

# 目录

|          |              |          |
|----------|--------------|----------|
| <b>1</b> | <b>经典电磁学</b> | <b>2</b> |
| 1.1      | 静电场          | 2        |
| 1.2      | 点电荷的静电场      | 2        |
| 1.3      | 电荷集的静电场      | 3        |
| 1.4      | 电通量          | 4        |
| 1.5      | 电场力做功        | 4        |

# 1 经典电磁学

## 1.1 静电场

### 定义 1.1.1 电荷 (Electric Charge)

定义电荷为实物理量, 量纲为  $A \cdot s$ .

定义电荷的量纲 Column 为  $A \cdot s$ , 记作  $C$ .

### 例 1.1.2 电子电量

电子电量约为  $-1.602 \times 10^{-19}C$ , 记作  $e$ .

### 定义 1.1.3 静电力 / Coulomb 力 (Coulomb Force)

### 定义 1.1.4 电场 (Electric Field)

一种场.

### 定义 1.1.5 电势

设  $E$  是电场,  $x$  是  $E$  中一点, 定义  $E$  在  $x$  处的电势为实物理量, 量纲为  $V$ , 记作  $\varphi_E(x)$ .

定义从空间到电势的映射  $x \mapsto \varphi_E(x)$  为电势函数, 记作  $\Phi_E$ .

### 定义 1.1.6 等势线

### 定义 1.1.7 电场强度 (Electric Field Intensity)

设  $E$  是电场,  $x$  是  $E$  中一点, 定义  $E$  在  $x$  处的电场强度为:  $\nabla \Phi_E(x)$ .

定义从空间到电场强度的映射  $x \mapsto \nabla \Phi_E(x)$  为电场强度函数, 记作  $E$ .

### 定义 1.1.8 电场线

## 1.2 点电荷的静电场

### 定义 1.2.1 真空介电常数 (Vacuum Permittivity)

定义真空介电常数为  $8.8541 \times 10^{-12}(N \cdot m^2 \cdot C^{-2})$ , 记作  $\epsilon_0$ .

### 定义 1.2.2 静电力常数 / Coulomb 常数 (Coulomb's Constant)

定义静电力常数为  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ , 记作  $k_e$ .

## 性质 1.2.2.1 静电力常数估值

$k_e$  的估值为:

$$k_e \approx 8.9875 \times 10^9 (\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2})$$

## 定义 1.2.3 点电荷 (Electric Point Charge)

定义点电荷类型承载以下信息:

1. 电荷 ( $q$ )
2. 位置 ( $r$ )

## 性质 1.2.3.1 点电荷的静电场

## 公理 1.1 Coulomb 定律 (Coulomb's Law)

设  $(q_1, r_1), (q_2, r_2)$  是点电荷,  $r := \|r_1 - r_2\|$ ,  $e_r := \frac{r_1 - r_2}{\|r_1 - r_2\|}$ , 则:

$$f = k_e \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} e_r$$

## 1.3 电荷集的静电场

## 定理 1.3.1 离散点电荷集的电力叠加原理 (Principle of Superposition)

设  $Q$  是点电荷集,  $\text{card } Q \in \mathbb{N}$ , 则  $Q$  激发的电场为:

$$\sum_{q \in Q} E_q$$

## 例 1.3.2 偶极电场

## 定义 1.3.3 连续线带电体

连续线带电体类型承载以下信息:

1. 一维流形  $L$ ;
2. 线电荷密度函数  $\lambda: L \rightarrow \mathbb{R}$ .

## 性质 1.3.3.1 连续线带电体的总电荷量

设  $Q := (L, \lambda)$  是连续线带电体, 则  $Q$  的总电荷量为:

$$\int_L \lambda(r) dr$$

**性质 1.3.3.2 连续线带电体的电场**

设  $Q := (L, \lambda)$  是连续线带电体, 则  $Q$  在空间一点  $\boldsymbol{x}$  处激发的电场为:

$$E_Q(\boldsymbol{x}) = \int_L k_e \cdot \frac{\lambda(\boldsymbol{r})}{\|\boldsymbol{x} - \boldsymbol{r}\|^2} \boldsymbol{e}_{\boldsymbol{x}-\boldsymbol{r}} d\boldsymbol{r}$$

**例 1.3.4 无限长带电直线的电场****例 1.3.5 圆环带电体的电场****定义 1.3.6 连续面带电体**

连续面带电体类型承载以下信息:

1. 二维流形;
2. 面电荷密度函数  $\sigma$ .

**性质 1.3.6.1 连续面带电体的电场****例 1.3.7 无限大带电平面的电场****定义 1.3.8 连续体带电体**

连续体带电体类型承载以下信息:

1. 三维流形;
2. 体电荷密度函数  $\rho$ .

**性质 1.3.8.1 连续体带电体的电场****1.4 电通量****定义 1.4.1 电通量****性质 1.4.1.1 匀强电场的电通量****1.5 电场力做功**