

2012级大学物理2期末试题 (信二学习部整理)

物理常数:

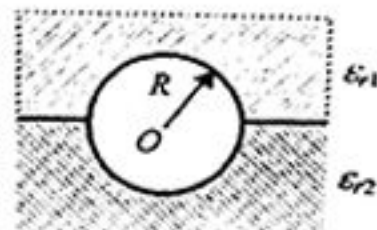
真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, 真空磁导率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$,

普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$,

电子质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 质子质量 $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$,

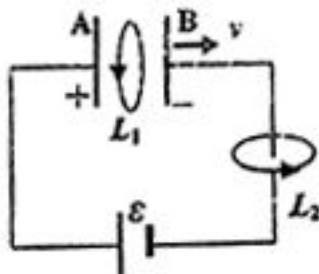
一、填空题 (共 40 分, 请将答案写在卷面指定的横线上。)

- (3 分) 空气的击穿电场强度为 $2 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, 直径为 0.10 m 的导体球在空气中时最多能带的电荷为 _____ C。
- (3 分) 一均匀带电球体, 如果其电荷分布的体密度增大为原来的 2 倍, 则其电场的能量变为原来的 _____ 倍。
- (3 分) 一自感线圈中, 电流强度在 0.002 s 内均匀地由 10 A 增加到 12 A, 此过程中线圈内自感电动势为 400 V, 则线圈的自感系数为 $L =$ _____ H。
- (3 分) 在电子单缝衍射实验中, 缝宽 $a = 1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$, 电子束垂直射在单缝面上。则衍射的电子横向动量的最小不确定量 $\Delta p_y =$ _____ $\text{N} \cdot \text{s}$ 。(不确定关系式 $\Delta y \Delta p_y \geq \frac{1}{2} \hbar$)
- (4 分) 如图所示, 一铜球带电量为 Q , 半径为 R , 上半个球被相对介电常量为 ϵ_1 的电介质包围, 下半个球被相对介电常量为 ϵ_2 的电介质包围。若将上、下两个半球上的电荷分别看成均匀分布, 则上表面介质上束缚电荷面密度为 _____, 下表面介质上的束缚电荷面密度为 _____。



6. (4分) 一质点带有电荷 $q = 3.0 \times 10^{-12} \text{ C}$, 以速度 $v = 3.0 \times 10^4 \text{ m/s}$ 在半径为 $R = 6.0 \times 10^{-2} \text{ m}$ 的圆周上, 作匀速圆周运动。该带电质点在轨道中心所产生的磁感强度 $B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ T}$, 该带电质点轨道运动的磁矩 $p_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 。

7. (4分) 一空气电容器(忽略边缘效应)接在电动势为 ε 的电源(内阻不计)两端, 将 B 极板以匀速 v 向右拉开, 如图。当极板间距为 x 时, 电容器内位移电流密度的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$; 沿环路 L_1 磁场强度 H 的环流 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填大于、等于或小于) 沿环路 L_2 磁场强度 H 的环流。



8. (4分) 地面上运动员用 10s 跑完 100m 全程, 跑道由西向东。在以 $0.98c$ (c 为真空中的光速) 速度向西飞行的飞船中的观察者看来, 运动员跑的路程为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$; 所用时间为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ 。

9. (4分) 一电子以 $v = 0.99c$ (c 为真空中的光速) 的速率运动。此时电子的运动质量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$; 电子的总能量为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ J}$ 。

10. (4分) 当波长为 3000 \AA 的光照射在某金属表面时, 光电子的能量范围从 0 到 $4.0 \times 10^{-19} \text{ J}$ 。在作上述光电效应实验时遏止电压为 $|U_0| = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$; 此金属的截止频率 $\nu_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$ 。

11. (4分) 氢原子从能量为 -0.85 eV 的状态跃迁到能量为 -3.4 eV 的状态时, 所发射的光子能量是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ eV}$, 这是电子从 $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 的能级到 $n = 2$ 的能级的跃迁。

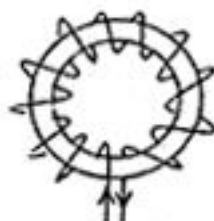
信息与电子二学部学生会

二、选择题(每题 3 分, 共 15 分, 请将答案写在卷面指定的方括号内。)

1. C_1 和 C_2 两个电容器, 其上分别标明 200 pF (电容量)、 500 V (耐压值) 和 300 pF 、 900 V 。若把它们串连起来并在两端加上 1000 V 电压, 则 []
- (A) C_1 被击穿, C_2 不被击穿; (B) C_2 被击穿, C_1 不被击穿;
(C) 两者都被击穿; (D) 两者都不被击穿。

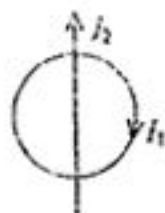
2. 如图所示, 一细螺绕环由表面绝缘的导线在铁环上密绕而成, 每厘米绕 10 匝。当导线中的电流 I 为 2.0 A 时, 测得铁环内的磁感应强度的大小 B 为 1.0 T , 则可求得铁环的相对磁导率 μ_r 为 []

- (A) 7.96×10^2 ; (B) 3.98×10^2 ;
(C) 1.99×10^2 ; (D) 63.3。



3. 长直电流 I_2 与圆形电流 I_1 共面，并与其一直径相重合如图(但两导线绝缘)，设长直电流不动，则圆形电流将 []

- (A) 绕 I_2 旋转; (B) 向左运动;
(C) 向右运动; (D) 不动。



4. 一张气泡室照片表明，质子的运动轨迹是一半径为 10 cm 的圆弧，运动轨迹平面与磁场垂直，磁感强度大小为 0.3 Wb/m^2 。该质子动能的数量级为 []

- (A) 0.01 MeV; (B) 0.1 MeV;
(C) 1 MeV; (D) 10 MeV。

5. 氢原子中处于 2p 状态的电子，描述其量子态的四个量子数(n, l, m_l, m_s)可能取的值为 []

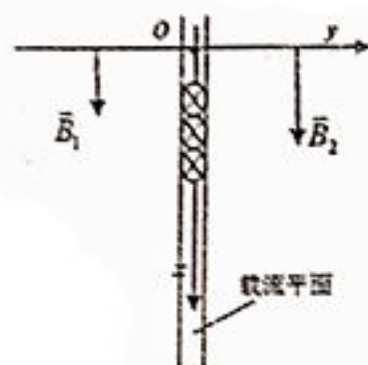
- (A) $(2, 2, 1, -\frac{1}{2})$; (B) $(2, 0, 0, \frac{1}{2})$;
(C) $(2, 1, -1, -\frac{1}{2})$; (D) $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$ 。

三、计算题 (共 45 分)

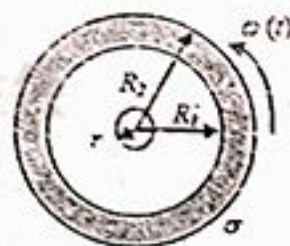
1. (10 分) 已知一无限长均匀带电圆柱体，半径为 R ，电荷体密度为 ρ 。求：

- (1) 圆柱体内外的电场强度分布;
(2) 圆柱体内与其轴距离为 r 点的电势 (选轴线为电势零点)。

2. (10 分) 如图所示，将一无限大均匀载流平面放入匀强磁场中，匀强磁场方向沿 Ox 轴正方向，电流方向与磁场方向垂直指向纸面内，已知放入后平面两侧的总磁感强度分别为 \vec{B}_1 与 \vec{B}_2 ，求该载流平面上单位面积所受的磁场力。



3. (10 分) 如图所示，一内外半径分别为 R_1 、 R_2 的均匀带电平面圆环，电荷面密度为 σ ，其中心有一半径为 r 的导体小环 ($R_1 \gg r$)，二者同心共面放置。设该带电平面圆环以角速度 $\omega = \omega(t)$ 绕垂直于环面的中心轴旋转，求导体小环中的感应电流 i 的大小和方向 (已知小环的电阻为 R')。



4. (10 分) 已知在宽度为 a 的一维无限深方势阱中运动的电子，其波函数为

$$\psi_n(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0, x \geq a \\ A \sin(n\pi x/a) & 0 < x < a \end{cases}$$

求：(1) 归一化常数 A ；

(2) $n=1$ 时，发现电子的概率为最大的位置；

(3) $n=1$ 时，电子在 $a/4 < x < 3a/4$ 范围内的概率。

[提示：积分公式 $\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - (1/4)\sin 2x + C$]



5. (5 分) 科学研究已经证实反粒子和反物质的存在。反粒子的质量、寿命、自旋等与相应的粒子相同，但电荷、重子数、轻子数等量子数与之相反。如反质子、反中子，反电子(即正电子)等。由反粒子可以构成反物质。欧洲核子研究中心在 1995 年已经成功地制造出了世界上第一批反物质—反氢原子(由一个反质子和一个反电子构成)。我们知道，正反物质相遇发生湮灭会释放出巨大的能量，而且释能效率非常高，试用所学物理知识解释：

(1) 物质与反物质的湮灭过程的释能效率理论上可达 100%；

(2) 正负电子湮灭将至少产生一个以上的光子。