第三周作业

吴晨聪 电25 2022010311

1-2 一半径为 1cm 的球面上均匀分布有电荷，总电量为 q，处于空气中。空气的击穿电场强度为 30kV/cm。问当 q 增至多大时，空气局部电场将达击穿电场强度？

分别计算球面内电场 E_1 与球面外电场 E_2

由对称性知，E_1，E_2 只与点到球心的距离 r 有关

$\therefore \vec{E_1} = E_{1r}(r)\cdot\vec{r_0}$ ， $\vec{E_2} = E_{2r}(r)\cdot\vec{r_0}$

由高斯定理：

$\oint_{S_1} \vec{E_1}\cdot d\vec{S} = 0$ $\oint_{S_2} \vec{E_2}\cdot d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$\therefore E_{1r}(r) = 0 \quad (0 \le r < 1cm)$ $E_{2r}(r) = \frac{q}{4\pi r^2 \varepsilon_0} \quad (r > 1cm)$

即在球面外表面外的电场强度最大

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$q = E 4\pi\varepsilon_0 r^2$$

$$q = 30kv/cm \cdot 4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot (1cm)^2$$

$$q = 3.337\times10^{-8} C$$

当 q 达到 $3.337\times10^{-8}C$ 时可能会击穿空气

1-8 圆球形电容器，如图题 1-8 所示。内球半径为 a，带有电荷 $+q$；外球内半径为 b，带有电荷 $-q$。今取无穷远处为电位参考点，设其电位为零。计算各处（$r<a$，$a\le r\le b$，$b\le r$）的电位。

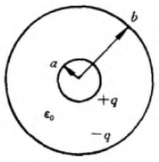

图 题 1-8

$$\varphi = \int_p^\infty \vec{E}d\vec{l} = \int_p^\infty E\,dr$$

① $r<a$

$E = 0$

$\varphi = \varphi_a = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{a}-\frac{1}{b}\right)$

② $a\le r\le b$

$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$\varphi = \int_r^b E\,dr + \varphi_b = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{b}\right)$

③ $b\le r$

$E = 0$

$\varphi = 0$

1-9　空心导体球，如图题 1-9 所示，内半径为 a，外半径为 b。若球心置一点电荷 q，计算各处($r<a$，$a\leqslant r\leqslant b$，$b<r$)电位。

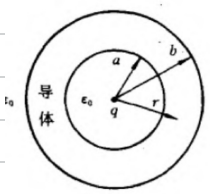

图　题 1-9

$$\varphi=\int_p^{\infty}\vec{E}\,d\vec{l}=\int_p^{\infty}E\,dr$$

① $r<a$

$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\varphi=\int_r^a E\,dr+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{a}\right)+\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)$$

② $a\leq r\leq b$

$$E=0$$

$$\varphi=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 b}$$

③ $b<r$

$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$\varphi=\int_r^{\infty}E\,dr$$

$$=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

1-12　定性地画出以下平行平面场(见图题 1-12)的场图(先画出等位线再画出电力线)。

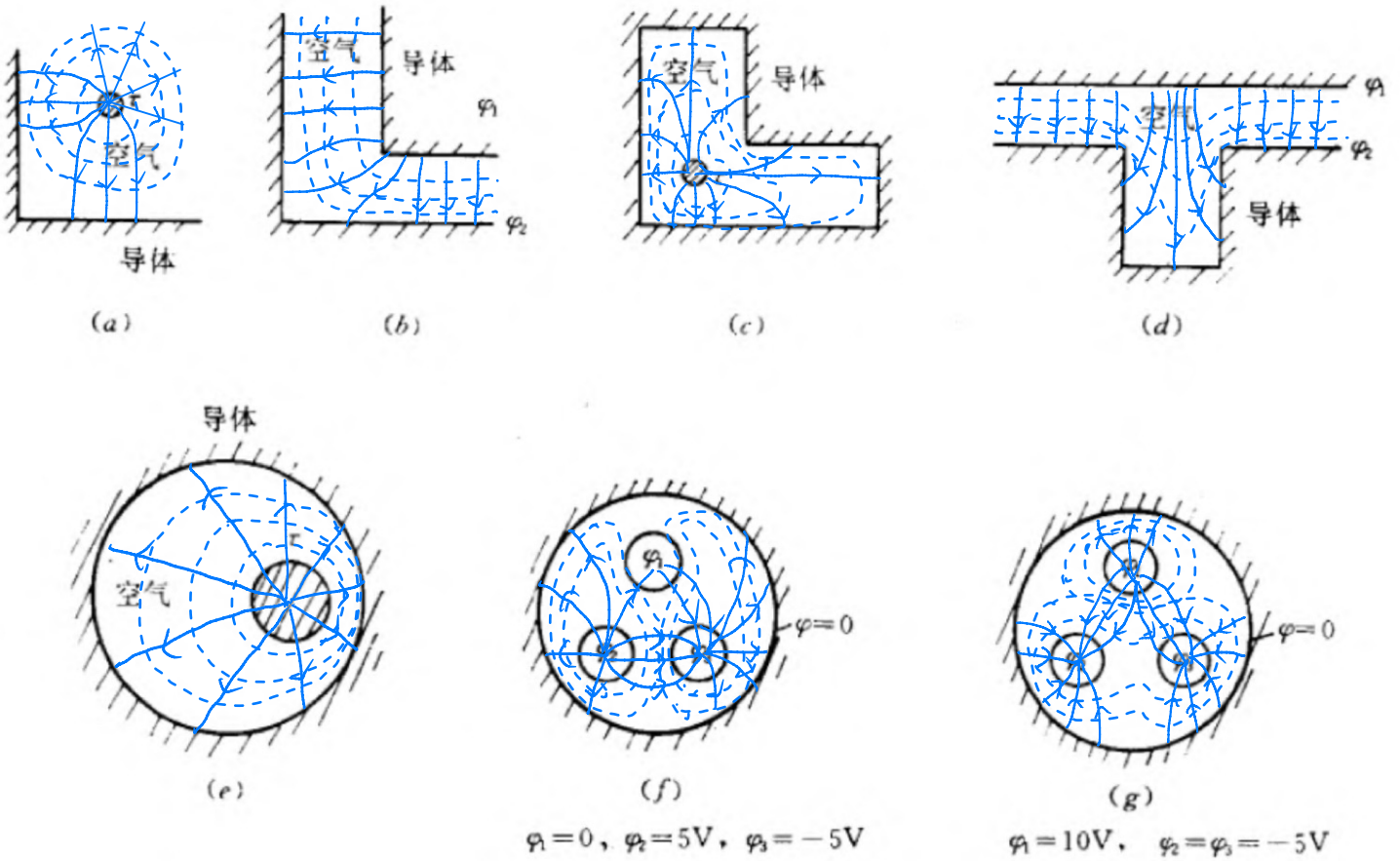

图　题 1-12