

2006 级大学物理 (II) 试卷 (A 卷)

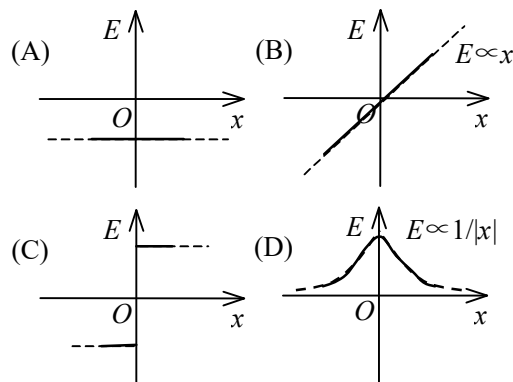
院系: _____ 班级: _____ 姓名: _____

序号: _____ 日期: 2008 年 1 月 16 日

一、选择题 (共 30 分, 每题 3 分)

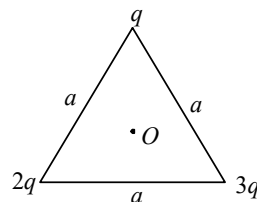
1. 设有一“无限大”均匀带正电荷的平面. 取 x 轴垂直带电平面, 坐标原点在带电平面上, 则其周围空间各点的电场强度 \vec{E} 随距平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为 (规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负):

[]



2. 如图所示, 边长为 a 的等边三角形的三个顶点上, 分别放置着三个正的点电荷 q 、 $2q$ 、 $3q$. 若将另一正点电荷 Q 从无穷远处移到三角形的中心 O 处, 外力所作的功为:

- (A) $\frac{\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$. (B) $\frac{\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$.
(C) $\frac{3\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$. (D) $\frac{2\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$. []

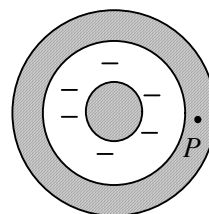


3. 一个静止的氢离子(H^+)在电场中被加速而获得的速率为 v , 一静止的氧离子(O^{2+})在同一电场中且通过相同的路径被加速所获速率的:

- (A) 2 倍. (B) $2\sqrt{2}$ 倍.
(C) 4 倍. (D) $4\sqrt{2}$ 倍. []

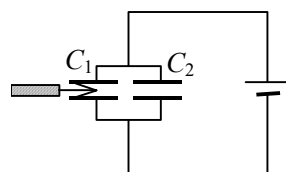
4. 如图所示, 一带负电荷的金属球, 外面同心地罩一不带电的金属球壳, 则在球壳中一点 P 处的场强大小与电势 (设无穷远处为电势零点) 分别为:

- (A) $E=0$, $U>0$. (B) $E=0$, $U<0$.
(C) $E=0$, $U=0$. (D) $E>0$, $U<0$. []



5. C_1 和 C_2 两空气电容器并联以后接电源充电. 在电源保持联接的情况下, 在 C_1 中插入一电介质板, 如图所示, 则

- (A) C_1 极板上电荷增加, C_2 极板上电荷减少.



- (B) C_1 极板上电荷减少, C_2 极板上电荷增加.
 (C) C_1 极板上电荷增加, C_2 极板上电荷不变.
 (D) C_1 极板上电荷减少, C_2 极板上电荷不变. []

6. 对位移电流, 有下述四种说法, 请指出哪一种说法正确.
 (A) 位移电流是指变化电场.
 (B) 位移电流是由线性变化磁场产生的.
 (C) 位移电流的热效应服从焦耳—楞次定律.
 (D) 位移电流的磁效应不服从安培环路定理. []

7. 有下列几种说法:
 (1) 所有惯性系对物理基本规律都是等价的.
 (2) 在真空中, 光的速度与光的频率、光源的运动状态无关.
 (3) 在任何惯性系中, 光在真空中沿任何方向的传播速率都相同.

若问其中哪些说法是正确的, 答案是

- (A) 只有(1)、(2)是正确的.
 (B) 只有(1)、(3)是正确的.
 (C) 只有(2)、(3)是正确的.
 (D) 三种说法都是正确的. []

8. 在康普顿散射中, 如果设反冲电子的速度为光速的 60%, 则因散射使电子获得的能量是其静止能量的

- (A) 2 倍. (B) 1.5 倍.
 (C) 0.5 倍. (D) 0.25 倍. []

9. 已知粒子处于宽度为 a 的一维无限深势阱中运动的波函数为

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

则当 $n = 1$ 时, 在 $x_1 = a/4 \rightarrow x_2 = 3a/4$ 区间找到粒子的概率为

- (A) 0.091. (B) 0.182.
 (C) 1. (D) 0.818. []

10. 氢原子中处于 3d 量子态的电子, 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) $(3, 0, 1, -\frac{1}{2})$. (B) $(1, 1, 1, -\frac{1}{2})$.
 (C) $(2, 1, 2, \frac{1}{2})$. (D) $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$. []

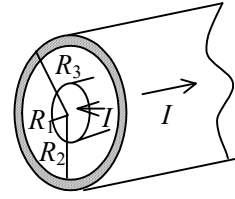
二、填空题 (共 30 分)

11. (本题 3 分)

一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内是真空, 壳外是介电常量为 ε 的无限大各向同性均匀电介质, 则此球壳的电势 $U =$ _____.

12. (本题 3 分)

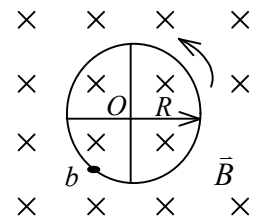
有一实心同轴电缆，其尺寸如图所示，它的内外两导体中的电流均为 I ，且在横截面上均匀分布，但二者电流的流向正相反，则在 $r < R_1$ 处磁感强度大小为_____。



13. (本题 3 分) 磁场中某点处的磁感强度为 $\vec{B} = 0.40\vec{i} - 0.20\vec{j}$ (SI)，一电子以速度 $\vec{v} = 0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j}$ (SI) 通过该点，则作用于该电子上的磁场力 \vec{F} 为_____。(基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)

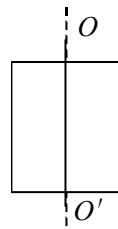
14. (本题 6 分，每空 3 分)

四根辐条的金属轮子在均匀磁场 \vec{B} 中转动，转轴与 \vec{B} 平行，轮子和辐条都是导体，辐条长为 R ，轮子转速为 n ，则轮子中心 O 与轮边缘 b 之间的感应电动势为_____，电势最高点是在_____处。



15. (本题 3 分)

有一根无限长直导线绝缘地紧贴在矩形线圈的中心轴 OO' 上，则直导线与矩形线圈间的互感系数为_____。



16. (本题 3 分)

真空中两只长直螺线管 1 和 2，长度相等，单层密绕匝数相同，直径之比 $d_1 / d_2 = 1/4$ 。当它们通以相同电流时，两螺线管贮存的磁能之比为 $W_1 / W_2 =$ _____。

17. (本题 3 分)

静止时边长为 50 cm 的立方体，当它沿着与它的一个棱边平行的方向相对于地面以匀速度 $2.4 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 运动时，在地面上测得它的体积是_____。

18. (本题 3 分)

以波长为 $\lambda = 0.207 \mu\text{m}$ 的紫外光照射金属钡表面产生光电效应，已知钡的红限频率 $\nu_0 = 1.21 \times 10^{15}$ 赫兹，则其遏止电压 $|U_a| =$ _____ V。

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

19. (本题 3 分)

如果电子被限制在边界 x 与 $x + \Delta x$ 之间， $\Delta x = 0.5 \text{ \AA}$ ，则电子动量 x 分量的不确定量近似地为_____ $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}$ 。(取 $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$ ，普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

三、计算题（共 40 分）

20. （本题 10 分）

电荷以相同的面密度 σ 分布在半径为 $r_1=10\text{ cm}$ 和 $r_2=20\text{ cm}$ 的两个同心球面上. 设无限远处电势为零, 球心处的电势为 $U_0=300\text{ V}$.

(1) 求电荷面密度 σ .

(2) 若要使球心处的电势也为零, 外球面上电荷面密度应为多少, 与原来的电荷相差多少?

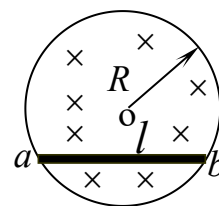
[电容率 $\epsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$]

21. （本题 10 分）

已知载流圆线圈中心处的磁感强度为 B_0 , 此圆线圈的磁矩与一边长为 a 通过电流为 I 的正方形线圈的磁矩之比为 2:1, 求载流圆线圈的半径.

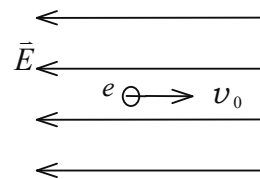
22. (本题 10 分)

如图所示, 一磁感应强度为 B 的均匀磁场充满在半径为 R 的圆柱形体内, 有一长为 l 的金属棒放在磁场中, 如果 B 正在以速率 dB/dt 增加, 试求棒两端的电动势的大小, 并确定其方向。



23. (本题 10 分)

如图所示, 一电子以初速度 $v_0 = 6.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ 逆着场强方向飞入电场强度为 $E = 500 \text{ V/m}$ 的均匀电场中, 问该电子在电场中要飞行多远距离 d , 可使得电子的德布罗意波长达到 $\lambda = 1 \text{ \AA}$. (飞行过程中, 电子的质量认为不变, 即为静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; 基本电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$; 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$).



$$\begin{aligned}
 q' &= 4\pi r_2^2 (\sigma - \sigma') = 4\pi r_2^2 \sigma \left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) \\
 &= 4\pi \sigma r_2 (r_1 + r_2) = 4\pi \varepsilon_0 U_0 r_2 = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C}
 \end{aligned}$$

3 分

21. 解：设圆线圈磁矩为 p_1 ，方线圈磁矩为 p_2

$$\because B_0 = \mu_0 I' / (2R)$$

$$\therefore I' = 2RB_0 / \mu_0 \quad 4 \text{ 分}$$

$$p_1 = \pi R^2 I' = 2\pi R^3 B_0 / \mu_0 \quad 2 \text{ 分}$$

$$p_2 = a^2 I \quad 2 \text{ 分}$$

又 $\frac{p_1}{p_2} = \frac{2}{1} = \frac{2\pi R^3 B_0}{\mu_0 a^2 I}, \quad R = \left(\frac{\mu_0 a^2 I}{\pi B_0}\right)^{1/3} \quad 2 \text{ 分}$

22. 解：取棒元 dl ，其两端的电动势为

$$d\varepsilon = \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} \cos\theta dl \quad 3 \text{ 分}$$

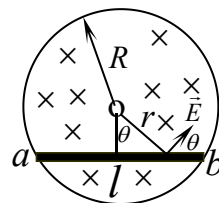
整个金属棒两端的电动势

$$\varepsilon = \int_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = \int_0^l \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} \cos\theta dl \quad 2 \text{ 分}$$

$$= \int_0^l \frac{r}{2} \frac{dB}{dt} \frac{\sqrt{R^2 - (\frac{l}{2})^2}}{r} dl$$

$$= \frac{dB}{dt} \frac{l}{2} \sqrt{R^2 - (\frac{l}{2})^2} \quad 3 \text{ 分}$$

方向由 a 指向 b . 2 分



23. 解： $\lambda = h / (m_e v) \quad \text{①} \quad 3 \text{ 分}$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad \quad \text{②}$$

$$eE = m_e a \quad \text{③} \quad 3 \text{ 分}$$

由①式： $v = h / (m_e \lambda) = 7.28 \times 10^6 \text{ m/s}$

由③式： $a = eE / m_e = 8.78 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$

由②式： $d = (v^2 - v_0^2) / (2a) = 0.0968 \text{ m} = 9.68 \text{ cm} \quad 4 \text{ 分}$