

考研新版
全国881所研招院校

硕士研究生入学招生考试 考研专业课精品资料

2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究
院《801 光学》考研精品资料
附赠：重点名校真题汇编

策划：考研辅导资料编写组

真题汇编 明确考点
考研笔记 梳理重点
核心题库 强化训练
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



【初试】2026 年 中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研精品资料

说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清电子版支持打印，考研推荐资料。

一、重点名校真题汇编**1. 附赠重点名校：光学 2012-2024 年考研真题汇编(暂无答案)**

说明：赠送重点名校考研真题汇编，因不同院校真题相似性极高，甚至部分考题完全相同，建议考生备考过程中认真研究其他院校的考研真题。

二、2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研资料**2. 《光学》考研相关资料****(1) 《光学》考研核心题库(含答案)****①中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《光学》考研核心题库精编。**

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

(2) 《光学》考研题库[仿真+强化+冲刺]**①2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研专业课五套仿真模拟题。**

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习推荐。

③2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺推荐资料。

3. 《激光原理》考研相关资料**(1) 《激光原理》[笔记+课件+提纲]****①2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光原理》考研复习笔记。**

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段必备资料。

②2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光原理》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

③2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光原理》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

(2) 《激光原理》考研核心题库(含答案)**①2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光原理》考研核心题库精编。**

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习推荐资料。

4. 《激光技术》考研相关资料**(1) 《激光技术》[笔记+提纲]****①2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光技术》考研复习笔记。**

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段必备资料。

②2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之《激光技术》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

三、电子版资料全国统一零售价

本套考研资料包含以上一、二部分(不含教材)，全国统一零售价：[¥]

四、2026 年研究生入学考试指定/推荐参考书目(资料不包括教材)

中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研初试参考书

《光学》 母国光 高等教育出版社 第三版

《激光原理》 周炳琨 国防工业出版社 第七版

《激光技术》 蓝信钜 科学出版社 第三版

五、本套考研资料适用学院

华北光电技术研究所

六、本专业一对一辅导(资料不包含，需另付费)

提供本专业高分学长一对一辅导及答疑服务，需另付费，具体辅导内容计划、课时、辅导方式、收费标准等详情请咨询机构或商家。

七、本专业报录数据分析报告(资料不包含，需另付费)

提供本专业近年报考录取数据及调剂分析报告，需另付费，报录数据包括：

- ①报录数据-本专业招生计划、院校分数线、录取情况分析 & 详细录取名单；
- ②调剂去向-报考本专业未被录取的考生调剂去向院校及详细名单。

版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	5
2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研核心笔记	9
《激光原理》考研核心笔记	9
第 1 章 激光的基本原理	9
考研提纲及考试要求	9
考研核心笔记.....	9
第 2 章 开放式光谐振腔与高斯光束	18
考研提纲及考试要求	18
考研核心笔记.....	18
第 3 章 电磁场和物质的共振相互作用	46
考研提纲及考试要求	46
考研核心笔记.....	46
第 4 章 激光振荡特性	59
考研提纲及考试要求	59
考研核心笔记.....	59
第 5 章 激光放大特性	71
考研提纲及考试要求	71
考研核心笔记.....	71
第 6 章 激光特性的控制	84
考研提纲及考试要求	84
考研核心笔记.....	84
第 7 章 典型激光器和激光放大器	97
考研提纲及考试要求	97
考研核心笔记.....	97
第 8 章 半导体激光器和激光放大器	115
考研提纲及考试要求	115
考研核心笔记.....	115
《激光技术》考研核心笔记	131
第 1 章 激光调制与偏转技术	131
考研提纲及考试要求	131
考研核心笔记.....	131
第 2 章 调 Q(Q 开关)技术	147
考研提纲及考试要求	147
考研核心笔记.....	147
第 3 章 超短脉冲技术	156

考研提纲及考试要求	156
考研核心笔记	156
第 4 章 激光放大技术	167
考研提纲及考试要求	167
考研核心笔记	167
第 5 章 模式选择技术	179
考研提纲及考试要求	179
考研核心笔记	179
第 6 章 稳频技术	188
考研提纲及考试要求	188
考研核心笔记	188
第 7 章 非线性光学技术	207
考研提纲及考试要求	207
考研核心笔记	207
第 8 章 激光传输技术	226
考研提纲及考试要求	226
考研核心笔记	226
2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研辅导课件	247
《激光原理》考研辅导课件	247
2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研复习提纲	294
《激光原理》考研复习提纲	294
《激光技术》考研复习提纲	297
2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研核心题库	300
《光学》研核心题库之计算题精编	300
《激光原理》考研核心题库之选择题精编	341
《激光原理》考研核心题库之填空题精编	351
《激光原理》考研核心题库之简答题精编	353
《激光原理》考研核心题库之计算题精编	364
2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研题库[仿真+强化+冲刺]	384
中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研仿真五套模拟题	384
2026 年光学五套仿真模拟题及详细答案解析（一）	384
2026 年光学五套仿真模拟题及详细答案解析（二）	390
2026 年光学五套仿真模拟题及详细答案解析（三）	396
2026 年光学五套仿真模拟题及详细答案解析（四）	402
2026 年光学五套仿真模拟题及详细答案解析（五）	406
中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研强化五套模拟题	412
2026 年光学五套强化模拟题及详细答案解析（一）	412

2026 年光学五套强化模拟题及详细答案解析（二）	417
2026 年光学五套强化模拟题及详细答案解析（三）	422
2026 年光学五套强化模拟题及详细答案解析（四）	428
2026 年光学五套强化模拟题及详细答案解析（五）	435
中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学之光学考研冲刺五套模拟题	440
2026 年光学五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）	440
2026 年光学五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）	446
2026 年光学五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）	450
2026 年光学五套冲刺模拟题及详细答案解析（四）	457
2026 年光学五套冲刺模拟题及详细答案解析（五）	463
附赠重点名校：光学 2012-2024 年考研真题汇编（暂无答案）	467
第一篇、2024 光学考研真题汇编	467
2024 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	467
2024 年河北工程大学 815 光学考研专业课真题	471
第二篇、2023 光学考研真题汇编	473
2023 年河北工程大学 815 光学考研专业课真题	473
2023 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	474
第三篇、2022 光学考研真题汇编	478
2022 年河北工程大学 815 光学考研专业课真题	478
第四篇、2021 年光学考研真题汇编	481
2021 年河北工程大学 815 光学考研专业课真题	481
2021 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	483
2021 年昆明理工大学 845 光学（几何光学基础+波动光学）光学考研专业课真题	486
第五篇、2020 年光学考研真题汇编	489
2020 年河北工程大学 815 光学考研专业课真题	489
2020 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	490
第六篇、2019 年光学考研真题汇编	492
2019 年江苏大学 804 光学考研专业课真题	492
2019 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	494
2019 年广东工业大学 848 光学考研专业课真题	496
第七篇、2018 年光学考研真题汇编	502
2018 年华侨大学 821 光学考研专业课真题	502
2018 年暨南大学 834 光学考研专业课真题	503
2018 年昆明理工大学 845 光学 A 卷考研专业课真题	505
2018 年太原科技大学 815 光学考研专业课真题	508
2018 年中山大学 899 光学考研专业课真题	510
第八篇、2017 年光学考研真题汇编	512
2017 年大连工业大学 818 光学考研专业课真题	512
2017 年华侨大学 830 光学考研专业课真题	514

2017 年暨南大学 834 光学考研专业课真题.....	515
2017 年青岛大学 656 光学考研专业课真题.....	517
2017 年扬州大学 891 光学考研专业课真题.....	520
第九篇、2016 年光学考研真题汇编	522
2016 年华侨大学 841 光学考研专业课真题.....	522
2016 年暨南大学 834 光学考研专业课真题.....	524
2016 年解放军信息工程大学 823 光学考研专业课真题.....	526
2016 年青岛大学 656 光学考研专业课真题.....	531
第十篇、2015 年光学考研真题汇编	535
2015 年华侨大学 841 光学考研专业课真题.....	535
2015 年暨南大学 834 光学考研专业课真题.....	537
2015 年解放军信息工程大学 823 光学考研专业课真题.....	539
2015 年青岛大学 656 光学考研专业课真题.....	542
第十一篇、2014 年光学考研真题汇编	545
2014 年华侨大学 841 光学考研专业课真题.....	545
2014 年江苏大学 804 光学考研专业课真题.....	547
2014 年解放军信息工程大学光学考研专业课真题	549
2014 年青岛大学 656 光学考研专业课真题.....	552
第十二篇、2013 年光学考研真题汇编	555
2013 年华侨大学 841 光学考研专业课真题.....	555
2013 年江苏大学 804 光学考研专业课真题.....	557
2013 年青岛大学 656 光学考研专业课真题.....	559
2013 年中国科学院大学光学考研专业课真题.....	562
2013 年中山大学 854 光学考研专业课真题.....	565
第十三篇、2012 年光学考研真题汇编	568
2012 年华侨大学 841 光学考研专业课真题.....	568
2012 年青岛大学 892 光学考研专业课真题.....	570
2012 年中国科学院大学光学考研专业课真题.....	574

2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研核心笔记

《激光原理》考研核心笔记

第 1 章 激光的基本原理

考研提纲及考试要求

考点：光的基本性质
 考点：光波模式和光子状态
 考点：光子的相干性
 考点：光子简并度
 考点：受激辐射和自发辐射概念
 考点：受激辐射的相干性
 考点：光放大概念的产生
 考点：现实光放大的条件——集居数反转

考研核心笔记

【核心笔记】相干性的光子描述

1. 光的基本性质

- (1) 粒子属性：能量，动量，质量等
- (2) 波动属性：频率、波矢、偏振等

①光子能量 ε 与光波频率 ν ：

$$\varepsilon = h\nu$$

其中普朗克常数：

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

②光子运动质量：

$$m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

③光子动量：

$$P = mc n_0 = \frac{h\nu}{c} n_0 = \frac{h}{2\pi} \times \frac{2\pi}{\lambda} n_0 = \hbar k$$

$$\text{其中 } \hbar = \frac{h}{2\pi}, \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} n_0$$

④光的偏振：振动方向对于传播方向的不对称性叫做偏振，光子具有两种独立偏振态。

⑤光子具有自旋，并且自旋量子数为整数。

量子电动力学观点：任意电磁场可看作一系列单色平面电磁波的本征模式的线性叠加，每个本征模式的能量和动量是量子化的，为基元能量和基元动量的整数倍。具有相同能量和动量的光子彼此间不可区分，因而处于同一模式（或状态），每个模式内的光子数目是没有限制的，这是光子与电子的重要区别。

2. 光波模式和光子状态（相格）

(1) 光波模式：在一个有边界条件限制的空间 V 内，只能存在一系列独立的具有特定波矢的平面单色驻波，称为电磁波的模式或者光波模。

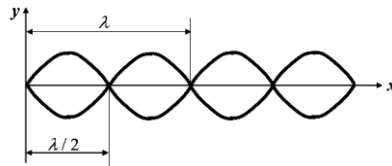
①光波：电磁波横波

②单色平面波：麦氏方程的特解

③驻波：两列振幅相等的相干波沿相反方向相互传播而形成的波称为驻波。

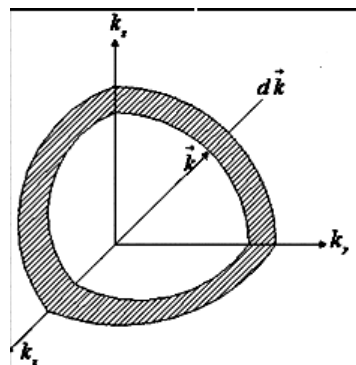
a. 自由空间中：具有任意波矢的单色平面波都可能存在；

b. 有限空间 V 内：存在具有特定波矢的单色平面驻波。



$$V = \Delta x \Delta y \Delta z$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= m \cdot \frac{\lambda}{2} \\ \Delta y &= n \cdot \frac{\lambda}{2} \\ \Delta z &= q \cdot \frac{\lambda}{2} \end{aligned} \right\}$$



相邻模间隔：

$$\Delta k_x = \frac{\pi}{\Delta x}, \Delta k_y = \frac{\pi}{\Delta y}, \Delta k_z = \frac{\pi}{\Delta z}$$

波矢空间中每个光波模式所占体积：

$$\Delta k_x \Delta k_y \Delta k_z = \frac{\pi^3}{\Delta x \Delta y \Delta z} = \frac{\pi^3}{V}$$

第一象限中 $k \rightarrow k + dk$ 区间体积：

$$\frac{1}{8} \cdot 4\pi k^2 dk = \frac{1}{2} \pi k^2 dk$$

此体积内光波模式数：

$$\frac{1}{2} \pi k^2 dk \bigg/ \frac{\pi^3}{V} = \frac{k^2 dk}{2\pi^2} \cdot V$$

由

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi\nu}{c}$$

所以

$$dk = \frac{2\pi d\nu}{c}$$

(2) 光子(状)态:

相空间内一点表示质点的一个运动状态。

测不准关系:

$$\Delta x \Delta y \Delta z \Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z \approx h^3$$

相格: 同一光子态的光子所占的相空间体积元。

由

$$\Delta x \Delta y \Delta z \Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z = h^3$$

$$\vec{P} = \frac{h}{2\pi} \vec{k}$$

得

$$\Delta k_x \Delta k_y \Delta k_z = \frac{\pi^3}{\Delta x \Delta y \Delta z} = \frac{\pi^3}{V}$$

可见, 一个光波模在相空间也占有一个相格. 因此, 一个光波模等效于一个光子态。

结论: 一个光波模式 = 一个光子态。

2. 光子的相干性

(1) 相干光波: 频率相同、振动方向一致、位相差恒定的两束光波。

(2) 空间相干性

①相干长度: 沿传播方向的相干长度。

②相干面积: 垂直于光传播方向截面上的相干面积。

③相干体积: 空间体积 V_c 内各点的光波场都具有明显的相干性, 则 V_c 为相干体积。

$$V_c = A_c \cdot L_c$$

④相干时间: 光沿传播方向通过相干长度所需的时间。

$$\tau_c = L_c / c$$

3. 光子简并度

处于同一相格中的光子数, 处于同一模式中的光子数, 处于相干体积内的光子数, 处于同一光子态的光子数。决定了相干光强, 反映光源的单色亮度。

【核心笔记】光的受激辐射基本概念

1. 黑体辐射的普朗克公式

(1) 绝对黑体: 如果某一物体能够完全吸收任何波长的电磁辐射, 则称此物体为绝对黑体, 简称黑

体。

(2) 热辐射 (温度辐射): 物体除吸收电磁辐射外, 还会发出电磁辐射, 这种电磁辐射称为热辐射或温度辐射。

(3) 黑体辐射 (平衡辐射): 如果黑体处于某一温度 T 的热平衡情况下, 则它所吸收的辐射能量应等于发出的辐射能量, 即黑体与辐射场之间应处于能量 (热) 平衡状态。这种平衡必然导致空腔内存在完全确定的辐射场。这种辐射场称为黑体辐射或平衡辐射。

单色能量密度: 在单位体积内, 频率处于 ν 附近的单位频率间隔中的电磁辐射能量, 单位为 $\text{J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}$ 在温度 T 的热平衡情况下, 黑体辐射分配到腔内每个模式上的平均能量为:

$$E = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k_b T}} - 1}$$

腔内单位体积内, 频率处于 ν 附近, 单位频率间隔内光波模式数 n_ν 为:

$$n_\nu = \frac{P}{V d\nu} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}$$

黑体辐射普朗克公式为:

$$\rho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{k_b T}} - 1}$$

2. 受激辐射和自发辐射概念

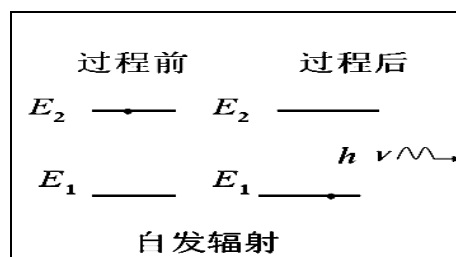
黑体辐射, 实质上是辐射场和构成黑体的物质原子相互作用的结果。为简化问题, 我们只考虑原子的两个能级 E_2 和 E_1 并有

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

单位体积内处于两能级的原子数分别用 n_2 和 n_1 表示,

(1) 自发辐射

处于高能级 E_2 的一个原子自发地向 E_1 跃迁, 并发射一个能量为 $h\nu$ 的光子。这种过程称为自发跃迁。



自发跃迁过程用自发跃迁几率 A_{21} 描述。 A_{21} 定义为: 单位时间内 n_2 个高能态原子中发生自发跃迁的原子数与 n_2 的比值:

$$A_{21} = \left(\frac{dn_{21}}{dt} \right)_{sp} \frac{1}{n_2}$$

注意: 自发跃迁是一种只与原子本身性质有关而与辐射场无关的自发过程。因此 A_{21} 只决定于原子本身的性质。

则

《激光技术》考研核心笔记

第 1 章 激光调制与偏转技术

考研提纲及考试要求

考点：调制的基本概念

考点：电光调制

考点：声光调制

考点：磁光调制

考点：直接调制

考点：调制器基本内容

考研核心笔记

【核心笔记】调制的基本概念

1. 激光技术课程特点

(1) 激光技术主要讲授可以改善和提高激光性能的激光单元技术，主要包括：

① 激光调制与偏转技术

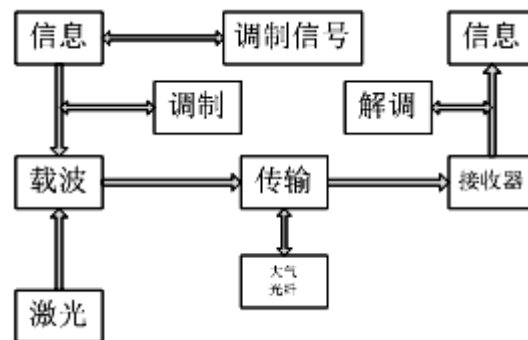
② 调 Q 技术：将激光输出的脉冲宽度压缩至 ns 量级。

③ 锁模技术：将激光输出的脉冲宽度压缩至 fs 量级。

④ 非线性光学技术：扩展激光波段、改变或控制激光器参数等。

(2) 激光技术涉及多学科的理论知识，但从基本原理来看，大多是利用光和物质相互作用所产生的物理效应（主要有电光效应，声光效应，非线性光学效应等）和采用不同的运用形式来控制激光某参量（能量，功率，脉宽，偏振，模式，线宽等）而实现的。

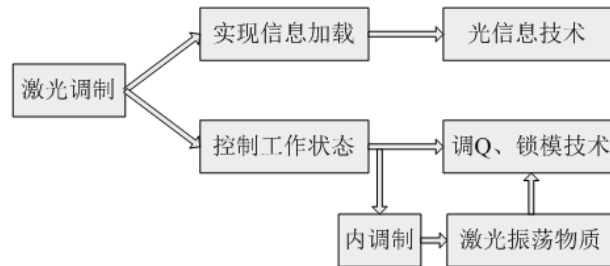
所谓“调制”，是按着人类应用的需求（以信息的形式出现）对光波进行“调节”与“控制”，从而将信息加载到光波上去。



2. 为什么要用光波作为信息载体？

- (1) 转播速度快
- (2) 信息容量大
- (3) 可以用光学系统进行变换
- (4) 可以在透明介质中传输（光纤、水……）
- (5) 可以不用介质传输（真空、太空……）
- (6) 可独立传播

3. 加载了信号的光波是以群速度传播



4. 调制的基本方式

(1) 单色平面波的表达式为 $e_c(t) = A_c \cos(\omega_c t + \varphi_c)$ ，其中 A_c 为振幅， ω_c 为角频率， φ_c 为初始位相。

(2) 通过改变激光载波的特征参量，可以对激光载波进行调制。

① 调幅 → 振幅调制：使载波的振幅随调制信号的变化而变化。

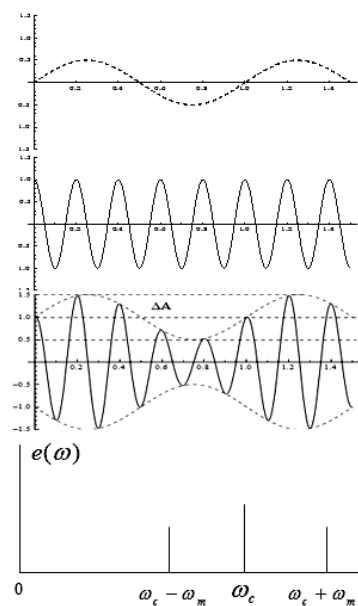
② 调频 → 频率调制：使载波的频率随调(青岛金一榜华研教育科技有限公司版权 11 所有，侵权必究。)

制信号的变化而变化。

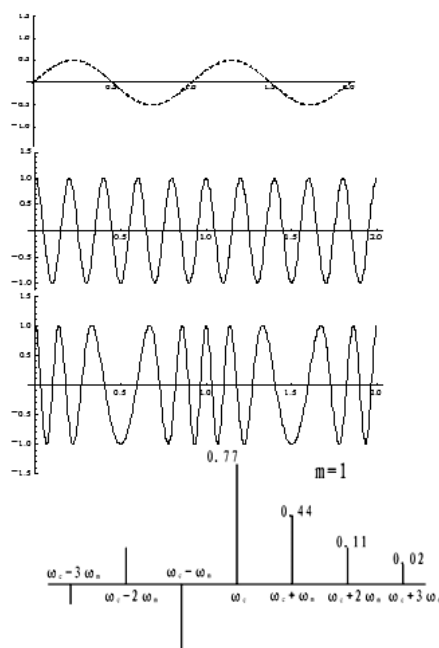
③ 调相 → 相位调制：使载波的相位随调制信号的变化而变化。

④ 强度调制：使载波的光强随调制信号的变化而变化。

振幅调制：



频率调制和相位调制



⑤强度调制

⑥脉冲调制



⑦空间调制

【核心笔记】电光调制

1. 折射率椭球

对于任意方向入射的光波波矢 $\mathbf{K}$ ，通过坐标原点 O 做垂直于 $\mathbf{K}$ 的平面 Σ ， Σ 与椭球面相交，交线为一以 $\mathbf{K}$ 为法线的椭圆，该椭圆的两个主轴的方向就是 $\mathbf{D}$ 的两个相互正交的 $\mathbf{D}_1$ 和 $\mathbf{D}_2$ ，两个主半轴的长度对应的折射率是 n_1 和 n_2 。

(1) 折射率椭球的一般形式：

$$\left(\frac{1}{n^2}\right)_1 x^2 + \left(\frac{1}{n^2}\right)_2 y^2 + \left(\frac{1}{n^2}\right)_3 z^2 + 2yz\left(\frac{1}{n^2}\right)_4 + 2xz\left(\frac{1}{n^2}\right)_5 + 2xy\left(\frac{1}{n^2}\right)_6 = 1$$

主轴化的折射率椭球：

$$\frac{x^2}{n_x^2} + \frac{y^2}{n_y^2} + \frac{z^2}{n_z^2} = 1$$

(2) 折射率椭球的矩阵表示形式：

$$\begin{bmatrix} x^2 & y^2 & z^2 & 2yz & 2zx & 2xy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \left(\frac{1}{n^2}\right)_1 \\ \left(\frac{1}{n^2}\right)_2 \\ \left(\frac{1}{n^2}\right)_3 \\ \left(\frac{1}{n^2}\right)_4 \\ \left(\frac{1}{n^2}\right)_5 \\ \left(\frac{1}{n^2}\right)_6 \end{bmatrix} = 1$$

(3) 主轴化以后折射率椭球的矩阵表示形式:

$$\begin{bmatrix} x^2, y^2, z^2, 2zy, 2zx, 2xy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{1}{n_x^2} \\ \frac{1}{n_y^2} \\ \frac{1}{n_z^2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = 1$$

2.KDP 晶体的 Pockel

KDP 晶体为负单轴晶体, 四方晶系, $n_x=n_y=n_o$, $n_z=n_e$ 。

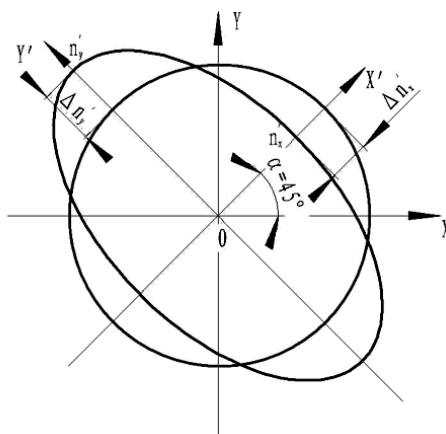
$$[\gamma_{ij}]_{KDP} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ \gamma_{41} & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{52} & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_{63} \end{bmatrix} \quad \gamma_{41} = \gamma_{52}$$

$$\text{加外电场 } \vec{E} = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix} : \quad \frac{x^2}{n_x^2} + \frac{y^2}{n_y^2} + \frac{z^2}{n_z^2} + 2\gamma_{41}E_x yz + 2\gamma_{52}E_y zx + 2\gamma_{63}E_z xy = 1$$

(1) KDP 纵向运用主轴的变化

$\vec{x}, \vec{y}$ 为原主轴方向;

$\vec{x}', \vec{y}'$ 为感应主轴方向。



(2) KDP 晶体的 Pockel 效应

① 感应主轴的方向

相对于原主轴旋转 45° (顺时针)。

KDP 晶体称为双轴晶体。

② 感应主轴的长度

2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研辅导课件

《激光原理》考研辅导课件

激光的基本原理

- § 1-1 相干性的光子描述
- § 1-2 光的受激辐射基本概念
- § 1-3 光的受激辐射放大
- § 1-4 光的自激振荡
- § 1-5 激光的特性

§ 1-1 相干性的光子描述

一. 光子的基本性质

$$1. \quad \epsilon = h\nu, h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$2. \quad m = \frac{h\nu}{c^2}, m_0 = 0$$

$$3. \quad \vec{P} = m\vec{c}\vec{v}_0 = \frac{h\nu}{c}\vec{n}_0 = \frac{h}{2\pi} \frac{2\pi}{\lambda} \vec{v}_0 = \hbar\vec{k}$$

- 光子具有两种可能的独立偏振状态，对应于光波场的两个独立偏振方向。
- 光子具有自旋，并且自旋量子数为整数。因此大量光子的集合，服从玻色—爱因斯坦统计规律。处于同一状态的光子数目是有限制的，这是光子与其它服从费米统计分布的粒子(电子、质子、中子等)的重要区别。

二、光波模式和光子状态相格

- 按照量子电动力学概念，光波的模式和光子的状态是等效的概念。

由麦克斯韦(c. Maxwell)方程决定。单色平面波是麦克斯韦方程的一种特解，麦克斯韦方程的通解可表为一系列单色平面波的线性叠加。

$$\text{光波模式: } E(\vec{r}, t) = E_0 e^{i2\pi\nu t - i\vec{k} \cdot \vec{r}}$$

$$V = \Delta x \Delta y \Delta z$$

$$\text{驻波条件: } \Delta x = m \frac{\lambda}{2}, \Delta y = n \frac{\lambda}{2}, \Delta z = q \frac{\lambda}{2}$$

$$k_x = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{m\pi}{\Delta x}, k_y = \frac{n\pi}{\Delta y}, k_z = \frac{q\pi}{\Delta z}$$

$$\Delta k_x \Delta k_y \Delta k_z = \frac{\pi}{\Delta x} \frac{\pi}{\Delta y} \frac{\pi}{\Delta z} = \frac{\pi^3}{V}$$

$$|k| = \frac{2\pi}{\lambda}$$

m, n, q 为正整数，对应腔内一种模式(包含两个偏振)。

在k空间内，波矢绝对值处于区间

$$|k| \sim |k| + d|k|$$

$$\text{体积为 } \frac{1}{8} 4\pi |k|^2 d|k|$$

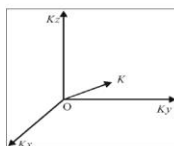


图1.1.1 波矢空间

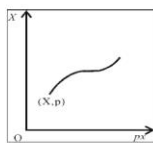
$$\text{该体积内的模式数为 } \frac{1}{8} 4\pi |k|^2 d|k| \times \frac{V}{\pi^3}$$

$$|k| = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi\nu}{c}, \quad d|k| = \frac{2\pi d\nu}{c}$$

有两种不同的偏振，上述模式数应乘 2

$$\nu \sim \nu + d\nu \text{ 之间的模式数为 } \frac{8\pi\nu^2}{c^3} d\nu V$$

测不准关系：微观粒子的坐标和动量不能同时准确测定，位置测得越准确，动量就越测不准。



$$\text{一维测不准关系 } \Delta x \Delta p_x \approx h$$

$$\text{三维测不准关系 } \Delta x \Delta y \Delta z \Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z \approx h^3$$

$$\text{六维相空间中光子的体积: } \Delta x \Delta y \Delta z \Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z \approx h^3$$

上述相空间体积元称为相格。相格是相空间中用任何实验所能分辨的最小尺度。光子的某一运动状态只能定域在一个相格中，但不能确定它在相格内部的对应位置。

微观粒子和宏观质点不同，它的运动状态在相空间中不是对应一点而是对应一个相格。这表明微观粒子运动的不连续性。仅当所考虑的运动物体的能量和动量远远大于由普朗克常数 h 所标志的量 $h\nu$ 和 hk ，以致量子化效应可以忽略不计时，量子力学过渡到经典力学。

一个相格所占有的坐标空间体积(或称相格空间体积)

$$\Delta x \Delta y \Delta z = \frac{h^3}{\Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z}$$

$$\text{又 } \Delta p_x = 2\hbar \Delta k_x, \Delta p_y = 2\hbar \Delta k_y, \Delta p_z = 2\hbar \Delta k_z$$

$$\text{则 } \Delta x \Delta y \Delta z \Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z \approx h^3$$

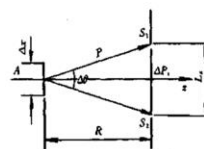
一个光波模在相空间也占有一个相格，一个光波模等效于一个光子态。

物理光学中曾经证明：图中，由线度为 Δx 光源 A 照明的和两点 S_1 、 S_2 的光波场具有明显空间相干性的条件为

$$\frac{\Delta x L_x}{R} \leq \lambda$$

距离光源 R 处的相干面积为

$$A_c = L_x^2 = \left(\frac{R\lambda}{\Delta x} \right)^2$$



如果用 $\Delta\theta$ 表示两缝间距对光源的张角

$$(\Delta x)^2 \leq \left(\frac{\lambda}{\Delta\theta} \right)^2$$

光源的相干面积为：

$$\left(\frac{\lambda}{\Delta\theta} \right)^2$$

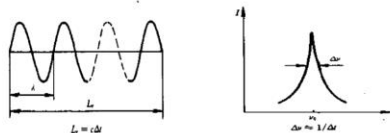
三、光子的相干性

光的相干性理解为：在不同的空间点上、在不同的时刻的光波场的某些特性(例如光波场的相位)的相关性。

相干体积：如果在空间体积 V_c 内各点的光波场都具有明显的相干性，则 V_c 称为相干体积。

$$V_c = A_c L_c = A_c \tau_c c$$

普通光源发光，是大量独立振子(例如发光原子)的自发辐射。每个振子发出的光波是由持续一段时间 Δt 或在空间占有长度 $c\Delta t$ 的波列所组成。如图所示。



单原子发光的光波列和频谱

$$\Delta\nu \approx \frac{1}{\Delta t}, L_c = c\Delta t = \frac{c}{\Delta\nu}$$

光源单色性越好，相干时间越长

$$\text{光源的相干体积 } V_c = \left(\frac{\lambda}{\Delta\theta} \right)^2 \frac{c}{\Delta\nu} = \frac{c^3}{\nu^2 \Delta\nu (\Delta\theta)^2}$$

如要求传播方向限于 $\Delta\theta$ 之内并具有频带宽度 $\Delta\nu$ 的光波相干，则光源的空间体积应小于 V_c 。

从光子观点分析如下：由面积为 $(\Delta x)^2$ 的光源发出动量为 p 限于立体角 $\Delta\theta$ 内的光子，由动量测不准关系知：

$$\Delta p_x = \Delta p_y \approx p \Delta\theta = \frac{h\nu}{c} \Delta\theta, \Delta p_z \approx |p| = \frac{h\nu}{c}$$

$$\Delta x \Delta y \Delta z = \frac{h^3}{\Delta p_x \Delta p_y \Delta p_z} = \frac{c^3}{\nu^2 \Delta\nu (\Delta\theta)^2} = V_{\Omega}$$

相格的空间体积和相干体积相等：光子属于同一光子态，则它们应该包含在相干体积之内。也就是说，属于同一光子态的光子是相干的。

结论：

1. 相格空间体积以及一个光波模或光子态占有的空间体积都等于相干体积。
2. 属于同一状态的光子或同一模式的光波是相干的。不同状态的光子或不同模式的光波是不相干的。

四、光子简并度

一个好的相干光源，应具有尽可能高的相干光强、足够大的相干面积和足够长的相干时间。

对普通光源来说，增大相干面积、相干时间和增大相干光强是矛盾的。为了增大相干面积和相干时间，可以采用光学滤波来减小 $\Delta\nu$ ，缩小光源线度或加光阑以减小以及远离光源等办法。但这一切都将导致相干光强的减小。

激光器是一种把光强和相干性两者统一起来的强相干光源。相干光强决定于具有相干性的光子的数目或同态光子的数目。

光子简并度：处于同一光子态的光子数。

含义：同态光子数、同一模式内的光子数、处于相干体积内的光子数、处于同一相格内的光子数

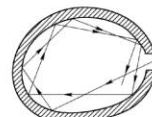
§ 1-2 光的受激辐射基本概念

❖ 受激辐射概念是爱因斯坦首先提出的(1917年)。在普朗克于1900年用辐射量子化假设成功地解释了黑体辐射分布规律，以及波尔在1913年提出原子中电子运动状态量子化假设的基础上，爱因斯坦从光子概念出发，重新推导了黑体辐射的普朗克公式，并在推导中提出了两个极为重要的概念：受激辐射和自发辐射。40年后，受激辐射概念在激光技术中得到了应用。

一、黑体辐射的普朗克公式

绝对黑体(简称黑体)：处于温度 T 的物体能够发出和吸收电磁辐射。如果某一物体能够完全吸收任何波长的电磁辐射，则称此物体为绝对黑体。(空腔即为绝对黑体)

热辐射(温度辐射)：物体除吸收电磁辐射外，还会发出电磁辐射，这种电磁辐射称为热辐射。



黑体辐射或平衡辐射：黑体处于某一温度 T 的热平衡情况下，则它所吸收的辐射能量应等于发出的辐射能量，即黑体与辐射场之间应处于能量(热)平衡状态。显然，这种平衡必然导致空腔内存在完全确定的辐射场。这种辐射场称为黑体辐射或平衡辐射。

单色能量密度 ρ_ν ：在单位体积内，频率处于 ν 附近的单位频率间隔中的电磁辐射能量。量纲为[焦耳·米⁻³·秒]

普朗克量子化假设及黑体辐射普朗克公式：

· 腔内单位体积内，频率处于 ν 附近的单位频率间隔中的光波模式数：

$$n_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3}$$

每个模式的平均能量为：

$$E = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

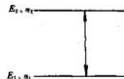


$$\rho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

二、受激辐射和自发辐射概念

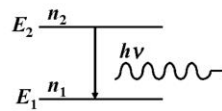
辐射场 ρ_ν 是构成黑体的物质原子相互作用的结果, 为简化问题, 我们只考虑原子的两个能级 E_1 和 E_2 , 并有

$$E_2 - E_1 = h\nu$$



单位体积内处于两能级的原子数分别用 n_2 和 n_1 表示

自发辐射(spontaneous radiation)



设 n_1, n_2 — 单位体积中处于 E_1, E_2 能级的原子数。

单位体积中单位时间内, 从 $E_2 \rightarrow E_1$ 自发辐射的原子数:

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{\text{自发}} \propto n_2$$

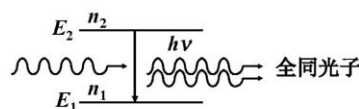
写成等式

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{\text{自发}} = A_{21}n_2$$

A_{21} — 自发辐射系数, 单个原子在单位时间内发生自发辐射过程的概率。

各原子自发辐射的光是独立的、无关的 非相干光。

受激辐射 (stimulated radiation)



设 $\rho(\nu, T)$ 温度为 T 时, 频率为 $\nu = (E_2 - E_1)/h$ 附近, 单位频率间隔的外来光的能量密度。

单位体积中单位时间内, 从 $E_2 \rightarrow E_1$ 受激辐射的原子数:

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{\text{受激}} \propto \rho(\nu, T)n_2$$

写成等式

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{\text{受激}} = B_{21}\rho(\nu, T)n_2$$

B_{21} — 受激辐射系数

$$\text{令 } W_{21} = B_{21} \cdot \rho(\nu, T)$$

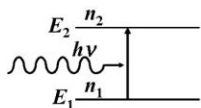
则

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{\text{受激}} = W_{21}n_2$$

W_{21} — 单个原子在单位时间内发生受激辐射过程的概率。

受激辐射光与外来光的频率、偏振方向、相位及传播方向均相同
-----有光的放大作用。

吸收(absorption)



上述外来光也有可能被吸收, 使原子从 $E_1 \rightarrow E_2$ 。

单位体积中单位时间内因吸收外来光而从 $E_1 \rightarrow E_2$ 的原子数:

$$\left(\frac{dn_{12}}{dt}\right)_{\text{吸收}} \propto \rho(\nu, T)n_1$$

三、 A_{21}, B_{12}, B_{21} 的相互关系

热平衡状态的标志是:

1. 腔内存在着热平衡黑体辐射。
2. 腔内物质原子数按能级分布应服从热平衡状态下的玻尔兹曼分布

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{g_2}{g_1} e^{-\frac{(E_2 - E_1)}{KT}}$$

$$\left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{sp} + \left(\frac{dn_{21}}{dt}\right)_{st} = \left(\frac{dn_{12}}{dt}\right)_{st}$$

2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研复习提纲

《激光原理》考研复习提纲

《激光原理》复习提纲

第 1 章 激光的基本原理

复习内容：光的基本性质
复习内容：光波模式和光子状态
复习内容：光子的相干性
复习内容：光子简并度
复习内容：受激辐射和自发辐射概念
复习内容：受激辐射的相干性
复习内容：光放大概念的产生
复习内容：实现光放大的条件——集居数反转

第 2 章 开放式光谱谐振腔与高斯光束

复习内容：光学谐振腔的构成和分类
复习内容：光腔的损耗（青岛金三角榜华研教育科技有限公司—版权所有，侵权必究。）
复习内容：腔内光线往返传播的矩阵表示
复习内容：普通球面波的传播规律
复习内容：高斯光束的准直—减小发散角

第 3 章 电磁场和物质的共振相互作用

复习内容：谱线的线形函数
复习内容：均匀加宽
复习内容：非均匀加宽
复习内容：均匀加宽与非均匀加宽的区别
复习内容：综合加宽
复习内容：自发辐射、受激辐射和受激吸收概率的修正
复习内容：吸收截面和发射截面
复习内容：单模振荡速率方程组
复习内容：增益饱和—大信号情况

第 4 章 激光振荡特性

复习内容：阈值反转集居数密度
复习内容：阈值增益系数
复习内容：连续或长脉冲激光器的阈值泵浦功率
复习内容：短脉冲激光器的阈值泵浦能量
复习内容：连续或长脉冲激光器的输出功率
复习内容：非均匀加宽激光器的多纵模振荡
复习内容：弛豫振荡
复习内容：单模激光器的线宽极限
复习内容：频率牵引

第 5 章 激光放大特性

复习内容：一般激光振荡器的缺陷
复习内容：实现高功率高能量的方法——激光放大器
复习内容：按时间特性分类
复习内容：按工作方式分类
复习内容：输入信号强度对放大器增益的影响
复习内容：最大输出光强
复习内容：小信号增益
复习内容：饱和增益和输出功率

第 6 章 激光特性的控制

复习内容：横模选择
复习内容：纵模选择—提高时间相干性
复习内容：外界因素对频率稳定性的影响
复习内容：稳频方法
复习内容：锁模原理

第 7 章 典型激光器和激光放大器

复习内容：固体激光器
复习内容：气体激光器突出优点
复习内容：泵浦方式
复习内容：He-Ne 激光器

复习内容：氩离子激光器

复习内容：CO₂ 激光器

复习内容：染料激光器

复习内容：光纤激光器

第 8 章 半导体激光器和激光放大器

复习内容：半导体工作物质中的光增益

复习内容：X 方向的载流子约束和光约束

复习内容：y 方向的载流子约束和光约束

复习内容：TE 模的场分布和本征值方程

复习内容：TM 模的场分布和本征值方程

复习内容：模场振幅及强度分布

复习内容：光约束因子

复习内容：阈值电流密度

复习内容：微腔半导体激光器

《激光技术》考研复习提纲

蓝信钜《激光技术》复习提纲

第 1 章 激光调制与偏转技术

复习内容：调制的基本概念
复习内容：电光调制
复习内容：声光调制
复习内容：磁光调制
复习内容：直接调制
复习内容：调制器基本内容

第 2 章 调 Q(Q 开关)技术

复习内容：调 Q 原理
复习内容：LiF 可饱和吸收晶体 Q 开关
复习内容：饱和吸收原理
复习内容：声光 Q 开关的结构
复习内容：调 Q 理论
复习内容：脉冲透射式 Q 开关激光器
复习内容：Q 开关激光器的特点

第 3 章 超短脉冲技术

复习内容：自锁模机理
复习内容：多模激光的输出特性
复习内容：锁模的基本原理

第 4 章 激光放大技术

复习内容：激光放大技术
复习内容：放大器的速率方程及解（行波放大器）
复习内容：放大后参数的变化
复习内容：自注入放大技术

2026 年中国电子科技集团公司电子科学研究院 801 光学考研核心题库

《光学》研核心题库之计算题精编

1. (1) 线偏振光垂直入射到一个表面和光轴平行的波片, 透射出来后, 原来在波片中的寻常光及非常光产生了大小为 π 的相位差, 问波片的厚度为多少? $n_o = 1.5442, n_e = 1.5533, \lambda = 500nm$ (2) 问这块波片应怎样放置才能使透射出来的光是线偏振光, 而且它的振动面和入射光的振动面成 90° 的角?

【答案】(1)

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}(n_o - n_e)d = \pi(2k+1)$$

$$d = \frac{\lambda(2k+1)}{2(n_o - n_e)} = (2k+1)2.75 \times 10^{-3} cm$$

(2) 振动方向与晶体主截面成 45° 角

2. 波长为 $700nm$ 的光源与菲涅耳双镜的相交棱之间距离为 $20cm$, 棱到光屏间的距离 L 为 $180cm$, 若所得干涉条纹中相邻亮条纹的间隔为 $1mm$, 求双镜平面之间的夹角 θ 。

【答案】 $\lambda = 700nm, r = 20cm, L = 180cm, \Delta y = 1mm$

由菲涅耳双镜干涉条纹间距公式

$$\Delta y = \frac{(r+L)}{2r \sin \theta} \lambda$$

$$\sin \theta = \frac{(r+L)}{2r \Delta y} \lambda = \frac{(20+180)}{2 \times 20 \times 0.1} \times 700 \times 10^{-7} = 0.0035$$

$$\theta \approx \sin \theta = 0.0035 \times \frac{180}{3.14} \times 60 \doteq 12'$$

3. 电子显微镜的孔径角 $2u = 8^\circ$, 电子束的波长为 $0.1nm$, 试求它的最小分辨距离。若人眼能分辨在明视距离处相距 $6.7 \times 10^{-2} mm$ 的两点, 则此显微镜的放大倍数是多少?

【答案】

$$n \sin u = \sin u = u = 4^\circ = \frac{3.14 \times 4}{180}$$

$$\Delta y = \frac{0.61 \times 0.1 \times 10^{-6}}{\frac{3.14 \times 4}{180}} = 0.87 \times 10^{-6} mm = 0.87 nm$$