



**厦门大学《大学物理 B (下)》课程
期中试卷参考答案**
(考试时间: 2023 年 11 月)

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

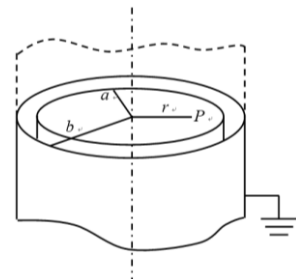
1. 如图所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其线电荷密度为 λ 。在它的外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与大地连接。设大地的电势为零, 则在圆柱面里、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分别为 ()

(A) $E = 0; U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$

(B) $E = 0; U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$

(C) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}; U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$

(D) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}; U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$



2. 由电场强度的定义式 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ 可知 ()

(A) E 与 F 成正比, F 越大, E 越大

(B) E 与 q_0 成反比, q_0 越大, E 越小

(C) E 的方向与 F 一致

(D) E 的大小可由 F/q_0 确定

3. 两个完全相同的电容器, 把一个电容器充电后断开, 然后与另一个未充电的电容器并联, 那么总电场能量将: ()

(A) 增加

(B) 不变

(C) 减少

(D) 无法确定

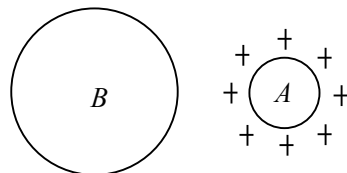
4. 如右下图所示, 把一个带正电的导体 A 靠近一个不带电的孤立导体 B 时, 结果使 ()。

(A) 导体 B 的电势不变;

(B) 导体 B 的左端电势比右端高;

(C) 导体 B 的电势降低;

(D) 导体 B 的电势升高;



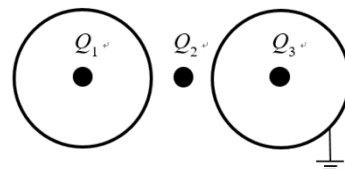
5. 如图所示, 三个点电荷分别放在两个导体球壳的球心及两球之间, 右侧导体球壳接地。以下说法正确的是 ()

(A) 改变 Q_2 大小, Q_1 处的电势变, Q_3 处的电势变;

(B) 改变 Q_2 大小, Q_1 处的电势变, Q_3 处的电势不变;

(C) 改变 Q_2 大小, Q_1 处的电势不变, Q_3 处的电势变;

(D) 改变 Q_2 大小, Q_1 处的电势不变, Q_3 处的电势不变



6. 一电量为 q ($q > 0$) 的点电荷在水平面上沿逆时针方向做圆周运动, 已知圆周运动的半径为 R , 速率为 v , 则电荷运动在圆心处产生的磁感应强度的大小为 ()。

(A) $\frac{\mu_0 q v}{4\pi R^2}$

(B) $\frac{\mu_0 q v}{4\pi R}$

(C) $\frac{\mu_0 q v R^2}{4\pi}$

(D) $\frac{\mu_0 q}{4\pi v R^2}$

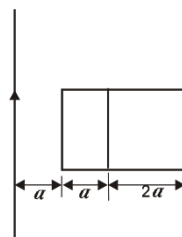
7. 一电子以速度 \vec{v} 垂直地进入磁感强度为 \vec{B} 的均匀磁场中，此电子在磁场中运动的轨道所围的面积内的磁通量是 ()

(注意不考虑电子自身运动产生的磁场)

- (A) 正比于 B ，反比于 v^2 (B) 反比于 B ，正比于 v^2
 (C) 正比于 B ，反比于 v (D) 反比于 B ，正比于 v

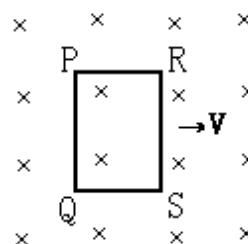
8. 无限长直导线通有电流 I ，右侧有两个相连的矩形回路，分别是 S_1 和 S_2 ，则通过两个矩形回路 S_1 、 S_2 的磁通量之比为：

- (A) 1: 2 (B) 1: 1 (C) 1: 4 (D) 2: 1



9. 均匀磁场区域为无限大。矩形线圈 $PRSQ$ 以匀速 V 沿垂直于均匀磁场方向平动 (如图)，则下面哪一叙述是正确的：

- (A) 线圈中感生电流沿顺时针方向；
 (B) 线圈中感生电流沿逆时针方向；
 (C) 线圈中无感生电流；
 (D) 作用在 PQ 上的磁力与其运动方向相反。



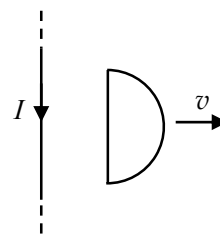
10. 感应电动势的方向服从楞次定律是由于

- (A) 动量守恒的要求； (B) 电荷守恒的要求；
 (C) 能量守恒的要求； (D) 与这些守恒律无关。

二、填空题：本大题共 10 空，每空 2 分，共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。错填、不填均无分。

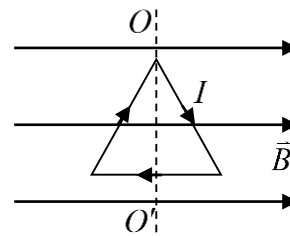
1. 一自感系数为 0.25H 的线圈，当线圈中的电流在 0.01s 内由 2A 均匀地减小到零。线圈中的自感电动势的大小为 _____ V

2. 一无限长直载流导线与一半圆形线圈在同一平面内，若电流方向和线圈运动方向如图所示，则半圆形线圈感应电动势的方向为 _____。



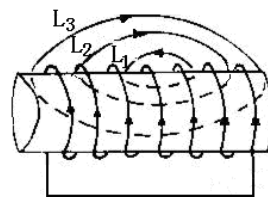
3. 在真空中有一根半径为 R 的半圆形细导线，流过的电流为 I ，则圆心处的磁感应强度大小为 _____。

4. 如图所示的均匀磁场 \vec{B} 中，有一边长为 l 的等边三角形线框且通以电流 I 。已知此线框可绕 OO' 轴转动，则此线框所受磁力矩的大小为： _____。

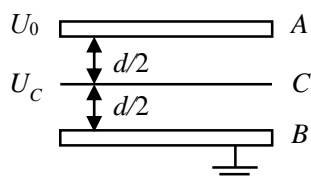


5. 如图所示, 一个载流线圈绕组中通有电流 I , 则图中 L_1 积分回路的磁感应强度的环流为:

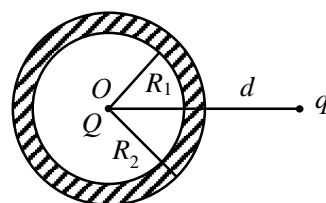
$\oint_{L_1} \vec{B} \cdot d\vec{l} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



6. 一平行板电容器, 极板面积为 S , 相距为 d , 若 B 板接地, 且保持 A 板的电势 $U_A=U_0$ 不变。如图, 把一块面积相同的带有电荷为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两板中间, 则导体薄板 C 的电势 $U_C=\underline{\hspace{2cm}}$ 。



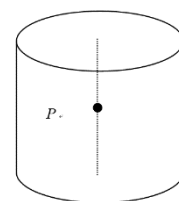
7. 一不带电的导体球壳, 其内、外半径分别为 R_1 、 R_2 , 在其球心 O 上放置一点电荷 Q , 在球壳外距球心为 d 处放置另一点电荷 q , 如图所示。则点电荷 Q 对球壳的作用力大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



8. 在一个带正电荷的金属球附近, 放一个带正电的点电荷 q_0 , 测得 q_0 所受的力为 F , 则 F/q_0 的值一定 $\underline{\hspace{2cm}}$ 于不放 q_0 时该点原有的场强大小。(填大、等、小)

9. 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q 。若规定该球面上的电势值为零, 则无限远处的电势将等于 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

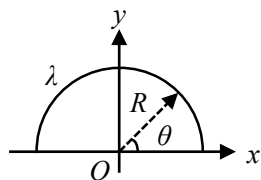
10. 如图所示, 一半径为 R 、长度为 L 的均匀带电圆柱体, 电荷体密度为 ρ , 则圆柱轴线的中点 P 点的电场强度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



三、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

一个带电细线弯成半径为 R 的半圆形, 电荷线密度为 $\lambda=\lambda_0\cos\theta$, 如图所示, 试求:

- (1) 环心 O 处的电场强度;
- (2) 若取无限远处为电势零点, 环心 O 处的电势;
- (3) 若将一带电量为 q 的试验点电荷从 O 点移到无限远处, 则电场力所做的功。



解答:

(1)

在 θ 处取电荷元, 其电量为:

$$dq = \lambda dl = \lambda_0 R \cos \theta d\theta \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

它在 O 点处产生的电场强度大小为:

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda_0 \cos\theta d\theta}{4\pi\epsilon_0 R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

其在 x 、 y 轴上的分量为：

$$\begin{cases} dE_x = -dE \cos\theta \\ dE_y = -dE \sin\theta \end{cases}$$

则

$$\begin{cases} E_x = -\frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^\pi \cos^2\theta d\theta = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分} \\ E_y = -\frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^\pi \sin\theta \cos\theta d\theta = 0 \end{cases}$$

所以在 O 点处的电场强度为：

$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \vec{i}$$

(2)

在 θ 处的电荷元在 O 点处产生的电势为：

$$dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda_0 \cos\theta d\theta}{4\pi\epsilon_0}$$

根据电势叠加原理，可得 O 点的总电势为：

$$V = \int_V dV = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0} \int_0^\pi \cos\theta d\theta = 0 \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

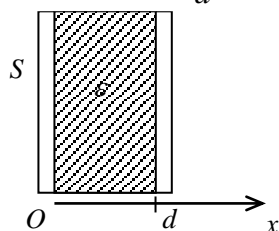
(3)

因为电场是保守场，故此过程中电场力做功为：

$$W = W_\infty - W_O = q(V_O - V_\infty) = 0 \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

四、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

如图所示，一平行板电容器，极板面积为 S ，两极板之间距离为 d ，求（1）若极板间是均匀电介质，介电常数为 ϵ ，在忽略边缘效应的情况下，则电容是多少？（2）当中间充满介电常量按 $\epsilon = \epsilon_0(1 + \frac{x}{d})$ 规律变化的电介质时，再次计算该电容器的电容。



解答：

（1）设两极板上分别带自由电荷面密度 $\pm\sigma_0$ ，则电场强度分布为

$$E = \frac{\sigma_0}{\epsilon} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

两极板之间的电势差为

$$U = \int_0^d E dx = \frac{\sigma_0 d}{\varepsilon} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

该电容器的电容值为

$$C = \frac{\sigma_0 S}{U} = \frac{\varepsilon S}{d} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

(2) 两极板上分别带自由电荷面密度 $\pm\sigma_0$ ，则介质中的电场强度分布为

$$E = \frac{\sigma_0}{\varepsilon} = \frac{\sigma_0 d}{\varepsilon_0 (d+x)} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

两极板之间的电势差为

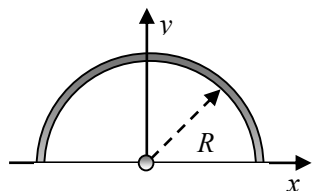
$$U = \int_0^d E dx = \frac{\sigma_0 d}{\varepsilon_0} \int_0^d \frac{dx}{d+x} = \frac{\sigma_0 d}{\varepsilon_0} \ln 2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

该电容器的电容值为

$$C = \frac{\sigma_0 S}{U} = \frac{\varepsilon_0 S}{d \ln 2} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

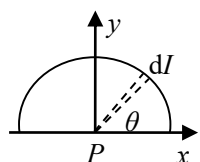
五、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

如图所示，一半径为 R 的无限长半圆柱面均匀导体，与位于其轴线上的长直导线载有等值反向的电流 I 。试求轴线上导线单位长度受到的磁场力大小。



解答：

无限长半圆柱面金属薄片可以看成由许多宽度为 $dl=Rd\theta$ 的无限长直线电流元组成，如图所示，直线电流元电流的大小为



$$dI = \frac{I}{\pi R} dl = \frac{I}{\pi} d\theta \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

在 P 点处产生的磁感应强度大小为

$$dB = \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R} d\theta \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

将 dB 按分解并积分得

$$B_x = \int_0^\pi \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R} \sin \theta d\theta = \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$B_y = \int_0^\pi \frac{\mu_0 I}{2\pi^2 R} \cos \theta d\theta = 0 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

所以产生的磁感应强度沿着 x 轴正方向, 大小为 $\frac{\mu_0 I}{\pi^2 R}$

轴线上长度为 L 导线所受到磁力为

$$F = ILB = IL \frac{\mu_0 I}{\pi^2 R} = \frac{\mu_0 I^2 L}{\pi^2 R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

长直导线单位长度上受到的磁力大小为

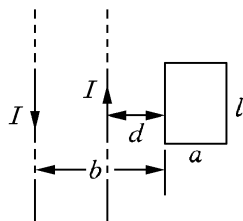
$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I^2}{\pi^2 R} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

六、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

如图所示, 在两平行载流的无限长直导线的平面内有一矩形线圈。两导线中的电流方向相反、大小相等, 且电流以 $\frac{dI}{dt}$ 的变化率增大, 求:

(1) 任一时刻线圈内所通过的磁通量;

(2) 线圈中的感应电动势。



解答:

$$(1) \quad \Phi_m = \int_b^{b+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr - \int_d^{d+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \left[\ln \frac{b+a}{b} - \ln \frac{d+a}{d} \right] \dots\dots\dots 6 \text{ 分}$$

$$(2) \quad \varepsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \left[\ln \frac{d+a}{d} - \ln \frac{b+a}{b} \right] \frac{dI}{dt} \dots\dots\dots 6 \text{ 分}$$

七、计算题: 本题 12 分。请在答题纸上按题序作答, 并标明题号。

一空气平行板电容器, 极板面积为 S , 极板间距为 d , 在连接电源的条件下, 缓慢拉开两极板至间距为 $2d$ 。已知拉开极板过程中外力做的功为 W , 试求:

(1) 电容器两极板间的电势差;

(2) 拉开极板的过程中电源所做的功。

解答:

(1) 设电源做功为 W' , 极板间电场能量增加量为 ΔW , 由于拉开过程中, 电源始终连接着, 所以有

$$W + W' = \Delta W \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

而

$$\Delta W = \frac{1}{2} C' V^2 - \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} V^2 \left(\frac{\varepsilon_0 S}{2d} - \frac{\varepsilon_0 S}{d} \right) = - \frac{\varepsilon_0 S V^2}{4d} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

电源所做的功为

$$W' = \int_Q^{Q'} V dq = V(Q' - Q) = V^2(C' - C) = -\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

故有

$$W - \frac{\epsilon_0 S V^2}{2d} = -\frac{\epsilon_0 S V^2}{4d} \Rightarrow V = 2\sqrt{\frac{Wd}{\epsilon_0 S}} \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

(2) 拉开极板过程中电源做的功为

$$W' = -\frac{\epsilon_0 S V^2}{2d} = -\frac{\epsilon_0 S}{2d} \frac{4Wd}{\epsilon_0 S} = -2W \dots\dots\dots 3 \text{ 分}$$

参考答案

一、选择题

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	D	C	D	B	A	B	B	C	C

二、填空题

1. 50

2. 顺时针方向

3. $\frac{\mu_0 I}{4R}$

4. $\frac{\sqrt{3}}{4} l^2 IB$

5. $-2\mu_0 I$

6. $(U_0/2) + Qd/(4\epsilon_0 S)$

7. $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 d^2},$

8. 小

9. $\frac{-Q}{4\pi \epsilon_0 R}$

10. 0