

湖南师范大学二〇〇四年攻读硕士学位 研究生入学考试试题

学科、专业：凝聚态物理

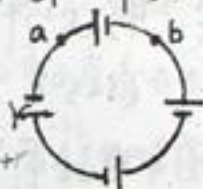
考试科目：普通物理（电学、原子物理）

一. 填空题：（每小题5分，共50分）

1. 两个同心金属球壳，半径分别为 r_1 和 r_2 ($r_2 > r_1$)，如果外球壳带电 Q 而内球壳接地，则内球壳带电 $-\frac{r_1}{r_2}Q$ 。

2. 若电量 Q 均匀分布在半径为 R 的球体内，此时球内的静电能与球外的静电能之比为 $1/2$ 。（球体内外介电常数相同）

3. 四个电动势都等于 \mathcal{E} ，内阻都等于 r 的电池用电阻都为 R 的导线连接成如图所示的电路，则 a, b 两点间的电势差为 $\frac{1}{2}\mathcal{E}$ 。



4. 一带电粒子以速度 \vec{v} 垂直于匀强磁场 \vec{B} 射入，在磁场中运动的轨迹是半径为 R 的圆，若要使运动半径变为 $\frac{R}{2}$ ，磁场 \vec{B} 大小应变为 $2B$ 。

5. 麦克斯韦电动力学方程的积分形式为 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{\epsilon_0} \oint \vec{D} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho \cdot dV$ ，
 $\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$ ，
 $\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_V \rho \cdot dV$ ，
 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = -\frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho \cdot dV$ 。

6. 氩 ($Z=18$) 原子基态的电子组态和光谱项是 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ，
 3F_4 。

7. 电子填充外层原子轨道的次序并不是单调地随主量子数增加而依

次填充,例如首先填充4s轨道,然后填充3d轨道,其理由在于_____

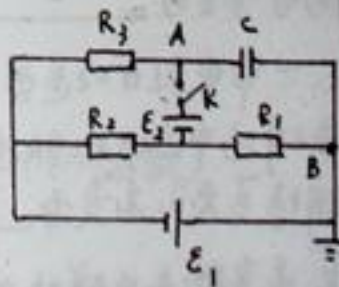
8. 康普顿散射实验中,在与入射方向成 120° 角的方向上散射光子的波长 λ' 和入射光子波长 λ 之差 $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ 是_____。(用电子的康普顿波长 $\lambda_c = \frac{h}{m_e c}$ 表示)

9. 碱金属原子的第一谱线系的第一精细结构光谱线 $^2D_{3/2} \rightarrow ^2P_{1/2}$,在磁场中发生塞曼效应而光谱线分裂,设磁场方向能拍摄到的光谱线的条数为_____。

10. ^{226}Ra 放射的 α 粒子的动能为 4.7825 MeV ,则子核的反冲能量为_____。

二. 设一半径为 R 的薄球壳,其上带有均匀分布的电荷,总电量为 Q 。设在壳中, (1) 计算静电场的总能量; (2) 求单位面积上球壳受的力。(12分)

三. 在图示电路中,已知 $\mathcal{E}_1 = 8.0\text{ V}$, $\mathcal{E}_2 = 2.0\text{ V}$, $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 40\ \Omega$, $R_3 = 60\ \Omega$ 。求开关 K 合上前在 A 点的电位 V_A 变化(升高还是降低)几伏。(15分)



四. 如图,在半径为 R 的无限长圆柱形区域内有匀强磁场,磁场强度 \vec{B} 的方向与圆柱的轴平行且垂直纸面向外,将半径也是 R 的光滑绝缘细环固定在纸平面上,并正好套住磁场区,在细环上串有一质量为 m ,电量为 q ($q > 0$)的带



电小球。设 $t=0$ 时，磁场 $B=0$ ，小球在环上静止。 $0 < t < T$ 时， B 随时间均匀地增长， $t=T$ 时， $B=B_0$ 。试计算 $0 < t < T$ 时间的小球的运动速度及小球对圆环的正压力。(15分)

五. 圆柱形长直导线，载有稳恒电流强度 I ，取长为 L 的一段，电阻为 R 。证明由电磁场从导线表面单位时间输入导线的电磁场能量等于导线消耗的焦耳热功率 $I^2 R$ 。(13分)

六. 氢原子基态的电离电势为 13.6 eV ，(1) 则它的第一激发态电离电势是多少？(2) 在夫兰克—赫兹实验中，如果以原子态的氢为样品，而以速率为 12.5 eV 的电子束去碰撞氢原子，问这时能观察到几种波长的辐射。(15分)

七. 在史特恩—盖拉赫实验中，氢原子温度在 400 K 时，以基态氢原子束通过长 10 m ，梯度为 $10 \text{ T} \cdot \text{m}^{-1}$ 的不均匀磁场，求原子束离开磁场时，原子束分量间的间隔。(玻尔磁子值取 $0.927 \times 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$) (15分)

八. 证明，在原子内，(1) n, l 相同的状态最多可容纳 $2(2l+1)$ 个电子。(2) n 相同的状态最多可容纳 $2n^2$ 个电子。(15分)