

电动力学

李涛

taoli@nju.edu.cn

<http://dsl.nju.edu.cn/litao/>

引言

Introduction

电动力学研究对象是电磁场的基本性质、运动规律以及它和带电物质之间的相互作用。

电动力学的研究内容是阐述宏观电磁场理论，主要从实验定律中总结电磁场的普遍规律，建立 **Maxwell's equations**。讨论稳恒电磁场、电磁波传播、电磁波辐射及电动力学的参考系问题。

课程的主要目的:

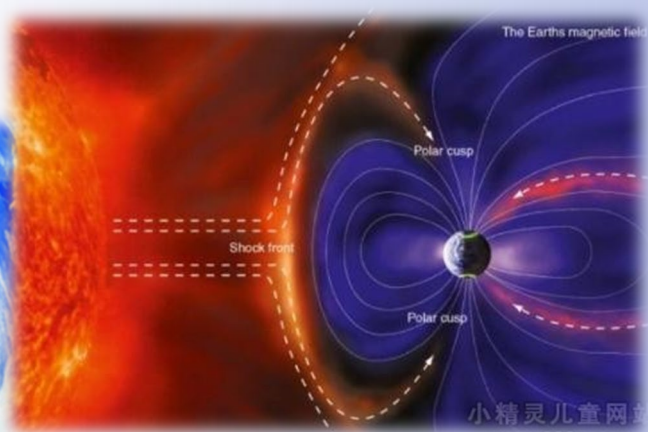
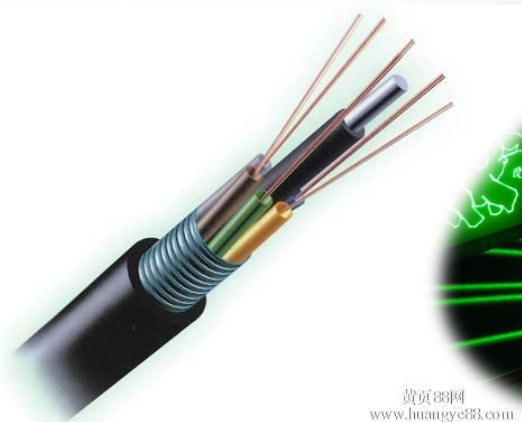
- 1) 掌握电磁场的基本规律，加深对电磁场性质和时空概念的理解；
- 2) 获得本课程领域内分析和处理一些基本问题的初步能力，为以后解决实际问题打下基础；
- 3) 通过电磁场运动规律和狭义相对论的学习，更深刻领会电磁场的物质性，帮助我们加深辩证唯物主义的世界观。

学习电动力学课程的主要意义是：

在生产实践和科学技术领域内，存在着大量和电磁场有关的问题。

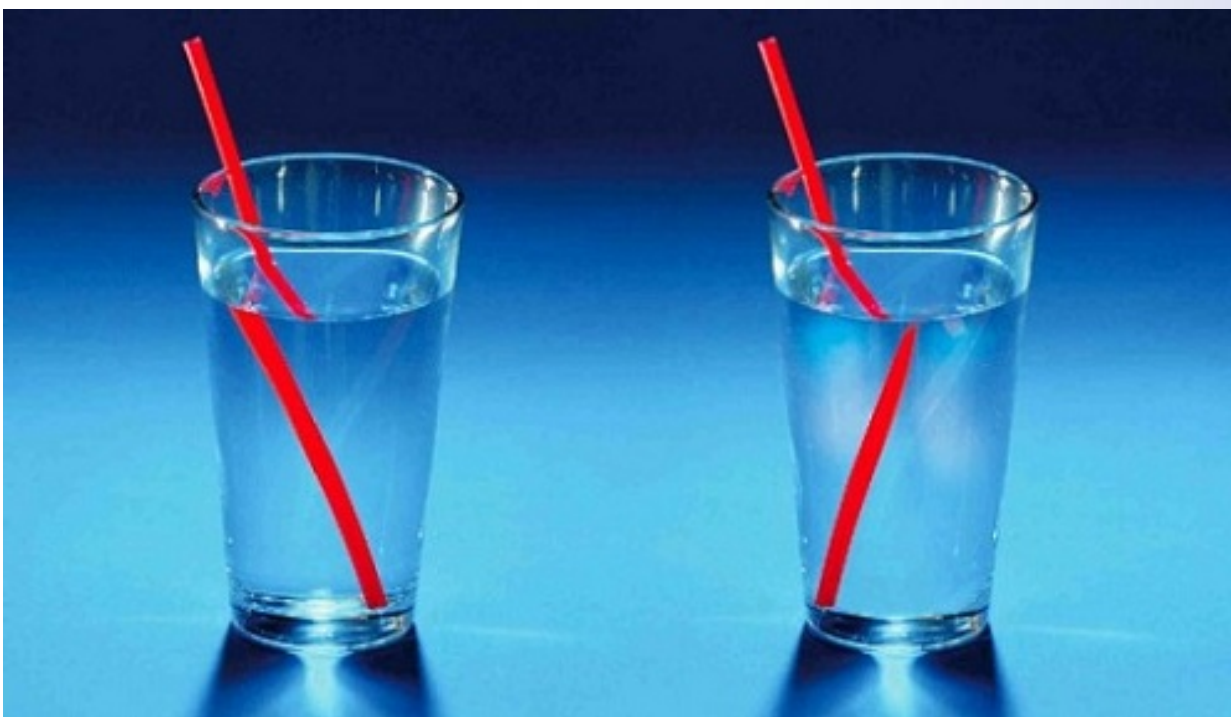
例如电力系统、凝聚态物理、天体物理、粒子加速器等，都涉及到不少宏观电磁场的理论问题。在迅变情况下，电磁场以电磁波的形式存在，其应用更为广泛。无线电波、热辐射、光波、X射线和 γ 射线等都是不同波长范围内的电磁波，它们都有共同的规律。因此，掌握电磁场的基本理论对于生产实践和科学实验都有重大的意义。

生活的相关性



研究前沿——“科学家的幻想”

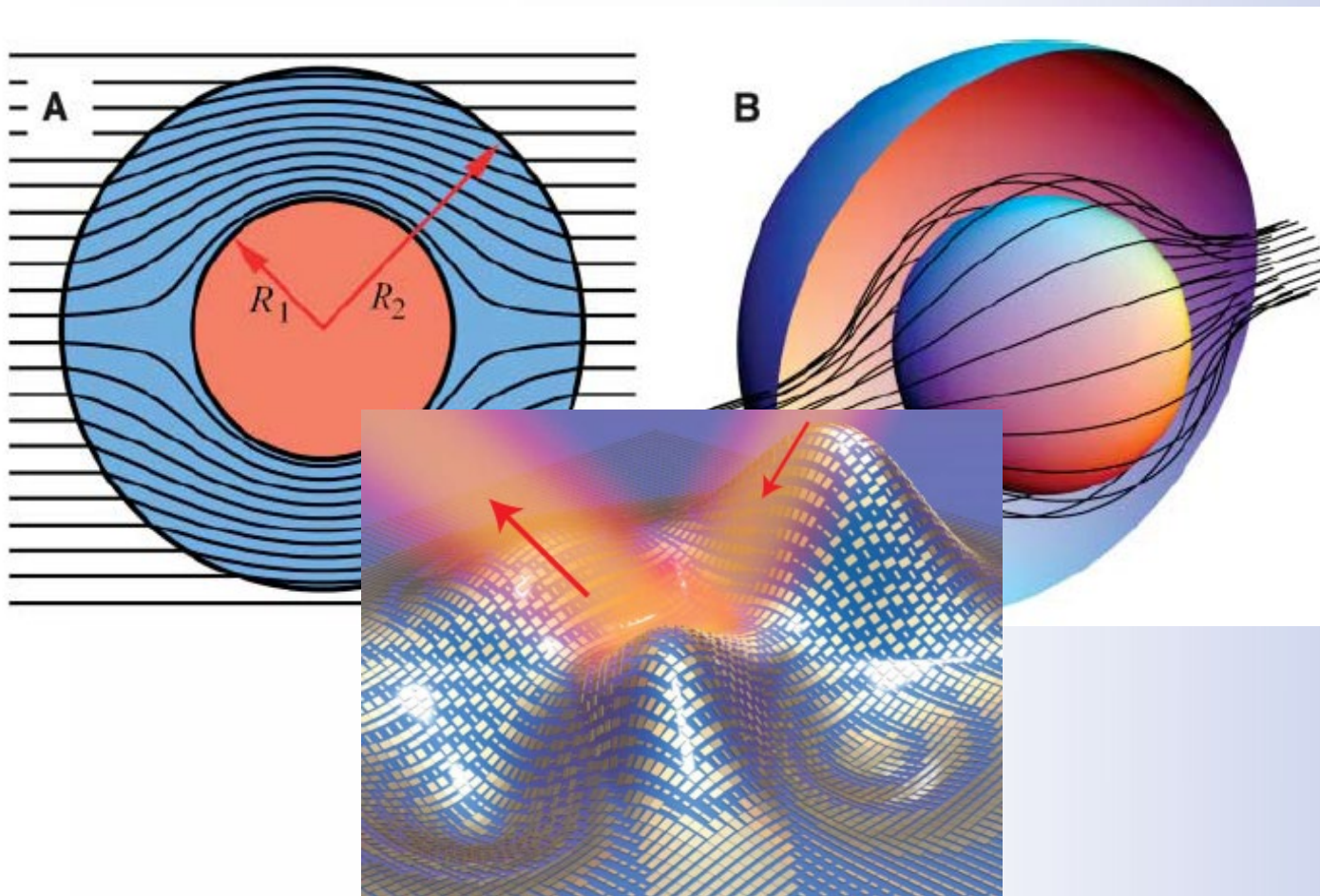
■ 光学负折射 (Negative refraction)



?

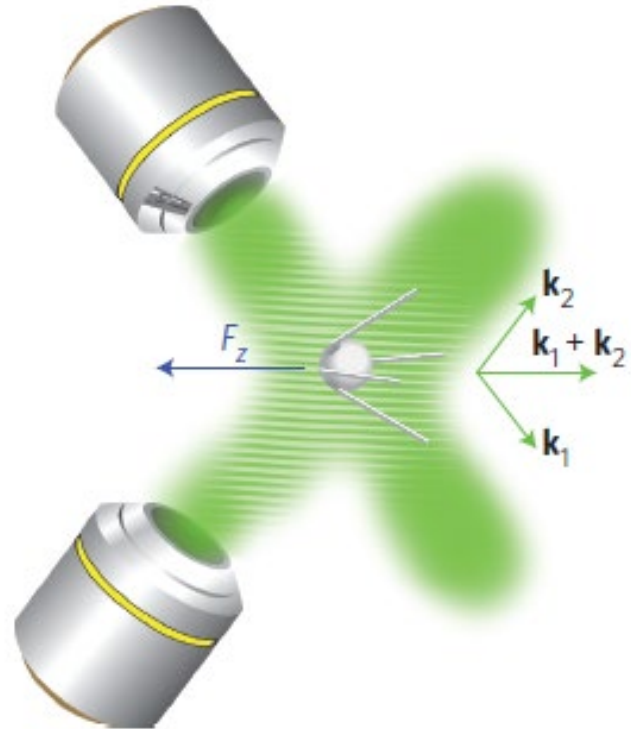
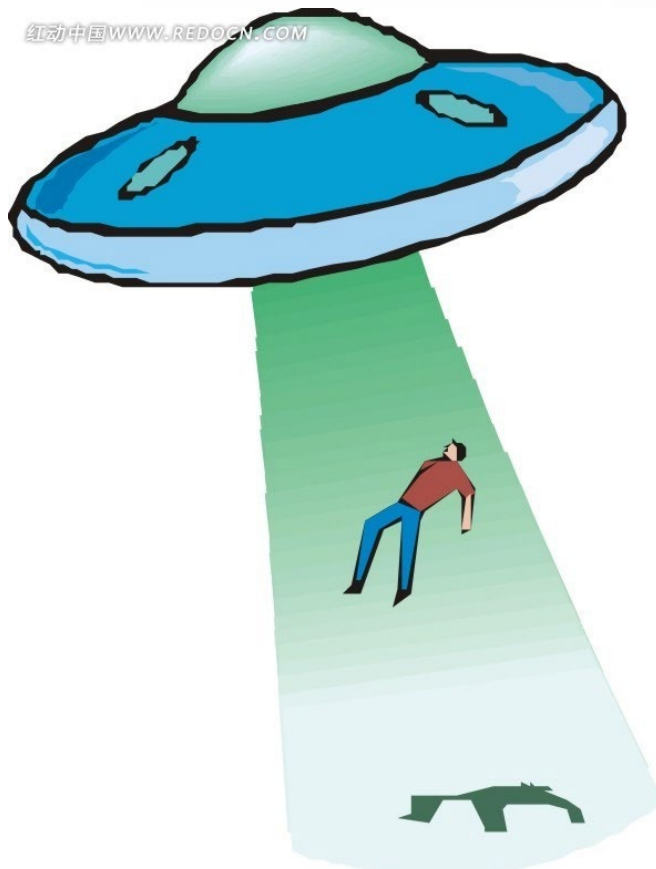
研究前沿——“科学家的幻想”

■ 光学隐身 (invisible cloaking)



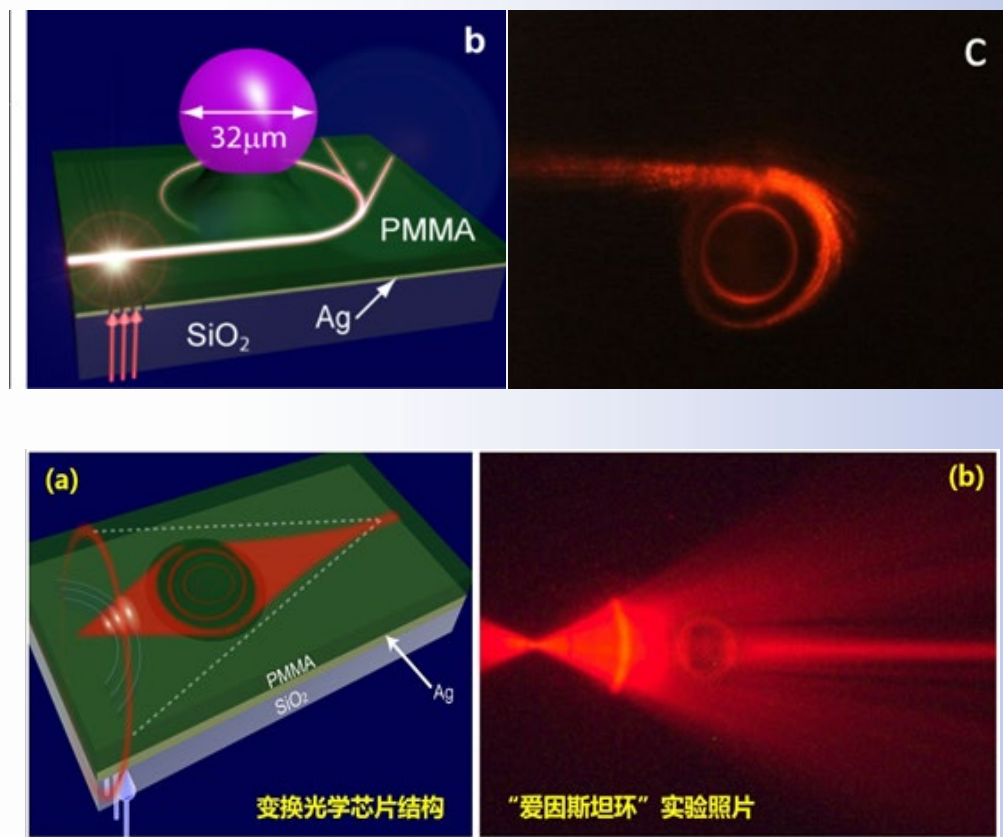
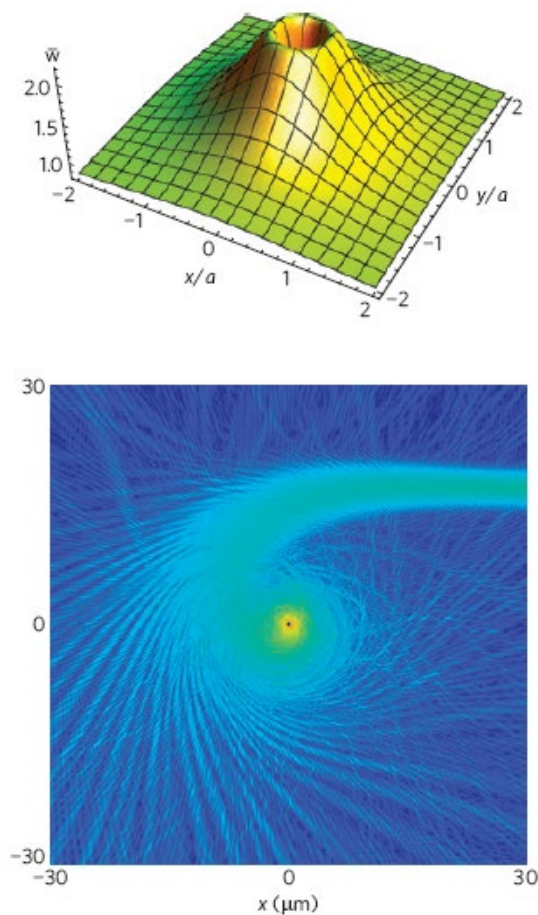
研究前沿——“科学家的幻想”

■ 光学引力 (optical pulling force)



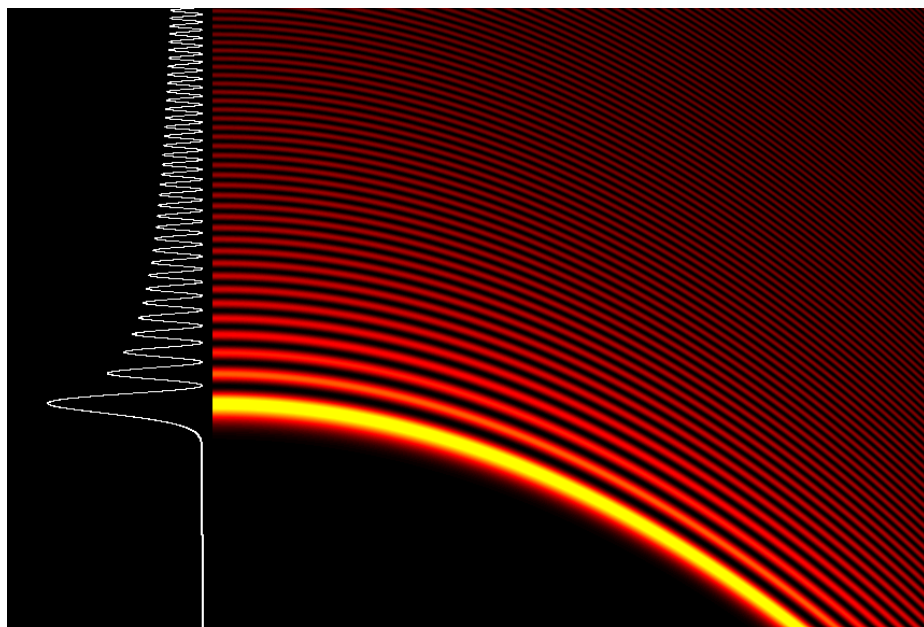
研究前沿——神奇的功能

■ 模拟黑洞、爱因斯坦环

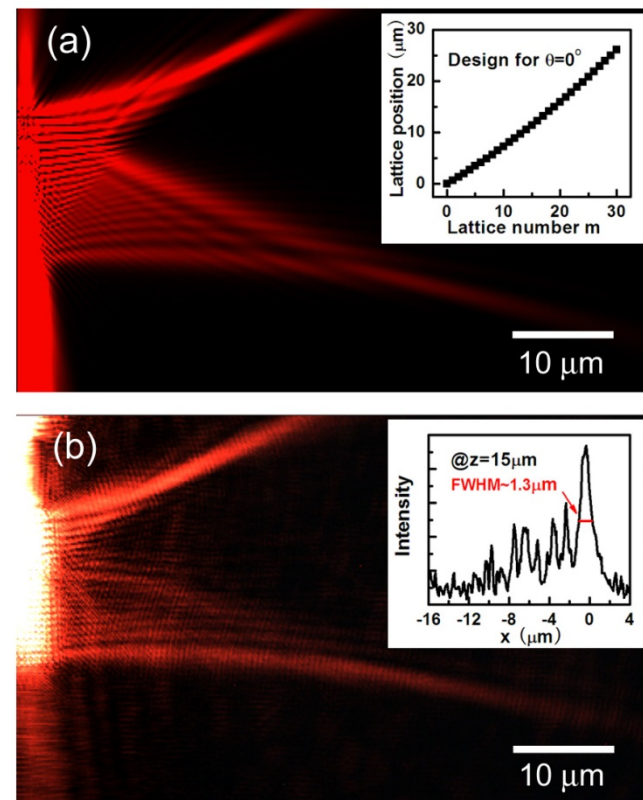


研究前沿——神奇的功能

■ 平直空间中的光线弯曲

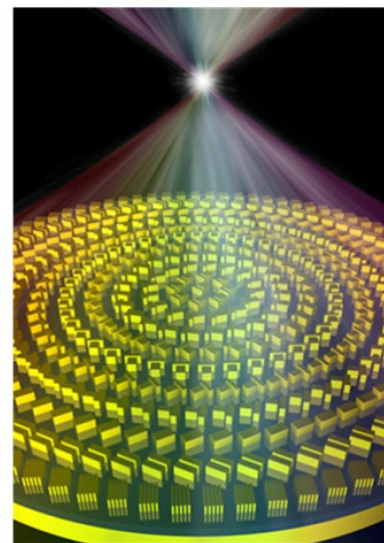
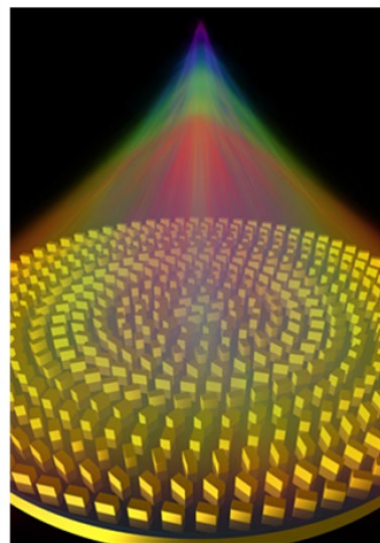
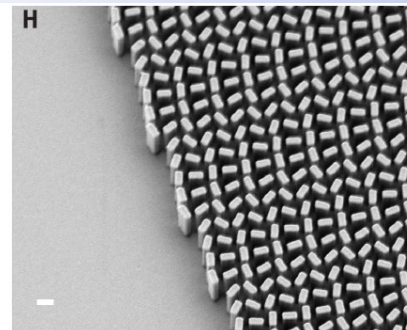
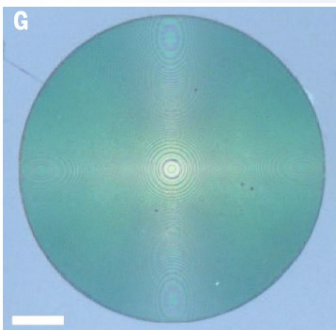
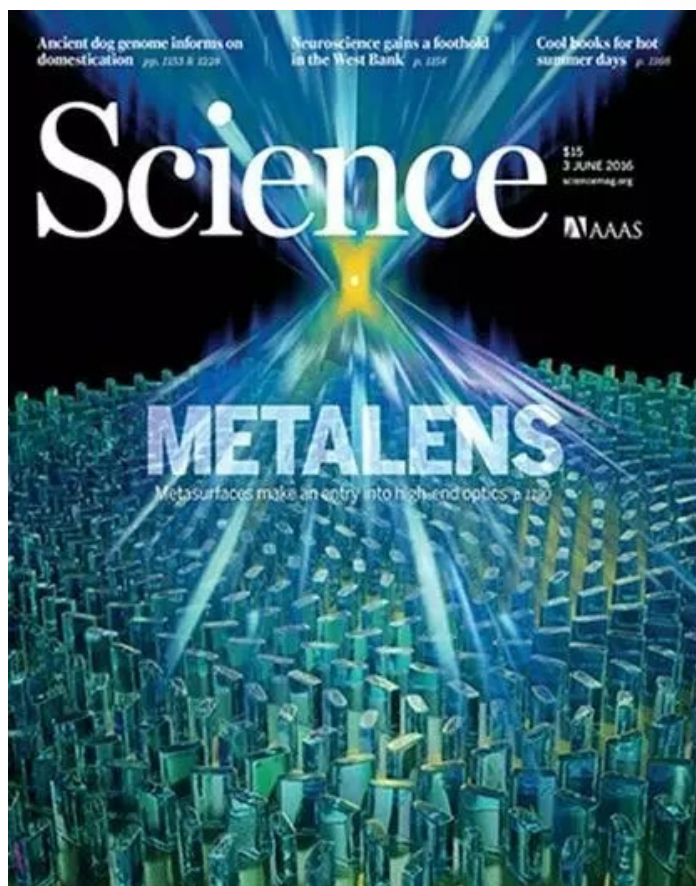


Airy beam



研究前沿——神奇的功能

■ 平板超级透镜



**想了解
电磁现象的虚幻与现实
想发展
改造世界的未来技术**

**《电动力学》是非常重要的
基础！**

电动力学课程特点：

不同于普通电磁学，主要体现在思维抽象、习题难解等。侧重点不同——“场”和“势”！

在学习时要注意掌握好概念、原理、结构和方法，这些在听课、阅读、复习、小结和总复习时都要注意做到，既见树木，更见森林。

要在数学与物理结合上下硬功夫，培养物理与数学间相互“翻译”的能力，能熟练地运用数学独立地对教材内容进行推导，并明确它们的物理意义和图象。

参考书：

- 1、电动力学 郭硕宏编 高等教育出版社
- 2、电动力学 尹真 编 南京大学出版社
- 3、Classical Electrodynamics J. D. Jackson
- 4、现代电动力学 王振林编（特别推荐）

前序课程：《电磁学》、《数学物理方法》

重要辅助：

- 1、Matlab、Mathematica 编程
- 2、Comsol、CST、FDTD 等电磁仿真软件

学习成绩评定方法:

总成绩 = 期末成绩50-60%
+ 期中成绩30-40%
+ 平时成绩10%

(作业、思考题、小论文、project)

出国推荐必要条件: 总评A or 小论文优秀

内容大纲

预备知识——矢量运算

- 0.1 标量场的梯度-哈密顿算符
- 0.2 矢量场的散度-高斯定理
- 0.3 矢量场的旋度-斯托克斯定理
- 0.4 正交曲线坐标系
- 0.5 二阶微分算符 格林定理
- 0.6 张量及其运算

第一章 电磁现象的普遍规律

- 1.1 电荷与电场
- 1.2 电流与磁场
- 1.3 麦克斯韦方程组
- 1.4 介质的电磁性质
- 1.5 电磁场边值关系
- 1.6 电磁场的能量与能流

内容大纲

第二章 静电场

- 2.1 标势及其微分方程
- 2.2 唯一性定理
- 2.3 拉普拉斯方程及分离变量法
- 2.4 镜像法
- 2.5 格林函数法
- 2.6 电多极矩

第三章 静磁场

- 3.1 矢势及其微分方程
- 3.2 磁标势
- 3.3 磁多极矩
- 3.4 A-B效应
- 3.5 超导体的电磁性质

内容大纲

第四章 电磁波的传播

- 4.1 平面电磁波
- 4.2 电磁波在介质界面的反射与折射
- 4.3 导体存在时的电磁波传播
- 4.4 波导和谐振腔
- 4.5 高斯光束
- 4.6 等离子体

第五章 电磁波的辐射

- 5.1 电磁场的矢势和标势
- 5.2 推迟势
- 5.3 电偶极辐射
- 5.4 磁偶极辐射与电四极辐射
- 5.5 电磁波的干涉和衍射
- 5.6 电磁场的动量

内容大纲

第六章 狭义相对论

6.1 相对论的实验基础

6.2 相对论基本原理与洛伦兹变换

6.3 相对论的时空理论

6.4 相对论理论的四维形式

6.5 电动力学理论的协变性

6.6 相对论动力学

狭义相对论时空

相对论力学与电动力学