

模块四 近代物理(37分)

一、填空题(共15分,每题3分,将答案写在试卷指定的横线“_____”上)

1. (3分) 匀质细棒静止时的质量为 m_0 , 长度为 l_0 , 当它沿棒长方向作高速的匀速直线运动时, 测得它的长为 l , 则该棒的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$, 该棒所具有的动能 $E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

2. (3分) 一个静止的物体自发分裂成两部分, 静止质量分别为 3kg 和 5.33kg, 已知前一部分的速度为 $0.8c$ (c 为真空中的光速), 则分裂前原物体的静止质量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ kg。试说明分裂过程遵守的物理原理 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

3. (3分) 用波长为 $0.2\mu\text{m}$ 的单色光照射一铜球, 铜球放出电子。若将铜球充电, 电势至少充到 $\underline{\hspace{2cm}}$ V 时, 再用此种单色光照射, 铜球将不再放出电子。已知铜的逸出功为 4.47eV 。

4. (3分) 在一次康普顿散射中, 入射光子传递给静止电子的最大能量为 E_k , 电子的静止质量为 m_0 , 入射光子的能量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

5. (3分) 波长 $\lambda = 500\text{nm}$ 的光沿 x 轴正方向传播, 光的波长不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-4}\text{nm}$, 则利用不确定关系式 $\Delta x \Delta p_x \geq h$, 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

二、选择题(共6分, 单选, 每题3分, 将答案写在试卷上指定的方括号“[]”内)

1. (3分) 在某个位置找到光子的概率

- (A) 正比于光强; (B) 随着光的波长减小而增大;
(C) 正比于电场强度; (D) 正比于该光子能量。

[]

2. (3分) 设氢原子处于状态 $\psi_{21-1} = R_{21}(r)Y_{1-1}(\theta, \varphi)$, 此时角动量和它在 z 方向的投影值有确定值, 它们分别是

- (A) $\hbar, -\hbar$; (B) $\sqrt{2}\hbar, -\hbar$;
(C) $\sqrt{6}\hbar, 2\hbar$; (D) 以上都不对。

[]

三、计算题(共16分, 将答案写在试卷空白处)

1. (10分) 粒子在一维势场中运动, 其束缚定态波函数为

$$\psi(x) = \begin{cases} A(a^2 - x^2), & |x| \leq a \\ 0, & |x| > a \end{cases}$$

若已知 $x=0$ 处为势能零点。试求

(1) 归一化常数 A ;

(2) 势能零点处的概率密度;

(3) 势函数 $U(x)$ 。(一维定态薛定谔方程: $-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U\psi = E\psi$)

2. (6分) 一飞船相对于地球以 $0.80c$ 的速度飞行, 光脉冲从船尾发出(事件1)传到船头(事件2), 飞船上观察者测得飞船长为 90m 。

试求(1) 飞船上的钟测得这两个事件的时间间隔;

(2) 地面观察者测得这两个事件的空间间隔和时间间隔。

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 总分 _____

任课教师姓名 _____

模块三 电磁学(63 分)

	填空题	选择题	计算 1	计算 2	计算 3	计算 4	合计	复核人
得分								

模块四 近代物理(37 分)

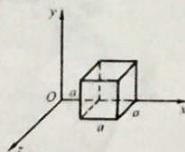
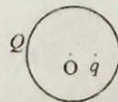
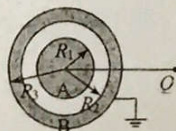
	填空题	选择题	计算 1	计算 2	合计	复核人
得分						

可能用到的物理常数

真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$,普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$,电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$,真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$,基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$,质子质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

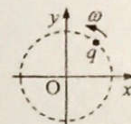
模块三 电磁学(63 分)

一、填空题(共 21 分, 每题 3 分, 将答案写在试卷指定的横线“_____”上)

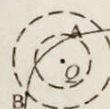
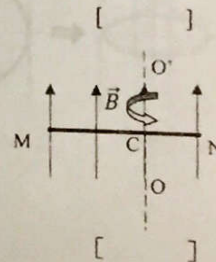
1. (3 分) 如图所示, 空间内电场强度分量为 $E_x = b\sqrt{x}$, $E_y = 0$, $E_z = 0$, 若正方体边长为 a , 则该正方体内的电荷电量为 _____。2. (3 分) 如图, 电荷 Q 均匀分布在半径为 R 的球面上, 与球心 O 相距 $R/2$ 处有一静止的检验电荷 q 。球心 O 处电势为 _____, 过 O 点的等电势面的面积为 _____。3. (3 分) 如图所示, 半径为 $R_1 = 2R$ 的导体球 A 带电量 q , 在它外面同心地套一金属球壳 B, 其内外壁半径分别为 R_2 和 R_3 。已知 $R_2 = 3R$, $R_3 = 4R$, 今在距球心为 $r = 8R$ 处放一电量为 Q 的点电荷, 并将球壳 B 接地。则球壳 B 所带电量为 _____。

4. (3 分) 在真空中, 若一均匀电场中的电场能量密度与 0.50T 的均匀磁场中的磁场能量密度相等, 该电场的电场强度为 _____。

5. (3 分) 一带电粒子, 垂直射入到均匀磁场中, 如果粒子质量增大到 2 倍, 入射速度增大到 2 倍, 磁场的磁感应强度增大到 4 倍, 则通过粒子运动轨道所包围范围内的磁通量增大到原来的 _____ 倍。

6. (3 分) 一根无限长的载流直导线被弯成图示形状。圆形部分的直径为 10cm, 且其圆心 O 到直线部分的垂直距离为 r 。为使圆心 O 处的磁感应强度为零, $r =$ _____。7. (3 分) 如图, 一带电量为 q 的点电荷, 以角速度 ω 作半径为 R 的圆周运动。设 $t=0$ 时, 点电荷所在的坐标为 $(R, 0)$, 以 i, j 分别表示 x, y 轴上的单位矢量, 则圆心处 O 点的位移电流密度矢量为 _____。

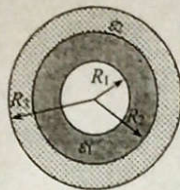
二、选择题(单选, 共 9 分, 每题 3 分, 将答案写在试卷上指定的方括号“[]”内)

1. (3 分) 带正电粒子通过点电荷 Q 的电场时运动轨迹如图实线所示, 虚线为等势面, 设 φ_B 和 φ_A 分别为 B 点和 A 点的电势, 粒子在由 B 到 A 的运动过程中(A) $\varphi_B > \varphi_A$, 粒子电势能减小; (B) $\varphi_B < \varphi_A$, 粒子电势能减小;(C) $\varphi_B > \varphi_A$, 粒子动能减小; (D) $\varphi_B < \varphi_A$, 粒子动能和电势能总量不变。2. (3 分) 已知两共轴细长螺线管, 外管线圈半径为 r_1 , 内管线圈半径为 r_2 , 匝数分别为 N_1, N_2 , 设它们的自感系数分别为 L_1, L_2 。则它们的互感系数为(A) $M = \frac{r_1}{r_2} \sqrt{L_1 L_2}$; (B) $M = \frac{r_2}{r_1} \sqrt{L_1 L_2}$; (C) $M = \sqrt{L_1 L_2}$; (D) $M = L_1 L_2$ 。3. (3 分) 如图, 导体棒 MCN 长度为 L , 在均匀磁场 \vec{B} 中绕通过 C 点的垂直于棒长且沿磁场方向的轴 OO' 转动 (角速度 $\vec{\omega}$ 与 \vec{B} 同向), CN 的长度为 $L/3$, 则 C, N 两点的电动势大小是(A) $B\omega L^2/18$; (B) $B\omega L^2/9$; (C) $B\omega L^2/2$; (D) 0。

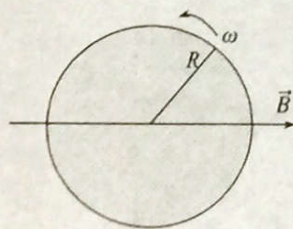
三、计算题(共 33 分, 将答案写在试卷空白处)

1. (9分) 如图所示, 同轴电缆由半径为 R_1 的导线和半径为 R_3 的导体圆筒构成, 在内、外导体间用两层电介质隔离, 分界面的半径为 R_2 , 其介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 。试求:

- (1) ϵ_1/ϵ_2 为何值时两层电介质中最大电场强度相等?
- (2) 满足(1)情况下的电缆单位长度的电容。

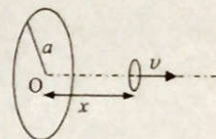


2. (9分) 如图所示, 在均匀磁场中, 半径为 R 的均匀带电薄圆盘以角速度 ω 绕中心轴转动, 圆盘电荷面密度为 σ 。求它的磁矩及所受的磁力矩。



3. (9分) 大线圈的半径为 a , 共有 N 匝。大线圈与小线圈同轴放置, 小线圈面积为 S (小线圈的面积远小于大线圈的面积)。小线圈沿大线圈的轴线运动, 如图所示。已知 t 时刻, 在离大线圈中心 O 为 x 时, 小线圈的速度大小为 v 。试求:

- (1) 此时两个线圈间的互感系数;
- (2) 若小线圈通有电流 I , 忽略小线圈中的电流变化及大线圈的自感, 则大线圈中感应电动势大小。



4. (6分) 半径为 R 的超导圆环, 电阻为零, 自感为 L , 放在磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中, 环的轴线 (垂直纸面) 与 \vec{B} 垂直 (如图 a), 环内没有电流。现将这环绕垂直于 \vec{B} 的直径 (图 a 中纸面内虚线) 旋转 90° , 使它的轴线平行于 \vec{B} (如图 b)。试求:

- (1) 环内的电流;
- (2) 外力做的功。

