

物理学院



# 大学物理·电磁学

主讲教师：吴喆

# 第 10章 静电学

## 10.1 电场 电场的描述

## 10.2 静电场的高斯定理

## 10.3 静电场的环路定理；电势

## 10.4 静电场中的导体

## 10.5 电介质

## 10.6 电容和电容器

## 10.7 静电场的能量



## 10.6 电容和电容器

### 10.6.1 电容器: 储存电荷的器件

电容器是由两个用电介质隔开的金属导体(极板)构成。

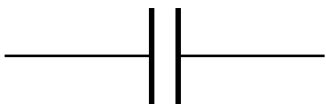
电容器工作时两个极板总是带有等量异号的电荷 $+Q$ 和 $-Q$ , 两板间有一定的电势差(电压) $\Delta U$ 。

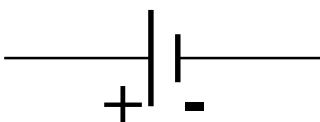
定义电容器的**电容**为:

$$C = \frac{Q}{\Delta U}$$

单位: farad (F),  $\mu\text{F}$  &  $\text{pF}$

它只取决于两导体的形状、大小、相对位置和周围电介质的性质, 与电容器是否带电无关。

电容器符号 

电池符号 

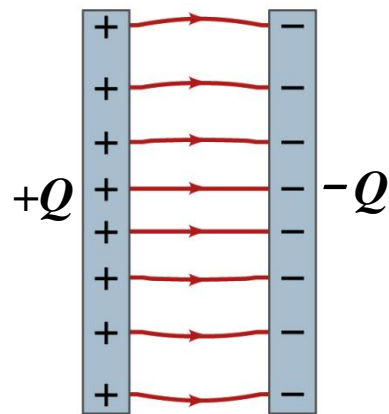


图1 平板电容器



图2 电容器

## 10.6.2 电容的计算

### (1) 平板电容器

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad (\text{忽略边缘效应})$$

$$V = Ed = \frac{\sigma d}{\epsilon_0} = \frac{Qd}{\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

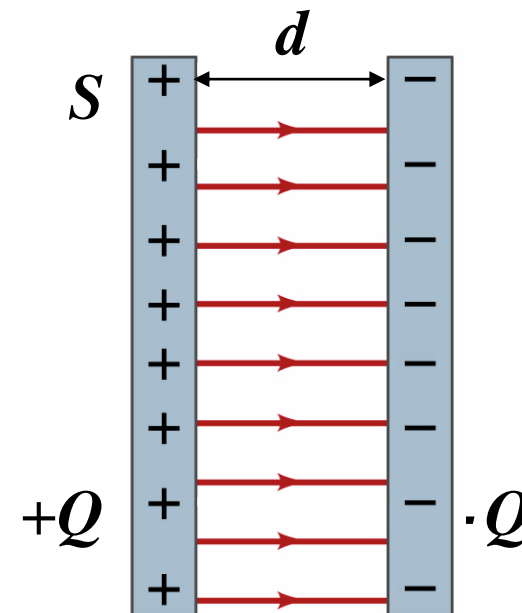


图3 平板电容器

### (2) 电容器的串联和并联

衡量一个实际电容器的性能有两个主要指标：电容的大小，耐压能力或击穿电压。

- 串联(提高耐压)  $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$  各电容器上的电量相等
- 并联(提高电容)  $C = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$  各电容器上的电压相等



### (3) 圆柱形电容器

**例10-11** 圆柱形电容器由两个同轴的金属圆筒组成。如图所示，求这电容器的电容。

(忽略圆柱两端的边缘效应)

**解：** 设同轴圆筒分别带电  $\pm Q$ ，

由高斯定理：
$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, R_1 < r < R_2$$

$$V_{12} = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \lambda / 2\pi\epsilon_0 \ln \frac{R_2}{R_1}$$

$$C = \frac{Q}{V_{12}} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln(R_2/R_1)}$$

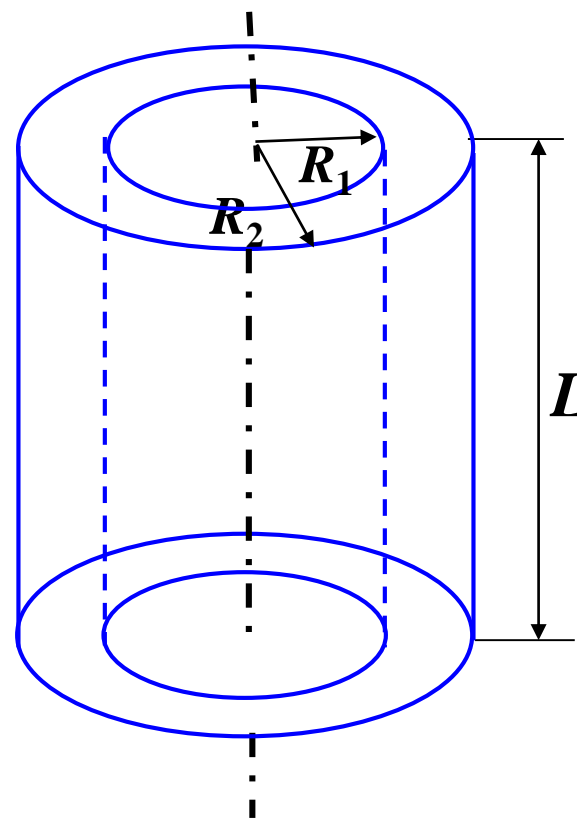
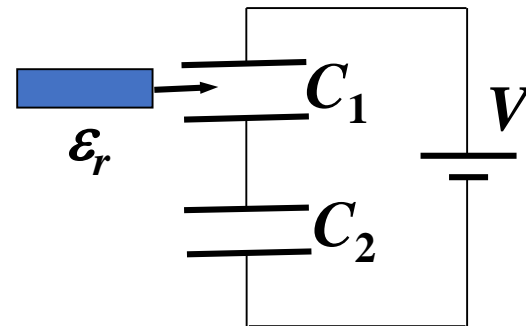


图4 圆柱形电容器

**例10-12** 两个空气电容器 $C_1$ 和 $C_2$ 串联后与电源连接，再把一电介质板插入 $C_1$ 中，问：电容器组的总电容 $C$ 、 $C_1$ 和 $C_2$ 上的电量、电势差如何变化？

**解：** 串联电容器组的电容为

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C_2}{1 + \frac{C_2}{C_1}}$$



插入介质板后， $C_1$ 增大，所以 $C$ 增大。

根据  $q = CV$ ，由于电容器组上的电压  $V$  不变， $C$  增大，所以  $q$  增大。

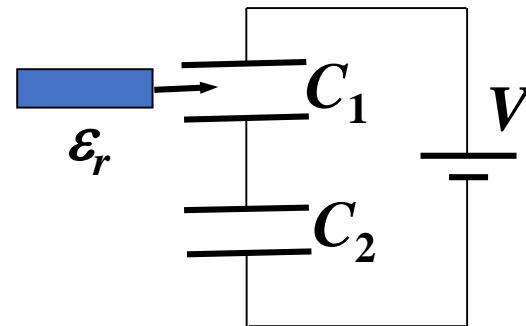
因为各串联电容器上的电量相等，所以每个电容器上的电量  $q$  在插入介质板后都增加。

**例10-12** 两个空气电容器 $C_1$ 和 $C_2$ 串联后与电源连接，再把一电介质板插入 $C_1$ 中，问：电容器组的总电容 $C$ 、 $C_1$ 和 $C_2$ 上的电量、电势差如何变化？

由电容公式有：
$$V_{C_2} = \frac{q}{C_2}$$

因 $C_2$ 未变，而 $q$ 增大，所以 $C_2$ 上的电压增大。

$$V_{C_1} = V - V_{C_2}$$
 由此可见，插入介质板后， $C_1$ 上的电压减小。



思考？

- (1)  $C_1$ 和 $C_2$ 充电后与电源断开，再把一电介质板插入 $C_1$ 中，问电容、电量、电势差又如何变化？
- (2) 若 $C_1$ 和 $C_2$ 并联情况又如何？





物理学院

# 谢谢大家!

