

Exo.

1°/ $A = \frac{1}{3^4} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi a_0^3}}$ 0,25

Condition de normalisation. 0,25

I_1 0,25 ; $I_3 = \pi$ 0,25

2°/ L'orbitale $3d_{xy}$ orientée selon le plan xoy 0,5

3°/ $n=3$, $l=2$, $m_l = \pm 2$ 0,25

4°/ $R_{3d} = \frac{1}{3^4} \sqrt{\frac{8}{15 a_0^3}} r^2 e^{-r/3a_0}$ 0,5

$F(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{15}{16\pi}} \sin^2 \theta \cdot \sin 2\varphi$ 0,5

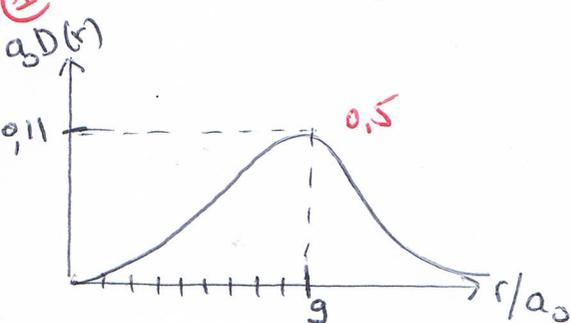
5°/ Densité radiale $D(r) = r^2 |R(r)|^2$ 0,5

$D(r) = \frac{1}{81^2} \frac{8}{15 a_0^3} r^6 e^{-2r/3a_0}$ 0,5

6°/ Distance la plus probable

$\frac{dD(r)}{dr} \Big|_{r=r_p} = 0 \rightarrow r_p = 9a_0$ 0,5

7°/ Courbe $D(r) = f(r)$



Commentaire 0,5

Problème Partie 1

1°/ $4s^2$: $g_0 = \frac{y!}{x! \cdot (y-x)!} = 1$ 0,5

$4s4p$: $g_0 = \sum_i 2(2l_i + 1) = 12$ 0,5

2°/ Niveaux

$|l_1 - l_2| \leq l \leq l_1 + l_2$ 0,25

$|s_1 - s_2| \leq s \leq s_1 + s_2$ 0,25

$|L - S| \leq J \leq L + S$ 0,25

multiplicité du terme $2s + 1$ 0,25

la dégénérescence du niveau

$g_2 = 2J + 1$ 0,25

La conf. $4s^2$: $(4s^2) 1S_0$; $g = 1$
Electrons équivalent $l + s = \text{par}$ 0,5

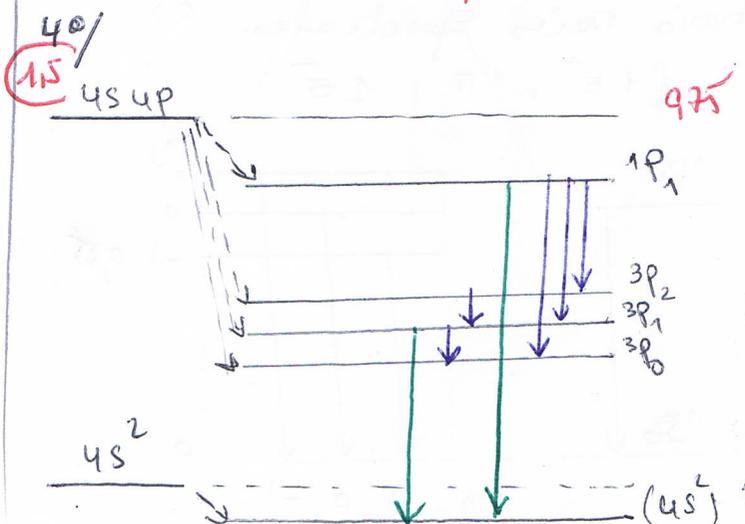
la conf $4s4p$:

$1P_1$: $g_2 = 3$, $3P_0$: $g_2 = 1$ 0,5

$3P_1$: $g_2 = 3$, $3P_2$: $g_2 = 5$ 0,5

3°/ Règles de Hund : S_{\max} , L_{\max} , J_{\min} (é. non eq : $4s4p$) 0,5

$3P_0$, $3P_1$, $3P_2$, $1P_1$, $1S_0$ 0,25



Règles de sélection :

$$\Delta S = 0, \pm 1 \quad \Delta L = 0, \pm 1$$

$$\Delta J = 0, \pm 1 \quad (0 \not\leftrightarrow 0)$$

50% des transitions interconfigures.

① $1P_1 \rightarrow 1S_0$; $3P_1 \rightarrow 1S_0$

Partie 2

② 6% $1P_1 \rightarrow 1S_0$: Effet Zeeman normal
 $3P_1 \rightarrow 1S_0$: Effet Zeeman anormal

③ 7% Effet du $cn \vec{B}$ faible
 Énergie d'interaction

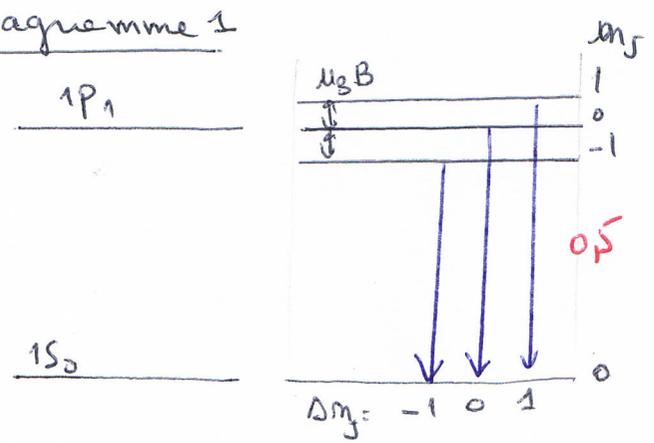
$$E_B = g_J m_J \mu_B B$$

$$-J \leq m_J \leq +J$$

$$g_J = \frac{3J(J+1) + S(S+1) - L(L+1)}{2J(J+1)}$$

Sous l'effet du $cn \vec{B}$ faible, les niveaux $1P_1$, $3P_1$ s'éclatent en trois sous-niveaux par contre le niveau $1S_0$ ne subit aucun éclatement

Diagramme 1



Règle de sélection $\Delta m_J = 0, \pm 1$
 \Rightarrow Sous l'effet du $cn \vec{B}$ faible, la transition $1P_1 \rightarrow 1S_0$ s'éclate en trois raies spectrales "triplet de Lorentz" ($1\sigma^+$, 1π , $1\sigma^-$)

Diagramme 2 : $3P_1 \rightarrow 1S_0$
 commentée

④ 8% En obs. transversale, pour deux transitions, nous prévoyons 3 raies ($1\sigma^+$, 1π , $1\sigma^-$)
 En obs. longitudinale, la raie π n'apparaît pas.