1.解：根据$l = 0,1,\dots,n-1$以及$m = -l,-l+1,\dots 0,\dots,l-1,l$,
量子数组合（b）在单电子原子中是被允许的
而量子数组合 (a)（l 必须为小于 n 的非负整数），(c)（m 必须是绝对值小于等于 l 的整数），（d）（l 必须为小于 n 的非负整数）在单电子原子中是不被允许的。

2.（a）解：根据海森堡不确定性原理，

$$\Delta x_e \ge \frac{\hbar}{4\pi\Delta p_e} = \frac{\hbar}{4\pi m_e \Delta v_e} > \frac{h}{4\pi m_e c} = \frac{6.63\times10^{-34}Js}{4\times3.14\times9.10\times10^{-31}kg\times3\times10^{8}m/s} \approx 2\times10^{-13}\mathrm{m}$$

电子位置的最小不确定度为$2\times10^{-13}\mathrm{m}$。
（b）解：根据海森堡不确定性原理，

$$\Delta x_{He} \ge \frac{\hbar}{4\pi\Delta p_{He}} = \frac{\hbar}{4\pi\frac{M_{He}}{N_A}\Delta v_{He}} > \frac{h}{4\pi\frac{M_{He}}{N_A}c}$$

$$= \frac{6.63\times10^{-34}Js}{4\times3.14\times\frac{4.00g/mol\times\frac{1kg}{1000g}}{6.02\times10^{23}mol^{-1}}\times3\times10^{8}m/s} \approx 3\times10^{-17}m$$

氦原子位置的最小不确定度为$3\times10^{-17}m$。

3.解：电子允许存在的态中三个最小的能量为

$$E_1 = \frac{1^2h^2}{8m_eL^2} = \frac{1^2\times(6.63\times10^{-34}Js)^2}{8\times9.10\times10^{-31}kg\times(1.34\text{Å}\times\frac{10^{-10}m}{1\text{Å}})^2} \approx 3.36\times10^{-18}J$$

$$E_2 = \frac{2^2h^2}{8m_eL^2} = \frac{2^2\times(6.63\times10^{-34}Js)^2}{8\times9.10\times10^{-31}kg\times\left(1.34\text{Å}\times\frac{10^{-10}m}{1\text{Å}}\right)^2} \approx 1.35\times10^{-17}J$$

$$E_3 = \frac{3^2h^2}{8m_eL^2} = \frac{3^2\times(6.63\times10^{-34}Js)^2}{8\times9.10\times10^{-31}kg\times\left(1.34\text{Å}\times\frac{10^{-10}m}{1\text{Å}}\right)^2} \approx 3.03\times10^{-17}\mathrm{J}$$

能将电子从基态激发到第一激发态的光的波长为

$$\lambda = \frac{\hbar}{p} = \frac{\hbar}{\sqrt{2m(E_2-E_1)}} = \frac{6.63\times10^{-34}Js}{\sqrt{2\times9.10\times10^{-31}kg\times(1.35\times10^{-17}J-3.36\times10^{-18}J)}} \approx 1.54\times10^{-10}m$$

4.不能。
解：氢原子中电子从激发态落回到基态释放的光子的最大能量为

$$\Delta E_H = \frac{Z^2e^4m_e}{8\varepsilon_0^2n^2h^2} = R_H\frac{Z^2}{1^2} = 2.18\times10^{-18}J\times1^2\times\frac{1}{1^2} = 2.18\times10^{-18}J$$

而正一价氦离子从基态被激发所需要的最小能量（激发到第一激发态所需要的能量）为

$$\Delta E_{He} = \frac{Z^2e^4m_e}{8\varepsilon_0^2n^2h^2}Z^2\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right) = 2.18\times10^{-18}J\times2^2\times\left(\frac{1}{1^2}--\frac{1}{2^2}\right) = 6.54\times10^{-18}J$$

光子的最大能量小于正一价氦离子从基态被激发所需要的最小能量$\Delta E_H < \Delta E_{He}$，故正一价氦离子无法吸收这些光子而跃迁到更高的能级。

5.（a）解：根据海森堡不确定性原理，

$$\Delta \mathrm{x}_e \geq \frac{\hbar}{4\pi\Delta p_e} = \frac{\hbar}{4\pi\Delta\sqrt{2m_eE_e}}$$

$$= \frac{6.63\times10^{-34}Js}{4\times3.14\times(\sqrt{2\times9.10\times10^{-31}kg\times1.61\times10^{-19}J}-\sqrt{2\times9.10\times10^{-31}kg\times1.59\times10^{-19}J})}$$

$$\approx 1.57\times10^{-8}\mathrm{m}$$

电子位置的不确定度为$1.57\times10^{-8}\mathrm{m}$。

（b）解：根据海森堡不确定性原理，

$$\Delta \mathrm{x}_{He} \geq \frac{\hbar}{4\pi\Delta p_{He}} = \frac{\hbar}{4\pi\Delta\sqrt{2m_{He}E_{He}}} = \frac{\hbar}{4\pi\Delta\sqrt{2\frac{M_{He}}{N_A}E_{He}}}$$

$$= \frac{6.63\times10^{-34}Js}{4\times3.14\times\left(\sqrt{2\times\frac{4.00g/mol\times\frac{10^{-3}kg}{1g}}{6.02\times10^{23}mol^{-1}}\times1.61\times10^{-19}J}-\sqrt{2\times\frac{4.00g/mol\times\frac{10^{-3}kg}{1g}}{6.02\times10^{23}mol^{-1}}\times1.59\times10^{-19}J}\right)}$$

$$\approx 1.83\times10^{-10}m$$

氦原子位置的不确定度为$1.83\times10^{-10}m$。

6.解：设普朗克常数为 h，光子波长为λ，单位时间单位面积被太阳帆反射的电子数为 n，太阳帆上产生的压力为 P，在单位时间 t 内单位面积 S 上，所有光子动量的改变量在数值上等于太阳帆受到的冲量，有

$$2\mathrm{nSt}\frac{\hbar}{\lambda} = PSt$$

解得

$$\mathrm{n} = \frac{P\lambda}{2\hbar} = \frac{10^{-6}atm\times\frac{1.01\times10^5Pa}{1atm}\times6000\text{Å}\times\frac{10^{-10}m}{1\text{Å}}}{2\times6.63\times10^{-34}Js} \approx 4.57\times10^{25}m^{-2}s^{-1}$$

$$= 4.57\times10^{21}cm^{-2}s^{-1}$$

太阳帆必须每秒每平方厘米反射4.57×10^{21}个光子，才能产生10^{-6}个大气压的压力。