

**考核方式：开卷**

**成绩评定：考勤 5%+作业 20%+课程论文 25%+期末考试 50%**

**复习以课件为主，教材为辅。**

## **《激光物理》复习概要**

通过本课程学习，我们可以掌握场与物质相互作用的半经典理论及处理方法，掌握全量子理论框架下对场与物质相互作用的描述及处理方法；熟悉场与物质相互作用时的若干特殊物理现象、量子力学效应及其物理解释，为今后的深入学习和相关领域的科学研究奠定必要的专业基础。为培养学生的创新精神、科学理念和科研能力提供必要的数理基础。

### **第一章：激光的经典理论与唯象理论简介**

- (1) 激光理论的分类及概述；
- (2) 经典理论简介；
- (3) 激光原理基础回顾。

通过本章课程的学习，要求了解处理光与物质相互作用四种理论的基础、特点与不足；了解经典理论，了解复折射率，吸收（增益），线宽；了解三能级、四能级原子系统的速率方程；了解速率方程理论有关概念与结论；掌握爱因斯坦系数，爱因斯坦关系式及黑体辐射公式。

### **第二章：量子力学基础回顾&场与物质相互作用的半经典理论**

- (1) 量子力学基础回顾与补充（**这部分内容不考，但学生自己要具备相关基础知识，不影响后面的学习和复习**）；
- (2) 半经典理论的电偶极矩近似；
- (3) 拉比强信号解。

通过本章课程的学习，了解电偶极矩的量子力学表示，掌握电偶极矩近似；掌握辐射场（单色场、黑体辐射场）对二能级原子的作用，掌握迭代法求解，了解一阶近似下的跃迁几率，受激发射，吸收；了解考虑有衰减时单色场对二能级原子的作用；了解 Rabi 强信号解。

### **第三章：密度矩阵与自洽场理论**

- (1) 密度算符与密度矩阵；
- (2) 密度矩阵的运动方程；

(3) 激光场的振荡方程。

通过本章课程的学习，要求掌握密度算符、密度算符的矩阵表达及其物理意义，能够利用密度算符/矩阵求量子力学平均与概率，了解混合态下密度算符的推广，掌握密度矩阵的运动方程及求解的近似方法；了解激光振荡的处理思路，了解激光振荡的自再现条件、自洽场方程及振幅方程与频率方程。

#### 第四章：辐射场与原子系统的相干相互作用

- (1) 相干相互作用的数学描述；
- (2) 光学章动现象；
- (3) 麦克斯韦—布洛赫方程；
- (4) 光子回波；
- (5) 超辐射；
- (6) 面积定理；
- (7) 麦克斯韦—布洛赫方程的稳定解，自感应透明。

通过本章课程的学习，要求掌握场与物质的相干相互作用，掌握布洛赫矢量及其物理意义，掌握静止和旋转坐标下的布洛赫方程；掌握光学章动现象及数学处理，了解共振作用与非共振作用下的区别；掌握考虑厚介质（即需要考虑场在介质中的变化）时的麦克斯韦—布洛赫方程；掌握光子回波产生的条件、光子回波的现象、使用布洛赫矢量对光子回波现象的解释；掌握超辐射现象，了解其经典理论，掌握使用布洛赫矢量对超辐射现象的解释；了解使用布洛赫矢量对引理一和引理二的说明，掌握面积定理的数学推导及物理意义；了解麦克斯韦—布洛赫方程稳定解的推导，掌握自感应透明现象及其物理解释。

#### 第五章：激光的全量子理论

- (1) 一维谐振子的二次量子化方法；
- (2) 电磁场的量子化；
- (3) 单模位相态与单模光子数态；
- (4) 相干态；
- (5) 量子力学的三种绘景（或图像）；
- (6) 辐射场与原子的相互作用；
- (7) 原子发射和吸收的跃迁几率；
- (8) 原子光辐射的谱线宽度；
- (9) 激光器的库理论；
- (10) 激光的量子统计。

通过本章课程的学习，要求掌握产生算符，湮灭算符；掌握一维谐振子的能量本征值与本征态；了解电磁场的正则模式展开表达式；掌握电磁场的量子化及量子化电磁场的特性；掌握量子化电磁场的光子数算符与光子数态、位相算符与位相态，电场振幅与相位的相对不准确度；掌握相干态的概念，相干态下的测不准关系式；态矢和算符按相干态的展开；了解量子力学中的薛定谔图象、海森堡图象以及相互作用图象下，态矢、算符及态矢随时间变化方程表达的区别；掌握三种图象间的变换关系；了解薛定谔图象下的上升算符、下降算符以及系统的哈密顿算符；掌握相互作用图象的描述方式；掌握在相互作用图象下，对场与物质相互作用的三种过程的表达与物理解释；了解原子光辐射的谱线宽度；了解激光器的库——密度算符方法的总体思路；约化密度算符，光子数表象下密度矩阵元运动方程；掌握光子数统计；掌握激光振荡阈值以下、阈值处、阈值以上以及远大于阈值等四种情况下的光子统计统计结果与分析，掌握相应激光场的性质与特点。

## 第六章：光学孤立子

- (1) 孤立子物理简介；
- (2) 光纤孤子的形成机制；
- (3) 光纤孤子的非线性薛定谔方程；
- (4) 光学孤立子在光纤中的传输特性。

通过本章课程的学习，要求学生了解孤立子的基本概念和相关科学发展概貌，掌握光纤中脉冲展宽与压缩的机制，光纤色散、光纤材料的非线性特性与光孤子的形成机制；了解色散介质中的麦克斯韦方程，掌握非线性薛定谔方程的启发性推导；掌握光孤子的传输特性，光纤中孤子的形成与保持条件，了解光纤中孤子脉冲之间的相互作用。