

# 福建工程学院

## 大学物理（下） A 卷

院系：\_\_\_\_\_ 班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_

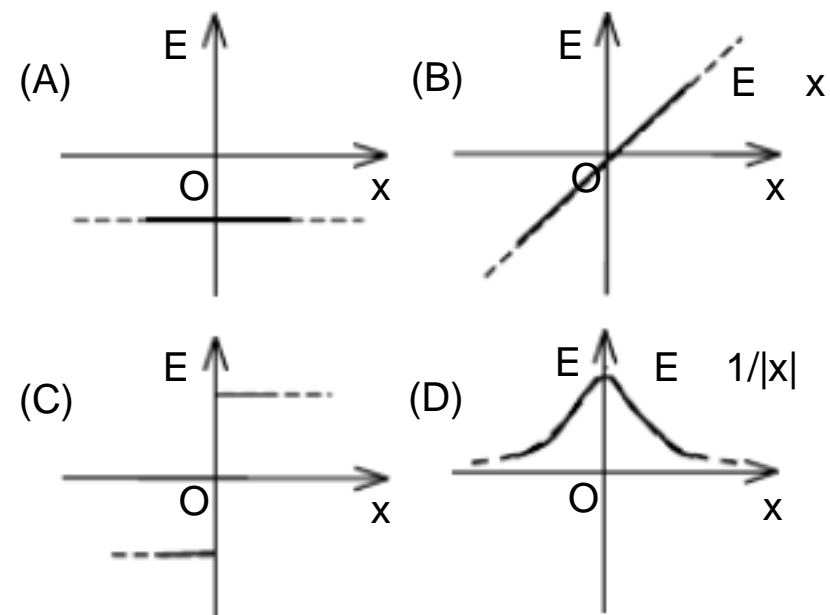
### 一、选择题（共 30 分，每题 3 分）

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  $E$  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）：

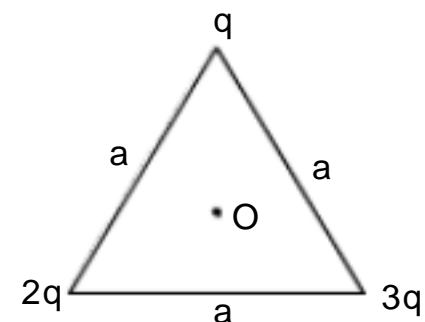
[ ]



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：

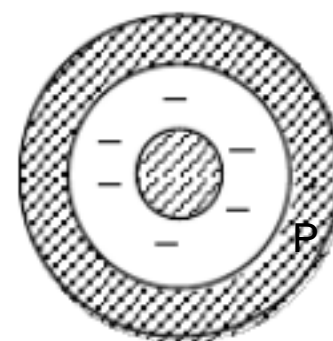
(A) 2 倍 . (B)  $2\sqrt{2}$  倍 .

(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：

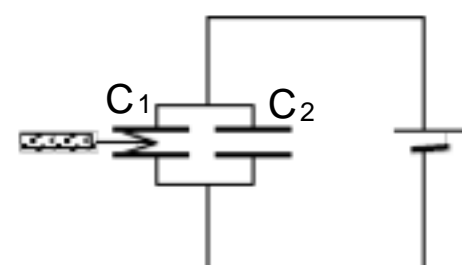
(A)  $E = 0, U > 0$  . (B)  $E = 0, U < 0$  .

(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  $x_1 = a/4$   $x_2 = 3a/4$  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)  $(3, 2, 0, \frac{1}{2})$  . [ ]

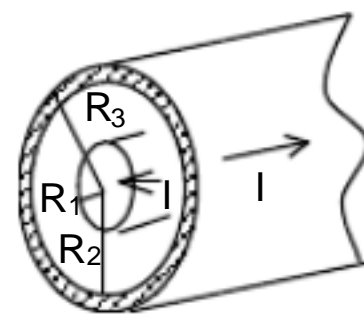
## 二、填空题 (共 30 分)

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  $\epsilon_0$  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 \_\_\_\_\_。

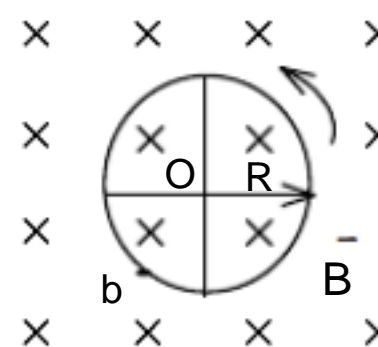


13. (本题 3 分) 磁场中某点处的磁感强度为  $\vec{B} = 0.40\vec{i} - 0.20\vec{j}$  (SI)，一电子以速度

$\vec{v} = 0.50 \times 10^6 \vec{i} + 1.0 \times 10^6 \vec{j}$  (SI) 通过该点，则作用于该电子上的磁场力  $\vec{F}$  为 \_\_\_\_\_。(基本电荷  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ )

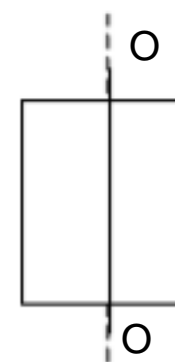
14. (本题 6 分，每空 3 分)

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  $\lambda = 0.207 \text{ nm}$  的紫外光照射金属铯表面产生光电效应，已知铯的红限频率  $\nu_0 = 1.21 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ，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， $\Delta x = 0.5 \text{ nm}$ ，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  $\Delta x \cdot \Delta p \approx h$ ，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  $\sigma$  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  $\sigma$ 。

(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？

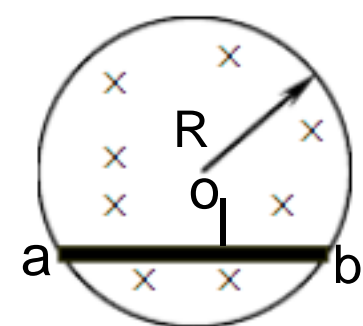
[ 电容率  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$  ]

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。

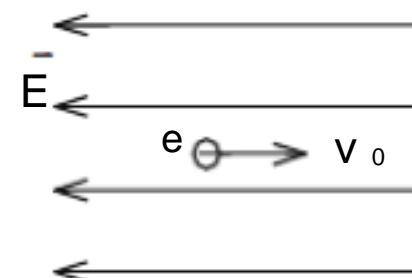
22.（本题 10 分）

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  $\lambda = 1 \text{ ?}$  . (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  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ).



## 大学物理（ II ）期末试题解答（ A 卷）

### 一 选择题（共 30 分）

1. C    2. C    3. B    4. B    5. C    6. A    7. D    8. D    9. D    10. D

### 二、填空题（共 30 分）

11.  $\frac{q}{4\pi\epsilon R}$

12.  $\mu_0 r l / (2\pi R_1^2)$

13.  $0.80 \times 10^{-13} \text{ k}^- \text{ (N)}$

14.  $\pi B n R^2$                       3分  
O                                      3分

15. 0

16. 1    16    (  $W_1 : W_2 = d_1^2 : d_2^2 = 1 : 16$  )

17.  $0.075 \text{ m}^3$

18. 0.99

19.  $1.33 \times 10^{-23}$

### 三、计算题

20. 解：(1) 球心处的电势为两个同心带电球面各自在球心处产生的电势的叠加，即

$$U_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{4\pi r_1^2 \sigma}{r_1} - \frac{4\pi r_2^2 \sigma}{r_2} \right)$$

$$= \frac{\sigma}{\epsilon_0} (r_1 + r_2)$$

3 分

$$\sigma = \frac{U_0 \epsilon_0}{r_1 + r_2} = 8.85 \times 10^{-9} \text{ C / m}^2$$

2 分

(2) 设外球面上放电后电荷面密度为  $\sigma'$ ，则应有

$$U'_0 = \frac{1}{\epsilon_0} (\sigma r_1 + \sigma' r_2) = 0$$

即

$$\sigma' = -\frac{r_1}{r_2} \sigma \quad 2 \text{ 分}$$

外球面上应变成带负电，共应放掉电荷

$$\begin{aligned} q' &= 4\pi r_2^2 (\sigma - \sigma') = 4\pi r_2^2 \sigma \left(1 + \frac{r_1}{r_2}\right) \\ &= 4\pi \sigma r_2 (r_1 + r_2) = 4\pi \epsilon_0 U_0 r_2 = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C} \end{aligned} \quad 3 \text{ 分}$$

21. 解：设圆线圈磁矩为  $p_1$ ，方线圈磁矩为  $p_2$

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

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

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

$$p_2 = a^2 I \quad 2 \text{ 分}$$

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

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

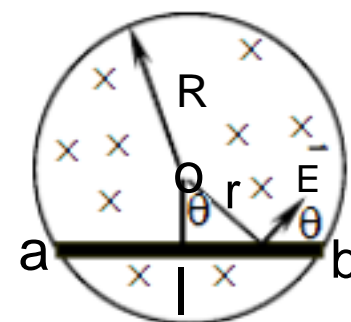
整个金属棒两端的电动势

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

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

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

方向由 a 指向 b. 2 分



23. 解：

$$\lambda = h / (m_e v) \quad 3 \text{ 分}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ad$$

$$eE = m_e a \quad 3 \text{ 分}$$

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

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

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