

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 $\lambda =$ _____。

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 $\lambda =$ _____ nm。

3、(本题 4 分) 波长为 $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^3 \text{ \AA}$, 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 _____ μm 。

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 _____, 它可决定 _____。

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 _____; 当 n, l 一定时, 不同的量子态数目为 _____; 当 n 一定时, 不同的量子态数目为 _____。

6、(本题 4 分) 多电子原子中, 电子在核外的排列需遵循 _____ 原理和 _____ 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 _____。

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 _____ 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 $E_k = m_0 c^2$ 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 $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$ 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。