

# 电磁学复习笔记

## 一、静电场基础

### 1. 电场定义

- 电场 ( $\vec{E}$ ) 定义为单位正试验电荷所受的力:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

- 单位: N/C (牛/库仑)

### 2. 点电荷的电场

- 点电荷 ( $q$ ) 在距离 ( $r$ ) 处产生的电场:

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{r}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

- 方向: 正电荷向外, 负电荷向内

### 3. 叠加原理 (电场)

- 总电场为各点电荷电场的矢量和:

$$\vec{E}_{\text{总}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$$

### 4. 电场线

- 从正电荷出发, 终止于负电荷
- 电场线越密, 电场越强
- 电场线不相交, 垂直于等势面

### 5. 导体内部电场 (静电平衡)

- 导体内部电场为零
- 所有多余电荷分布在导体表面

- 导体表面电场垂直于表面
  - 法拉第笼：外部电场不影响内部
- 

## 二、电势与电势能

### 1. 电势能

- 电场力做功等于电势能减少：

$$W_{AB} = EPE_A - EPE_B$$

### 2. 电势差与电势

- 电势差：

$$V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q_0}$$

- 电势定义：

$$V = \frac{EPE}{q_0}$$

- 单位：V（伏特）， $1\text{ V} = 1\text{ J/C}$

### 3. 点电荷的电势

- 点电荷 ( $q$ ) 在距离 ( $r$ ) 处的电势：

$$V = k \frac{q}{r}$$

- 正电荷电势为正，负电荷电势为负

### 4. 叠加原理（电势）

- 总电势为各点电荷电势的代数和（标量）

### 5. 电势能与系统能量

- 多个点电荷系统的总电势能：

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i \neq j} k \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

## 6. 等势面

- 电势相等的面
  - 电场线垂直于等势面
  - 沿等势面移动电荷不做功
- 

# 三、电容器与电介质

## 1. 电容定义

- 电容：
$$C = \frac{q}{V}$$
- 单位：F（法拉）， $1\text{ F} = 1\text{ C/V}$

## 2. 平行板电容器

- 电容：
$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$
- 有电介质时：
$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$$
  
( $\kappa$ ): 介电常数

## 3. 电容器串并联

- 串联：
$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$
- 并联：
$$C_p = C_1 + C_2 + \dots$$

## 4. 电容器储能

- 储能公式：
$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$
-

## 四、直流电路基础

### 1. 电流

- 定义:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

- 单位: A (安培)

### 2. 电动势 (emf)

- 电池开路时的端电压, 单位为V

### 3. 欧姆定律

- 线性电阻:

$$V = IR$$

- 单位:  $\Omega$  (欧姆)

### 4. 电阻率

- 电阻与材料、长度、截面积关系:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

- 电阻率随温度变化:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

### 5. 电功率

- 功率:

$$P = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

### 6. 交流电 (AC)

- 电压与电流为正弦函数:

$$I = I_0 \sin(2\pi ft)$$

- RMS值:

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad V_{\text{rms}} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

- 平均功率:

$$\overline{P} = I_{\text{rms}} V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}}^2 R = \frac{V_{\text{rms}}^2}{R}$$

---

## 五、电路分析

### 1. 电阻串并联

- 串联:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots$$

- 并联:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

### 2. 基尔霍夫定律

- 节点定律: 流入节点电流 = 流出节点电流
- 回路定律: 回路中电势升降代数和为零

### 3. 电池内阻

- 实际电池有内阻 ( $r$ ), 端电压:

$$U = \mathcal{E} - Ir$$

### 4. 混合电路解法

- 逐步化简串并联部分
  - 使用基尔霍夫定律建立方程求解
- 

## 六、RC电路 (电阻-电容电路)

### 1. 时间常数

- 定义:

$$\tau = RC$$

- 单位: s (秒)

## 2. 充电过程

- 电荷随时间变化:

$$q(t) = CV_0 (1 - e^{-t/RC})$$

## 3. 放电过程

- 电荷随时间变化:

$$q(t) = q_0 e^{-t/RC}$$

---

# 七、安全与接地

- 接地可将多余电荷导入地面，防止触电
- 三孔插座中的地线用于保护人身安全
- 法拉第笼原理可用于解释车辆防雷击