

大学物理•早期量子论

主讲教师: 孙云卿

第16章 早期量子论

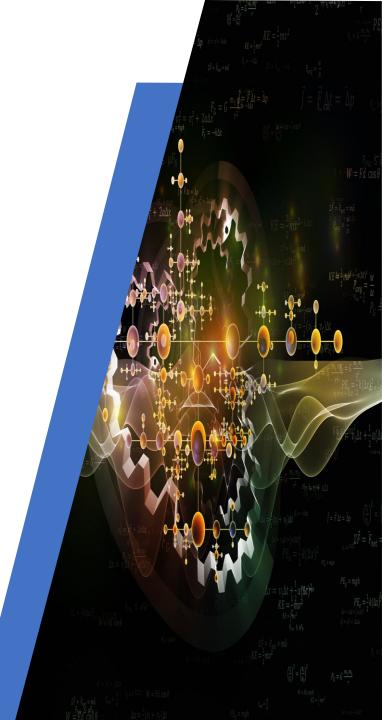
16.1 早期量子物理的建立: 黑体辐射

16.2 量子概念的推广:爱因斯坦的光子理论

16.3 能量子观念的验证: 康普顿散射

16.4 玻尔氢原子理论

16.5 激光与激光器





16.5 激光与激光器

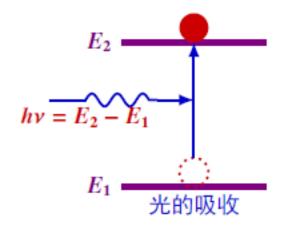
本节的研究内容

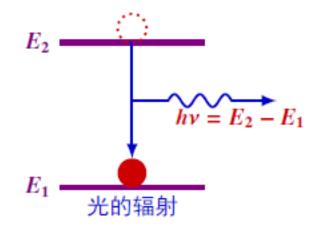
- · 光的吸收和辐射、自发辐射和受激辐射
- 粒子数反转
- 光学谐振腔
- 激光器的基本组成结构
- 激光分类、特性及应用

激光: LASER, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

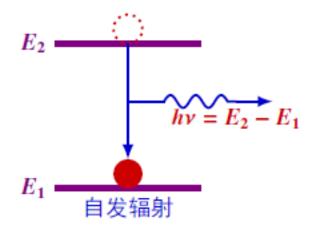


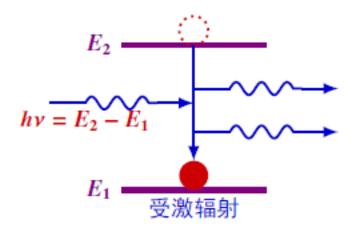
16.5.1 光的吸收和辐射





16.5.2 自发辐射和受激辐射





原子自发的从上能级回到下能级

入射光子 $h\nu = E_2 - E_1$ 的激励下,从 E_2 跃迁到 E_1

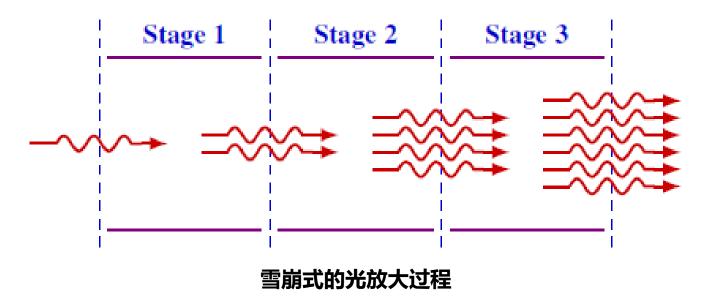


16.5.2 自发辐射和受激辐射

自发辐射和受激辐射光子的区别:

• 自发辐射:光子特性(频率、相位、偏振状态、传播方向)均不同,非相干光

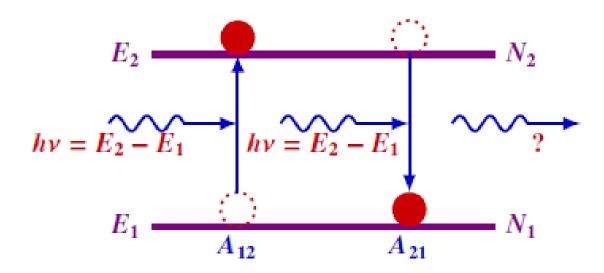
• 受激辐射:光子特性(频率、相位、偏振状态、传播方向)完全相同,相干光



受激辐射出的大量光子特性相同,即光子简并度大, 从而实现光源的质的飞跃 受激辐射是形成激光的基础



16.5.3 粒子数反转



根据爱因斯坦受激辐射和吸收理论,受激辐射跃迁概率等于受激吸收跃迁概率,即:

$$A_{12} = A_{21}$$

要想辐射出光子,则必须满足关系:

$$N_2 \cdot A_{21} - N_1 \cdot A_{12} > 0$$

粒子数反转: N₂ > N₁

根据玻耳兹曼分布律,正常情况下 $N_2 < N_1$,吸收光子大于辐射光子,不能输出激光。

第十六章 早期量子论 16.5 激光与激光器

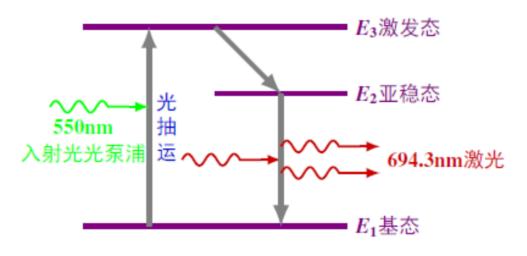


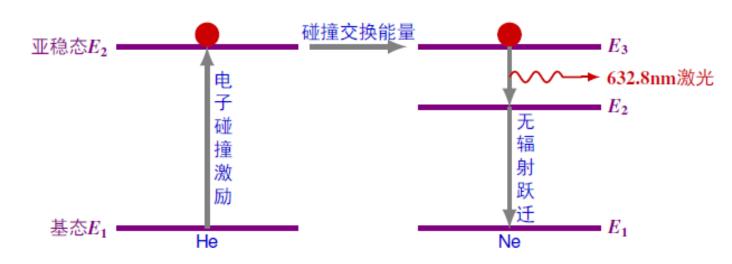
16.5.3 粒子数反转

- · 粒子数反转是产生激光的必要条件
- 实现粒子数反转的条件
 - > 需要有激励(抽运、泵浦):外界向工作物质输入能量
 - > 需要有适当的能级结构:能够发生粒子数反转

红宝石激光器 红宝石是掺有0.035%铬离子Cr3+的Al2O3晶体棒

氦氖激光器





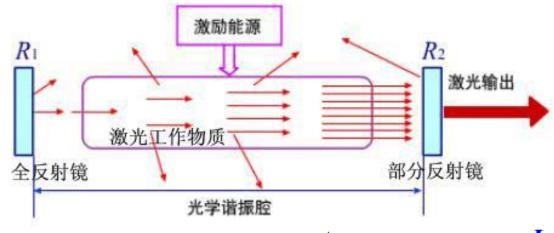
铬离子工作能级图

氦氖激光器工作能级图





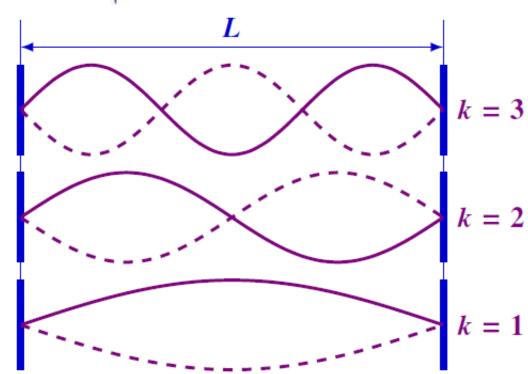
16.5.4 光学谐振腔



• 光学谐振腔的作用

- > 产生和维持光放大
- > 改善方向性
- > 提高单色性

$$L=krac{\lambda_n}{2}, \qquad n=1,2,3,...$$
 $u_k=krac{c}{2nL}$





16.5.6 激光器分类、激光的特性和应用

- ・激光器分类
 - > 按工作物质分
 - · 气体激光器、半导体激光器、固体激光器和液体激光器等
 - > 按输出方式分
 - 连续输出激光器、脉冲输出激光器
- 激光的特性和应用
 - 方向性好:可用于定位、导向、测距等。
 - 单色性好:可用于精密测量、激光通讯、等离子体测试等。
 - 於量集中(亮度高):可用于打孔、焊接、切割,制造激光武器等。还可用激光作为手术刀。
 - 相干性好:可用于快速、精密的无损检测,用作激光全息照相的光源。







本节测试题

- ・下面哪一个不是激光器的基本结构的组成部分: ()
 - (A) 工作物质

(B) 激励装置

(C) 谐振腔

(D) 激光器电源

参考答案: D

解答分析:工作物质提供适当的能级结构,激励装置用于实现粒子数反转,谐振腔用于产生和维持光放

大、提高单色性和改善单色性。激光器都需要电源,但与产生激光无本质的关系。

放置位置: PPT6之后