

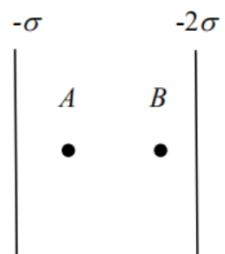
一、选择题：本题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分。请把正确答案填写在答题纸的正确位置。每小题给出的四个选项中只有一个选项正确。错选、多选或未选的得 0 分。

1. 在用电场线形象描述静电场的表述中，电场线方向就是（ ）

- (A) 电势能减小的方向 (B) 电势减小最快的方向
 (C) 正电荷在电场中的运动方向 (D) 负电荷在电场中的运动方向

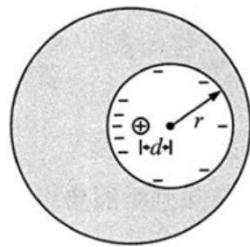
2. 真空中有两个平行的无限大均匀带电平面，电荷面密度分别为 $-\sigma$ 和 -2σ 。如图所示，两平面之间 A、B 两点的电势分别为 V_A 、 V_B ，则（ ）

- (A) $V_A > V_B$ (B) $V_A < V_B$
 (C) $V_A = V_B$ (D) 无法比较二者大小



3. 在半径为 R 的金属球内偏心地挖出一个半径为 r 的球形空腔，腔内距腔心 d 处置一点电荷 q ，金属球带电量为 $-q$ ，则空腔中心的电势为（ ）

- (A) 0 (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$
 (C) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{r} \right)$



4. 一导体球外充满相对电容率为 ϵ_r 的均匀电介质，若测得导体表面之外附近场强为 E ，则导体球面上的自由电荷面密度 σ 为（ ）

- (A) $\epsilon_0 E$ (B) $\epsilon_0 \epsilon_r E$ (C) $\epsilon_r E$ (D) $(\epsilon_0 \epsilon_r - \epsilon_0) E$

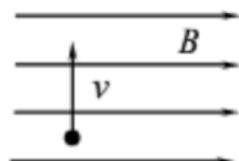
5. 把一充电的电容器与一未充电的电容器并联，如果两只电容器的电容完全一样，那么总静电能将（ ）

- (A) 减小 (B) 不变 (C) 增大 (D) 无法确定

6. 有一半径为 R 、电荷线密度为 λ 的均匀带电圆环，以角速度 ω 绕其一直径旋转。现将转动圆环置入匀强磁场中，磁感强度 \bar{B} 与转轴垂直，则圆环受到的磁力矩大小为（ ）

- (A) $\frac{\pi \lambda \omega B R^3}{2}$ (B) $\frac{\pi \lambda \omega B R^3}{4}$ (C) $\frac{\pi \lambda \omega B R^4}{2}$ (D) $\pi \lambda \omega B R^3$

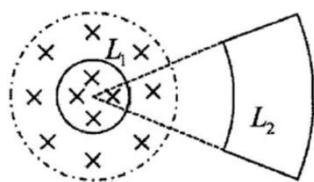
7. 如图所示，一电子以速度 v 垂直地进入磁感强度为 B 的匀强磁场中，此电子在磁场中的运动轨道所围面积内的磁通量将（ ）



- (A) 正比于 B , 反比于电子动能 (B) 反比于 B , 正比于电子动能
 (C) 正比于 B , 反比于 v (D) 反比于 B , 反比于 v

8. 把一根磁矩为 \bar{m} 的条形永磁铁放在磁感应强度为 \bar{B} 的均匀磁场中，当条形磁铁与 \bar{B} 夹角为 $\pi/3$ 时，它受到的力矩的大小为（ ）

9. 有两个回路 L_1 、 L_2 ，其中 L_1 为图中的小圆环， L_2 为由两根直导线与两根弧形导线构成的回路，两回路导线材质相同，大圆环区域内存在磁场，其磁感应强度随时间均匀增加。则以下说法中不正确的是（ ）



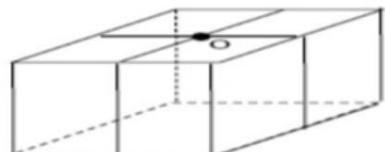
- (A) 回路 L_1 中有感应电流 (B) 回路 L_2 中有感应电流
 (C) 回路 L_1 中电势处处相等 (D) 回路 L_2 中产生了感应电场

10. 横截面为矩形的密绕螺绕环，总匝数为 N ，内、外半径分别为 R_1 和 R_2 ，厚度为 h ，则螺绕环的自感 $L = (\quad)$

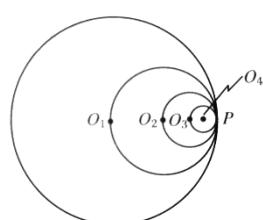
- $$(\mathbf{A}) \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (\mathbf{B}) \frac{\mu_0 N^2 h}{\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (\mathbf{C}) \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{R_1}{R_2} \quad (\mathbf{D}) \frac{\mu_0 N^2 h}{\pi} \ln \frac{R_1}{R_2}$$

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。

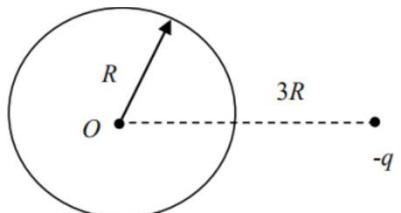
1. 如图, 四个立方体均匀带电, 并排放在一起时, 在 O 点产生的场强大小为 E_0 。现去掉其中一个立方体(设其它立方体带电不变), 则余下三个立方体在 O 点产生的场强大小为 _____ 。



2. 四个均匀带电薄球壳的带电量均为 q , 它们的半径分别为 R 、 $R/2$ 、 $R/4$ 、 $R/8$, 彼此相切于 P 点, 球心分别为 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 . 则 Q_4 与 Q_1 点的电势差 $V_4 - V_1 =$



3. 如图所示, 一金属球半径为 R , 带电 $-Q$, 距离球心为 $3R$ 处有一点电荷 $-q$ 。如果选无穷远处为电势零点, 则金属球的电势为 $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ 。

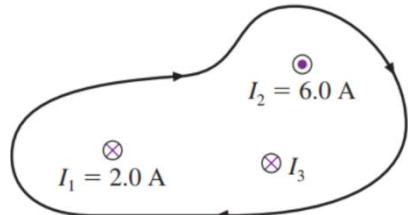


4. 一块由无极分子构成的电介质的分子数密度为 n , 在外场的作用下, 每个分子感生出来的电偶极矩都相等, 都为 \bar{p} , 则介质中电极化强度为_____。

5. 真空中有一平行板电容器，极板面积为 S ，极板间距为 d ，极板上分别带有 $\pm Q$ 的电荷，则此电容器储存的能量 $We=$ _____。

6. 在同一均匀磁场中，有两个平面单匝线圈，其面积 $A_1=2A_2$ ，通以电流 $I_1=2I_2$ ，则它们所受最大磁力矩之比为_____。

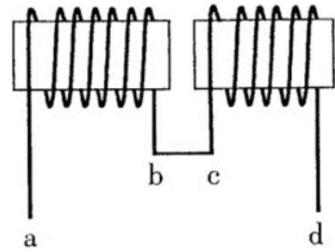
7. 如图三根载流导线形成的磁场中, \bar{B} 沿着图中闭合路径的线积分为 $3.77 \times 10^{-6} \text{ T}\cdot\text{m}$, 则 $I_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ A。



8. 北京正负电子对撞机中电子可加速到能量为 2.8×10^9 eV, 该电子在周长为 240 m 的储存环中作圆周运动, 则维持圆周运动所需要的磁感强度的大小 $B =$ T。

9. 将一块铜板垂直于磁场方向放在磁场中，磁场的磁感强度随时间减弱，铜板中感应电流产生的磁场与外磁场的方向_____。(相同/相反/不确定)

10. 如图,以 a 、 b 为端点的线圈 1 的自感为 L_1 , 以 c 、 d 为端点的线圈 2 的自感为 L_2 , 互感为 M 。若将两线圈 1 和 2 首尾相接(顺接)而串联起来,如图所示,则总自感为____。



三、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

内外半径分别为 R_1 、 R_2 的带电球层，电荷体密度为 $\rho = A/r$ ，式中 A 是常量， r 为球壳内任一点到球心的距离。

(1) 用电场强度和电势的关系求带电球层外任一点处的电场强度;

(2) 将点电荷 $+q$ 从无穷远移到距离球心为 r ($r > R_2$) 处的 P 点, 电场力所做的功是多少?

参考答案：

(1) $r > R_2$ 时

$$\vec{E} = \frac{(R_2^2 - R_1^2)A}{2\varepsilon_0 r^2} \vec{e}_r \quad \dots \quad 3 \text{ 分}$$

(2)

四、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

半径为 $R_1=1.0\text{ cm}$ 的导体球，带有电荷 $q=1.0\times 10^{-10}\text{C}$ ，球外有一个内外半径分别为 $R_2=3.0\text{ cm}$ 和 $R_3=4.0\text{ cm}$ 的同心导体球壳，壳上带有电荷 $Q=1.1\times 10^{-9}\text{C}$ ，试计算：

- (1) 两导体的电势 U_1 和 U_2 ;
 - (2) 用导线把球和球壳接在一起后, U_1 和 U_2 分别是多少?
 - (3) 若外球接地, U_1 和 U_2 为多少?
 - (4) 若内球接地, U_1 和 U_2 为多少? (取无穷远处为电势零点)

参考答案：

(1) 静电平衡时, 导体球壳内表面带电为 $-q=-1.0 \times 10^{-10} C$, 外表面带电为 $q+Q=12 \times 10^{-10} C$ 所以, 导体球电势 U_1 和导体球壳电势 U_2 分别为

(2) 两球用导线相连后, 电荷全部分布于球壳外表面, 两球成等势体, 其电势为

(3) 若外球接地, 则球壳外表面的电荷消失, 且 $U_2=0$ 1.5 分

(4) 若内球接地, 设其表面电荷为 q' , 而球壳内表面将出现 $-q'$, 球壳外表面的电荷为 $Q+q'$, 这些电荷在球心处产生的电势应等于零, 即

解得

$$q' = -3 \times 10^{-10} \text{ C}$$

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，有一均匀带电细直导线 AB ，长为 b ，电荷量为 q ($q > 0$)。此导线绕垂直于纸面的 O 轴以匀角速度 ω 转动，转动过程中导线两端与 O 轴的距离保持不变，且 A 端与 O 轴的距离为 a 。

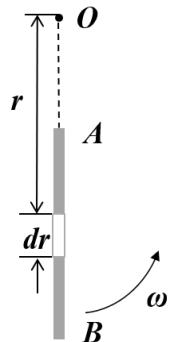
求：(1) O 点的电场强度；(2) O 点的磁感应强度。

参考答案：

(1) 在导线 AB 上距 O 点为 r 处取一段线元 dr , 其所带电荷量为

dr 处电荷元激发的电场在 O 点处的电场强度为

得到，将 dq 代入，并进行积分



O 点的电场强度大小为 $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{a(a+b)}$,

方向沿着 AB 指向 O 。 1 分

(2) 在导线 AB 上距 O 点为 r 处取一段线元 dr , 其所带电荷量为 $dq = \frac{q}{b} dr$

当导线以角速度 ω 旋转时，形成环形电流，其电流大小为

所以带电导线 AB 旋转时，在 O 点产生的磁感应强度为

方向垂直纸面向外。 1 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。

在一个显像管里，电子沿水平方向从南到北运动，动能是 1.2×10^4 eV，该处地球磁场在竖直

方向上的分量向下, \vec{B} 的大小是 5.5×10^{-5} T。已知电子电荷 $-e = -1.6 \times 10^{-19}$ C, 质量 $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

³¹ kg。(1) 电子受电磁的影响往哪个方向偏转? (2) 电子的加速度有多大? (3) 电子在显像管内走 20cm 时, 偏转有多大?

参考答案：

(1) 由题可知, 电子往东偏转。 3 分

$$(2) \text{ 电子的动能 } E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 1.2 \times 10^4 \text{ eV}$$

故有

又 $ma = evB$ ，可得

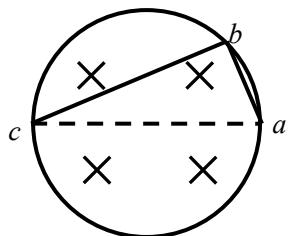
(3)

电子在显像管内偏转 $2.98 \times 10^{-3} \text{m}$

七、计算题：本题 12 分。请在答题纸上按题序作答，并标明题号。

在无限长直螺线管中，均匀分布着变化的磁场 $\bar{B}(t)$ ，该磁场变化率为 $\frac{dB}{dt} = k$ ($k > 0$ ，且为常量)，方向与螺线管轴线平行，如图所示，现在其中放置一直角型导线 abc ，若已知螺线管截面半径为 R ， $ab=l$ ，试求：

- (1) 螺线管中的感生电场;
 (2) ab , bc 两段导线中的感生电动势。



参考答案：

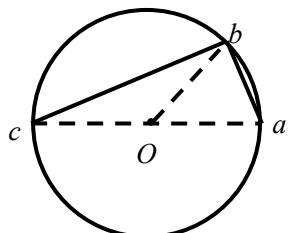
(1) 设螺线管内的磁场垂直于纸面向里, 由于管内的磁场具有轴对称性所以可在管中任取半径为 r ($r < R$) 的感生电场线做积分回路, 根据感生电场与变化磁场之间的关系得

$$\oint_L \vec{E}_k \cdot d\vec{l} = - \int_S \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{S}$$

由 $\frac{dB}{dt} = k > 0$ 可知，感生电场线的方向沿逆时针方向，所以

可得

(2) 用法拉第电磁感应定律求解。做辅助线 qO 、 bO 、 cO ，其中 O 为圆心，如图所示。



在回路 $OabO$ 中，穿过回路所围面积的磁通量为

在回路 $OabO$ 中产生的感生电动势为

又因 $\mathcal{E}_{OabO} = \mathcal{E}_{ab} + \mathcal{E}_{bO} + \mathcal{E}_{Oa}$, 而感生电场强度 \vec{E}_k 与 Oa 和 Ob 都垂直, 所以在 Oa 和 Ob 中的感生电动势均为零, 即

$$\varepsilon_{Oa} = \varepsilon_{Ob} = 0$$

导线 ab 的感生电动势为

ε_{ab} 的方向由 a 指向 b 。 1 分

同理可得穿过回路 abc 所围面积的磁通量为

在回路 abc 中产生的感生电动势为

又因 $\mathcal{E}_{abc} = \mathcal{E}_{ab} + \mathcal{E}_{bc} + \mathcal{E}_{ca}$ ，而感生电场强度 \vec{E}_k 与 ca 垂直，所以在 ca 中的感生电动势均为零，即

$$\varepsilon_{ca} = 0$$

导线 bc 的感生电动势为

ε_{bc} 的方向由 b 指向 c 。 1 分

参考答案

一、选择题

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| B | A | D | B | A | A | B | C | B | A |

二、填空题

$$1. \frac{\sqrt{11}E_0}{4}$$

$$2. \frac{50q}{21\pi\epsilon_0 R}$$

$$3. \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{-q}{12\pi\epsilon_0 R}$$

$$4. n\vec{p}$$

$$5. \frac{dQ^2}{2\epsilon_0 S}$$

$$6. 4:1$$

$$7. 7.0$$

$$8. 0.244$$

$$9. \text{相同}$$

$$10. L_1+L_2+2M$$