

大学物理（王少杰教材）第 6 套阶段训练题目

量子力学（14 章 5-10 节）

一、 填空题（共 30 分）

1、(本题 4 分) 设氢原子的动能等于氢原子处于温度为 T 时的热平衡状态时的平均平动动能，氢原子的质量为 m ，则此氢原子的德布罗意波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2、(本题 4 分) 已知中子的质量为 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，当中子的动能等于温度为 $T = 300 \text{ K}$ 的热平衡中子气体分子的平均动能时，其德布罗意波长 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$ 。

3、(本题 4 分) 波长为 $\lambda = 5000 \text{ } \overset{\circ}{\text{A}}$ 的光沿 x 轴正向传播，若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^3 \text{ } \overset{\circ}{\text{A}}$ ，则利用不确定关系式 $\Delta x \cdot \Delta P \geq h$ ，可得光子的 x 坐标的不确定量至少为 $\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{m}$ 。

4、(本题 4 分) 根据量子理论，氢原子核外电子的状态可以由四个量子数来确定，其中主量子数 n 可取的值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，它可决定 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

5、(本题 4 分) 原子内电子的量子态由 n, l, m_l, m_s 四个量子数表征，当 n, l, m_l 一定时，不同的量子态数目为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；当 n, l 一定时，不同的量子态数目为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；当 n 一定时，不同的量子态数目为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

6、(本题 4 分) 多电子原子中，电子在核外的排列需遵循 $\underline{\hspace{2cm}}$ 原理和 $\underline{\hspace{2cm}}$ 原理。

7、(本题 3 分) 在主量子数 $n=2$ ，自旋磁量子数 $m_s = \frac{1}{2}$ 的量子态中，能够填充的最大电子数为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

8、(本题 3 分) 按照量子理论，即使电子的能量小于方势垒的能量，依然有一定的穿透系数，这是微观粒子的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 表现。

二、 推导证明题（共 6 分）

9、(本题 6 分) 在一维无限深势阱中运动的粒子，由于边界条件的限制，势阱宽度 a 必须等于德布罗意波半波长的整数倍。试用这一条件导出能量量子化公式。

三、 计算题（共 58 分）

10、(本题 8 分) 已知第一玻尔轨道半径为 a ，试计算当氢原子中的电子沿第 n 玻尔轨道运动时，其相应的德布罗意波长是多少？

11、(本题 10 分) 求下列两种情况下的实物粒子德布罗意波长与粒子动能 E_K 和静止质量 m_0 的关系。

1) 当 $E_K \ll m_0 c^2$ 时, λ 的表达式?

2) 当 $E_K \gg m_0 c^2$ 时, λ 的表达式?

12、(本题 10 分) 已知光子的波长为 $\lambda = 3000 \text{ \AA}$, 如果确定此波长的精确度 $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 10^{-6}$, 按照如下关系式 $\Delta x \cdot \Delta P \geq \frac{\hbar}{2\pi}$ 计算此光子的位置不确定量。

13、(本题 10 分) 设有一个电子在宽为 0.20 nm 一维无限深的方势阱中, (1) 计算电子在最低能级的能量; (2) 当电子处于第一激发态时, 在势阱何处出现的概率最小, 其值为多少?

14、(本题 10 分) H_2 分子中原子的振动相当于一个谐振子, 其劲度系数为 $k=1.13 \times 10^3 \text{ N/m}$, 质量是 $m=1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。此分子的能量本征值(以 eV 为单位)多大? 当此谐振子由某一激发态跃迁到相邻的下一激发态时, 所放出的光子的能量和波长各是多少?

15、(本题 10 分) 假设氢原子处于 $n=3$, $l=2$ 的激发态, 则原子的轨道角动量在空间有哪些可能的取向? 计算各可能取向的角动量与 z 轴之间的夹角。

四、设计应用题(共 6 分)

16、(本题 6 分) 根据所学量子知识, 设计测量普朗克常数, 包括原理和设计方案、结论。