\documentclass{article}

\usepackage{CJKutf8}

\begin{document}

\begin{CJK\*}{UTF8}{gbsn}

B-1、

解：因为

\begin{aligned}

l\_{1}=1, l\_{2}=2, s\_{1}=s\_{2}=\frac{1}{2}, \\

&&&S=s\_{1}+s\_{2} \text{或} s\_{1}-s\_{2}; \\

&&&L=l\_{1}+l\_{2}, l\_{1}+l\_{2}-1, \ldots, |l\_{1}-l\_{2}|, \\

&&&\therefore S=0,1; L=3,2,1 \\

\end{aligned}

所以可以有如下 12 个组态：

\begin{aligned}

&&&L = 1, S = 0, ^{1}P\_{1} \\

&&&L = 1, S = 1, ^{3}P\_{0,1,2} \\

&&&L = 2, S = 0, ^{1}D\_{2} \\

&&&L = 2, S = 1, ^{3}D\_{1,2,3} \\

&&&L = 3, S = 0, ^{1}F\_{3} \\

&&&L = 3, S = 1, ^{3}F\_{2,3,4}

\end{aligned}

B-2、

解：

子弹的动量 $p = mv = 1.8 \times 10^{-28}

\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$

动量的不确定范围

$$\Delta p = 0.01\% \times p = 1.8 \times 10^{-32}\, \mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

位置的不确定范围

$\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \cdot \Delta p} = \frac{1.05 \times 10^{-34} J \cdot S }{2\times 1.8\times \10^{-32} kg \cdot m \cdot s^{-1}}$

= 2.92 \times 10^{-3} m

B-3、

解：把氢原子有基态激发到$n=2,3,4,\ldots$等能级上去所需要的能量是：

\[ E = hcR\_{H}\left(\frac{1}{1^{2}}-\frac{1}{n^{2}}\right) \]

其中 $hcR\_{H}=13.6$ 电子伏特。所以：

\[ \begin{aligned}

E\_{1} &= 13.6\times\left(1-\frac{1}{2^2}\right) = 10.2 \, \text{eV} \\

E\_{2} &= 13.6\times\left(1-\frac{1}{3^{2}}\right) = 12.1 \, \text{eV} \\

E\_{3} &= 13.6\times\left(1-\frac{1}{4^2}\right) = 12.8 \, \text{eV}

\end{aligned} \]

其中 $E\_{1}$ 和 $E\_{2}$ 小于 12.5 eV，$E\_{3}$ 大于 12.5 eV。可见，具有 12.5 eV能量的电子不足以把基态氢原子激发到 $n\geq4$ 的能级上去，所以只能出现 $n\leq3$ 的能级间的跃迁。跃迁时可能发出的光谱线的波长为：

\[ \begin{aligned}

\frac{1}{\lambda\_{1}} &= R\_{H}\left(\frac{1}{2^{2}}-\frac{1}{3^{2}}\right) = \frac{5R\_{H}}{36} \\

\lambda\_{1} &= 6565 \stackrel{\circ}{A} \\

\frac{1}{\lambda\_{2}} &= R\_{H}\left(\frac{1}{1^{2}}-\frac{1}{2^{2}}\right) = \frac{3}{4}R\_{H} \\

\lambda\_{2} &= 1215\stackrel{\circ}{A} \\

\frac{1}{\lambda\_{3}} &= R\_{H}\left(\frac{1}{1^{2}}-\frac{1}{3^{2}}\right) = \frac{8}{9}R\_{H} \\

\lambda\_{3} &= 1025 \stackrel{\circ}{A}

\end{aligned} \]

\]

B-4、

\text{解:}\quad \( \frac{1}{\lambda} \) = R\_{e^{+}e^{-}} \left(\frac{1}{1^{2}} - \frac{1}{2^{2}}\right) = R\_{\infty} \frac{1}{1+\frac{m}{m}}\bullet\frac{3}{4} = \frac{3}{8} R \\

\lambda = \frac{1}{\frac{8}{3R\_{\infty}}} = \frac{3R\_{\infty}}{8} = \frac{1}{3\times10973731}\text{m} = 2430\stackrel{\circ}{A}

B-5、

解： 放射性元素的平均寿命为10 d，根据平均寿命 $\tau$ 与衰变常量 $\lambda$ 的关系，可得

\[

\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{10} \, d^{-1}

\]

衰变规律为：

\[

N = N\_0 e^{-\lambda t}

\]

经过 4 d 后，剩余的放射性元素为

\[

N = N\_0 e^{-\lambda t} = N\_0 e^{-\frac{4}{10}} = N\_0 e^{-\frac{2}{5}}

\]

经过 5 d 后，剩余的放射性元素为

\[

N' = N\_0 e^{-\lambda t} = N\_0 e^{-\frac{5}{10}} = N\_0 e^{-\frac{1}{2}}

\]

第 5 d 内，剩余的放射性元素为

\[

N' = N\_0 e^{-\lambda \cdot 5} = N\_0 e^{-\frac{5}{10}} = N\_0 e^{-\frac{1}{2}}

\]

衰变数 $\Delta N$ 为：

\[

\begin{aligned}

\Delta N &= N - N' \\

&= N\_0 e^{-\frac{2}{5}} - N\_0 e^{-\frac{1}{2}} \\

&= N\_0 \left( e^{-\frac{2}{5}} - e^{-\frac{1}{2}} \right)

\end{aligned}

\]

第 5 d 内发生衰变的数目与原来数目的比值为：

\[

\frac{\Delta N}{N\_0} = \frac{N\_0 \left( e^{-\frac{2}{5}} - e^{-\frac{1}{2}} \right)}{N\_0} \approx 0.064

\]

B-6、

解：

(1) $^1D\_2$ 谱项:

\[

L = 2, S = 0, J = 2, M\_J = \pm2, \pm1, 0, g\_J = 1

\]

$^1P\_1$ 谱项:

\[

L = 1, S = 0, J = 1, M\_J = \pm1, 0, g\_J = 1

\]

$\Delta\widetilde{\nu} = (-1, 0, +1)L$。可以发生九种跃迁，但只有三个波长，所以 $\lambda = 6678.1 \overset{\circ}{\text{A}}$ 的光谱线分裂成三条光谱线，且裂开的两谱线与原谱线的波数差均为 $L$，是正常塞曼效应。

(2) 对 $^3S\_1$ 能级:

\[

L = 0, S = 1, J = 1, M\_J = \pm1, 0, g\_J = 2

\]

对 $^3P\_0$ 能级:

\[

L = 1, S = 1, J = 0, M\_J = 0, g\_J = \frac{0}{0}, M\_Jg\_J = 0

\]

$\Delta\widetilde{\nu} = (-2, 0, +2)L$，所以 $\lambda = 7065.1 \overset{\circ}{\text{A}}$ 的光谱线分裂成三条，裂开的两谱线与原谱线的波数差均为 $2L$，所以不是正常塞曼效应。

B-7、

解：裂开后的谱线同原谱线的波数之差为：

$$\Delta\widetilde{\nu}=\frac{1}{\lambda'}-\frac{1}{\lambda}=(m\_2g\_2-m\_1g\_1)\frac{Be}{4\pi mc}$$

氦原子的两个价电子之间是 LS 型耦合。对应$^{1}P\_{1}$原子态，$M\_{2}=1,0,-1;S=0,L=1,J=1$,

对应$^1S\_0$原 子 态 , $M\_1= 0, S= 0, L= 0, J= 0. g\_1= 1= g\_2$。

$$\Delta\widetilde{\nu}=(1,0,-1)Be/4\pi mc$$

又因谱线间距相等：$\Delta\widetilde{\nu}=Be/4\pi mc=0.467 cm^{-1}

$\therefore B=\frac{4\pi mc}e\times0.467=1.00 T

B-8、

解: Ne$(Z=10)$原子的电子组态为Is$^22\mathrm{s}^22\mathrm{p}^6.$刚好填满第二壳层，具有十分稳定的结构.具有$L=S=J=0$ 的性质，其原子基态的状态符号为1S\_0.

$Si(Z=14)原子的电子组态为1s^{2}2s^{2}2p^{6}3s^{2}3p^{2},光学电子组$ 态为3p$^{2}$量子数是$l\_1=l\_2=1;s\_1=s\_2=\frac12;$则$L=0,1,2;S=0$,

1因$LS$耦合遵守洪特定则，应取$S=1.$当$S=1$时这两个同科电子的自旋平行$m\_{t\_1}=m\_{t\_2}=\frac{1}{2}.$,即已有($n,l,m,)$3个量子数相似,那末只有 $m\_{t\_1}$ 不等 $m\_{t\_2}$,时才服合泡里原理，即 $L\neq2$ ,应取 $L=$ 1.按正常次序，$J$ 值最小的状态的能量最低，故 $J=0.$总之，Si 的原子基态的量子数为$S=1,L=1,J=0$,其原子基态的状态符号为$^3\mathrm{P}\_0.$

${\mathcal{P}}\left(Z=15\right)$原子的电子组态为1s^{2}2{\mathrm{s}^{2}}{2\mathrm{p}^{6}}{3\mathrm{s}^{2}}{\mathrm{3p}^{3}},

光学电子组态为 $3p^{3}$.同理，按洪特定则,$S=\frac{3}{2}$, 根据泡里原理，任意两个光学电子的轨道角动量都不能平行，故 L=0;则J=3/2.因此，P原子的基态符号为$^{4}\mathrm{S}\_{3/2}.$

B-9、

解： 设靶厚$t^{\prime}$,a粒子在靶中通过的实际厚度为 $t=$ $t^{\prime}/$sin$60^{\circ}=2t^{\prime}/\sqrt{3}.$探测器张的立体角 d$\Omega=$d$S/L^2.$单位而积所遮盖的原子数 $Nt^{\prime}=\eta/m\_{A\epsilon}=\eta(A\_{A\xi}/N\_{0})^{-1}$,其中：$N$ 为原子的体密度；$\eta$ 是单位靶表面积所覆盖的总质量；$m\_\mathrm{Aq}$为银原子的质量$;A\_{\Lambda\_{\mathrm{e}}}$为银的原子量：$N\_{0}$ 为阿伏加德罗常数.那么由公式

$$\frac{\mathrm{d}n}{n}=Nt\biggl(\frac{1}{4\pi\varepsilon\_{0}}\biggr)^{2}\biggl(\frac{Ze^{2}}{m\:{v\_{0}}^{2}}\biggr)^{2}\frac{\mathrm{d}\Omega}{\sin^{4}(\theta/2)}$$

# 可求得

\begin{aligned}

&Z=\left(\frac{\mathrm{d}n}{n}\:\frac{\sqrt{3}}{2}\:\frac{A\_{\Lambda\_{0}}}{\eta N\_{0}}\:\frac{(m\:v\_{0}^{2})^{2}\sin^{4}(\theta/2)}{(1/4\pi\varepsilon\_{0})^{2}e^{4}\mathrm{d}\Omega}\right)^{\frac{1}{2}} \\

&=\frac{m\:v\_{0}^{2}\mathrm{sin}^{2}(\theta/2)\cdot L}{(1/4\pi\varepsilon\_{0})\cdot e^{2}}\left[\frac{\sqrt{3}\:A\_{\Lambda\_{0}}\cdot\frac{\mathrm{d}n}{n}}{2N\_{0}\eta\mathrm{d}S}\right]^{\frac{1}{2}} \\

&=\frac{2\times3.5\times10^{6}\times1.6\times10^{-19}\mathrm{sin}^{10}(10^{9})\times0.12}{9\times10^{9}\times(1.6\times10^{-18})^{2}} \\

&\times\left(\frac{\sqrt{3}\times107.9\times29\times10^{-6}}{2\times6.02\times10^{23}\times1.05\times10^{-2}\times6.0\times10^{-5}}\right)^{1/2} \\

&=47

\end{aligned}

B-10、

解： 设光子频率为 \(\nu\)，其能量为

\[ E = h\nu \]

设电子的初能量为 \(E\_1\)，由光电效应概念及能量守恒，得到电子的末能量为

\[ E\_2 = E\_1 + E \]

由相对论动量能量关系

\[ E^2 = c^2 p^2 + E\_0^2 \]

电子初动量为

\[ p\_1 = \frac{1}{c} \sqrt{E\_1^2 - E\_0^2} \]

末动量为

\[ p\_2 = \frac{1}{c} \sqrt{E\_2^2 - E\_0^2} \]

式中 \(E\_0\) 为电子的静止能量，光子初动量为 \( p = \frac{E}{c} \)

由动量守恒

\[ p + p\_1 = p\_2 \]

由上述计算得

\[ p\_2^2 = p^2 + p\_1^2 + 2pp\_1 \cos \theta \]

则有

\[ E\_2^2 - E\_0^2 = E\_1^2 - E\_0^2 + E^2 + 2E \sqrt{E\_1^2 - E\_0^2} \cos \theta \]

代入能量守恒方程 \(E\_2 = E\_1 + E\) 计算得

\[ (E\_1 + E)^2 - E\_0^2 = E\_1^2 - E\_0^2 + E^2 + 2E \sqrt{E\_1^2 - E\_0^2} \cos \theta \]

简化得

\[ \cos \theta = -\sqrt{\frac{E\_1^2 - E\_0^2}{E\_1^2 + 2EE\_1}} < -1 \]

而 \(\cos \theta > -1\)，产生矛盾。也就是说过程中动量守恒和能量守恒不能同时满足。

\end{CJK\*}

\end{document}