参考答案

一、选择题

题号	1	2	3	4	5
答案	C	C	D	C	C

二、填空题

1． $-2q/3$

2． 减小

3． $\dfrac{QR}{R+r}$、$\dfrac{Qr}{R+r}$

4． $\dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_r\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r$

5． $(1-\dfrac{1}{\varepsilon_r})\dfrac{q}{4\pi R^2}$

三、计算题

1． 在半径为 R_1 的金属球之外包有一层外半径为 R_2 的均匀电介质球壳，介质相对介电常数为 ε_r，金属球带电 Q．试求：

(1)距球心 r 处的电场强度大小；

(2)距球心 r 处的电势（以无穷远处为电势零点）．

参考答案：

利用有介质时的高斯定理 $\oint_S \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{S} = \sum q$

(1)金属球内 $(r < R_1)$ 场强

$$\vec{D} = 0, \vec{E}_{金属球} = 0$$

介质内 $(R_1 < r < R_2)$ 场强

$$\vec{D} = \frac{Q\vec{r}}{4\pi r^3}, \vec{E}_{内} = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^3};$$

介质外 $(r < R_2)$ 场强

$$\vec{D} = \frac{Qr}{4\pi r^3}, \vec{E}_{外} = \frac{Q\vec{r}}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$$

(2)介质外$(r > R_2)$电势

$$U = \int_r^{\infty} \vec{E}_{外} \cdot \mathrm{d}\vec{r} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

介质内$(R_1 < r < R_2)$电势

$$U = \int_r^{\infty} \vec{E}_{内} \cdot \mathrm{d}\vec{r} + \int_r^{\infty} \vec{E}_{外} \cdot \mathrm{d}\vec{r}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R_2}\right) + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R_2}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{r} + \frac{\varepsilon_r - 1}{R_2}\right)$$

金属球的电势

$$U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}_{内} \cdot \mathrm{d}\vec{r} + \int_{R_2}^{\infty} \vec{E}_{外} \cdot \mathrm{d}\vec{r}$$

$$= \int_R^{R_2} \frac{Q\mathrm{d}r}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2} + \int_{R_2}^{\infty} \frac{Qdr}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{\varepsilon_r - 1}{R_2}\right)$$

2．

（1）根据高斯定理：$E \cdot 2\pi r \cdot L = \dfrac{q}{\varepsilon_0}$　　　（$R_2>r>R_1$）

$$E = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 rL}$$　　（$R_2>r>R_1$）方向沿矢径向外

或：$\vec{E} = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 rL}\vec{e}_r$

（2）外圆筒内表面电荷为-q，外表面电荷为 q。

$$E = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 rL}$$　　（$r>R_2$）

$$V_{外} = \int_{R_2}^{\infty} Edx = \int_{R_2}^{\infty} \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 rL} dx = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L} \ln\frac{R_0}{R_2}$$

（3）外圆筒接地，其内表面电荷仍为-q，外表面电荷变为 q'。

$$V_{外}=\frac{q'}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_0}{R_2}=0$$

$$q'=0$$

外圆筒所带总电荷：-q

（4）然后把内圆筒接地，内筒电荷变成 q''：

$$V_{内}=\int_{R_1}^{R_0}Edx=\int_{R_1}^{R_2}\frac{q''}{2\pi\varepsilon_0 rL}dx+\int_{R_2}^{R_0}\frac{q''-q}{2\pi\varepsilon_0 rL}dx=0$$

$$\frac{q''}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_0}{R_1}-\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_0}{R_2}=0$$

内筒电荷：$q''=q\ln\frac{R_0}{R_2}\Big/\ln\frac{R_0}{R_1}$

外筒电势：$V_{外}=\dfrac{\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_0}{R_2}\ln\frac{R_1}{R_2}}{\ln\frac{R_0}{R_1}}$