

高物选修 3-1 电场

马祥芸

April 21, 2024

Contents

1 基础知识	2
2 三种起电方式	2
3 库伦定律	3
4 电场与电场强度	3

1 基础知识

- 电流-**负电荷**的移动: 在力 (电场 or 电压施加) 的作用下定向移动形成电流 ($I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$)
- 元电荷: 是一个 质子/电子 所携带的**正负电荷量**
电荷量的单位是库伦 C , 符号 $e = 1.6 \times 10^{-19}C$
(罗伯特·密立根首次以**油滴实验**测量出了元电荷量数值)
荷质比 (比荷) $= \frac{q}{m}$
- 性质与现象:
 - 同电性排斥, 异电性相吸
 - 带电物体吸轻性
(绝缘体也存在负电荷, 分子在被电极化的过程, 库伦力使得带电体具有吸轻性)
- 电导性分类: 是一种允许**电荷通过**的材料
 - 绝缘体: 是一种**强烈阻碍**电荷流动的材料
 - 半导体: 是一种**电荷通过良好**的材料
 - 导体: 是一种**电荷通过性优秀**的材料
 - 超导体: 是一种**电荷通过性极好**的材料 (特定温度下呈现零电阻)
- 电性: **净电荷的正负**决定物体的**对外显电性**
 - 显正电: $Q_{total} = Q_+ - Q_- > 0$
 - 无电性: $Q_{total} = Q_+ - Q_- = 0$
 - 负电性: $Q_{total} = Q_+ - Q_- < 0$

2 三种起电方式

1. 摩擦起电效应: 将**绝缘体**进行摩擦, 使得物体之间发生**电子转移**, 带上等量**异种电荷**

丝绸 (-) 玻璃棒 (+)

毛皮 (+) 橡胶棒 (-)

原因: **绝缘体对电子的束缚能力不同**

物理过程: 电子转移, 电荷量守恒

2. 接触起电: 将带有不同电荷量的导体接触

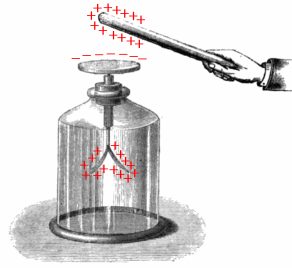


原因: **导体对电子的束缚力相同**, 物体之间发生**电荷转移**, 带上等量**同种电荷**

物理过程: 电中和, 电荷量守恒

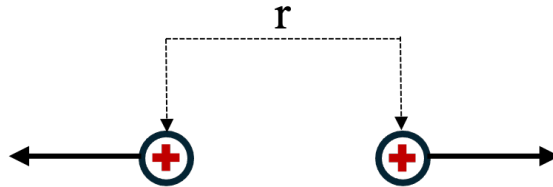
(单个导体带电量 $\frac{Q_{total}}{n}$, **正负电荷对显电中性并未消失**)

3. 静电感应: 带电物体棒靠近其他导体



原因: 导体内的自由电子在库伦力的作用下重新分布
物理过程: 被感导体的内部电荷分布变化, 电荷守恒

3 库伦定律



定理. 库伦定律: 点电荷之间存在相互作用力—库伦力

$$F_c = k \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

- 经典常量 $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$
- 类比万有引力公式, 引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
(卡文迪什扭秤实验测量了引力常量)

$$F_G = G \cdot \frac{mM}{r^2}$$

4 电场与电场强度

1. 电场: 存在于电荷周围 (真实存在却看不见), 能传递电荷与电荷之间相互作用的物理场

静电场: 观察者相对于电荷静止时所观察到的场

试探电荷: 通过在电荷周围放置一电荷 q_0 , 观察电荷是否收到力的作用以判断是否存在电场

补充: 试探电荷是一假想电荷, 且电荷量极小不会对原电场产生影响

2. 电场强度: 用来表示电场的强弱和方向的物理量

$$F_c = (k \cdot \frac{Q}{r^2}) \cdot q_0 = E \cdot q_0 \quad \Longleftrightarrow \quad E = \frac{F_c}{q_0} \quad (\text{比值定义})$$

符号 E , 单位 $\text{N} \cdot \text{C}^{-1}$

场源电荷产生的电场强度为: $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$

电场方向: 与正试探电荷所受力方向一致