

2000 年西安电子科技大学近代物理学基础考研试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

2000 年西安电子科技大学近代物理学基础试题

一. 计算下列各题(每题 5 分,共 30 分):

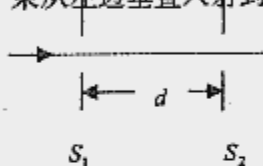
1. 用辐射高温计测得炉壁小孔的辐射出射度为 $22.8\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$, 试求炉内温度.
2. 从铝中移出一个电子需要 4.2eV 的能量,今有波长为 2000Å 的光投射到铝表面.试问:(1)由此发射出来的光电子的最大动能是多少;(2)铝的截止波长有多大?
3. 对于处于第一激发态($n=2$)的氢原子,如果用可见光照射,能否使使之电离?(用计算结果说明)
4. 光子与电子的波长都是 2.0Å .它们的动量和能量各是多少?
5. 如果一个电子处于原子某能态的时间为 10^{-8}s ,该能态能量的最小不确定量是多少?电子从上述能态跃迁到基态,对应的能量变化为 3.39eV ,试确定所辐射的光子的波长及辐射光波长的宽度.
6. 氢原子处于基态时,根据玻尔理论求电子的(1)量子数;(2)轨道半径;(3)角动量;(4)线动量;(5)绕行频率.

二. (10分)用狭义相对论的基本原理解释长度收缩效应.

三. (10分)仿照非相对论薛定谔方程建立方法,建立自由粒子(静质量为 m)的相对论薛定谔方程. 举例说明什么情况下需要应用相对论薛定谔方程.

四. (10分)试比较经典弹簧振子与量子简谐振子. 举例说明后者作为物理模型的应用及意义.

五. (10分)如图动量为 P 的单动量电子束从左边垂直入射到屏 S_1 . 屏上有一个直径为 a 的圆孔. 离屏 S_1 为 d 处有另一屏 S_2 , 也有一直径为 a 的圆孔. 设两孔中心均在入射线上. 射入第一孔的电子会偏转, 有一些会继续前进穿过第二个孔. 考虑通过第二个孔的电子, 他的横向位置不确定性的数量级为 $\Delta x \propto a$. 动量大小为 P , 因为电子通过了两个小孔, 动量方向的不确定性必定小于或等于 $\Delta \theta = a/d$, 电子动量横向不确定性为 $\Delta P \propto (a/d)P$. 因此, 可以得到横向位置和横向动量不确定性的乘积为:



题 5 图

$$\Delta x \Delta P \cong \left(\frac{a}{d}\right) a P$$

减小 a 并增大 d , 可以使乘积任意小, 从而破坏了作为量子力学基石的测不准关系. 你能推翻这一论证吗?

六. (10分)硅与金刚石的能带结构相似, 只是禁带宽度不同. 根据它们的禁带宽度, 试求它们能吸收的辐射的最大波长是多少? (已知硅禁带宽度为 1.14eV , 金刚石的禁带宽度为 5.33eV). 预测用金刚石制造半导体器件抗辐照的能力, 并

与硅器件比较.

七. (10分) Si 晶体中有一个晶格位置被 As 原子占据, 写出 As^+ 离子的势场表示式并求 As 杂质能级近似表达式.

八. (10分) 现代集成电路中微电子器件的特征尺度已达亚微米且依照差不多每 18 个月集成度就翻一番的速度发展. 如此发展下去, 电子器件中是否会出现量子效应? 举例说明那些量子效应将有可能影响经典器件的性能? 如何估计半导体器件的经典极限.

附:

1. 氢原子能级公式:

$$E_n = \frac{-m e^4}{32\pi^2 \epsilon_0^2 \hbar^2 n^2}$$

2. 第一玻尔半径:

$$a_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2}{m \cdot e^2} = 0.529 \cdot 10^{-10} m$$

3. 基本常数:

基本电荷 $e=1.60 \cdot 10^{-19} C$, 普朗克常数 $h=6.626 \cdot 10^{-34} J/Hz$,
 电子质量 $m=0.91 \cdot 10^{-30} kg$, 真空介电常数 $\epsilon_0=8.854 \cdot 10^{-12} F/m$,
 真空中光速 $c=3 \cdot 10^8 m/s$, 斯忒藩恒量 $\sigma=5.67 \cdot 10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$.

4. 硅的相对介电常数 $\epsilon_r=11.7$, 电子有效质量 $m_e \approx 0.2m_0$.