

一、选择题

D、D、C、D、A、C、D、C、C

二、填空题

1.  $9.42 \times 10^3 \text{ V/m}$  ,  $5 \times 10^{-9} \text{ C}$

2. 1: 1: 4

3.  $\mu_0 I$  ,  $-\mu_0 I$  , 0

4.  $2ERl$

5.  $\varepsilon_r$  , 1,  $\varepsilon_r$

6.  $1.884 \times 10^{-5} \text{ T}$

7.  $\mu_0 I_2$

8.  $\frac{m\bar{v}_0}{qB}$

9. 小于、无关

10. ②、③、①

三、计算题

1. 解析：此题采用电场叠加原理求解 O 点的电场强度

在半圆环上与 x 轴夹角为  $\varphi$  处，取一夹角为  $d\varphi$ ，长度为  $Rd\varphi$  的线元作为电荷元。其在 O 点处的电场强度方向如图所示，大小为

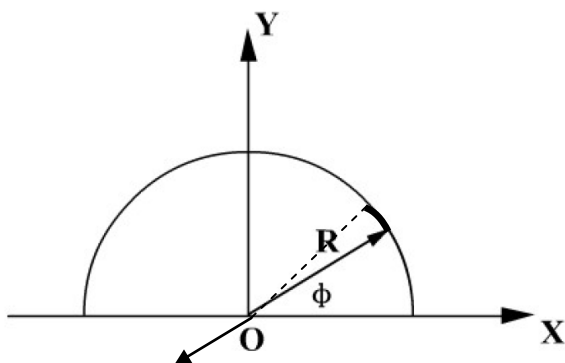
$$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\lambda R d\varphi}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \quad (3 \text{ 分})$$

根据叠加原理，O 点的场强为  $\vec{E} = \int d\vec{E}$ 。但因各个电荷元的电场方向不同，故不能直接转化为代数积分，只能分别在 x、y 方向上求积分。 (2 分)

因为电荷线密度为  $\lambda = \lambda_0 \sin \varphi$ ，可知电荷在半圆环上关于 y 轴对称分布，故其电场也关于 y 轴对称分布。在 y 轴的左右总能找到对称的两个电荷元，其电场叠加后沿 y 轴负方向，所以，O 点的总电场也沿 y 轴负方向。

$$E = - \int dE_y = - \int_0^\pi \frac{\lambda R \sin \varphi d\varphi}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = - \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\vec{E} = - \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R} \vec{j} \quad (1 \text{ 分})$$



2. 解析： 根据磁场的叠加原理，O 点的磁感应强度  $B$  是所有电流元在 O 点产生磁场的叠加。

(a) O 点的磁感应强度是载流圆环和无限长直导线分别在 O 点产生磁感应强度的矢量和。

$$B_O = B_{\text{圆}} + B_{\text{直}} \quad (1 \text{ 分})$$

分析得载流圆环和无限长直导线在 O 点产生磁感应强度方向相反，以垂直于纸面向里为正方向，则

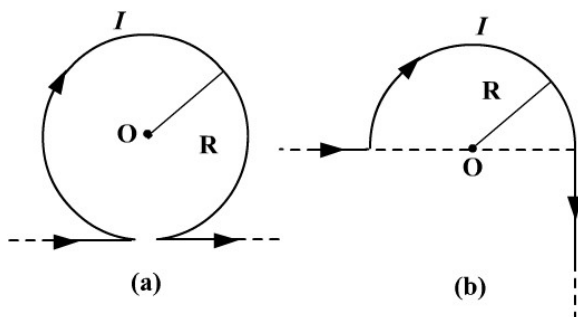
$$B_O = B_{\text{圆}} - B_{\text{直}} = \frac{\mu_0 I}{2R} - \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \quad (2 \text{ 分})$$

(b) O 点的磁感应强度是载流半无限长直导线在其延长线上、半圆环在圆心处和半无限长直导线在附近 O 点产生磁感应强度的矢量和。

$$B_O = B_{\text{半直}} + B_{\text{半圆}} + B_{\text{半直}} \quad (1 \text{ 分})$$

因为第一个半无限长直导线在其延长线上的 O 点产生的磁场为零，其他两个载流导线在 O 点产生的磁场方向相同，都垂直于纸面向里。以该方向为正方向，故

$$B_O = B_{\text{半圆}} + B_{\text{半直}} = \frac{\mu_0 I}{4R} + \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \quad (2 \text{ 分})$$



3. 解析：

(1) 根据静电平衡条件和高斯定理，知球壳内表面带感应电荷电荷  $-q$ ，外表面带感应电荷  $Q+q$ 。 (2 分)

$$(2) \text{ 根据电势叠加原理 } V = \int dV = \int \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 a} \quad (2 \text{ 分})$$

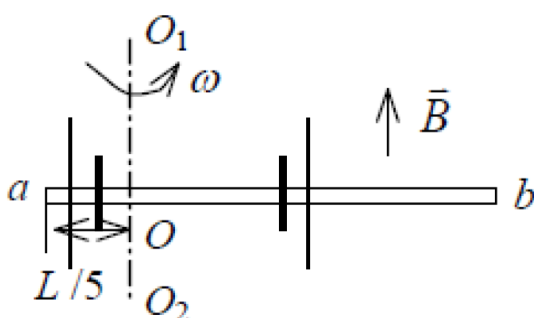
虽然内表面的感应电荷分布不均匀，但是所有电荷到 O 点的距离相等，所有

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 a} \int dq = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 根据电势叠加原理，O 点电势是点电荷、内表面感应电荷和外表面感应电荷共同产生的。

$$V_O = V_q + V_{in} + V_{out} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 b} \quad (4 \text{ 分})$$

4.



**解析：** 此题是关于动生电动势的， $\epsilon_i = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$  (2 分)

根据矢量运算，判断在 Ob 和 Oa 两段金属细杆上分别形成的动生电动势如图所示，即  $V_b > V_O$ ， $V_a > V_O$ 。

$$\epsilon_{iOb} = \int_0^{4L/5} r\omega B dr = \frac{8}{25} B\omega L^2 \quad (3 \text{ 分})$$

$$\epsilon_{iOa} = \int_0^{L/5} r\omega B dr = \frac{1}{50} B\omega L^2 \quad (3 \text{ 分})$$

所以  $V_a - V_b = -\frac{3}{10} B\omega L^2$  (2 分)