

目录

1 经典电磁学	2
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	5
1.5 电场力做功	5

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 .

结构 1.1.2 带电体

例 1.1.3 电子电量

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

定义 1.1.4 静电力 / Coulomb 力 (Coulomb Force)

结构 1.1.5 电场 (Electric Field)

一种场.

定义 1.1.6 电势

设 E 是电场, x_0 是 E 中一点, x 是 E 中一点, 定义 E 在 x 处以 x_0 为零电势点的电势为实物理量, 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 Φ_E .

定义 1.1.7 等势线

定义 1.1.8 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 1.1.9 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 ϵ_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 点电荷的电势分布

$$\frac{k_e q}{r} e$$

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 $\lambda: L \rightarrow (\mathbb{R}, \mathbb{C} \cdot \text{m}^{-1})$.

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:

$$\int_L \lambda(\mathbf{r}) d\mathbf{r}$$

性质 1.3.3.2 连续线带电体激发电场的电场强度分布

设 $Q := (L, \lambda)$ 是连续线带电体, 则 Q 激发电场在 \mathbf{x} 处的电场强度为:

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

性质 1.3.3.3 连续线带电体的电势分布**例 1.3.4 无限长带电直线的电场**

$$\frac{2k_e \lambda}{d}$$

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 σ .

性质 1.3.6.1 连续面带电体的电场

$$\mathbf{E}_Q(\mathbf{x}) = \iiint$$

例 1.3.7 无限大带电平面的电场

$$\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

例 1.3.8 均匀球壳的电场

设 $R: (\mathbb{R}, \mathbf{m})$, $B := \left(\left\{ \mathbf{r} : (\mathbb{R}, \mathbf{m})^3 \mid \|\mathbf{r}\| = R \right\}, \cdot \mapsto \varphi \right)$ 是连续面带电体

定义 1.3.9 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 ρ .

性质 1.3.9.1 连续体带电体的电场**例 1.3.10 均匀带电球体的电场****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**