Задача 0-10-1

$n = 3$

$l, j - ?$

n	l	j
3	0	$1/2$
	1	$3/2$, $1/2$
	2	$5/2$, $3/2$

т.к. $l = 0, \ldots, n-1$, $|l-s| \leq j \leq |l+s|$, где $s = 1/2$.

Задача 0-10-2

Водород в 2p сост.

J - ?

2p состояние ↪ $n = 2$, $l = 1$

Откуда $j = 1/2, 3/2$.

$m_j = \pm\frac{1}{2}; \pm\frac{3}{2}$

$J = m_j \hbar$ ↪ получим следующее:

$J = \pm\frac{1}{2}\hbar; \pm\frac{3}{2}\hbar.$

Задача 6.20

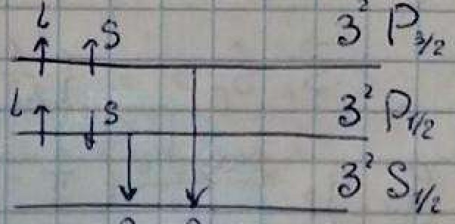
$3^2P \to 3^2S$

$\lambda_1 = 5896\,\text{Å}$

$\lambda_2 = 5890\,\text{Å}$

$\Delta\varepsilon$ - ?

B - ?



- мультипл. расщ.

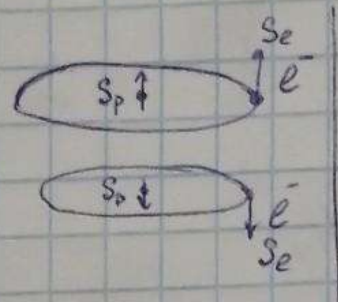
$$\varepsilon_1 = \hbar\omega_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$$

$$\varepsilon_2 = \hbar\omega_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$$

$$\to \Delta\varepsilon = hc\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) = 2\cdot10^{-3}\ \text{эВ}$$

$$\Delta\varepsilon = 2m_Б B \hookrightarrow B = \frac{\Delta\varepsilon}{2m_Б} = \frac{2\cdot10^{-3}\cdot1{,}6\cdot10^{-12}}{2\cdot0{,}927\cdot10^{-20}} = 1{,}8\cdot10^{5}\ \text{Гс}$$

Задача 6.48



λ - ?

$$\vec{H} = -\beta \vec{M}, \quad \beta = \frac{4\pi}{3}$$

$\vec{M}$ 

$$\mu_p = 2,79\, \mu_{яд}$$

$$\mu_p = g_p\, \mu_{яд} \cdot \vec{S}_p$$

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi \vec{M} = \left(-\frac{4\pi}{3} + 4\pi\right)\vec{M} = \frac{8\pi}{3} \cdot \frac{g_s\, \mu_Б\, \vec{S}_e}{\frac{4}{3}\pi\, r_Б^3} = 2\, \frac{g_s\, \mu_Б}{r_Б^3}\, \vec{S}_e$$

Энергия вз-ия:

$$U_{ep} = -(\vec{\mu}_p \vec{B}) = -g_p \mu_{яд} \cdot \vec{S}_p \vec{B}_e = -2 g_s g_p \frac{\mu_{яд}\mu_Б}{r_Б^3} \vec{S}_p \vec{S}_e$$

$$\vec{S} = \vec{S}_e + \vec{S}_p \quad , \quad S = \{1, 0\}$$

$$\Delta E = |U_{ep}(S=1) - U_{ep}(S=0)|$$

$$\overline{S^2} = \overline{S_e^2} + 2\vec{S}_e \vec{S}_p + \overline{S_p^2}$$

$$S(S+1) = S_e(S_e+1) + S_p(S_p+1) + 2\langle \vec{S}_e \vec{S}_p \rangle$$

Откуда $\langle \vec{S}_e \vec{S}_p \rangle = \left\{\frac{1}{2\cdot 2}, -\frac{3}{2\cdot 2}\right\}$

$$\Delta E = g_s g_p \frac{\mu_{яд}\mu_Б}{r_Б^3}\left(\frac{1}{2} - \left(-\frac{3}{2}\right)\right) = 2 g_s g_p \frac{\mu_Б^2}{r_Б^3} \frac{m_e}{m_p}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc\, m_p\, r_Б^3}{2 g_s g_p\, m_Б^2\, m_e} \approx \underline{28\, см}$$

Задача 6.75

$\mathcal{E} = -3,4$ эВ

1 нуль рад. ч. ψ

$0 < r < \infty$

подуровн. - ?

Т.к. 1 раз в нуль ↳ $n_r = 1$, $L = 0$

Это есть 2S - сост. (синглетное)

$2S + 1 = 2$

Откуда число подуровней 2

независимо от велич. маг. поля,

т.к. данный уровень - синглет.

Задача 6.77

$^1D_2 \to {}^3P_2$

$\lambda_2 = 2649$ Å

$^1D_2 \to {}^3P_1$

$\lambda_1 = 3987$ Å

Fe^{+10}, $A<0$

$^3P_0 \to {}^3P_1$, λ - ?

$$\vec{J}^2 = \vec{L}^2 + \vec{S}^2 + 2\vec{L}\vec{S}$$

$$\vec{L}\vec{S} = \frac{1}{2}\left[J(J+1) - L(L+1) - S(S+1)\right]$$

$^1D_2$: $S=0$ $L=2$ $J=2$ $\to$ $\varepsilon_{SL} = \frac{A}{2}(2\cdot 3 - 2\cdot 3) = 0$

$^3P_0$: $S=1$, $L=1$, $J=0$ $\hookrightarrow$ $\varepsilon_{SL} = \frac{A}{2}(-1\cdot 2 - 1\cdot 2) = -2A > 0$

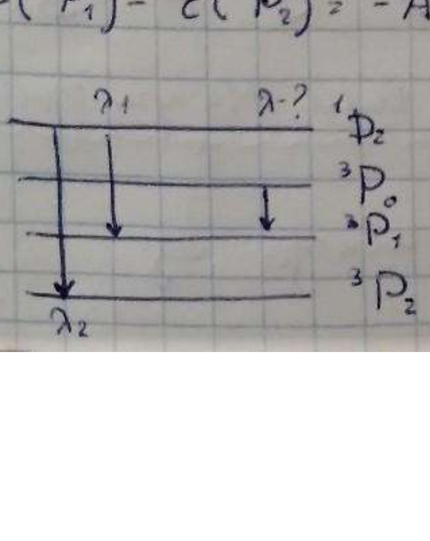
$^3P_1$: $S=1$, $L=1$, $J=1$ $\hookrightarrow$ $\varepsilon_{SL} = \frac{A}{2}(1\cdot 2 - 1\cdot 2 - 1\cdot 2) = -A > 0$

$^3P_2$: $S=1$, $L=1$, $J=2$ $\hookrightarrow$ $\varepsilon_{SL} = \frac{A}{2}(2\cdot 3 - 1\cdot 2 - 1\cdot 2) = A < 0$

$$\varepsilon(^3P_0) - \varepsilon(^3P_1) = \left[\varepsilon(^3P) + \varepsilon_{SL}(^3P_0)\right] - \left[\varepsilon(^3P) + \varepsilon_{SL}(^3P_1)\right] =$$

$$= -2A + A = -A > 0$$

$$\varepsilon(^3P_1) - \varepsilon(^3P_2) = -A - A = -2A > 0$$



$$\frac{hc}{\lambda} = \varepsilon(^3P_0) - \varepsilon(^3P_1) = -A =$$

$$= \frac{1}{2}\left[\varepsilon(^3P_1) - \varepsilon(^3P_2)\right] = \frac{hc}{2}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)$$

$$\lambda = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = 15787 \text{ Å}$$

Задача 6.80

9 компонент

$\mu = 2{,}4\,\mu_Б$

$L - ?$

$2S+1=5$

$$2J+1=9 \hookrightarrow J=4$$

$$2S+1=5 \hookrightarrow S=2$$

$$|L-2| \le 4 \le L+2$$

$$\mu = g\mu_Б J$$

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

$$\mu = g\mu_Б J = 2{,}4\,\mu_Б$$

$$\left[\frac{3}{2} + \frac{2\cdot 3 - L(L+1)}{2\cdot 4\cdot 5}\right]\cdot 4 = 2{,}4$$

$$60+6-L(L+1)=24 \hookrightarrow L=\{6, \cancel{-7}\}$$

$L=6$ подходит по пределам для J

Ответ: $L=6$

T4

$1s^2 2s^2 2p^2$

m_L	основное					
1	↑	↑	↑↓		↑	↑
0	↑			↑↓	↓	
−1		↑				↓
	$S=1$	$S=1$	$L=2$	$S=0$	$S=0$	$S=0$
	$L=1$	$L=0$	$S=0$	$L=0$	$L=1$	$L=0$
	^3P	^3S	^1D	^1S	^1P	^1S

Максим. возможн. M_L при M_S или M_S при одном M_L

исходя из

$\begin{pmatrix} ^3P \\ ^3S \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} ^1D \\ ^1P \\ ^1S \end{pmatrix}$ ^1S