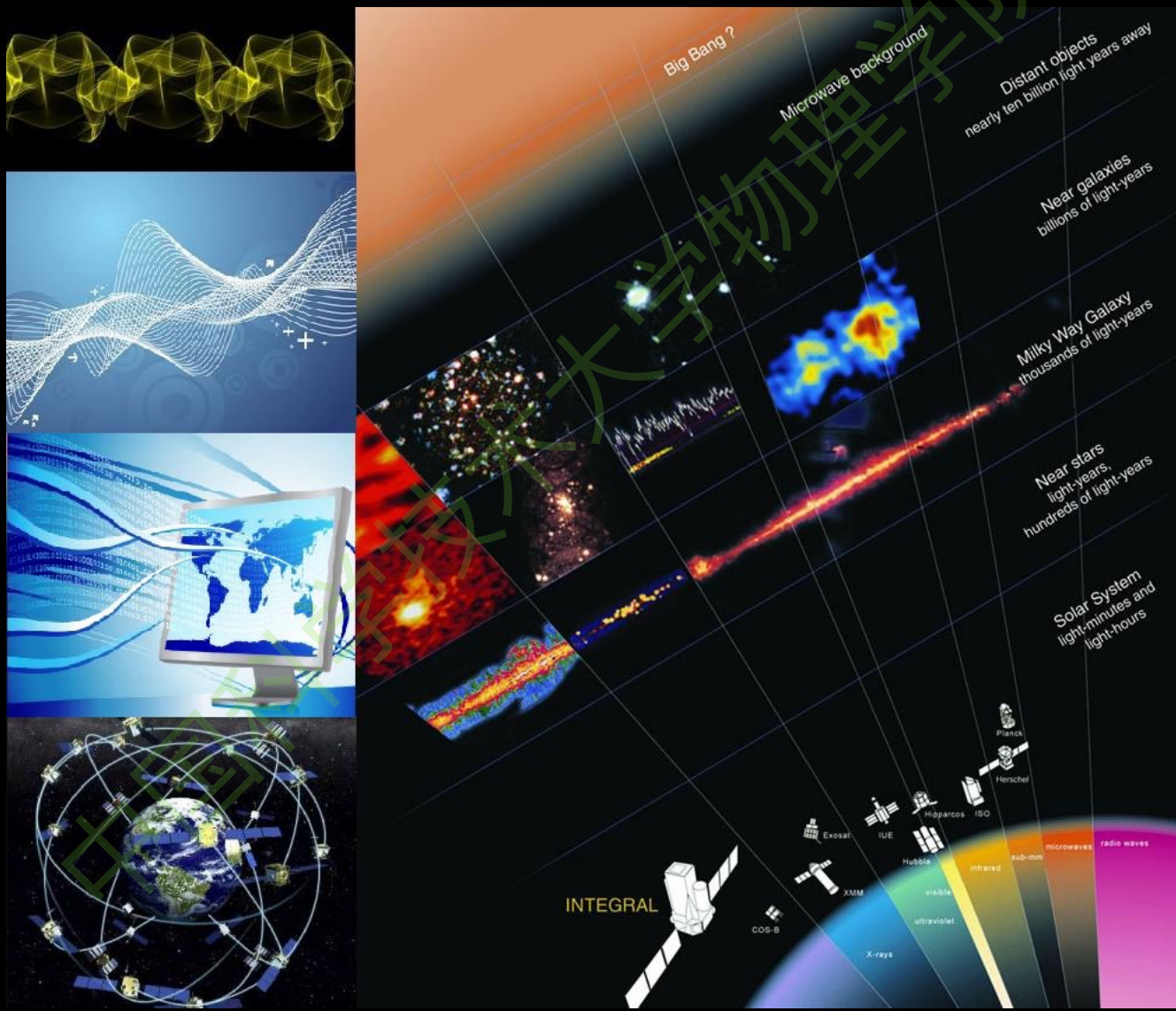


第8章 电磁现象的基本规律 与电磁波



第8章 电磁现象的基本规律 与电磁波

§ 8. 1 静态电场与磁场的基本规律

§ 8. 2 时变电场与磁场的基本规律

§ 8. 3 麦克斯韦方程组

§ 8. 4 平面电磁波

§ 8. 5 电磁场能量和能量传播

19世纪中叶的电磁学

- 1785年，库仑定律
- 1799年，伏打电池，产生电流
- 1820年，奥斯特发现电流的磁效应
- 1821年，安培定律，毕奥-萨伐尔定律
- 1826年，欧姆定律
- 1831年，法拉第电磁感应

1840年前后，大部分电磁学**实验**规律相继发现，剩下的问题是对这些实验规律进行概括和总结，寻求他们之间的联系，建立统一**理论**。

当时电磁理论存在许多学派，他们均试图建立统一的电磁理论。

超距作用

- 库仑、安培等奉行超距作用。
- 另一个原因是拉格朗日、拉普拉斯、泊松等人从引力定律出发发展出数学上简洁而优美的势论。
- 1845年，纽曼和韦伯提出超距作用的电磁理论，韦伯企图用势统一电磁理论。
- 麦克斯韦评价：由纽曼和韦伯发展起来的这种理论极为精巧，...，在电磁科学应用方面取得了重大进展，因此他对我们而言是具有权威性的。
- 纽曼和韦伯的电磁理论的合理部分被麦克斯韦所采用。

近距作用

- 对于电磁现象的广泛研究使得**法拉第**逐渐形成了他特有的“**场**”的观念。
- 他认为力线是物质的，弥漫在全部空间。
- 电力和磁力不是通过虚拟空间的超距作用，而是通过电力线和磁力线来传递的。
- 法拉第的丰硕实验研究成果以及他的新颖的场的观念为电磁现象的统一理论准备了条件。
- 开尔文评价：“**在法拉第的许多贡献中，最伟大的贡献就是力线的概念了**”。

静电势理论和数学理论已经成熟

1789年，拉普拉斯的引力势方程

$$\nabla^2 U = 0$$

1831年，泊松推广到静电势：泊松方程

$$\nabla^2 U = -\frac{\rho}{\epsilon_0}$$

1839年，高斯定理

$$\oiint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \iiint_V (\nabla \cdot \vec{A}) dV$$

1854年，斯托克斯定理

$$\oint_L \vec{A} \cdot d\vec{l} = \iint_S (\nabla \times \vec{A}) \cdot d\vec{S}$$

麦克斯韦电磁理论

麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831-1879），
英国物理学家、数学家

- 16岁进入爱丁堡大学学习。18岁在爱丁堡皇家学会发表了两篇文章。
- 19岁进入剑桥大学，23岁（1854年）毕业。
- 大量阅读了开尔文、高斯、格林、泊松、斯托克斯、纽曼和韦伯等的论著。

- 1855-1856年，他发表了第一篇电磁学论文《论法拉第的力线》。1855年12月份发表第一部分，1856年2月发表第二部分，全文共70页。
- 在这篇论文中，法拉第的力线概念获得了精确的数学表述，并且由此导出了库仑定律和高斯定律。
- 1860年，他带着这篇论文拜访了70岁的法拉第。

Faraday: "I was at first almost frightened when I saw such mathematical force made to bear upon the subject, and then wondered to see that the subject stood it so well."

- 但这篇文章还只是限于把法拉第的思想翻译成数学语言，还没有引导到新的结果
- 1861-1862年，他发表了第二篇论文《论物理力线》，分四部分载于《哲学杂志》上
- 发展了法拉第的思想，提出两个大胆的假设：
 - 磁场变化产生涡旋电场
 - 电场变化产生位移电流
- 利用电磁以太模型，导出电磁波的波动方程，两个预言：
 - 电磁波的存在
 - 光的本质：电磁波
- 这篇文章包括了麦克斯韦研究电磁理论的主要结果，即提出了“两个假设”和“两个预言”

- 1865年，麦克斯韦的第三篇论文《电磁场的动力学理论》从几个基本实验事实出发，运用场论的观点，以演绎法建立了系统的电磁理论
 - 20个方程，20个变量
- 1873年出版的《电磁通论》一书是集电磁学大成的划时代著作，全面地总结了19世纪中叶以前对电磁现象的研究成果，建立了完整的电磁理论体系。这是一部可以同牛顿的《自然哲学的数学原理》、达尔文的《物种起源》和赖尔的《地质学原理》相媲美的里程碑式的著作。
- 1879年，一代伟人Maxwell因病在剑桥去世，享年48岁
- 1887年，赫兹证实了电磁波的存在，并测量了电磁波的传播速度，证实了Maxwell电磁理论
- 1894年，赫兹因病去世，享年37岁。呜呼哀哉！

作业

- 8. 1

中国科学技术大学物理学院唐