

高等激光物理学

一、课程编码：1800013

课内学时：48 学分：3

二、适用学科专业：凝聚态物理、光学、光学工程和物理电子学

三、先修课程：“固体物理”、“激光原理”、“激光技术”和“发光学”

四、教学目标

高等激光物理学是光学、凝聚态物理、物理电子学、电子科学与技术 and 光学工程等专业博士和硕士研究生的专业基础课。它的前修课程是固体物理学、半导体物理学、激光原理和激光技术等课程。本课程的教学目标是通过本课程的学习，要让学生掌握光与物质相互作用的有关物理现象、物理概念及处理该领域问题的方法，领会激光光束的概念、谐振腔理论、速率方程理论；发光的定义及分类，发光的基本物理过程及现象，半导体的发光，分立中心的发光，特殊结构物质的发光，发光材料及其制备和表征，视觉与颜色，以及发光分析等。大大提升学生对发光材料及其物理、激光与物质相互作用机制的认识，为进一步学习相关的专业课及科研工作打下坚实的理论基础。

五、教学方式

讲授与讨论相结合

六、主要内容及学时分配

第1章 激光光束（6学时）

- 1.1 电磁场理论基础
- 1.2 几何光学基础
- 1.3 基横模高斯光束及其在自由空间中的传输
- 1.4 基横模高斯光束变换的 ABCD 定律
- 1.5 高阶厄米-高斯光束 光束质量因子

第2章 谐振腔理论（6学时）

- 2.1 谐振腔本征模式的概念
- 2.2 谐振腔的特征
- 2.3 光学谐振腔的衍射理论
- 2.4 本征模式的几何光学理论 稳定腔
- 2.5 非稳定腔与临界腔的几何光学理论

第3章 场与物质相互作用的速率方程理论（6学时）

- 3.1 受激辐射 受激吸收 自发辐射
- 3.2 谱线加宽机制和线型函数
- 3.3 速率方程
- 3.4 连续工作状态下的增益系数及增益饱和
- 3.5 激光器的工作特性

第4章 半导体中辐射场与物质的相互作用（6学时）

- 4.1 晶体结构和能带
- 4.2 半导体内的跃迁
- 4.3 光子密度与能量分布函数
- 4.4 跃迁速率与爱因斯坦关系
- 4.5 自发发射、受激发射与受激吸收间的关系
- 4.6 半导体中的载流子复合

第5章 发光的定义与分类 (3 学时)

- 5.1 发光的定义
- 5.2 发光的分类
 - 5.2.1 光致发光
 - 5.2.2 电致发光
 - 5.2.3 阴极射线发光
 - 5.2.4 X 射线及高能粒子发光
 - 5.2.5 化学发光及生物发光

第6章 发光的基本物理过程及现象 (3 学时)

- 6.1 光的吸收、反射及折射
- 6.2 Einstein 关系和 Einstein 自发辐射系数
- 6.3 谱线的宽度和线型
- 6.4 电子-声子耦合
- 6.5 能量传递

第7章 半导体的发光 (6 学时)

- 7.1 能带模型、直接带与间接带
- 7.2 杂质与缺陷
- 7.3 直接跃迁与间接跃迁
- 7.4 发光中心及陷阱
- 7.5 复合发光及其衰减规律
- 7.6 激子发光
- 7.7 施主-受主对发光
- 7.8 等电子中心发光
- 7.9 高激发密度下的发光
- 7.10 p-n 结发光
- 7.11 单注入与双注入式发光

第8章 分立发光中心 (3 学时)

- 8.1 稀土离子的能级和跃迁
- 8.2 过渡金属离子的能级结构
- 8.3 分立中心的发光过程
- 8.4 上转换发光
- 8.5 量子裁剪

第9章 特殊结构物质的发光 (3 学时)

- 9.1 半导体超晶格和量子阱的发光
- 9.2 半导体量子线和量子点的发光
- 9.3 多孔硅的发光

9.4 非晶态半导体的发光

第10章 发光材料（6学时）

- 10.1 基质
- 10.2 发光中心
- 10.3 原材料的制备和提纯
- 10.4 发光材料粉体的制备
- 10.5 溶液法制备发光材料
- 10.6 纳米发光材料的制备
- 10.7 发光材料的优化和新发光材料的探索

第11章 视觉与颜色（3学时*）

- 11.1 视觉
- 11.2 颜色与CIE表色系统
- 11.3 色温、相关色温和光色
- 11.4 显色指数

第12章 发光分析（3学时*）

- 12.1 荧光分析法的原理及应用
- 12.2 稀土元素发光分析
- 12.3 化学（生物）发光原理及其应用

* 这些内容可根据学生的研究方向和兴趣适当调整及讲授。

七、考核与成绩评定

考试与考查相结合。采取百分制：期末总分=期末考试成绩×70%+平时成绩×30%

八、参考书及学生必读参考资料

- ① 卢亚雄，余学才，张晓霞，《激光物理》，北京：北京邮电大学出版社（2005.9）
- ② 徐叙瑛，苏勉曾，《发光学与发光材料》，北京：化学工业出版社（2004.4）
- ③ 李福利，《高等激光物理学》，北京：高等教育出版社（2006.7）
- ④ 《激光原理》，周炳琨，高以智，北京：国防工业出版社（2000）

九、大纲撰写人：杨盛谊