

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

《2008 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷》试卷

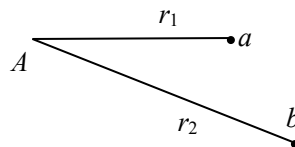
- 注意事项: 1. 考前请将密封线内各项信息填写清楚;
2. 所有答案请直接答在答题纸上;
3. 考试形式: 闭卷;
4. 本试卷共 25 题, 满分 100 分, 考试时间 120 分钟。

考试时间: 2010 年 1 月 18 日 9: 00----11: 00

一、选择题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

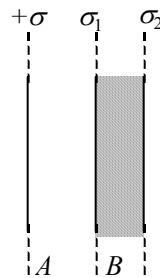
在电荷为 $-Q$ 的点电荷 A 的静电场中, 将另一电荷为 q 的点电荷 B 从 a 点移到 b 点. a 、 b 两点距离点电荷 A 的距离分别为 r_1 和 r_2 , 如图所示. 则移动过程中电场力做的功为



- (A) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. (B) $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$.
(C) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$. (D) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0 (r_2 - r_1)}$ []

2. (本题 3 分)

一“无限大”均匀带电平面 A , 其附近放一与它平行的有一定厚度的不带电的“无限大”平面导体板 B , 如图所示. 已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$, 则在导体板 B 的两个表面 1 和 2 上的感生电荷面密度为:



- (A) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = +\sigma$.
(B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$.
(C) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$.
(D) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 0$. []

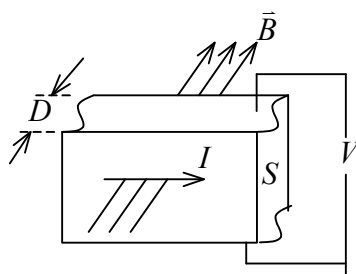
3. (本题 3 分)

在静电场中, 作闭合曲面 S , 若有 $\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = 0$ (式中 \vec{D} 为电位移矢量), 则 S 面内必定

- (A) 既无自由电荷, 也无束缚电荷.
(B) 没有自由电荷.
(C) 自由电荷和束缚电荷的代数和为零.
(D) 自由电荷的代数和为零. []

4. (本题 3 分)

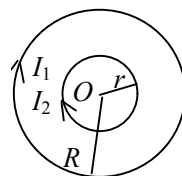
一个通有电流 I 的导体, 厚度为 D , 横截面积为 S , 放置在磁感强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向垂直于导体的侧表面, 如图所示. 现测得导体上下两面电势差为 V , 则此导体的霍尔系数等于



- (A) $\frac{VDS}{IB}$. (B) $\frac{IBV}{DS}$.
(C) $\frac{VS}{IBD}$. (D) $\frac{IVS}{BD}$.
(E) $\frac{VD}{IB}$. []

5. (本题 3 分)

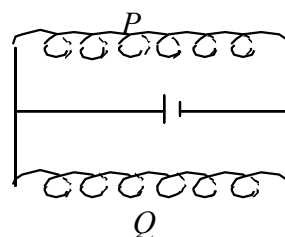
两个同心圆线圈, 大圆半径为 R , 通有电流 I_1 ; 小圆半径为 r , 通有电流 I_2 , 方向如图. 若 $r \ll R$ (大线圈在小线圈处产生的磁场近似为均匀磁场), 当它们处在同一平面内时小线圈所受磁力矩的大小为



- (A) $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 r^2}{2R}$. (B) $\frac{\mu_0 I_1 I_2 r^2}{2R}$.
(C) $\frac{\mu_0 \pi I_1 I_2 R^2}{2r}$. (D) 0. []

6. (本题 3 分)

如图所示, 两个线圈 P 和 Q 并联地接到一电动势恒定的电源上. 线圈 P 的自感和电阻分别是线圈 Q 的两倍, 线圈 P 和 Q 之间的互感可忽略不计. 当达到稳定状态后, 线圈 P 的磁场能量与 Q 的磁场能量的比值是



- (A) 4. (B) 2. (C) 1. (D) $\frac{1}{2}$. []

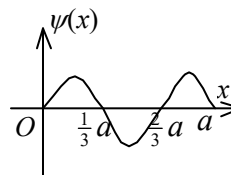
7. (本题 3 分)

把一个静止质量为 m_0 的粒子, 由静止加速到 $v = 0.6c$ (c 为真空中光速) 需作的功等于

- (A) $0.18m_0c^2$. (B) $0.25m_0c^2$.
(C) $0.36m_0c^2$. (D) $1.25m_0c^2$. []

8. (本题 3 分)

粒子在一维无限深方势阱中运动. 图为粒子处于某一能态上的波函数 $\psi(x)$ 的曲线. 粒子出现概率最大的位置为



- (A) $a/2$.
(B) $a/6, 5a/6$.
(C) $a/6, a/2, 5a/6$.
(D) $0, a/3, 2a/3, a$. []

9. (本题 3 分)

在原子的 K 壳层中, 电子可能具有四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 是

- (1) $(1, 1, 0, \frac{1}{2})$. (2) $(1, 0, 0, \frac{1}{2})$.
(3) $(2, 1, 0, -\frac{1}{2})$. (4) $(1, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

以上四种取值中, 哪些是正确的?

- (A) 只有(1)、(3)是正确的.
 (B) 只有(2)、(4)是正确的.
 (C) 只有(2)、(3)、(4)是正确的.
 (D) 全部是正确的.

[]

10. (本题 3 分)

根据量子力学原理, 氢原子中, 电子的轨道角动量 L 的最小值为

- (A) 0. (B) \hbar . (C) $\hbar/2$. (D) $\sqrt{2}\hbar$.

[]

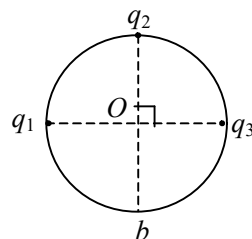
二、填空题 (共 30 分)

11. (本题 3 分)

已知某静电场的电势函数 $U = 6x - 6x^2y - 7y^2$ (SI). 由场强与电势梯度的关系式可得点 (2, 3, 0) 处的电场强度 $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}} \vec{i} + \underline{\hspace{2cm}} \vec{j} + \underline{\hspace{2cm}} \vec{k}$ (SI).

12. (本题 3 分)

电荷分别为 q_1, q_2, q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 如图所示. 设无穷远处为电势零点, 圆半径为 R , 则 b 点处的电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$.

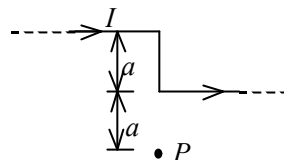


13. (本题 3 分)

一平行板电容器两极板间电压为 U , 两板间距为 d , 其间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 则电介质中的电场能量密度 $w = \underline{\hspace{2cm}}$.

14. (本题 3 分)

一无限长载流直导线, 通有电流 I , 弯成如图形状. 设各线段皆在纸面内, 则 P 点磁感强度 \vec{B} 的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

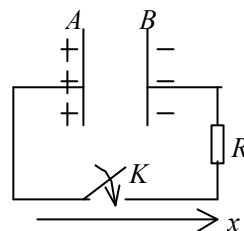


15. (本题 3 分)

无限长直通电螺线管的半径为 R , 设其内部的磁场以 dB/dt 的变化率增加, 则在螺线管内部离开轴线距离为 r ($r < R$) 处的涡旋电场的强度为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

16. (本题 3 分)

图示一充电后的平行板电容器, A 板带正电, B 板带负电. 当将开关 K 合上放电时, AB 板之间的电场方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 位移电流的方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$. (按图上所标 x 轴正、负方向来回答).

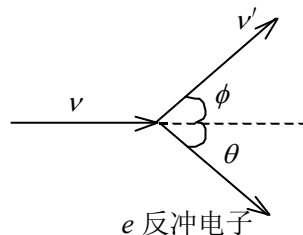


17. (本题 3 分)

在 S 系中的 x 轴上相隔为 Δx 处有两只同步的钟 A 和 B , 读数相同. 在 S' 系的 x' 轴上也有一只同样的钟 A' , 设 S' 系相对于 S 系的运动速度为 v , 沿 x 轴方向, 且当 A' 与 A 相遇时, 刚好两钟的读数均为零. 那么, 当 A' 钟与 B 钟相遇时, 在 S 系中 B 钟的读数是 $\underline{\hspace{2cm}}$; 此时在 S' 系中 A' 钟的读数是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

18. (本题 3 分)

如图所示, 一频率为 ν 的入射光子与初始静止的自由电子发生碰撞和散射. 如果散射光子的频率为 ν' , 反冲电子的动量为 p , 则在入射光子平行的方向上的动量守恒定律的分量形式为 _____.



19. (本题 3 分)

氢原子由定态 l 跃迁到定态 k 可发射一个光子. 已知定态 l 的电离能为 0.85 eV , 又知从基态使氢原子激发到定态 k 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 .

20. (本题 3 分)

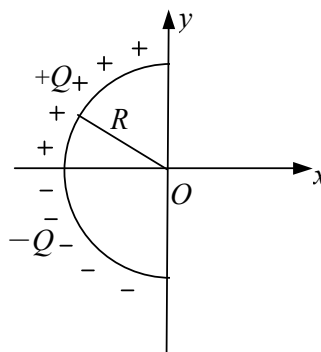
在电子单缝衍射实验中, 若缝宽为 $a = 0.1 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 电子束垂直射在单缝面上, 则衍射的电子横向动量的最小不确定量 $\Delta p =$ _____ $\text{N} \cdot \text{s}$.

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

三、计算题 (共 40 分)

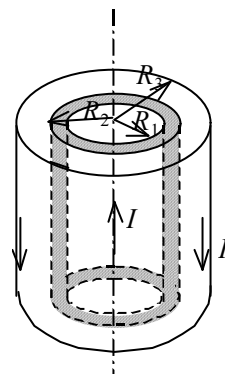
21. (本题 10 分)

一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形, 沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$, 沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$, 如图所示. 试求圆心 O 处的电场强度.



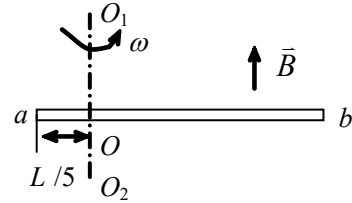
22. (本题 10 分)

一根同轴线由半径为 R_1 的实心长金属导线和套在它外面的半径为 R_3 的同轴导体圆筒组成. R_1 与 R_2 之间充满磁导率为 μ 的各向同性均匀非铁磁介质, R_2 与 R_3 之间真空, 如图. 传导电流 I 沿实心导线向上流去, 由圆筒向下流回, 在它们的截面上电流都是均匀分布的. 求同轴线内外的磁感强度大小 B 的分布.



23. (本题 10 分)

如图所示, 一根长为 L 的金属细杆 ab 绕竖直轴 O_1O_2 以角速度 ω 在水平面内旋转. O_1O_2 在离细杆 a 端 $L/5$ 处. 若已知地磁场在竖直方向的分量为 \vec{B} . 求 ab 两端间的电势差 $U_a - U_b$.



24. (本题 5 分)

已知 μ 子的静止能量为 105.7 MeV , 平均寿命为 $2.2 \times 10^{-8} \text{ s}$. 试求动能为 150 MeV 的 μ 子的速度 v 是多少? 平均寿命 τ 是多少?

25. (本题 5 分)

能量为 15 eV 的光子, 被处于基态的氢原子吸收, 使氢原子电离发射一个光电子, 求此光电子的德布罗意波长. 不考虑相对论效应。

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

2008 级大学物理 2 试卷解答

一、选择题（共 30 分）

C, B, D, E, D; D, B, C, B, A

二、填空题（共 30 分）

11. 66 1 分; 66 1 分; 0 1 分

12. $\frac{1}{8\pi\epsilon_0 R}(\sqrt{2}q_1 + q_2 + \sqrt{2}q_3)$ 3 分

13. $\frac{1}{2}\epsilon_0\epsilon_r(U^2/d^2)$ 3 分

14. $B = \frac{3\mu_0 I}{8\pi a}$ 3 分

15. $\frac{1}{2}r dB/dt$ 3 分

16. x 轴正方向 1 分; x 轴负方向 2 分

17. $\Delta x/v$ 1 分

$(\Delta x/v)\sqrt{1-(v/c)^2}$ 2 分

18. $\frac{h\nu}{c} = \frac{(h\nu'\cos\phi)}{c} + p\cos\theta$ 3 分

19. 2.55 3 分

20. 1.06×10^{-24} (或 6.63×10^{-24} 或 0.53×10^{-24} 或 3.32×10^{-24}) 3 分

根据 $\Delta y \Delta p_y \geq \hbar$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq h$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq \frac{1}{2}\hbar$, 或 $\Delta y \Delta p_y \geq \frac{1}{2}h$, 可得以上答案.

三、计算题（共 40 分）

21. 解: 把所有电荷都当作正电荷处理. 在 θ 处取微小电荷

$dq = \lambda dl = 2Qd\theta/\pi$ 1 分

它在 O 处产生场强

$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} d\theta$ 2 分

按 θ 角变化, 将 dE 分解成二个分量:

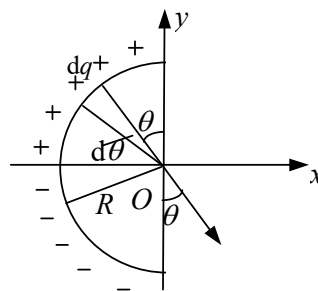
$dE_x = dE \sin\theta = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \sin\theta d\theta$ 1 分

$dE_y = -dE \cos\theta = -\frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \cos\theta d\theta$ 1 分

对各分量分别积分, 积分时考虑到一半是负电荷

$E_x = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \sin\theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \sin\theta d\theta \right] = 0$ 2 分

$E_y = \frac{-Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \cos\theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \cos\theta d\theta \right] = -\frac{Q}{\pi^2\epsilon_0 R^2}$ 2 分



所以
$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = \frac{-Q}{\pi^2 \epsilon_0 R^2} \vec{j}$$
 1 分

22. 解: 由安培环路定理:
$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum I_i$$
 2 分

$0 < r < R_1$ 区域:
$$2\pi r H = I r^2 / R_1^2$$

$$H = \frac{I r}{2\pi R_1^2}, \quad B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R_1^2}$$
 3 分

$R_1 < r < R_2$ 区域:
$$2\pi r H = I$$

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad B = \frac{\mu I}{2\pi r}$$
 2 分

$R_2 < r < R_3$ 区域:
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$
 2 分

$r > R_3$ 区域:
$$H = 0, \quad B = 0$$
 1 分

23. 解: \overline{Ob} 间的动生电动势:

$$\varepsilon_1 = \int_0^{4L/5} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^{4L/5} \omega B l dl = \frac{1}{2} \omega B \left(\frac{4}{5}L\right)^2 = \frac{16}{50} \omega B L^2$$
 4 分

b 点电势高于 O 点.

\overline{Oa} 间的动生电动势:

$$\varepsilon_2 = \int_0^{L/5} (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = \int_0^{L/5} \omega B l dl = \frac{1}{2} \omega B \left(\frac{1}{5}L\right)^2 = \frac{1}{50} \omega B L^2$$
 4 分

a 点电势高于 O 点.

$$\therefore U_a - U_b = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = \frac{1}{50} \omega B L^2 - \frac{16}{50} \omega B L^2 = -\frac{15}{50} \omega B L^2 = -\frac{3}{10} \omega B L^2$$
 2 分

24. 解: 据相对论动能公式
$$E_K = mc^2 - m_0 c^2$$
 1 分

得
$$E_K = m_0 c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - 1 \right) \quad \text{即} \quad \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - 1 = \frac{E_K}{m_0 c^2} = 1.419$$

解得
$$v = 0.91c$$
 2 分

平均寿命为
$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} = 5.31 \times 10^{-8} \text{ s}$$
 2 分

25. 解: 远离核的光电子动能为

$$E_K = \frac{1}{2} m_e v^2 = 15 - 13.6 = 1.4 \text{ eV}$$

则
$$v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = 7.0 \times 10^5 \text{ m/s}$$
 2 分

光电子的德布罗意波长为

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = 1.04 \times 10^{-9} \text{ m} = 10.4 \text{ \AA}$$
 3 分

