

诚信应考,考试作弊将带来严重后果!

2012 级大学物理 (II) 期中试卷

注意事项: 1. 所有答案请直接答在答题纸上;

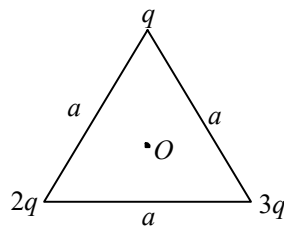
2. 考试形式: 闭卷

一、填空 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

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:

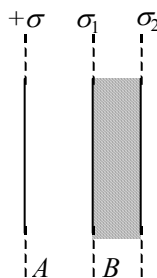
- (A) $\frac{\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$. (B) $\frac{\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$.
(C) $\frac{3\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$. (D) $\frac{2\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$. []



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:

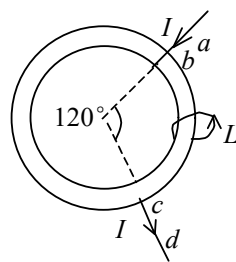
- (A) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = +\sigma$.
(B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$.
(C) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$.
(D) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 0$. []



3. (本题 3 分)

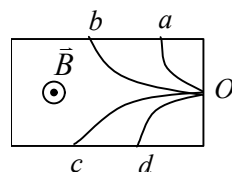
如图, 两根直导线 ab 和 cd 沿半径方向被接到一个截面处处相等的铁环上, 稳恒电流 I 从 a 端流入而从 d 端流出, 则磁感强度 \vec{B} 沿图中闭合路径 L 的积分 $\oint_L \vec{B} \cdot d\vec{l}$ 等于

- (A) $\mu_0 I$. (B) $\frac{1}{3}\mu_0 I$.
(C) $\mu_0 I/4$. (D) $2\mu_0 I/3$. []



4. (本题 3 分)

图为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹的照片. 磁场方向垂直纸面向外, 轨迹所对应的四个粒子的质量相等, 电荷大小也相等, 则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是

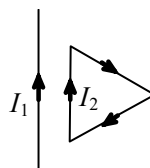


- (A) Oa . (B) Ob . (C) Oc . (D) Od . []

5. (本题 3 分)

如图, 无限长直载流导线与正三角形载流线圈在同一平面内, 若长直导线固定不动, 则载流三角形线圈将

- (A) 向着长直导线平移. (B) 离开长直导线平移.
(C) 转动. (D) 不动. []



6. (本题 3 分)

有一半径为 R 的单匝圆线圈, 通以电流 I , 若将该导线弯成匝数 $N=2$ 的平面圆线圈, 导线长度不变, 并通以同样的电流, 则线圈中心的磁感强度和线圈的磁矩分别是原来的

- (A) 4 倍和 $1/8$. (B) 4 倍和 $1/2$.
(C) 2 倍和 $1/4$. (D) 2 倍和 $1/2$. []

7. (本题 3 分)

有两个长直密绕螺线管, 长度及线圈匝数均相同, 半径分别为 r_1 和 r_2 . 管内充满均匀介质, 其磁导率分别为 μ_1 和 μ_2 . 设 $r_1:r_2=1:2$, $\mu_1:\mu_2=2:1$, 当将两只螺线管串联在电路中通电稳定后, 其自感系数之比 $L_1:L_2$ 与磁能之比 $W_{m1}:W_{m2}$ 分别为:

- (A) $L_1:L_2=1:1$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$. (B) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:1$.
(C) $L_1:L_2=1:2$, $W_{m1}:W_{m2}=1:2$. (D) $L_1:L_2=2:1$, $W_{m1}:W_{m2}=2:1$.
[]

8. (本题 3 分)

(1) 对某观察者来说, 发生在某惯性系中同一地点、同一时刻的两个事件, 对于相对该惯性系作匀速直线运动的其它惯性系中的观察者来说, 它们是否同时发生?

(2) 在某惯性系中发生于同一时刻、不同地点的两个事件, 它们在其它惯性系中是否同时发生?

关于上述两个问题的正确答案是:

- (A) (1) 同时, (2) 不同时. (B) (1) 不同时, (2) 同时.
(C) (1) 同时, (2) 同时. (D) (1) 不同时, (2) 不同时. []

9. (本题 3 分)

用频率为 ν 的单色光照射某种金属时, 逸出光电子的最大动能为 E_k ; 若改用频率为 2ν 的单色光照射此种金属时, 则逸出光电子的最大动能为:

- (A) $2E_k$. (B) $2h\nu - E_k$.
(C) $h\nu - E_k$. (D) $h\nu + E_k$. []

10. (本题 3 分)

下列各组量子数中, 哪一组可以描述原子中电子的状态?

- (A) $n=2$, $l=2$, $m_l=0$, $m_s=\frac{1}{2}$. (B) $n=3$, $l=2$, $m_l=-1$, $m_s=-\frac{1}{2}$.
(C) $n=1$, $l=2$, $m_l=1$, $m_s=\frac{1}{2}$. (D) $n=1$, $l=0$, $m_l=1$, $m_s=-\frac{1}{2}$.
[]

二、填空题 (共 30 分)

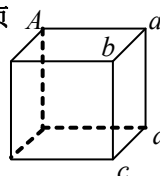
11. (本题 3 分)

已知某静电场的电势分布为 $U=8x+12x^2y-20y^2$ (SI), 则场强分布

$\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}} \vec{i} + \underline{\hspace{2cm}} \vec{j} + \underline{\hspace{2cm}} \vec{k}$ (SI).

12. (本题 3 分)

《2011 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷》试卷第 2 页 共 8 页

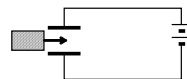


如图所示，一点电荷 q 位于正立方体的 A 角上，则通过侧面

$abcd$ 的电场强度通量 $\phi_e =$ _____.

13. (本题 3 分)

电容为 C_0 的平板电容器，接在电路中，如图所示. 若将相对电容率为

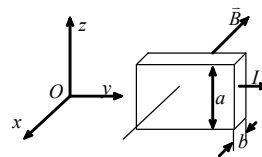


ϵ_r 的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间)，则此时电容器的电容

为原来的 _____ 倍，电场能量是原来的 _____ 倍.

14. (本题 3 分)

图示为磁场中的通电薄金属板，当磁感强度 \vec{B} 沿 x 轴负向，电流 I 沿 y 轴正向，则金属板中对应于霍尔电势差的电场强度 \vec{E}_H 的方向沿 z 轴 _____ 方向 (填正或负).



15. (本题 3 分)

长直电缆由一个圆柱导体和一共轴圆筒状导体组成，两导体中有等值反向均匀电流 I 通过，其间充满磁导率为 μ 的均匀磁介质. 介质中离中心轴距离为 r 的某点处的磁感强度的大小 $B =$ _____.

16. (本题 3 分)

平行板电容器的电容 C 为 $2 \times 10^{-5} \text{ F}$ ，两板上的电压变化率 $dU/dt = 1.5 \times 10^5 \text{ V} \cdot \text{s}^{-1}$ ，则该平行板电容器中的位移电流为 _____ A.

17. (本题 3 分)

一观察者测得一沿米尺 (长 1 m) 长度方向匀速运动着的米尺的长度为 0.5 m . 则此米尺以速度 $v =$ _____ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 接近观察者.

18. (本题 3 分)

欲使氢原子能发射巴耳末系中波长为 486.13 nm 的谱线，最少要给基态氢原子提供 _____ eV 的能量.

(里德伯常量 $R = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

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 $\lambda =$ _____ λ_c .

20. (本题 3 分)

粒子在一维无限深方势阱中运动 (势阱宽度为 a), 其波函数为

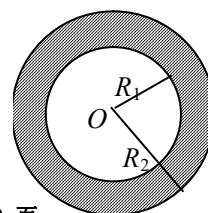
$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{3\pi x}{a} \quad (0 < x < a),$$

粒子出现的概率最大的各个位置是 $x =$ _____.

三、计算题 (共 40 分)

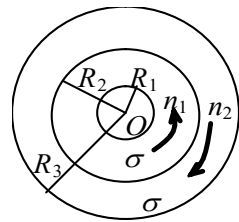
21. (本题 10 分)

图示为一个均匀带电的球层，其电荷体密度为 ρ ，球层内表面半径为 R_1 ，外表面半径为 R_2 . 设无穷远处为电势零点，求空腔内任一点的电势.



22. (本题 10 分)

如图所示, 两个共面的平面带电圆环, 其内外半径分别为 R_1 、 R_2 和 R_2 、 R_3 , 外面的圆环以每秒钟 n_2 转的转速顺时针转动, 里面的圆环以每秒钟 n_1 转的转速反时针转动. 若电荷面密度都是 σ , 求 n_1 和 n_2 的比值多大时, 圆心处的磁感强度为零.



23. (本题 5 分)

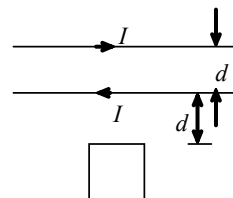
一电子以 $v = 0.99c$ (c 为真空中光速) 的速率运动. 试求:

(1) 电子的总能量是多少焦耳?

(2) 电子的相对论动能是多少焦耳? (电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

24. (本题 10 分)

两根平行无限长直导线相距为 d ，载有大小相等方向相反的电流 I ，电流变化率 $dI/dt = a > 0$ 。一个边长为 d 的正方形线圈位于导线平面内与一根导线相距 d ，如图所示。求线圈中的感应电动势 \mathcal{E} ，并指出线圈中的感应电流是顺时针还是逆时针方向。



25. (本题 5 分)

用波长 $\lambda_0 = 0.1\text{nm}$ 的光子做康普顿散射实验.

(1) 散射角 $\varphi = 90^\circ$ 的康普顿散射波长是多少?

(2) 反冲电子获得的动能是多少焦耳?

(普朗克常量 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 电子静止质量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

2011 级大学物理 (II) 期末试卷 A 卷答案及评分标准

考试日期: 2013 年 1 月 14 日

一、选择题(每题 3 分)

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

二、填空题(每题 3 分)

11. $-8 - 24xy$; $-12x^2 + 40y$; **0** 各 1 分

12. $\frac{q}{24\epsilon_0}$ 13. ϵ_r **2 分**; ϵ_r **1 分**

14. **正** 15. $\frac{\mu I}{2\pi r}$ 16. **3**

17. 2.60×10^8 18. **12.75**

19. $1/\sqrt{3}$ 或 0.577 20. $\frac{a}{6}$; $\frac{a}{2}$; $\frac{5a}{6}$ 各 1 分

三、计算题(每题 10 分)

21.

解法 1: 由高斯定理可知空腔内 $E=0$, 故带电球层的空腔是等势区, 各点电势均为 U . 2 分

在球层内取半径为 $r \rightarrow r + dr$ 的薄球层. 其电荷为

$$dq = \rho 4\pi r^2 dr$$

该薄层电荷在球心处产生的电势为

$$dU = dq / (4\pi\epsilon_0 r) = \rho r dr / \epsilon_0 \quad 2 \text{ 分}$$

整个带电球层在球心处产生的电势为

$$U_0 = \int dU_0 = \frac{\rho}{\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} r dr = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2) \quad 2 \text{ 分}$$

因为空腔内为等势区所以空腔内任一点的电势 U 为

$$U = U_0 = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2) \quad 2 \text{ 分}$$

解法 2: 由高斯定理可知

$r < R_1$, $E_1 = 0$, 2 分

$$R_1 < r < R_2, \quad E_2 = \frac{\rho(r^3 - R_1^3)}{\epsilon_0 r^2}, \quad 2 \text{ 分}$$

$$r > R_2, \quad E_3 = \frac{\rho(R_2^3 - R_1^3)}{\epsilon_0 r^2} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{若根据电势定义 } U = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\begin{aligned} \text{空腔内任一点电势为: } U &= \int_0^{R_1} E_1 dr + \int_{R_1}^{R_2} E_2 dr + \int_{R_2}^{\infty} E_3 dr \\ &= \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2) \quad 2 \text{ 分} \end{aligned}$$

22. 解: (1) 在内圆环上取半径为 r 宽度为 dr 的细圆环, 其电荷为

$$dq = 2\pi r dr \sigma$$

$$\text{由于转动而形成的电流 } di = n_1 dq = 2\pi n_1 \sigma dr \quad 2 \text{ 分}$$

di 在 O 点产生的磁感强度为

$$dB_1 = \mu_0 di / (2r) = \mu_0 \pi n_1 \sigma dr \quad 2 \text{ 分}$$

其方向垂直纸面向外.

(2) 整个内圆环在 O 点产生的磁感强度为

$$B_1 = \int dB_1 = \pi \mu_0 n_1 \sigma \int_{R_1}^{R_2} dr = \pi \mu_0 n_1 \sigma (R_2 - R_1) \quad 2 \text{ 分}$$

其方向垂直纸面向外.

(3) 同理得外圆环在 O 点产生的磁感强度

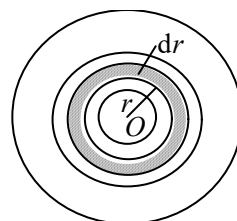
$$B_3 = \pi \mu_0 n_2 \sigma (R_3 - R_2) \quad \text{其方向垂直纸面向里.} \quad 2 \text{ 分}$$

(4) 为使 O 点的磁感应强度为零, B_1 和 B_2 的量值必须相等,

即

$$\pi \mu_0 n_1 \sigma (R_2 - R_1) = \pi \mu_0 n_2 \sigma (R_3 - R_2)$$

$$\text{于是求得 } n_1 \text{ 和 } n_2 \text{ 之比} \quad \frac{n_2}{n_1} = \frac{R_3 - R_2}{R_2 - R_1} \quad 2 \text{ 分}$$



$$\begin{aligned} 23. \text{ 解: (1) } E &= mc^2 = m_e c^2 / \sqrt{1 - (v/c)^2} \quad 1 \text{ 分} \\ &= 5.8 \times 10^{-13} \text{ J} \quad 1 \text{ 分} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad E_k &= mc^2 - m_e c^2 \quad 2 \text{ 分} \\ &= 4.99 \times 10^{-13} \text{ J} \quad 1 \text{ 分} \end{aligned}$$

24. (1) 载流为 I 的无限长直导线在与其相距为 r 处产生的磁感强度为:

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

以顺时针绕向为线圈回路的正方向, 与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通量为:

$$\phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = \frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \frac{3}{2} \quad 1 \text{ 分}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为:

$$\phi_2 = \int_d^{2d} -d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr = -\frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln 2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{总磁通量} \quad \phi = \phi_1 + \phi_2 = -\frac{\mu_0 I d}{2\pi} \ln \frac{4}{3} \quad 2 \text{ 分}$$

感应电动势为：
$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{3}\right) \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} a \ln \frac{4}{3}$$
 2 分

(2) 线圈中的感应电流是顺时针方向. 2 分

25. 解：(1) 康普顿散射光子波长改变：

$$\Delta\lambda = \left(\frac{h}{m_e c}\right)(1 - \cos\varphi) = 0.024 \times 10^{-10} \text{ m} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 1.024 \times 10^{-10} \text{ m} \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 根据能量守恒： $h\nu_0 + m_e c^2 = h\nu + mc^2$ 1 分

即 $E_k = mc^2 - m_e c^2 = h\nu_0 - h\nu$

$$E_k = hc / \lambda_0 - hc / \lambda \quad 1 \text{ 分}$$

故 $E_k = 4.66 \times 10^{-17} \text{ J} = 291 \text{ eV} \quad 1 \text{ 分}$