

## 中科院研究生院硕士研究生入学考试

### 《物理光学》考试大纲

考查学生对本课程的基础理论、基本知识和基本技能掌握的程度，以及运用所学的理论解决实际问题的能力。要求学生能从光的电磁理论出发，掌握光在传播过程中所发生的各种现象的规律及其应用。

#### 一. 考试内容

##### (一) 光的电磁理论

1. 积分和微分形式的麦克斯韦尔方程组，物质方程
2. 电磁场的波动性，波动方程，光速，折射率
3. 平面、球面波和柱面波电磁波的简谐波形式和复数形式，复振幅和光强度。
4. 平面电磁波的性质
5. 辐射能，坡印廷矢量
6. 电磁场的边值关系
7. 反射、折射定律，菲涅尔公式，反射率和透射率
8. 全反射，倏逝波
9. 光的吸收、色散和散射

##### (二) 光波的叠加与分析

1. 两个频率相同、振动方向相同的单色光波的叠加，代数加法，复数加法，相幅矢量加法
2. 驻波形成的条件和表现特征
3. 两个频率相同、振动方向互相垂直的单色光波的叠加，椭圆偏振光的特征与参与叠加光束的关系
4. 不同频率的两个单色光波的叠加，光学拍产生的条件、表达，群速度和相速度
5. 复杂光波的分解，周期性和非周期性光波分解的特点

##### (三) 光的干涉和干涉仪

1. 产生干涉的条件
2. 杨氏干涉实验中，观察屏处光强分布的推导，干涉条纹的特点和计算
3. 条纹的对比度定义，对比度如何受光源大小、光源单色性和两相干光波振幅比例的影响，推导过程，空间相干性和时间相干性
4. 平行平板产生的干涉，条纹定义域，等倾条纹计算
5. 楔形平板产生的干涉，定域面位置和定域深度，等厚条纹计算
6. 用牛顿环测量透镜的曲率半径的方法，近似条件，公式推导和条纹计算
7. 迈克尔逊干涉仪的基本构成，工作原理

#### (四) 多光束干涉与光学薄膜

1. 平行平板的多光束干涉。干涉光强公式推导，干涉图样特点，条纹锐度
2. 法布里-珀罗干涉仪的应用
3. 多光束干涉原理在薄膜理论中的应用。单层薄膜的透射和反射率计算，增透和增反膜工作原理，多层膜的计算方法，干涉滤光片工作原理

#### (五) 光的衍射

1. 惠更斯-菲涅尔原理
2. 基尔霍夫衍射理论
3. 基尔霍夫衍射公式的近似：菲涅尔近似和夫琅和费近似
4. 矩孔和单缝的夫琅和费衍射装置、衍射公式的意义，衍射图样的特点和计算
5. 圆孔的夫琅和费衍射图样的特点和计算
6. 光学成像系统的衍射与分辨本领的关系，各种成像系统分辨本领的定义和计算
7. 双缝夫琅和费衍射强度分布公式的推导，衍射光强图样的特点，缺级现象的解释
8. 多缝夫琅和费衍射强度分布公式的推导，衍射光强图样的特点，缺级现象的解释和计算
9. 衍射光栅的工作原理，光栅方程，光栅的色散本领，色分辨本领，自由光谱范围的计算，不同类型光栅的工作特点
10. 圆孔和圆屏的菲涅尔衍射，菲涅尔波带分析法，衍射图样的特点与规律，菲涅尔波带片参数计算
11. 直边的菲涅尔衍射的基本分析方法
12. 全息术基本原理，特点和应用

#### (六) 傅立叶光学

1. 平面波的复振幅和空间频率
2. 单色波场中复杂的复振幅分布及其分解，傅立叶积分与光场复振幅分解的关系
3. 衍射现象的傅立叶分析方法，夫琅和费近似下衍射场与孔径场的变换关系，矩孔、单缝、双缝、多缝、圆孔的夫琅和费衍射计算
4. 透镜的傅立叶变换性质和成像性质，物体与透镜的相对位置不同，透镜后焦面上的光场变化规律，轴上和轴外点物的成像关系分析方法
5. 相干成像系统分析及相干传递函数，相干传递函数的推导，方形和圆形出瞳时的相干传递函数
6. 非相干成像系统分析及光学传递函数，光学传递函数的推导，相干传递函数和光学传递函数的关系，方形和圆形出瞳时的光学传递函数
7. 阿贝成像理论和阿贝-波特实验
8. 相干光学处理系统及其应用
9. 非相干光学处理及其应用

#### (七) 光的偏振与晶体光学基础

1. 偏振光和自然光的特点和联系，获得偏振光的方法，马吕斯定律和消光比

2. 晶体的双折射。寻常光和非寻常光，光轴，主平面和主截面
3. 双折射的电磁理论。晶体的各向异性及介电张量，单色平面波在晶体中的传播规律
4. 晶体光学性质的图形表示。折射率椭球
5. 光波在晶体表面的反射和折射。确定折射波和反射波的法线和光线方向的方法
6. 典型晶体光学器件的工作原理
7. 偏振光和偏振器件的矩阵表示，几种重要偏振态和偏振器件的琼斯矩阵及计算
8. 偏振光的干涉，平行偏振光和会聚偏振光的干涉现象及分析
9. 旋光现象。旋光现象的规律和解释
10. 磁光效应
11. 电光效应。泡克斯效应和克尔效应的原理和应用
12. 晶体的非线性光学效应。倍频效应、位相匹配和混频效应

## 二. 考试要求

本课程考试形式为笔试，满分 150 分。考试时间为三小时。

### (一) 光的电磁理论

1. 了解积分和微分形式的麦克斯韦尔方程组，物质方程
2. 理解光速和折射率的概念
3. 掌握平面、球面波和柱面波电磁波的简谐波形式和复数形式，复振幅和光强度。
4. 理解辐射能、坡印廷矢量和电磁场的边值关系
5. 熟练掌握反射、折射定律，菲涅尔公式，反射率和透射率
6. 熟练掌握全反射和倏逝波的概念及意义
7. 理解光的吸收、色散和散射

### (二) 光波的叠加与分析

1. 掌握两个频率相同、振动方向相同的单色光波的叠加
2. 掌握驻波形成的条件和表现特征
3. 掌握两个频率相同、振动方向互相垂直的单色光波的叠加
4. 理解不同频率的两个单色光波的叠加，光学拍产生的条件、表达，群速度和相速度
5. 了解复杂光波的分解，周期性和非周期性光波分解的特点

### (三) 光的干涉和干涉仪

1. 熟练掌握产生干涉的条件
2. 灵活应用杨氏干涉中观察屏处光强分布的推导以及干涉条纹的计算
3. 掌握条纹的对比度定义，对比度如何受光源大小、光源单色性和两相干光波振幅比例的影响，理解空间相干性和时间相干性
4. 熟练掌握平行平板产生的干涉和等倾条纹计算
5. 熟练掌握楔形平板产生的干涉和等厚条纹计算

6. 灵活应用牛顿环测量透镜的曲率半径的原理，近似条件，公式推导和条纹计算
7. 熟练掌握迈克尔逊干涉仪的基本构成，工作原理

#### （四）多光束干涉与光学薄膜

1. 掌握平行平板的多光束干涉；熟练掌握干涉光强公式推导，干涉图样特点，条纹锐度
2. 掌握法布里-珀罗干涉仪的应用
3. 了解多光束干涉原理在薄膜理论中的应用。掌握单层薄膜的透射和反射率计算，增透和增反膜工作原理，多层膜的计算方法，干涉滤光片工作原理

#### （五）光的衍射

1. 理解惠更斯-菲涅尔原理
2. 了解基尔霍夫衍射理论
3. 掌握基尔霍夫衍射公式的近似：菲涅尔近似和夫琅和费近似
4. 熟练掌握矩孔和单缝的夫琅和费衍射装置、衍射公式的意义，衍射图样的特点和计算
5. 熟练掌握圆孔的夫琅和费衍射图样的特点和计算
6. 熟练掌握光学成像系统的衍射与分辨本领的关系，各种成像系统分辨本领的定义和计算
7. 掌握双缝夫琅和费衍射强度分布公式的推导，衍射光强图样的特点，缺级现象的解释
8. 理解多缝夫琅和费衍射强度分布公式的推导，衍射光强图样的特点，缺级现象的解释和计算
9. 熟练掌握衍射光栅的工作原理，光栅方程，光栅的色散本领，色分辨本领，闪耀光栅的工作特点
10. 灵活应用圆孔和圆屏的菲涅尔衍射，菲涅尔波带分析法，衍射图样的特点与规律，菲涅尔波带片参数计算
11. 理解直边的菲涅尔衍射的基本分析方法
12. 掌握全息术基本原理，特点和应用

#### （六）傅立叶光学

1. 掌握平面波的复振幅和空间频率
2. 掌握单色波场中复杂的复振幅分布及其分解，傅立叶积分与光场复振幅分解的关系
3. 理解衍射现象的傅立叶分析方法，夫琅和费近似下衍射场与孔径场的变换关系，熟练掌握矩孔、单缝、双缝、多缝、圆孔的夫琅和费衍射计算
4. 熟练掌握透镜的傅立叶变换性质和成像性质，理解透镜后焦面上的光场变化规律，轴上和轴外点物的成像关系分析方法
5. 掌握相干成像系统分析及相干传递函数，相干传递函数的推导，方形和圆形出瞳时的相干传递函数
6. 熟练掌握非相干成像系统光学传递函数的物理意义，了解光学传递函数的推导，掌握相干传递函数和光学传递函数的关系，方形和圆形出瞳时的光学传递函数
7. 掌握阿贝成像理论和阿贝-波特实验
8. 理解4f系统的物理意义及用途
9. 理解切趾术和变迹术

### (七) 光的偏振与晶体光学基础

1. 掌握偏振光和自然光的特点和联系, 各种偏振光的物理概念, 获得各种偏振光的方法, 马吕斯定律和消光比
2. 理解晶体的双折射现象, 寻常光和非寻常光, 光轴, 主平面和主截面等概念
3. 了解双折射的电磁理论, 晶体的各向异性及介电张量, 单色平面波在晶体中的传播规律
4. 掌握折射率椭球的物理意义及其计算
5. 了解光波在晶体表面的反射和折射, 确定折射波和反射波的法线和光线方向的方法
6. 掌握典型晶体光学器件的工作原理
7. 了解偏振光和偏振器件的矩阵表示, 几种重要偏振态和偏振器件的琼斯矩阵及计算
8. 了解偏振光的干涉, 平行偏振光和会聚偏振光的干涉现象及分析
9. 了解旋光现象及其规律和解释
10. 了解磁光效应
11. 熟练掌握液晶的电光效应; 理解泡克斯效应和克尔效应的原理和应用
12. 了解晶体的非线性光学效应, 倍频效应、位相匹配和混频效应

### 三. 主要参考书目

- (1) 《物理光学》第三版, 梁铨廷, 电子工业出版社 (2008 年 4 月)
- (2) 《光学》(上、下册), 赵凯华、钟锡华编, 北京大学出版社

编制单位: 中国科学院研究生院  
编制日期: 2011 年 7 月 1 日