

## 第六章 静电场中的导体和电介质 作业

A类计算题（教材P245~P250）：

## 6 -8

一导体球半径为 $R_1$ ，外罩一半径为 $R_2$ 的同心薄导体球壳，外球壳所带总电荷为 $Q$ ，而内球的电势为 $V_0$ 。求此系统的电势和电场的分布。

## 6 -10

在一半径为 $R_1 = 6.0 \text{ cm}$ 的金属球A外面套有一个同心的金属球壳B。已知球壳B的内、外半径分别为 $R_2 = 8.0 \text{ cm}$ ， $R_3 = 10.0 \text{ cm}$ 。设球A带有总电荷 $Q_A = 3.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，球壳B带有总电荷 $Q_B = 2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 。（1）求球壳B内、外表面上所带的电荷以及球A和球壳B的电势；（2）将球壳B接地然后断开，再把金属球A接地，求金属球A和球壳B内、外表面上所带的电荷以及球A和球壳B的电势。

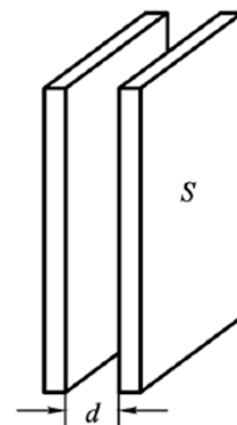
## 6 -11

同轴传输线由长直圆柱形导线和同轴的导体圆筒构成，导线的半径为 $R_1$ ，电势 $V_1$ ，圆筒的半径为 $R_2$ ，电势为 $V_2$ ，试求它们之间距离轴线为 $r$ 处（ $R_1 < r < R_2$ ）的电场强度。

## 6 -13

两块带电量分别为 $Q_1$ 、 $Q_2$ 的导体平板平行相对放置（如图所示），

假设导体平板面积为 $S$ ，两块导体平板间距为 $d$ ，并且 $S \gg d$ 。试证明（1）相向的两面电荷面密度大小相等符号相反；（2）相背的两面电荷面密度大小相等符号相同。



## 6 -14

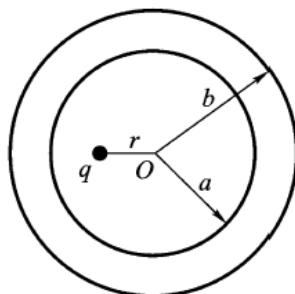
将带电量为 $Q$ 的导体板A从远处移至不带电的导体板B附近，如图（6-13题图）所示，两导体板几何形状完全相同，面积均为 $S$ ，移近后两导体板距离为 $d$ （ $d \ll \sqrt{S}$ ）。

（1）忽略边缘效应求两导体板间的电势差；

（2）若将B接地，结果又将如何？

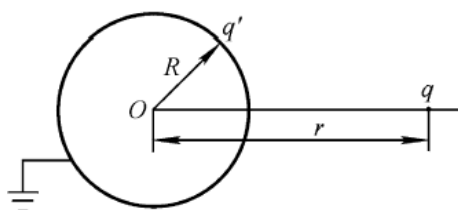
## 6 -15

如图所示球形金属腔带电量为 $Q > 0$ ，内半径为 $a$ ，外半径为 $b$ ，腔内距球心 $O$ 为 $r$ 处有一点电荷 $q$ ，求球心的电势。



## 6 -16

在真空中，将半径为 $R$ 的金属球接地，与球心 $O$ 相距为 $r$  ( $r > R$ )处放置一点电荷 $q$ ，不计接地导线上电荷的影响。求金属球表面上的感应电荷总量。

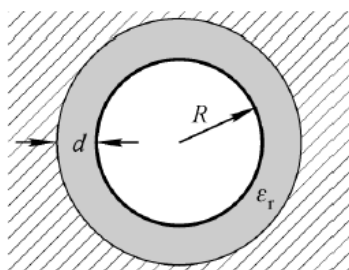


## 6 -23

盖革-米勒管可用来测量电离辐射。该管的基本结构如图所示，一半径为 $R_1$ 的长直导线作为一个电极，半径为 $R_2$ 的同轴圆柱筒为另一个电极。它们之间充以相对电容率 $\epsilon_r \approx 1$ 的气体。当电离粒子通过气体时，能使其电离。若两极间有电势差时，极间有电流，从而可测出电离粒子的数量。如以 $E_1$ 表示半径为 $R_1$ 的长直导线附近的电场强度。（1）求两极间电势差的关系式；（2）若 $E_1 = 2.0 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$ ， $R_1 = 0.30 \text{ mm}$ ， $R_2 = 20.0 \text{ mm}$ ，两极间的电势差为多少？

## 6 -25

如图所示，半径 $R = 0.10 \text{ m}$ 的导体球带有电荷 $Q = 1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，导体外有两层均匀介质，一层介质的 $\epsilon_r = 5.0$ ，厚度 $d = 0.10 \text{ m}$ ，另一层介质为空气，充满其余空间。求：（1）离球心为 $r = 5 \text{ cm}$ 、 $15 \text{ cm}$ 、 $25 \text{ cm}$ 处的 $D$ 和 $E$ ；（2）离球心为 $r = 5 \text{ cm}$ 、 $15 \text{ cm}$ 、 $25 \text{ cm}$ 处的 $V$ ；（3）极化电荷面密度 $\sigma'$ 。

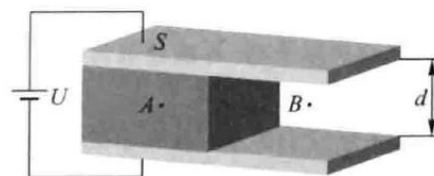


## 6 -27

有一平板电容器，充电后极板上电荷面密度为  $\sigma_0 = 4.5 \times 10^{-5} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$ 。现将两极板与电源断开，然后再把相对电容率为  $\epsilon_r = 2.0$  的电介质插入两极板之间。此时电介质中的  $\mathbf{D}$ 、 $\mathbf{E}$  和  $\mathbf{P}$  各为多少？

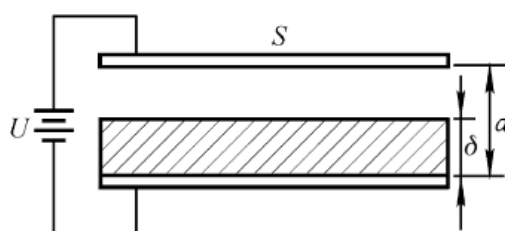
## 6 -28

两块面积为  $S$  的导体板构成一平行板电容器，导体极板间距离为  $d$ ，将平行板电容器两极板接到电压为  $U$  的电源上，接通电源后在导体极板间的一半插入电容率为  $\epsilon$  的各向同性均匀电介质，略去边缘效应。（1）试比较 A、B 两点的电场强度各为未插入电介质时的多少倍？（2）假如在电容器充电后，先断开电源，再在两极板间的一半插入电介质，则结果又将如何？



## 6 -29

有一个空气平板电容器，极板面积为  $S$ ，间距为  $d$ 。现将该电容器接在端电压为  $U$  的电源上充电，当（1）充足电后；（2）然后平行插入一块面积相同、厚度为  $\delta$  ( $\delta < d$ )、相对电容率为  $\epsilon_r$  的电介质板；（3）将上述电介质换为同样大小的导体板。分别求电容器的电容  $C$ ，极板上的电荷  $Q$  和极板间的电场强度  $E$ 。



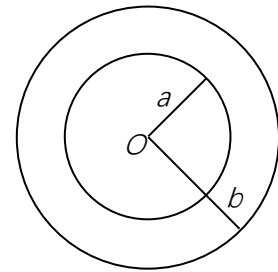
## B 类计算题

1、半径分别为  $R$  和  $r$  的两个导体球，相距甚远。用细导线连接两球并使它带电，电荷面密度分别为  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$ 。忽略两个导体球的静电相互作用和细导线上电荷对导体球上电荷分布的影响。试证明： $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{r}{R}$ 。

影响。试证明： $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{r}{R}$ 。

2、设一半径为  $R$  的各向同性均匀电介质球体均匀带电，其自由电荷体密度为  $\rho$ ，球体内的电容率为  $\epsilon_1$ ，球体外充满电容率为  $\epsilon_2$  的各向同性均匀电介质。求球内外任一点的场强大小和电势(设无穷远处为电势零点)。

3、图示为一球形电容器，在外球壳的半径  $b$  及内外导体间的电势差  $U$  维持恒定的条件下，内球半径  $a$  为多大时才能使内球表面附近的电场强度最小？并求这个最小电场强度的大小。



4、半径为  $R_1$  的导体球，带有电量  $q$ ，球外有内外半径分别为  $R_2$ 、 $R_3$  的同心导体球壳，球壳带有电量  $Q$ 。

(1) 求导体球和球壳的电势  $V_1$  和  $V_2$ ；

(2) 如果将球壳接地，求  $V_1$  和  $V_2$ ；

(3) 若导体球接地（设球壳离地面很远），求  $V_1$  和  $V_2$ 。

5、一电容为  $C$  的空气平行板电容器，接上端电压  $U$  为定值的电源充电。在电源保持连接的情况下，试求把两个极板间距增大至  $n$  倍时外力所作的功。