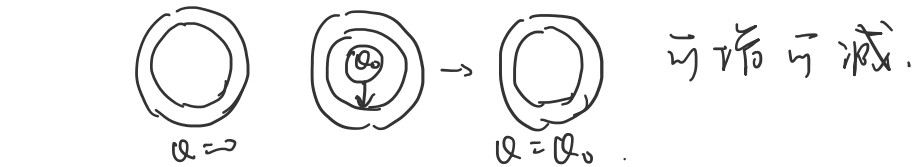


## 一. 电荷守恒.

## 1) 电荷.

1. 电荷是物质的基本属性.
2. 摩擦起电: 电荷转移. 是一个复杂过程. 势阱, 势垒序列. 各种物质的功函数. 极化基团不同. 静电发电机, 质子加速.
  - 摩擦带电: 电子, 质子, 材料转移
  - 感应带电: 带电物体靠近不带导体.

## 3. 电荷可定量.



## 4. 两种电荷.

1. 同种异放.
2. 电荷, 带电荷的数量.
3. 测电笔, 静电计, 验电器.

## 1) 电子.

1. 电子的发现: 阴极射线.
2. 电子电量测量: 密立根实验.
3. 电子是上电荷. 质子与电子电量相差 $10^{-9}$ . 质子, 中子内电荷分布. 上电荷, 相对概念. 形状, 电荷分布, 距离.

4. 电荷的量子性:  $Q = Ne$ .

$N$  - 电荷数. 夸克/反夸克.

## 5. 电子, 波粒二象性.

## 1) 电荷守恒.

1. 质子, 反质子, 反中子 - 反质子粒 - 反质子物质多于反物质.
2. 质子, 反质子, 反中子 - 反质子粒 - 反质子物质多于反物质.
3. 守恒不守恒.

## 4) 电荷守恒律.

1. 量子守恒, 相对论不变性.
2. 与电荷的量子属性有关.
3. 与电子稳定性有关, 不独立.
4. 不守恒的规范理论.
5.  $p$  和  $e$  电量精确相同. 物质电中性.

## 二. 库仑定律.

## 1) 库仑扭秤实验.

1. 同种引力扭秤. 扭丝扭转角度. 异号平方反比的验证.
2. 库仑扭秤. 扭丝扭转角度. 异号平方反比的验证. 库仑扭秤进行测量.

## 2) 库仑定律.

1. 文字表述.
  - ① 同种相斥, 异号相吸.
  - ② 作用力沿两上连线. 对称性.
  - ③ 力的大小成正比于  $q_1 \cdot q_2$ . 反比于  $r^2$ .

## 2. 数学公式

1. 点电荷的作用力.  $F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$ . 巨大.  $F_{12} = -F_{21}$ .
2. 电荷分布中,  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \approx 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ .  $m, g, s, C, N$ .

## 3. 注意.

1. 注: 同种相斥, 异号相吸. 感应, 极化影响. 存在斥力, 力独立作用. 仍成立.
2. 强调同种电荷相对静止. 或运动于静止. 非对运动和电荷. 运动和电荷 - 场的动量.

## 4. 性质. 平方反比律.

5. 作用距离.  $10^7 \text{m} \sim 10^{10} \text{m}$ . 量子还没.

## 1) 库仑力与万有引力的比较.

1. 平方反比律.  $F_e$  精确,  $F_g$  近似.
2. 自然奇异性.
3. 传播子不同.
4. 强度不同.

## 4) 电荷与质量.

1. 电量 - 力. 质量 - 引力.
2. 守恒定律.
3. 守恒与守恒.
4. 相对论效应.
5. 量子性.

## 三. 叠加原理.

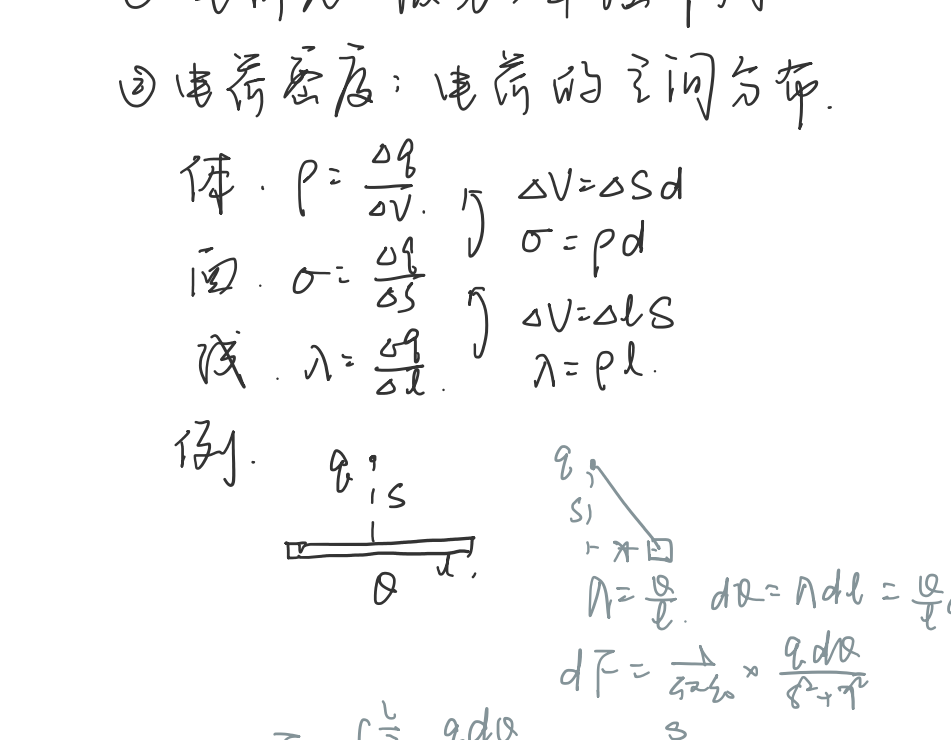
## 1. 叠加原理的表述.

1. 线性系统 - 合成反应线性叠加. 矢量场 - 矢量和.
2. 力的叠加原理. 正 - 对之间的力独立作用.  $F_{12} = \sum_{j=1}^n F_{1j}$ . 矢量定律. 静电学: 库仑 + 叠加.

## 3. 带电体系对上电荷的力.

## ① 电荷元: 微元, 单独作用.

## ② 电荷分布: 电荷的空间分布.



$$F = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q dq}{r^2} \hat{r} = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \hat{r}$$

$$dF = dF_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \hat{r}$$

$$F = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \hat{r}$$

$$dF = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \hat{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \left( \frac{x}{r} \hat{i} + \frac{y}{r} \hat{j} \right)$$

$$F = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \lambda dl}{r^2} \left( \frac{x}{r} \hat{i} + \frac{y}{r} \hat{j} \right)$$

## 4. 均匀带电圆环.

## ① 均匀带电圆环.

## ② 均匀带电圆环.

## ③ 均匀带电圆环.

## ④ 均匀带电圆环.

## ⑤ 均匀带电圆环.

## ⑥ 均匀带电圆环.

## ⑦ 均匀带电圆环.

## ⑧ 均匀带电圆环.

## ⑨ 均匀带电圆环.

## ⑩ 均匀带电圆环.

## ⑪ 均匀带电圆环.

## ⑫ 均匀带电圆环.

## ⑬ 均匀带电圆环.

## ⑭ 均匀带电圆环.

## ⑮ 均匀带电圆环.

## ⑯ 均匀带电圆环.

## ⑰ 均匀带电圆环.

## ⑱ 均匀带电圆环.

## ⑲ 均匀带电圆环.

## ⑳ 均匀带电圆环.

## ㉑ 均匀带电圆环.

## ㉒ 均匀带电圆环.

## ㉓ 均匀带电圆环.

## ㉔ 均匀带电圆环.

## ㉕ 均匀带电圆环.

## ㉖ 均匀带电圆环.

## ㉗ 均匀带电圆环.

## ㉘ 均匀带电圆环.

## ㉙ 均匀带电圆环.

## ㉚ 均匀带电圆环.

## ㉛ 均匀带电圆环.

## ㉜ 均匀带电圆环.

## ㉝ 均匀带电圆环.

## ㉞ 均匀带电圆环.

## ㉟ 均匀带电圆环.

## ㊱ 均匀带电圆环.

## ㊲ 均匀带电圆环.

## ㊳ 均匀带电圆环.

## ㊴ 均匀带电圆环.

## ㊵ 均匀带电圆环.

## ㊶ 均匀带电圆环.

## ㊷ 均匀带电圆环.

## ㊸ 均匀带电圆环.

## ㊹ 均匀带电圆环.

## ㊺ 均匀带电圆环.

## ㊻ 均匀带电圆环.

## ㊼ 均匀带电圆环.

## ㊽ 均匀带电圆环.

## ㊾ 均匀带电圆环.

## ㊿ 均匀带电圆环.

## 四. 电场强度.

## 1. 相互作用.

1. 相互作用. 距离, 延迟. 法拉第引入力线, 麦克斯韦提出场. 国际 (量子国际, 光子作用. 经典国际, 相对论).

## 2. 电场.

①  $F = qE$ .  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$ . 试探电荷的受力.

## ② 电荷元: 微元, 单独作用.

## ③ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ④ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑤ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑥ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑦ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑧ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑨ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑩ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑪ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑫ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑬ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑭ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑮ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑯ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑰ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑱ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ⑲ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ⑳ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉑ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉒ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉓ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉔ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉕ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉖ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉗ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉘ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉙ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉚ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉛ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉜ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉝ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㉞ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㉟ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊱ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊲ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊳ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊴ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊵ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊶ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊷ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊸ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊹ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊺ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊻ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊼ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊽ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊾ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊿ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊱ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊲ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊳ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊴ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊵ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊶ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊷ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊸ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊹ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊺ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊻ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊼ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊽ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊾ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊿ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊱ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊲ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊳ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊴ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊵ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊶ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊷ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊸ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊹ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊺ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊻ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊼ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊽ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊾ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊿ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊱ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊲ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊳ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊴ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊵ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊶ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊷ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊸ 电荷元: 微元, 单独作用.

## ㊹ 电荷分布: 电荷的空间分布.

## ㊺ 电荷元: 微元, 单独作用.

## 五. 高斯定理.

## 1) 矢量场.

1. 源, 汇:  $q = \oint \vec{D} \cdot d\vec{s}$ .  $q > 0$ , 源.  $q < 0$ , 汇.
1. 电荷线. 静电场中不会闭合. 上电荷的电场:  $n = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ . 对称程度看大小. 数学定义: 方向: 射线方向.  $\vec{E} \cdot \vec{r} > 0$ . 大小: 沿  $\vec{r}$  方向的分量. 对称程度看大小. 大小: 沿  $\vec{r}$  方向的分量. 对称程度看大小. 大小: 沿  $\vec{r}$  方向的分量.

## 2) 电通量.

## ① 平面面与柱面.

## ② 平面面与柱面.

## ③ 平面面与柱面.

## ④ 平面面与柱面.

## ⑤ 平面面与柱面.

## ⑥ 平面面与柱面.

## ⑦ 平面面与柱面.

## ⑧ 平面面与柱面.

## ⑨ 平面面与柱面.

## ⑩ 平面面与柱面.

## ⑪ 平面面与柱面.

## ⑫ 平面面与柱面.

## ⑬ 平面面与柱面.

## ⑭ 平面面与柱面.

## ⑮ 平面面与柱面.

## ⑯ 平面面与柱面.

## ⑰ 平面面与柱面.

## ⑱ 平面面与柱面.

## ⑲ 平面面与柱面.

## ⑳ 平面面与柱面.

## ㉑ 平面面与柱面.

## ㉒ 平面面与柱面.

## ㉓ 平面面与柱面.

## ㉔ 平面面与柱面.

## ㉕ 平面面与柱面.

## ㉖ 平面面与柱面.

## ㉗ 平面面与柱面.

## ㉘ 平面面与柱面.

## ㉙ 平面面与柱面.

## ㉚ 平面面与柱面.

## ㉛ 平面面与柱面.

## ㉜ 平面面与柱面.

## ㉝ 平面面与柱面.

## ㉞ 平面面与柱面.

## ㉟ 平面面与柱面.

## ㊱ 平面面与柱面.

## ㊲ 平面面与柱面.

## ㊳ 平面面与柱面.

## ㊴ 平面面与柱面.

## ㊵ 平面面与柱面.

## ㊶ 平面面与柱面.

## ㊷ 平面面与柱面.

## ㊸ 平面面与柱面.

## ㊹ 平面面与柱面.

## ㊺ 平面面与柱面.

## ㊻ 平面面与柱面.

## ㊼ 平面面与柱面.

## ㊽ 平面面与柱面.

## ㊾ 平面面与柱面.

## ㊿ 平面面与柱面.

## ㊱ 平面面与柱面.

## ㊲ 平面面与柱面.

## ㊳ 平面面与柱面.

## ㊴ 平面面与柱面.

## ㊵ 平面面与柱面.

## ㊶ 平面面与柱面.

## ㊷ 平面面与柱面.

## ㊸ 平面面与柱面.

## ㊹ 平面面与柱面.

## ㊺ 平面面与柱面.

## ㊻ 平面面与柱面.

## ㊼ 平面面与柱面.

## ㊽ 平面面与柱面.

## ㊾ 平面面与柱面.

## ㊿ 平面面与柱面.

## ㊱ 平面面与柱面.

## ㊲ 平面面与柱面.