

06-07-Electromagnetics

Created on 20220605.

Last modified on 2022 年 6 月 5 日.

目录

Chapter 1 Introduction

注重发现的过程，物理思想。研究对象变化导致需要新的概念、手段。

1.1 Preference

The energy is flowing through the space around the conductor.

赵凯华，电磁学，高教出版社；陈秉乾，电磁学专题研究，高教。

Chapter 2 电学

2.1 静电场

2.1.1 库仑定律和场强叠加原理

观察现象，提出问题，猜测，实验，规律，新物理量，公式（定量表述），成立条件，适用范围，精度，理论地位，发展，应用。

物理定律的内涵和外延。

电力，非接触，和引力、电磁力一样非接触，最好先研究点电荷。猜测电力和距离平方成反比，因为均匀球壳中不受力，就像均匀球壳中心不受引力。1785 库伦扭秤实验测电斥力。力弱，漏电。测电引力，类比单摆周期和到质心距离成正比，做单摆实验。物理规律有层次，空间对称性层次高。

从特称判断到全称判断，从特殊到一般。

库伦定理，真空（可以不真空），静止（必须，可以是相对于静止电荷对运动电荷的作用，）运动电荷产生的场和速度有关，静电荷和动电荷之间的相互作用不遵循牛顿第三定律，牛三本质是动量守恒，说明除了两个电荷，还有第三者参与了且第三者的动量也变化了，这个第三者是场。在某个参考系中可能 2 电荷相对静止，只有库仑力，换个参考系 2 电荷运动，产生磁场，点作用 + 磁作用。电磁现象联系紧密。

成立的尺度范围：原子级别，原子核内部可能有问题。大尺度到太阳系范围可能也没有问题。

库伦定理是迄今为止物理学中最精确的实验定律之一，电磁力和距离的 -2 ± 10^{-16} 次方成正比（1971 年测量数据）。因为这个比例系数和光子的静止质量有关，电磁波没有静止质量。

$$\mathbf{F}_{ab} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_a \cdot q_b}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

电荷性质：守恒性，量子性，非相对论性。电荷有正负，引力只有正，电荷可以屏蔽，引力不能。

电场强度 $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q_0$

用试探电荷来描绘要测量的某点电荷的场强分布，因而试探电荷电量要小来减少对测量电荷场强分布的影响，尺寸要小来描绘精确。

场强线性叠加

$$\mathbf{E} = \int d\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\hat{\mathbf{r}}}{r^2} dq$$

2.1.2 高斯定理，环路定理，电势

非接触力的机制，这种作用是怎么进行的，有媒介物吗？有传递时间吗？

先研究静态的力场，然后研究动态的力场，然后研究力场与其中电荷的相互作用。把场作为研究的对象。

场：一定空间中连续分布的物体。如矢量场，标量场。

静电场的几何描述：电场线，切线方向表示电场方向。如何从整体上描述一个场，或较容易一下子区分不同的场？因为电场线画出来眼花缭乱的。最早是麦克斯韦做的，用类比的方法。看看流体力学怎么做的。不可压缩流体的恒定流动可以画出流速场，流体力学抓住了何处有源、汇，何时有旋，并且发现可以用通量的概念描述这种特征，包围源的通量大于 0，包围汇的通量小于 0，其余情况等于 0。

$$\vec{A} \cdot d\vec{s} = A \cos \theta ds, \vec{A} \text{ 可取 } \vec{v}, \vec{E}, \vec{B}$$

$$\begin{aligned} \oiint_S \vec{E} d\vec{s} &= \frac{1}{\epsilon} \sum_{S_{in}} q_i, \text{高斯定理, 有源场, 通量不等于 0} \\ \oint_l \vec{E} d\vec{l} &= 0, \text{无旋场, 闭合环路积分等于 0} \end{aligned} \quad (2.1)$$

$$\text{定义电势: } U_p = \int_p^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

$$\text{场强和电势都可叠加, 即 } \vec{E} = \int d\vec{E}, U = \int dU$$

$$\text{电场线和等势面的关系: 处处正交, } \vec{E} \text{ 指向 } U \text{ 减小的方向, 两者的关系: } \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z}\right)$$

小结:

$$\text{计算场强的 3 种方法: } \begin{cases} \oiint_S \vec{E} d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon} \sum_{S_{in}} q_i \\ \mathbf{E} = \int d\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\hat{\mathbf{r}}}{r^2} dq \\ \vec{E} = -\nabla U = -\left(\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z}\right) \end{cases} \quad (2.2)$$

$$\text{计算电势的 2 种方法: } \begin{cases} U_p = \int_p^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l} \\ U = \int dU = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{dq}{r} \end{cases} \quad (2.3)$$

2.1.3 导体和电容

场与物质的相互作用。导体和绝缘体解释，提出自由电荷、束缚（极化）电荷。

Chapter 3 静磁学

Chapter 4 电动力学

田光善, p2; 参考书: 场论, Landau, Lifschitz; classical electrodynamics, J D. Jackson
A history of the theories of matter and electricity. E T Whittaker.

Chapter 5 电磁波

5.1 微波

Chapter 6 无线电

6.1 量子无线电

6.2 超高频无线电

6.3 统计无线电