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．$QR(R+r)$、$Qr/(R+r)$

4．$\dfrac{q_2}{4\pi\varepsilon_r\varepsilon_0}$

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

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

介质内$(R_1<r<R_2)$电势

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

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

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

金属球的电势

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

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

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

2．

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

$E=\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 rL}$ （$R_2>r>R_1$）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。

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

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

（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''：

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

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

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

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