西南交通大学 2017-2018 学年第(二)学期 AI 期末

参考解答及评分标准(A 卷)

一、单项选择题

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

二、判断题

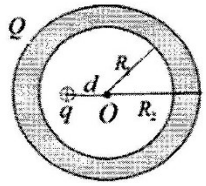
1. F　2. F　3. T　4. F　5. T　6. F　7. F　8. T　9. T

三、填空题

1. 3	2. $\dfrac{3mv}{2ML}$	3. 1200	4. $\dfrac{\mu_0 I}{12R}$
5. 0	6. Il_1l_2, $\dfrac{1}{2}BIl_1l_2$	7. $\dfrac{I}{2\pi r}$	8. BIL, 0
9. $-\dfrac{3v}{2\varepsilon_0}$, $-\dfrac{v}{2\varepsilon_0}$, $\dfrac{3v}{2\varepsilon_0}$		10. 0, $(\pm)3\pi R^2$	11. ②④

四、计算题

1.（本小题 10 分）



解: (1) 由高斯定理　　$q_{内}=-q$, $q_{外}=q+Q$　　**2 分**

由电势叠加原理，球心 O 处电势由点电荷 q、内表面电荷 $-q$、外表面电荷 $q+Q$ 共同产生:

$$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}+\frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}+\frac{q+Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{d}-\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}\right)+\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$$　**3 分**

(2) 若将空腔接地，则有 $U_{空}=U_{球}=U_{+q}+U_{内表面}+U_{外表面}=0$，　**1 分**

球形空腔内表面非均匀分布的负电荷对外效应将始终同引起它感应的腔内电荷会抵消掉，即，上式中:

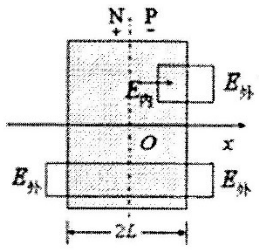
$U_{+q}+U_{内表面}=0$。则有: $U_{外表面}=\dfrac{q_{外}}{4\pi\varepsilon_0 R_2}=0\Rightarrow q_{外}=0$　**1 分**

空腔内表面的电荷分布依然不变，即 $q_{内}=-q$　**1 分**

再将空腔重新绝缘，球心 O 处的总电势由点电荷 q、内表面电荷 $-q$ 共同产生,

$$U=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 d}+\frac{-q}{4\pi\varepsilon_0 R_1}=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{d}-\frac{1}{R_1}\right)$$　**2 分**

2.（本小题 10 分）



解：虽然电荷非均匀分布，但并未破坏其对称性，

经分析，电场分布具有**面对称性**。 **1 分**

选如图所示高斯面。（外部的高斯面没画不扣分） **1 分**

在 PN 结阻挡层外，即 $|x| \geq L$ 处，P 区和 N 区的电荷产生的电场抵消，

即 $E_外 = 0$ （此处可用高斯定理算，也可用对称性直接得出） **2 分**

在 PN 结阻挡层内，即 $|x| \leq L$ 处，

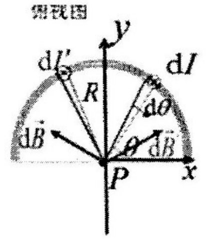
$$\oint \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \int_{左} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} + \int_{右} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} + \int_{侧} \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = -E_内 \cdot \Delta S \qquad \textbf{1 分}$$

$$\sum q_内 = \int \rho \mathrm{d}V = \int_x^L -ax \cdot \Delta S \mathrm{d}x = -a\Delta S \frac{1}{2}(L^2 - x^2) \qquad \textbf{2 分}$$

根据高斯定理：$\oint \vec{E} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \dfrac{\sum q_内}{\varepsilon_0}$ **1 分**

$\therefore \quad E_内 = \dfrac{a}{2\varepsilon_0}(L^2 - x^2)$ **1 分**

3.（本小题 8 分）



解：将半圆筒面分成许多平行于轴线宽度为 dl 的无限长直导线，其中流过的电流为 $\mathrm{d}I = j\,\mathrm{d}l = jR\,\mathrm{d}\theta$

它在轴线上产生的磁场为

$\mathrm{d}B = \dfrac{\mu_0 \mathrm{d}I}{2\pi R}$ 　方向如图 **3 分 （图给 1 分）**

由对称性可知：$\mathrm{d}\vec{B}$ **在 x 轴的分量叠加中相互抵消，** **1 分**

只需考虑 $\mathrm{d}\vec{B}$ 在 y 轴的分量 $\mathrm{d}B_y$

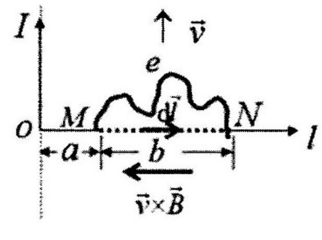
$$\mathrm{d}B_y = 2 \cdot \mathrm{d}B \cos\theta = 2 \cdot \frac{\mu_0 \mathrm{d}I}{2\pi R}\cos\theta = \frac{\mu_0 j}{\pi}\cos\theta \,\mathrm{d}\theta \qquad \textbf{1 分}$$

积分得半圆筒轴线上的磁感强度大小为：

$$B = \int \mathrm{d}B_y = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\mu_0 j}{\pi}\cos\theta \,\mathrm{d}\theta = \frac{\mu_0 j}{\pi} \cdot \sin\theta \Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\mu_0 j}{\pi} \qquad \textbf{2 分}$$

$\vec{B}$ 的方向沿 y 轴正方向。 **1 分**

4.（本小题 8 分）



解：连接 MN 构成闭合回路，穿过回路 ϕ_m 不变。

$$\varepsilon = -\frac{\mathrm{d}\phi_m}{\mathrm{d}t} \qquad \textbf{1 分}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{MeN} + \varepsilon_{NM} = 0 \qquad \textbf{2 分}$$

$$\left|\varepsilon_{MeN}\right| = \left|\varepsilon_{NM}\right| = \left|\int_N^M \left(\vec{v} \times \vec{B}\right) \cdot \mathrm{d}\vec{l}\right| \qquad \textbf{4 分}$$

$$= \left|\int_a^{a+b} v \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi l}\cos\pi \cdot \mathrm{d}l\right| = \frac{\mu_0 I v}{2\pi}\ln\frac{a+b}{a}$$

方向 $N \to M$ **1 分**