

《光学》复习与总结



- 光学是研究光的本质、光的产生与控制、光的传输与检测、光与物质相互作用以及它的应用的科学：

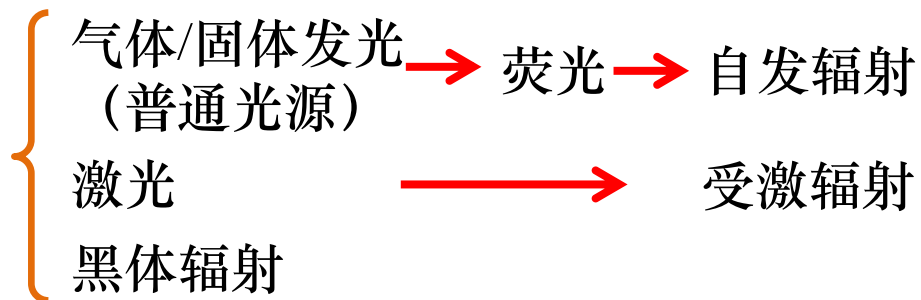
- 光的本质：波粒二象性
- 光的产生 (Production) 光源
- 光的传播 (Propagation)
 - 各向同性介质 传播规律 (干涉、衍射、偏振)
 - 各向异性介质 双折射、旋光
- 光与物质的相互作用 (Interaction)
 - 散射、吸收、光电效应
 - 光的检测 (光强、偏振、相位)

几何光学
波动光学

量子光学

§ 光的产生

光源



光的干涉

相干长度/时间相干性

- **空间相干性**: 光源的宽度对干涉条纹可见度的影响
- **时间相干性**: 光源频谱宽度对干涉条纹可见度的影响
- 普通光源 获得相干光的方法:

将光源上同一原子同一次发的光分成两部分，再使它们叠加

§ 光的传播

线性叠加原理

- 光的干涉** 分波前（杨氏）、分振幅（薄膜） 等倾、等厚
双光束 近似双光束或多光束
- 光的衍射** 看成无穷多光束的叠加 → 衍射积分公式
- 光的偏振态** 线偏振、圆偏振、椭圆偏振 偏振光的获得与检测

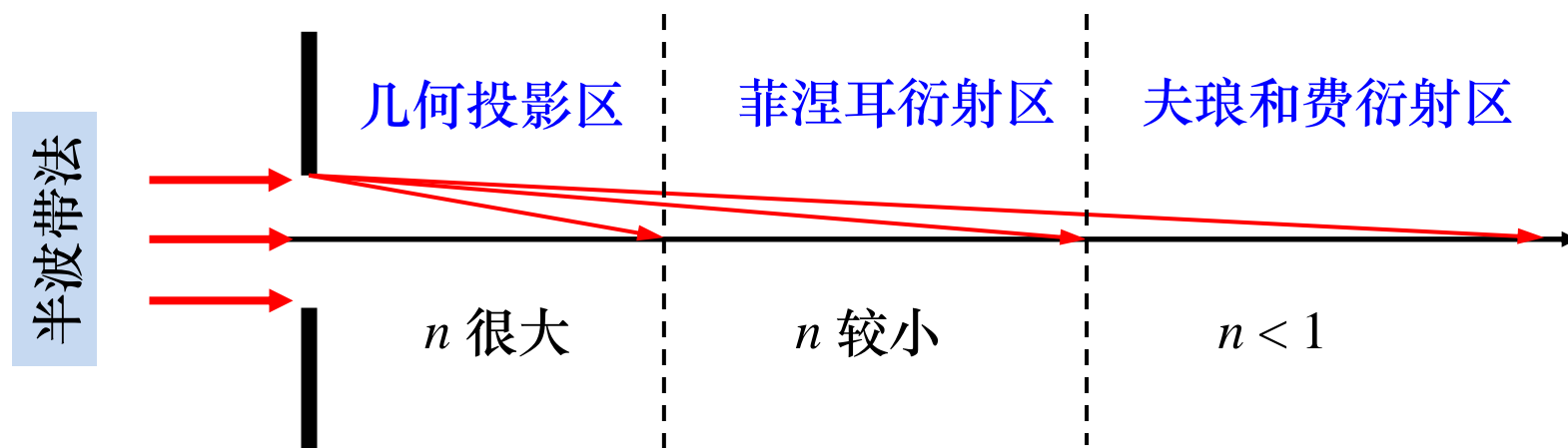
- 多光束干涉
- 分振幅（减幅） F-P干涉仪
 - 分波前（等幅） 衍射光栅

§ 光的传播

$$\Delta\theta = \frac{\lambda}{a}$$

■ 缝宽变化对条纹的影响

波长 λ 一定，若 $a \downarrow \rightarrow \Delta\theta \uparrow$ ，零级衍射斑越大，衍射现象越明显。



{	几何光学	$\lambda \ll D$	光的衍射和光的直线传播如何统一??	晶体光学 o/e光
	衍射	$\lambda < D$	杨氏双缝装置中，为什么不考虑光的衍射??	
	散射	$\lambda \sim D$	米氏散射	↕ X射线衍射
		$\lambda \gg D$	瑞利散射	

§ 光与物质相互作用

光与物质相互作用

受激吸收 光的吸收 $\rightarrow I = I_0 e^{-\alpha x}$ **朗伯定律**

自发辐射 每个原子都可能自发地、独立地发生从高能级到低能级的跃迁

受激辐射 外来光子的激励从高能级到低能级的跃迁 \rightarrow 激光器

各向同性 $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$ \longrightarrow 各向异性 $\mathbf{D} = \vec{\epsilon} \cdot \mathbf{E}$

能量守恒?

光的弹性散射 瑞利/米氏散射

非弹性散射 拉曼/布里渊散射 散射光子与入射光子有能量差

康普顿散射 X-射线与电子 \rightarrow 光子的动量



§ “光学树”

光学/基础光学

- 几何光学
 - 光波场的描述
 - 光的反射与折射
 - 吸收与散射
 - 光的干涉
 - 光的衍射
 - 成像仪器与光谱仪
 - 空间频率滤波与全息术
 - 光在各向异性介质中的传播
 - 光源与光量子
 - 光学前沿
- **光有粒子性和波动性双重性质——波粒二象性。**在与光的传播特性有关的现象中波动性表现明显；在光与物质相互作用时粒子性显著。

§ 《光学》与其他课程的联系

数学物理方法 →
傅里叶积分

电磁学
电磁场边界条件

- 几何光学
- 光波场的描述
- 光的反射与折射
- 吸收与散射
- 光的干涉
- 光的衍射
- 成像仪器与光谱仪
- 空间频率滤波与全息术
- 光在各向异性介质中的传播
- 光源与光子

电动力学

Maxwell方程、能流、电场中的小球/电偶极辐射

信息光学

衍射积分公式、空间滤波

量子光学

光的粒子性、相干性

非线性光学/激光物理
晶体各项异性

- 光有粒子性和波动性双重性质——波粒二象性。在与光的传播特性有关的现象中波动性表现明显；在光与物质相互作用时粒子性显著。



《光学》课程内容一览

- **波动与电磁波（5节）**：简谐波、等相面、相速度、平面波的横波性、频谱宽度、光强、能流、光的偏振态、吸收、色散、群速度；瑞利散射、米氏散射。
- **几何光学（3节）**：几何光学基本定律、光程、费马原理；成像的基本概念、单球面成像（反射与折射）、横向放大率、薄透镜成像、透镜组成像（作图法）、光阑。
- **光的反射与折射、吸收与散射（6节，重点）**：光在各向同性介质界面上反射与折射、Fresnel公式、反射过程中的相移（相位突变）、布儒斯特角、反射与透射率、反射光与折射光的偏振态；全反射、倏逝波、光纤、棱镜。



《光学》课程内容一览

- 光的干涉（8节，重点）：光的叠加、相干条件、杨氏双缝干涉、空间/时间相干性；等倾干涉、等厚干涉、迈克尔逊干涉仪；多光束干涉、FP干涉仪、光学薄膜（增反膜与增透膜）。
- 光的衍射（9节，重点）：惠更斯-菲涅耳原理、衍射积分公式、旁轴近似、衍射的分类、衍射与Fourier变换；正弦光栅、单缝衍射（积分法/矢量图法）、圆孔衍射、Airy斑、瑞利判据；多缝衍射、光栅方程、菲涅尔衍射（半波带法）、巴比涅定理。
- 空间频率滤波与全息术（1节）：Abbe成像原理、4f系统、透镜的低通滤波作用；空间滤波。



《光学》课程内容一览

- **成像仪器与光谱仪（4节）**：放大镜、显微镜、**最小分辨距离/角度**（衍射极限）；突破光学衍射极限的方法、超分辨荧光显微镜的原理、扫描近场光学显微镜；光谱仪、棱镜、**光栅**、FP干涉仪（自由光谱区）。
- **光在各向异性介质中的传播（5节，重点）**：**双折射**（光轴等概念）、马吕斯定律、**惠更斯作图法**；晶体偏振元件（偏振片、棱镜、波片）、**光的偏振态的改变与检测**。
- **光源（5节）**：**黑体辐射与光量子**、受激吸收、自发/受激辐射、激光器、谐振腔。



《光学》期末考试注意事项

题型

选择题（不定项）

简答题

作图题

计算/证明题

携带：尺子、圆规、计算器（严禁使用手机）

■ **考试地点：1区5-105**

■ **考试时间：2019年01月04日18:30-20:30**

2016-2017年期末考试例题

简答题

2.4 请解释为何早霞和晚霞通常是绚丽的橘红色？（8分）

2.4 参考答案：

- ①瑞利散射光强度与波长 λ^4 成反比；
- ②太阳光中有蓝绿黄红等各种可见光波长成分，蓝绿光波长较短，红黄光波长较长；
- ③因此蓝绿光受到的大气分子/非常小的尘埃等的瑞利散射更大，透过大气层后达到人眼的蓝绿光成分很少，而红黄成分较多；早晚太阳高度较低，太阳光需穿过较厚的大气层。
- ④另外，云朵中主要是粒径较大的颗粒，对各种光的成分都会散射（米氏散射，白云成因），当红黄的太阳光照射到云朵上，散射到人眼的就呈现绚丽的橘红色了。

①3分，②1分，③3分，④1分。