

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

《2007 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。

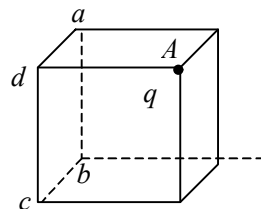
考试时间: 2009 年 1 月 7 日 9: 00----11: 00

一、选择题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

如图所示, 一个电荷为 q 的点电荷位于立方体的 A 角上, 则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量等于:

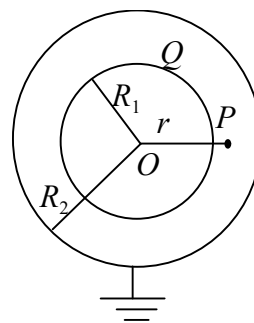
- (A) $\frac{q}{6\epsilon_0}$. (B) $\frac{q}{12\epsilon_0}$.
(C) $\frac{q}{24\epsilon_0}$. (D) $\frac{q}{48\epsilon_0}$. []



2. (本题 3 分)

如图所示, 两个同心球壳. 内球壳半径为 R_1 , 均匀带有电荷 Q ; 外球壳半径为 R_2 , 壳的厚度忽略, 原先不带电, 但与地相连接. 设地为电势零点, 则在两球之间、距离球心为 r 的 P 点处电场强度的大小与电势分别为:

- (A) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$.
(B) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{r} \right)$.
(C) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2} \right)$.
(D) $E = 0$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$. []



3. (本题 3 分)

半径分别为 R 和 r 的两个金属球, 相距很远. 用一根细长导线将两球连接在一起并使它们带电. 在忽略导线的影响下, 两球表面的电荷面密度之比 σ_R / σ_r 为

- (A) R / r . (B) R^2 / r^2 .
(C) r^2 / R^2 . (D) r / R . []

4. (本题 3 分)

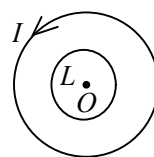
一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联. 当电容器两极板间为真空时, 电场强度为 \vec{E}_0 , 电位移为 \vec{D}_0 , 而当两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质时, 电场强度为 \vec{E} , 电位移为 \vec{D} , 则

- (A) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r, \vec{D} = \vec{D}_0.$ (B) $\vec{E} = \vec{E}_0, \vec{D} = \epsilon_r \vec{D}_0.$
 (C) $\vec{E} = \vec{E}_0 / \epsilon_r, \vec{D} = \vec{D}_0 / \epsilon_r.$ (D) $\vec{E} = \vec{E}_0, \vec{D} = \vec{D}_0.$ []

5. (本题 3 分)

如图, 在一圆形电流 I 所在的平面内, 选取一个同心圆形闭合回路 L , 则由安培环路定理可知

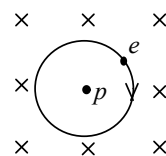
- (A) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路上任意一点 $B = 0$.
 (B) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$, 且环路上任意一点 $B \neq 0$.
 (C) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路上任意一点 $B \neq 0$.
 (D) $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l} \neq 0$, 且环路上任意一点 $B = \text{常量}$. []



6. (本题 3 分)

按玻尔的氢原子理论, 电子在以质子为中心、半径为 r 的圆形轨道上运动. 如果把这样一个原子放在均匀的外磁场中, 使电子轨道平面与 \vec{B} 垂直, 如图所示, 则在 r 不变的情况下, 电子轨道运动的角速度将:

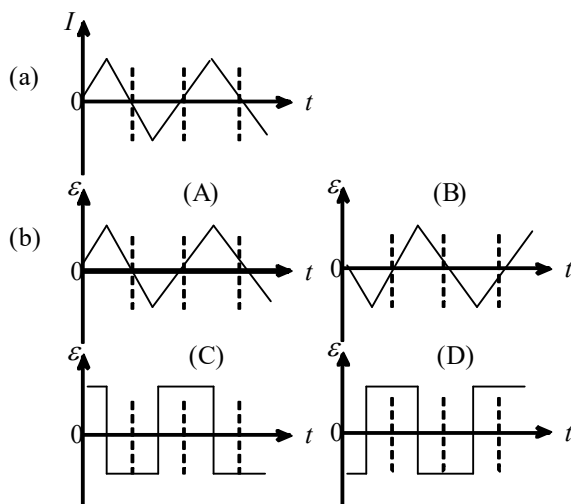
- (A) 增加. (B) 减小.
 (C) 不变. (D) 改变方向. []



7. (本题 3 分)

在一自感线圈中通过的电流 I 随时间 t 的变化规律如图(a)所示, 若以 I 的正流向作为 ϵ 的正方向, 则代表线圈内自感电动势 ϵ 随时间 t 变化规律的曲线应为图(b)中(A)、(B)、(C)、(D)中的哪一个?

[]



8. (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) $1.25m_0c^2.$ []

9. (本题 3 分)

光电效应和康普顿效应都包含有电子与光子的相互作用过程. 对此, 在以下几种理解中, 正确的是

- (A) 两种效应中电子与光子两者组成的系统都服从动量守恒定律和能量守恒定律.
 (B) 两种效应都相当于电子与光子的弹性碰撞过程.
 (C) 两种效应都属于电子吸收光子的过程.
 (D) 光电效应是吸收光子的过程, 而康普顿效应则相当于光子和电子的弹性碰撞过程.
 (E) 康普顿效应是吸收光子的过程, 而光电效应则相当于光子和电子的弹性碰撞过程.

[]

10. (本题 3 分)

波长 $\lambda = 500 \text{ nm}$ 的光沿 x 轴正向传播, 若光的波长的不确定量 $\Delta\lambda = 10^{-4} \text{ nm}$, 则利用不确定关系式 $\Delta p_x \Delta x \geq h$ 可得光子的 x 坐标的不确定量至少为

- (A) 25 cm. (B) 50 cm.
 (C) 250 cm. (D) 500 cm.

[]

二、填空题 (共 30 分)

11. (本题 3 分)

在点电荷 q 的电场中, 把一个 $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的电荷, 从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离 0.1 m 处, 克服电场力作功 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$, 则该点电荷 $q =$ _____ 库伦. (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

12. (本题 3 分)

一平行板电容器充电后切断电源, 若使二极板间距离增加, 则二极板间场强 _____, 电容 _____. (填增大或减小或不变)

13. (本题 3 分)

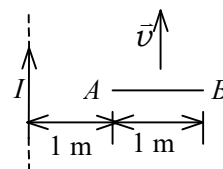
真空中均匀带电的球面和球体, 如果两者的半径和总电荷都相等, 则带电球面的电场能量 W_1 与带电球体的电场能量 W_2 相比, W_1 _____ W_2 (填 <、=、>).

14. (本题 3 分)

在磁场中某点放一很小的试验线圈. 若线圈的面积增大一倍, 且其中电流也增大一倍, 该线圈所受的最大磁力矩将是原来的 _____ 倍.

15. (本题 3 分)

金属杆 AB 以匀速 $v = 2 \text{ m/s}$ 平行于长直载流导线运动, 导线与 AB 共面且相互垂直, 如图所示. 已知导线载有电流 $I = 40 \text{ A}$, 则此金属杆中的感应电动势 $\mathcal{E}_i =$ _____ 伏特. ($\ln 2 = 0.69$)



16. (本题 3 分)

平行板电容器的电容 C 为 $20.0 \mu\text{F}$, 两板上的电压变化率为 $dU/dt = 1.50 \times 10^5 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$, 则该平行板电容器中的位移电流为 _____ 安培.

17. (本题 3 分)

钨的红限波长是 230 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 用波长为 180 nm 的紫外光照射时, 从表面逸出的电子的最大动能为 _____ eV.

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

18. (本题 3 分)

欲使氢原子发射赖曼系(由各激发态跃迁到基态所发射的谱线构成)中波长为 **121.6 nm** 的谱线, 应传给基态氢原子的最小能量是_____eV.

(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)

令 $\lambda_c = h/(m_e c)$ (称为电子的康普顿波长, 其中 m_e 为电子静止质量, c 为真空中光速, h 为普朗克常量). 当电子的动能等于它的静止能量时, 它的德布罗意波长是 $\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \lambda_c$.

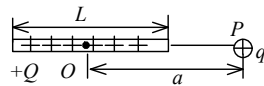
20. (本题 3 分)

在主量子数 $n=2$, 自旋磁量子数 $m_s = \frac{1}{2}$ 的量子态中, 能够填充的最大电子数是_____.

三、计算题 (共 40 分)

21. (本题 10 分)

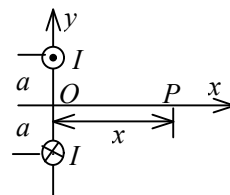
电荷 $Q(Q>0)$ 均匀分布在长为 L 的细棒上, 在细棒的延长线上距细棒中心 O 距离为 a 的 P 点处放一电荷为 $q(q>0)$ 的点电荷, 求带电细棒对该点电荷的静电力.



22. (本题 10 分)

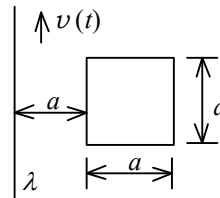
图所示为两条穿过 y 轴且垂直于 $x-y$ 平面的平行长直导线的正视图, 两条导线皆通有电流 I , 但方向相反, 它们到 x 轴的距离皆为 a .

- (1) 推导出 x 轴上 P 点处的磁感强度 $\vec{B}(x)$ 的表达式.
- (2) 求 P 点在 x 轴上何处时, 该点的 B 取得最大值.



23. (本题 10 分)

如图所示, 一电荷线密度为 λ 的长直带电导线(与一正方形线圈共面并与其一对边平行)以变速率 $v = v(t)$ 沿着其长度方向运动, 正方形线圈中的总电阻为 R , 求 t 时刻方形线圈中感应电流 $i(t)$ 的大小(不计线圈自身的自感).



24. (本题 5 分)

一艘宇宙飞船的船身固有长度为 $L_0 = 90 \text{ m}$, 相对于地面以 $v = 0.8c$ (c 为真空中光速) 的匀速度在地面观测站的上空飞过.

- (1) 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔是多少?
- (2) 宇航员测得船身通过观测站的时间间隔是多少?

25. (本题 5 分)

已知粒子在无限深势阱中运动, 其波函数为

$$\psi(x) = \sqrt{2/a} \sin(\pi x/a) \quad (0 \leq x \leq a)$$

求发现粒子的概率为最大的位置.

2007 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷答案及评分标准

考试日期: 2009 年 1 月 7 日

一、选择题(每题 3 分)

C, C, D, B, B, A, D, B, D, C

二、填空题(每题 3 分)

11. -2×10^{-7}

12. 不变 1 分
减小 2 分

13. $<$

14. 4

15. 1.11×10^{-5}

16. 3

17. 1.5

18. 10.2

19. $1/\sqrt{3}$

20. 4

三、计算题

21. 解: 解: 沿棒方向取坐标 Ox , 原点 O 在棒中心处. 求 P 点场强:

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0(a-x)^2} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(a-x)^2} \quad 3 \text{ 分}$$

$$E = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(a-x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{a-x} \Big|_{-L/2}^{L/2} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0(4a^2 - L^2)} \quad 4 \text{ 分}$$

方向沿 x 轴正向. 点电荷受力:

$$F = qE = \frac{qQ}{\pi\epsilon_0(4a^2 - L^2)}$$

方向沿 x 轴正方向. 3 分



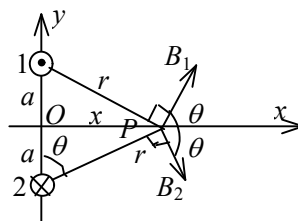
22. 解: (1) 利用安培环路定理可求得 1 导线在 P 点产生的磁感强度的大小为:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{1}{(a^2 + x^2)^{1/2}} \quad 2 \text{ 分}$$

2 导线在 P 点产生的磁感强度的大小为:

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \cdot \frac{1}{(a^2 + x^2)^{1/2}} \quad 2 \text{ 分}$$

\vec{B}_1 、 \vec{B}_2 的方向如图所示. P 点总场



$$B_x = B_{1x} + B_{2x} = B_1 \cos \theta + B_2 \cos \theta$$

$$B_y = B_{1y} + B_{2y} = 0$$

$$B(x) = \frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2 + x^2)}, \quad \vec{B}(x) = \frac{\mu_0 I a}{\pi(a^2 + x^2)} \vec{i} \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 当 $\frac{dB(x)}{dx} = 0$, $\frac{d^2 B(x)}{dx^2} < 0$ 时, $B(x)$ 最大.

由此可得: $x = 0$ 处, B 有最大值.

3 分

23. 解: 长直带电线运动相当于电流 $I = v(t) \cdot \lambda$.

2 分

正方形线圈内的磁通量可如下求出

$$d\phi = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{a+x} a dx \quad 2 \text{ 分}$$

$$\phi = \frac{\mu_0}{2\pi} I a \int_0^a \frac{dx}{a+x} = \frac{\mu_0}{2\pi} I a \cdot \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$|\varepsilon_i| = \left| -\frac{d\phi}{dt} \right| = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \left| \frac{dI}{dt} \right| \ln 2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \lambda a \left| \frac{dv(t)}{dt} \right| \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$|i(t)| = \frac{|\varepsilon_i|}{R} = \frac{\mu_0}{2\pi R} \lambda a \left| \frac{dv(t)}{dt} \right| \ln 2 \quad 2 \text{ 分}$$

24. 解: (1) 观测站测得飞船船身的长度为

$$L = L_0 \sqrt{1 - (v/c)^2} = 54 \text{ m}$$

则

$$\Delta t_1 = L/v = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s} \quad 3 \text{ 分}$$

(2) 宇航员测得飞船船身的长度为 L_0 , 则

$$\Delta t_2 = L_0/v = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s} \quad 2 \text{ 分}$$

25. 解: 先求粒子的位置概率密度

$$|\psi(x)|^2 = (2/a) \sin^2(\pi x/a) = (2/2a)[1 - \cos(2\pi x/a)] \quad 2 \text{ 分}$$

当 $\cos(2\pi x/a) = -1$ 时, $|\psi(x)|^2$ 有最大值. 在 $0 \leq x \leq a$ 范围内可得 $2\pi x/a = \pi$

$$\therefore x = \frac{1}{2} a. \quad 3 \text{ 分}$$

