

2003 级大学物理 (II) 期末考试试卷

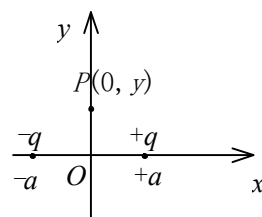
院系: _____ 班级: _____ 姓名: _____

学号: _____ 日期: 2005 年 1 月 12 日

一 选择题 (共 30 分)

1. (本题 3 分)

如图所示, 在坐标 $(a, 0)$ 处放置一点电荷 $+q$, 在坐标 $(-a, 0)$ 处放置另一点电荷 $-q$. P 点是 y 轴上的一点, 坐标为 $(0, y)$. 当 $y \gg a$ 时, 该点场强的大小为:

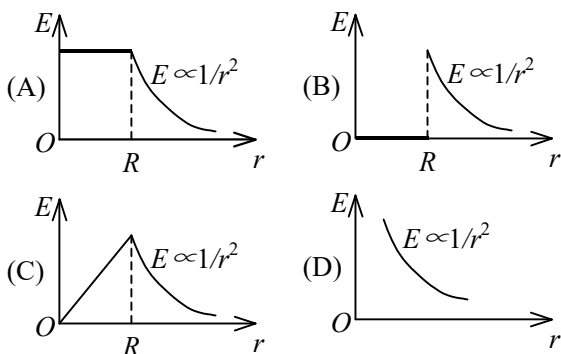


- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 y^2}$. (B) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 y^2}$.
(C) $\frac{qa}{2\pi\epsilon_0 y^3}$. (D) $\frac{qa}{4\pi\epsilon_0 y^3}$.

[]

2. (本题 3 分)

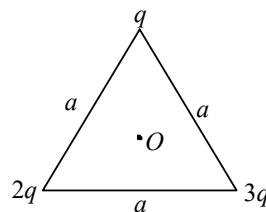
半径为 R 的均匀带电球面的静电场中各点的电场强度的大小 E 与距球心的距离 r 之间的关系曲线为:



[]

3. (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) $\frac{2\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$.

[]

4. (本题 3 分)

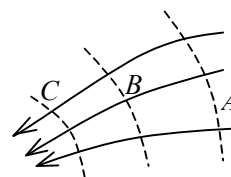
图中实线为某电场中的电场线，虚线表示等势（位）面，由图可看出：

(A) $E_A > E_B > E_C$, $U_A > U_B > U_C$.

(B) $E_A < E_B < E_C$, $U_A < U_B < U_C$.

(C) $E_A > E_B > E_C$, $U_A < U_B < U_C$.

(D) $E_A < E_B < E_C$, $U_A > U_B > U_C$.



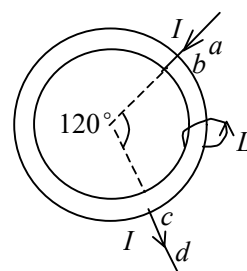
[]

5. (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) $2\mu_0 I / 3$. []



6. (本题 3 分)

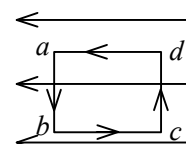
如图，匀强磁场中有一矩形通电线圈，它的平面与磁场平行，在磁场作用下，线圈发生转动，其方向是

(A) ab 边转入纸内， cd 边转出纸外.

(B) ab 边转出纸外， cd 边转入纸内.

(C) ad 边转入纸内， bc 边转出纸外.

(D) ad 边转出纸外， bc 边转入纸内.



[]

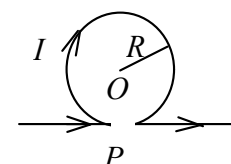
7. (本题 3 分)

无限长直导线在 P 处弯成半径为 R 的圆，当通以电流 I 时，则在圆心 O 点的磁感强度大小等于

(A) $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$. (B) $\frac{\mu_0 I}{4R}$.

(C) 0. (D) $\frac{\mu_0 I}{2R} (1 - \frac{1}{\pi})$.

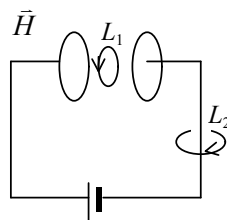
(E) $\frac{\mu_0 I}{4R} (1 + \frac{1}{\pi})$.



[]

8. (本题 3 分)

如图, 平板电容器(忽略边缘效应)充电时, 沿环路 L_1 的磁场强度 \vec{H} 的环流与沿环路 L_2 的磁场强度 \vec{H} 的环流两者, 必有:



(A) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' > \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.

(B) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.

(C) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' < \oint_{L_2} \vec{H} \cdot d\vec{l}'$.

(D) $\oint_{L_1} \vec{H} \cdot d\vec{l}' = 0$.

[]

9. (本题 3 分)

宇宙飞船相对于地面以速度 v 作匀速直线飞行, 某一时刻飞船头部的宇航员向飞船尾部发出一个光讯号, 经过 Δt (飞船上的钟) 时间后, 被尾部的接收器收到, 则由此可知飞船的固有长度为 (c 表示真空中光速)

(A) $c \cdot \Delta t$

(B) $v \cdot \Delta t$

(C) $\frac{c \cdot \Delta t}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$

(D) $c \cdot \Delta t \cdot \sqrt{1 - (v/c)^2}$

[]

10. (本题 3 分)

根据相对论力学, 动能为 0.25 MeV 的电子, 其运动速度约等于

(A) $0.1c$

(B) $0.5c$

(C) $0.75c$

(D) $0.85c$

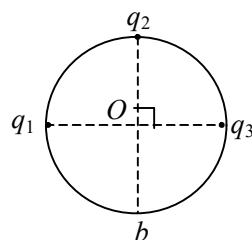
[]

(c 表示真空中的光速, 电子的静能 $m_0c^2 = 0.51 \text{ MeV}$)

二 填空题 (共 38 分)

11. (本题 3 分)

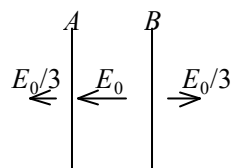
电荷分别为 q_1 , q_2 , q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上, 如图所示. 设无穷远处为电势零点,



圆半径为 R , 则 b 点处的电势 $U =$ _____ .

12. (本题 4 分)

A 、 B 为两块无限大均匀带电平行薄平板，两板间和左右两侧充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质。已知两板间的场强大小为 E_0 ，两板外的场强均为 $\frac{1}{3}E_0$ ，方向如图。则 A 、 B 两板所带电荷面密度分别为



$\sigma_A =$ _____,

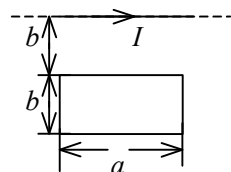
$\sigma_B =$ _____.

13. (本题 4 分)

一空气平行板电容器，电容为 C ，两极板间距离为 d 。充电后，两极板间相互作用力为 F 。则两极板间的电势差为 _____，极板上的电荷为 _____。

14. (本题 3 分)

在一根通有电流 I 的长直导线旁，与之共面地放着一个长、宽各为 a 和 b 的矩形线框，线框的长边与载流长直导线平行，且二者相距为 b ，如图所示。在此情形中，线框内的



磁通量 $\Phi =$ _____.

15. (本题 3 分)

若电子在垂直于磁场的平面内运动，均匀磁场作用于电子上的力为 F ，轨道的曲率半径为 R ，则磁感强度的大小应为 _____.

16. (本题 3 分)

用导线制成一半径为 $r = 10 \text{ cm}$ 的闭合圆形线圈，其电阻 $R = 10 \Omega$ ，均匀磁场垂直于线圈平面。欲使电路中有一稳定的感应电流 $i = 0.01 \text{ A}$ ， B 的变化率应为

$\text{d}B / \text{d}t =$ _____.

17. (本题 3 分)

一自感线圈中，电流强度在 0.002 s 内均匀地由 10 A 增加到 12 A ，此过程

中线圈内自感电动势为 400 V ，则线圈的自感系数为 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

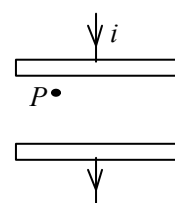
18. (本题 3 分)

自感系数 $L = 0.3\text{ H}$ 的螺线管中通以 $I = 8\text{ A}$ 的电流时，螺线管存储的磁场能

量 $W = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

19. (本题 4 分)

圆形平行板电容器，从 $q = 0$ 开始充电，试画出充电过程中，极板间某点 P 处电场强度的方向和磁场强度的方向。



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 $\Delta p_y = \underline{\hspace{2cm}}\text{ N} \cdot \text{s}$ 。

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

21. (本题 5 分)

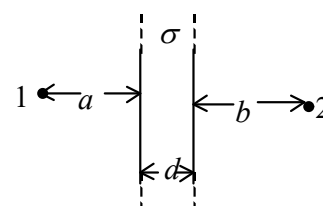
主量子数 $n = 4$ 的量子态中，角量子数 l 的可能取值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；磁量

子数 m_l 的可能取值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

三 计算题 (共 32 分)

22. (本题 5 分)

厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板两表面单位面积上电荷之和为 σ 。试求图示离左板面距离为 a 的一点与离右板面距离为 b 的一点之间的电势差。

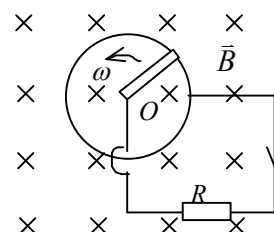


23. (本题 5 分)

一绝缘金属物体，在真空中充电达某一电势值，其电场总能量为 W_0 。若断开电源，使其上所带电荷保持不变，并把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大的各向同性均匀液态电介质中，问这时电场总能量有多大？

24. (本题 12 分)

长为 L ，质量为 m 的均匀金属细棒，以棒端 O 为中心在水平面内旋转，棒的另一端在半径为 L 的金属环上滑动。棒端 O 和金属环之间接一电阻 R ，整个环面处于均匀磁场 \vec{B} 中， \vec{B} 的方向垂直纸面向里，如图。设 $t=0$ 时，初角速度为 ω_0 。忽略摩擦力及金属棒、导线和圆环的电阻。求



(1) 当角速度为 ω 时金属棒内的动生电动势的大小。

(2) 棒的角速度随时间变化的表达式。

25. (本题 5 分)

假定在实验室中测得静止在实验室中的 μ^+ 子(不稳定的粒子)的寿命为 $2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$ ，而当它相对于实验室运动时实验室中测得它的寿命为 $1.63 \times 10^{-6} \text{ s}$ 。试问：这两个测量结果符合相对论的什么结论？ μ^+ 子相对于实验室的速度是真空中光速 c 的多少倍？

26. (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。

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

2003 级大学物理 (II) 试卷解答 2005-1-12 考

一 选择题 (共 30 分)

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

二 填空题 (共 38 分)

11. (本题 3 分)

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

12. (本题 4 分)

$$-2\epsilon_0\epsilon_r E_0/3; 4\epsilon_0\epsilon_r E_0/3$$

13. (本题 4 分)

$$\sqrt{2Fd/C}; \sqrt{2FdC}$$

14. (本题 3 分)

$$\frac{\mu_0 Ia}{2\pi} \ln 2$$

15. (本题 3 分)

$$B = \frac{1}{e} \sqrt{\frac{m_e F}{R}}$$

16. (本题 3 分)

$$\pm 3.18 \text{ T/s}$$

17. (本题 3 分)

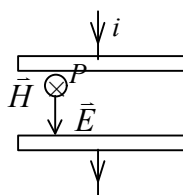
$$0.400 \text{ H}$$

18. (本题 3 分)

$$9.6 \text{ J}$$

19. (本题 4 分)

见图.



20. (本题 3 分)

$$1.06 \times 10^{-24} \quad (\text{或 } 6.63 \times 10^{-24} \text{ 或 } 0.53 \times 10^{-24} \text{ 或 } 3.32 \times 10^{-24})$$

参考解:

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.

21. (本题 5 分)

0, 1, 2, 3

0, ± 1 , ± 2 , ± 3

三 计算题 (共 32 分)

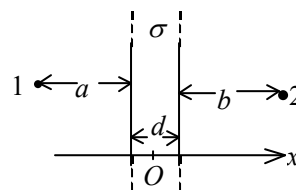
22. (本题 5 分)

解: 选坐标如图. 由高斯定理, 平板内、外的场强分布为:

$$E = 0 \quad (\text{板内})$$

$$E_x = \pm \sigma / (2\epsilon_0) \quad (\text{板外})$$

$$1、2 \text{ 两点间电势差} \quad U_1 - U_2 = \int_1^2 E_x dx$$



$$\begin{aligned} &= \int_{-(a+d/2)}^{-d/2} -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx + \int_{d/2}^{b+d/2} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx \\ &= \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (b-a) \end{aligned}$$

23. (本题 5 分)

解: 因为所带电荷保持不变, 故电场中各点的电位移矢量 \bar{D} 保持不变,

$$\text{又} \quad w = \frac{1}{2} DE = \frac{1}{2\epsilon_0 \epsilon_r} D^2 = \frac{1}{\epsilon_r} \frac{1}{2\epsilon_0} D_0^2 = \frac{w_0}{\epsilon_r}$$

因为介质均匀, \therefore 电场总能量 $W = W_0 / \epsilon_r$

24. (本题 12 分)

$$\text{解: (1)} \quad i = \int_0^L vB dr = \int_0^L r\omega B dr = \frac{B\omega L^2}{2}$$

$$(2) \quad J \frac{d\omega}{dt} = -M \quad \text{①}$$

$$J = \frac{1}{3}mL^2 \quad (2)$$

$$M = \int_0^L r \cdot B I \, dr = \frac{1}{2} B I L^2 = \frac{1}{2} B \left(\frac{B \omega L^2}{2R} \right) L^2 = \frac{B^2 \omega L^4}{4R}$$

$$\frac{d\omega}{\omega} = -\frac{3B^2 L^2}{4Rm} dt$$

$$\omega = \omega_0 \exp\left(-\frac{3B^2 L^2}{4Rm} t\right)$$

其中 $\exp(x) = e^x$

25. (本题 5 分)

解：它符合相对论的时间膨胀(或运动时钟变慢)的结论

设 μ^+ 子相对于实验室的速度为 v

μ^+ 子的固有寿命 $\tau_0 = 2.2 \times 10^{-6} \text{ s}$

μ^+ 子相对实验室作匀速运动时的寿命 $\tau = 1.63 \times 10^{-5} \text{ s}$

按时间膨胀公式： $\tau = \tau_0 / \sqrt{1 - (v/c)^2}$

移项整理得： $v = (c/\tau) \sqrt{\tau^2 - \tau_0^2} = c \sqrt{1 - (\tau_0/\tau)^2} = 0.99c$

26. (本题 5 分)

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

光电子的德布罗意波长为

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