

诚信应考,考试作弊将带来严重后果!

华南理工大学期末考试

《2009 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷》试卷

- 注意事项: 1. 考前请将密封线内各项信息填写清楚;
2. 所有答案请直接答在答题纸上;
3. 考试形式: 闭卷;
4. 本试卷共 25 题, 满分 100 分, 考试时间 120 分钟。

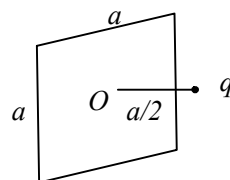
考试时间: 2011 年 1 月 10 日 9: 00----11: 00

一、选择题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

有一边长为 a 的正方形平面, 在其中垂线上距中心 O 点 $a/2$ 处, 有一电荷为 q 的正点电荷, 如图所示, 则通过该平面的电场强度通量为

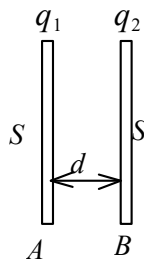
- (A) $\frac{q}{3\varepsilon_0}$. (B) $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}$
(C) $\frac{q}{3\pi\varepsilon_0}$ (D) $\frac{q}{6\varepsilon_0}$ []



2. (本题 3 分)

两块面积均为 S 的金属平板 A 和 B 彼此平行放置, 板间距离为 d (d 远小于板的线度), 设 A 板带有电荷 q_1 , B 板带有电荷 q_2 , 则 AB 两板间的电势差 U_{AB} 为

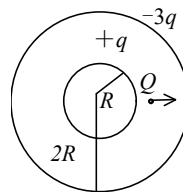
- (A) $\frac{q_1 + q_2}{2\varepsilon_0 S} d$. (B) $\frac{q_1 + q_2}{4\varepsilon_0 S} d$.
(C) $\frac{q_1 - q_2}{2\varepsilon_0 S} d$. (D) $\frac{q_1 - q_2}{4\varepsilon_0 S} d$. []



3. (本题 3 分)

如图所示, 在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面, 其上分别均匀地带有电荷 $+q$ 和 $-3q$. 今将一电荷为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放, 则该粒子到达外球面时的动能为:

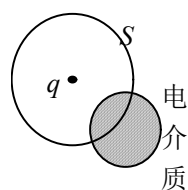
- (A) $\frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 R}$. (B) $\frac{Qq}{2\pi\varepsilon_0 R}$.
(C) $\frac{Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$. (D) $\frac{3Qq}{8\pi\varepsilon_0 R}$. []



4. (本题 3 分)

在一点电荷 q 产生的静电场中, 一块电介质如图放置, 以点电荷所在处为球心作一球形闭合面 S , 则对此球形闭合面:

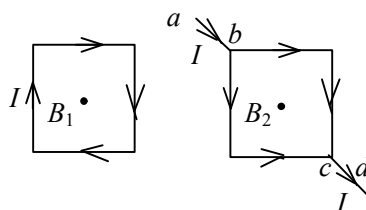
- (A) 高斯定理成立, 且可用它求出闭合面上各点的场强.
 (B) 高斯定理成立, 但不能用它求出闭合面上各点的场强.
 (C) 由于电介质不对称分布, 高斯定理不成立.
 (D) 即使电介质对称分布, 高斯定理也不成立. []



5. (本题 3 分)

边长为 l 的正方形线圈, 分别用图示两种方式通以电流 I (其中 ab 、 cd 与正方形共面), 在这两种情况下, 线圈在其中心产生的磁感强度的大小分别为

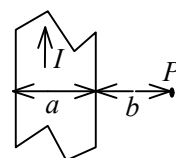
- (A) $B_1 = 0, B_2 = 0$.
 (B) $B_1 = 0, B_2 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$.
 (C) $B_1 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}, B_2 = 0$.
 (D) $B_1 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}, B_2 = \frac{2\sqrt{2}\mu_0 I}{\pi l}$. []



6. (本题 3 分)

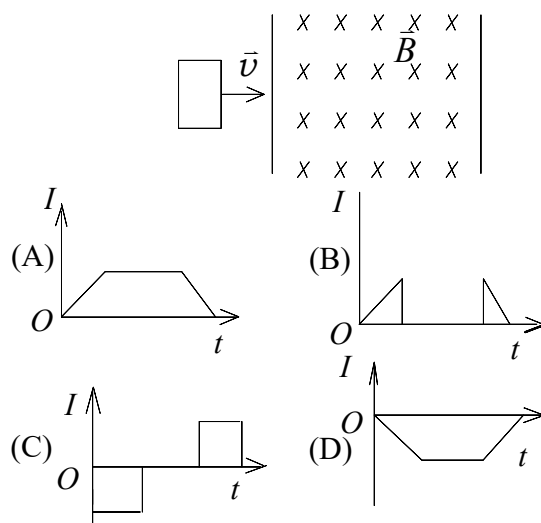
有一无限长通电流的扁平铜片, 宽度为 a , 厚度不计, 电流 I 在铜片上均匀分布, 在铜片外与铜片共面, 离铜片右边缘为 b 处的 P 点 (如图) 的磁感强度 \vec{B} 的大小为

- (A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi(a+b)}$. (B) $\frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln \frac{a+b}{b}$.
 (C) $\frac{\mu_0 I}{2\pi b} \ln \frac{a+b}{b}$. (D) $\frac{\mu_0 I}{\pi(a+2b)}$. []



7. (本题 3 分)

如图所示, 一矩形金属线框, 以速度 \vec{v} 从无场空间进入一均匀磁场中, 然后又从磁场中出来, 到无场空间中. 不计线圈的自感, 下面哪一条图线正确地表示了线圈中的感应电流对时间的函数关系? (从线圈刚进入磁场时刻开始计时, I 以顺时针方向为正)



[]

8. (本题 3 分)

若 α 粒子(电荷为 $2e$)在磁感应强度为 B 均匀磁场中沿半径为 R 的圆形轨道运动, 则 α 粒子的德布罗意波长是

- (A) $h/(2eRB)$. (B) $h/(eRB)$.
(C) $1/(2eRBh)$. (D) $1/(eRBh)$. []

9. (本题 3 分)

已知粒子在一维矩形无限深势阱中运动, 其波函数为:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \cdot \cos \frac{3\pi x}{2a}, \quad (-a \leq x \leq a)$$

那么粒子在 $x = 5a/6$ 处出现的概率密度为

- (A) $1/(2a)$. (B) $1/a$.
(C) $1/\sqrt{2a}$. (D) $1/\sqrt{a}$. []

10. (本题 3 分)

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) $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$. []

二、填空题 (共 30 分)

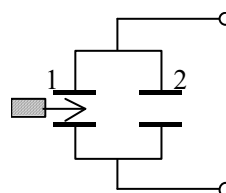
11. (本题 3 分)

已知某静电场的电势函数 $U = a(x^2 + y)$, 式中 a 为一常量, 则电场中任意点的电场强度分量 $E_x =$ _____, $E_y =$ _____, $E_z =$ _____.

12. (本题 3 分)

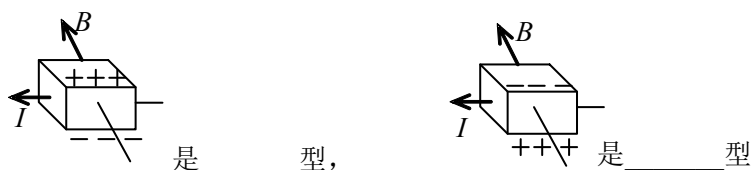
1、2 是两个完全相同的空气电容器. 将其充电后与电源断开, 再将一块各向同性均匀电介质板插入电容器 1 的两极板间, 如图所示, 则电容器 2 的电压 U_2 , 电场能量 W_2 如何变化? (填增大, 减小或不变)

U_2 _____, W_2 _____.



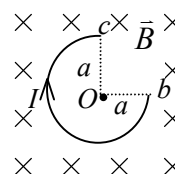
13. (本题 3 分)

有半导体通以电流 I , 放在均匀磁场 B 中, 其上下表面积累电荷如图所示. 试判断它们各是什么类型的半导体?



14. (本题 3 分)

如图所示, 在真空中有一半径为 a 的 $3/4$ 圆弧形的导线, 其中通以恒定电流 I , 导线置于均匀外磁场 \vec{B} 中, 且 \vec{B} 与导线所在平面垂直. 则该载流导线 bc 所受的磁力大小为 _____.

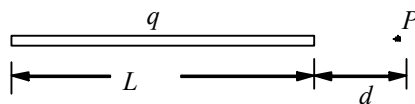


15. (本题 3 分)

一平行板空气电容器的两极板都是半径为 R 的圆形导体片, 在充电时, 板间电场强度的变化率为 dE/dt . 若略去边缘效应, 则两板间的位移电流为 _____.

16. (本题 3 分)

如图所示, 真空中一长为 L 的均匀带电细直杆, 总电荷为 q , 则在直杆延长线上距杆的一端距离为 d 的 P 点的电场强度为_____.



17. (本题 3 分)

一门宽为 a . 今有一固有长度为 l_0 ($l_0 > a$) 的水平细杆, 在门外贴近门的平面内沿其长度方向匀速运动. 若站在门外的观察者认为此杆的两端可同时被拉进此门, 则该杆相对于门的运动速率 u 至少为_____.

18. (本题 3 分)

氢原子由定态 1 跃迁到定态 2 可发射一个光子. 已知定态 1 的电离能为 0.85 eV , 又知从基态使氢原子激发到定态 2 所需能量为 10.2 eV , 则在上述跃迁中氢原子所发射的光子的能量为_____ eV .

19. (本题 3 分)

π^+ 介子是不稳定的粒子, 在它自己的参照系中测得平均寿命是 $2.6 \times 10^{-8} \text{ s}$, 如果它相对于实验室以 $0.8c$ (c 为真空中光速) 的速率运动, 那么实验室坐标系中测得的 π^+ 介子的寿命是_____ s .

20. (本题 3 分)

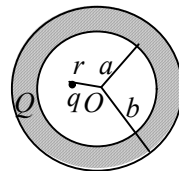
光子的波长为 $\lambda = 300 \text{ nm}$, 如果确定此波长的精确度 $\Delta\lambda / \lambda = 10^{-6}$, 则此光子位置的不确定量为_____. (普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

三、计算题 (共 40 分)

21. (本题 10 分)

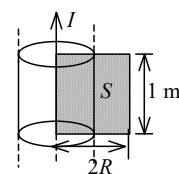
如图所示, 一内半径为 a 、外半径为 b 的金属球壳, 带有电荷 Q , 在球壳空腔内距离球心 r 处有一点电荷 q . 设无限远处为电势零点, 试求:

- (1) 球壳内外表面上的电荷.
- (2) 球心 O 点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势.
- (3) 球心 O 点处的总电势.



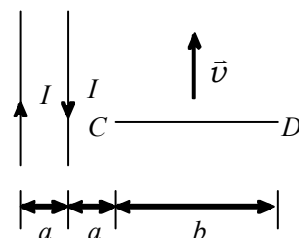
22. (本题 10 分)

一无限长圆柱形铜导体(磁导率 μ_0), 半径为 R , 通有均匀分布的电流 I . 今取一矩形平面 S (长为 1 m , 宽为 $2R$), 位置如右图中画斜线部分所示, 求磁场分布及通过该矩形平面的磁通量.



23. (本题 10 分)

两相互平行无限长的直导线载有大小相等方向相反的电流, 长度为 b 的金属杆 CD 与两导线共面且垂直, 相对位置如图. CD 杆以速度 \vec{v} 平行直线电流运动, 求 CD 杆中的感应电动势, 并判断 C 、 D 两端哪端电势较高?



24. (本题 5 分)

要使电子的速度从 $v_1 = 1.2 \times 10^8 \text{ m/s}$ 增加到 $v_2 = 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$ 必须对它作多少功? (电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

25. (本题 5 分)

已知 X 射线光子的能量为 0.60 MeV , 若在康普顿散射中散射光子的波长为入射光子的 1.2 倍, 试求反冲电子的动能.

(电子的质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, 普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

2009 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷答案及评分标准

一、选择题(每题 3 分)

D C C B C, B C A A C

二、填空题(每题 3 分)

11. $-2ax$ 1 分
 $-a$ 1 分
 0 1 分

12. 减小 2 分
 减小 1 分

13. n 2 分
 p 1 分

14. $\sqrt{2}aIB$

15. $\varepsilon_0 \pi R^2 \mathrm{d}E / \mathrm{d}t$

16. $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d(L+d)}$

17. $c\sqrt{1-(a/l_0)^2}$

18. 2.55

19. 4.33×10^{-8}

20. 0.3

三、计算题(每题 10 分)

21.

解: (1) 由静电感应, 金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$, 外表面上带电荷 $q+Q$.

2 分

(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的, 因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a , 所以由这些电荷在 O 点产生的电势为

$$U_{-q} = \frac{\int dq}{4\pi\varepsilon_0 a} = \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 a} \quad 3 \text{ 分}$$

(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和

2 分

$$\begin{aligned} U_O &= U_q + U_{-q} + U_{Q+q} \\ &= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\varepsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 b} \end{aligned} \quad 3 \text{ 分}$$

22.

解: 在圆柱体内部与导体中心轴线相距为 r 处的磁感强度的大小, 由安培环路定律可得:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r \quad (r \leq R) \quad 2 \text{ 分}$$

因而, 穿过导体内画斜线部分平面的磁通 Φ_1 为

$$\Phi_1 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int B dS = \int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r dr = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \quad 2 \text{ 分}$$

在圆形导体外, 与导体中心轴线相距 r 处的磁感强度大小为

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (r > R) \quad 2 \text{ 分}$$

因而, 穿过导体外画斜线部分平面的磁通 Φ_2 为

$$\Phi_2 = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_R^{2R} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{穿过整个矩形平面的磁通量 } \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} + \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

23.

解: 建立坐标(如图)则: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

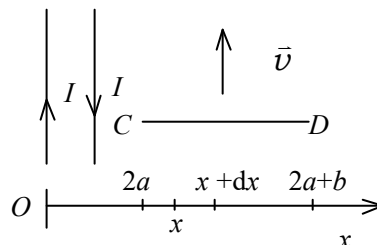
$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}, \quad B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)} \quad 2 \text{ 分}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi(x-a)} - \frac{\mu_0 I}{2\pi x}, \quad \vec{B} \text{ 方向 } \odot \quad 1 \text{ 分}$$

$$d\varepsilon = Bv dx = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x} \right) dx \quad 2 \text{ 分}$$

$$\varepsilon = \int d\varepsilon = \int_{2a}^{2a+b} \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \left(\frac{1}{x-a} - \frac{1}{x} \right) dx = \frac{\mu_0 Iv}{2\pi} \ln \frac{2(a+b)}{2a+b} \quad 4 \text{ 分}$$

感应电动势方向为 $C \rightarrow D$, D 端电势较高. 1 分



24.

解: 根据功能原理, 要作的功 $W = \Delta E$

$$\text{根据相对论能量公式} \quad \Delta E = m_2 c^2 - m_1 c^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{根据相对论质量公式} \quad m_2 = m_0 / [1 - (v_2 / c)^2]^{1/2}$$

$$m_1 = m_0 / [1 - (v_1 / c)^2]^{1/2} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\therefore W = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}} \right) = 4.72 \times 10^{-14} \text{ J} = 2.95 \times 10^5 \text{ eV} \quad 2 \text{ 分}$$

25.

解: 设散射前电子为静止自由电子, 则反冲电子的动能 E_K = 入射光子与散射光子能量之差 $= \varepsilon_0 - \varepsilon$ 1 分

$$\text{入射 X 射线光子的能量} \quad \varepsilon_0 = h\nu_0 = hc / \lambda_0 \quad \lambda_0 = hc / \varepsilon_0$$

$$\text{散射光子的能量} \quad \varepsilon = hc / \lambda = hc / (1.20 \lambda_0) = (1/1.2) \varepsilon_0 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{反冲电子的动能} \quad E_K = \varepsilon_0 - \varepsilon = (1 - 1/1.2) \varepsilon_0 = 0.10 \text{ MeV} \quad 2 \text{ 分}$$