ldots$
$n = 1$.

1ère raie : $m = 2 \rightarrow n = 1$

$$\frac{1}{\lambda_{2,1}} = R_H\left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} R_H$$

$$\boxed{\lambda_{2,1} = \frac{4}{3 R_H}}$$

2è raie : $m = 3 \rightarrow n = 1$.

$$\frac{1}{\lambda_{3,1}} = R_H\left(1 - \frac{1}{9}\right) = \frac{8}{9} R_H \Rightarrow \lambda_{3,1} = \frac{9}{8 R_H}$$

$3^{\text{ième}}$ raie : $n = 4 \longrightarrow n = 1$.

$$\frac{1}{\lambda_{4,1}} = R_H \left[1 - \frac{1}{16} \right] = \frac{15}{16} R_H .$$

$$\boxed{\lambda_{4,1} = \frac{16}{15 R_H}} .$$

Domaine spectral : U.V.

3a) Pour un hydrogénoïde de numéro atomique Z, on a $E_n = - \frac{13,6}{n^2} . Z^2$.

d'où $$\boxed{\frac{1}{\lambda_{m,n}} = R_H . Z^2 . \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)} .$$

b) Série K : transitions vers $n = 1$

$1^{\text{ère}}$ raie : $$\frac{1}{\lambda_{2,1}} = R_H . Z^2 \left(1 - \frac{1}{4} \right)$$

avec $Z^2 = 4$ car $Z_{He} = 2$.

$$\frac{1}{\lambda_{2,1}} = 4 R_H \left(\frac{3}{4} \right) \longrightarrow \boxed{\lambda_{2,1} = \frac{1}{3 R_H}}$$

$2^{\text{ième}}$ raie : $$\frac{1}{\lambda_{3,1}} = 4 R_H \left(1 - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{9} . 4 R_H .$$

$$= \frac{32 R_H}{9} \longrightarrow \boxed{\lambda_{3,1} = \frac{9}{32 R_H}}$$

$3^{\text{ième}}$ raie $$\frac{1}{\lambda_{4,1}} = 4 R_H . \left(\frac{15}{16} \right) = \frac{15 R_H}{4}$$

$$\boxed{\lambda_{4,1} = \frac{4}{15 R_H}} .$$

Ex2 Mécanique quantique. (5)

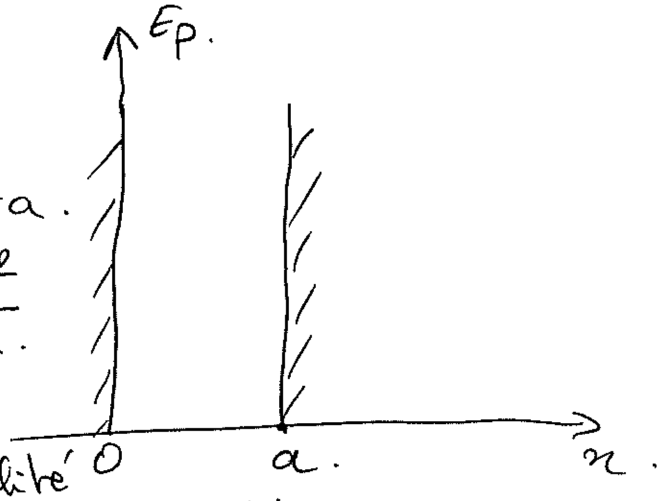
1) $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\Psi}{dx^2} + E_p\Psi = E\Psi$. *

E_p = énergie potentielle de l'e^- ou de la particule.

Ψ = fonction d'onde qui décrit l'état de l'e^- (ou de la particule).

E = énergie totale $= E_c + E_p$.

$\frac{d^2\Psi}{dx^2}$ = Laplacien de Ψ. (à une dimension x)



2) a) on a $E_p = 0$ entre 0 et a.

d'où $E = E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$.

car $p = mv$.

par ailleurs $p = \hbar k$. (Dualité onde corpuscule).

$\Rightarrow \frac{p^2}{2m} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$.

* devient :

$-\frac{\cancel{\hbar^2}}{\cancel{2m}}\frac{d^2\Psi}{dx^2} + 0.\Psi = \frac{\cancel{\hbar^2}k^2}{\cancel{2m}}\Psi$.

$-\frac{d^2\Psi}{dx^2} - k^2\Psi = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{d^2\Psi}{dx^2} + k^2\Psi = 0}$

6

b) Solution générale :

$$\Psi(x) = A \sin(kx) + B\cos(k \cdot x).$$

Conditions aux limites :

$$\Psi(0) = 0 \Rightarrow 0 = B\cos(0) = B$$

$$\boxed{B = 0}$$

$$\Psi(a) = 0 = A\sin(ka) = 0.$$

$$\sin(ka) = 0 \Rightarrow ka = n\pi.$$

n = entier.

$$\boxed{k = \frac{n\pi}{a}.}$$

c) $$\boxed{\Psi_n(x) = A\sin\left(\frac{n\pi}{a}\cdot x\right)}$$

$$E_n = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2 \cdot n^2\pi^2}{2m \cdot a^2}.$$

$$\boxed{E_n = \left(\frac{\hbar^2\pi^2}{2ma^2}\right) n^2}$$

Ex3

1- a) $$W_{1\to 2} = -\int_1^2 P\,dV = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V}\cdot dV$$

$$W_{1\to 2} = -RT\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right).\ (V_2 < V_1) \Rightarrow W_{12} > 0$$ le gaz reçoi du trav pour être comprimé

b) $dT = 0 \Rightarrow dU = 0$ ($dU = c_V\,dT$) et donc $\Delta U = 0$.

2 – dilatation isobare $dP = 0$.

$$W_{1\to 2} = -\int_{V_1}^{V_2} P\,dV = -P(V_2 - V_1).$$

$$V_2 > V_1 \Rightarrow W_{1\to 2} < 0.$$

le système cède du travail vers l'extérieur suite à sa dilatation.

3 – a) $$W_{1\to 2} = -\int_{V_1}^{V_2} P\,dV$$

avec $PV^\gamma = \text{cste} = K. \Rightarrow P = \frac{K}{V^\gamma}.$

d'où $$W_{1\to 2} = -\int_{V_1}^{V_2} \frac{K}{V^\gamma}\,.dV = -K.\left[\frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}\right]_{V_1}^{V_2}.$$

$$= \frac{K}{\gamma-1}\left(V_2^{-\gamma+1} - V_1^{-\gamma+1}\right).$$

avec $K = P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$.

$$W_{1\to 2} = \frac{1}{\gamma-1}\left(P_2 V_2^\gamma . V_2^{-\gamma+1} - P_1 V_1^\gamma . V_1^{-\gamma+1}\right).$$

$$\boxed{W_{1\to 2} = \frac{1}{\gamma-1}\left(P_2V_2 - P_1V_1\right)}$$

b) transformation adiabatique. $Q_{1\to 2} = 0$.

$\Delta U_{1\to 2} = W_{1\to 2} + Q_{1\to 2}$ (1er principe).

$$\boxed{\Delta U_{1\to 2} = W_{1\to 2} = \frac{1}{\gamma-1}\left(P_2V_2 - P_1V_1\right)}$$