第十一课：激光特性

Monday, September 23, 2019 12:00 AM

1. 激光(Laser)，全名“辐射的受激发射光放大”(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)；
2. 实现激光的必要条件：实现粒子数反转；
3. 实际介质并不足够长，只有采用光学谐振腔：由两个反射镜和激活介质构成一个光学谐振腔；
4. 光学谐振腔的作用：
   a. 延长介质长度，增强光放大；
   b. 使激光具有极好的方向性，只沿轴线发射；
   c. 使激光具有极好的单色性(选频性)；
      i. 对于可能有多种跃迁的情况，利用光的干涉条件；
   d. 谐振腔的长度与波长满足：$L = k \cdot \frac{\lambda}{2}$，不满足此频率的光将得不到加强而被淘汰；
5. 阈值，维持振荡的条件：维持振荡所需最小反转密度叫阈值反转密度；
6. 激光的特性：
   a. 时间相干性与单色性；
      i. 单色性好：单色性用光谱宽度$\Delta\nu$或$\Delta\lambda$描述，$\Delta\nu$或$\Delta\lambda$越小，单色性越好
   b. 空间相干性与方向性；
      i. 方向性好：光束方向性用发散角θ描述，θ越小方向性越好；
   c. 光子简并度与强度；
      i. 高亮度：$Le = \frac{\partial^2 \phi_e}{\partial\Omega\partial(A\cdot\cos\theta)}$表示在某一方向上单位投影表面在单位立体角内的辐射通量；
7. 时间相干性：在空间同一点上，两个不同时刻的光波场之间的相干性。如果不同时刻发出的光波能够在空间上一点上发生干涉现象，则时间间隔处于之内的光波场都是明显相干的。
   a. 相干时间：$\tau = \frac{1}{\Delta\nu}$；
      i. $\because \lambda \gg \Delta\lambda, k \approx \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \Rightarrow \Delta l_{max} \approx \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$；
      ii. Δl_{max}称为相干长度(l_c)；
      iii. 光波通过相干长度的时间：
      iv. $\tau_c = \frac{l_c}{c} \Rightarrow l_c = c \cdot \tau = \frac{\lambda^2}{\Delta\lambda}$
      v. $\because \lambda = \frac{c}{\nu} \Rightarrow d\lambda = -\frac{c}{\nu^2}d\nu \Rightarrow \frac{d\lambda}{\lambda} = -\frac{d\nu}{\nu}$；
      vi. $c \cdot \tau_c = \frac{\lambda^2}{\lambda} \Rightarrow \frac{d\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda}{c\tau_c} = -\frac{d\nu}{\nu} \Rightarrow \tau_c \cdot d\nu = -\frac{\lambda\nu}{c} \Rightarrow \tau_c \cdot \Delta\nu = 1$；
      vii. $\Rightarrow \tau_c = \frac{1}{\Delta\nu}$；
8. 空间相干性：同一时刻两个空间不同点上的光波场之间的相干性。当光源大到一定程度时，可见度甚至可以下降到零，观察不到干涉条纹；
   a. 相干体积：
      i. $\because \overline{P_1S_1}^2 = R^2 + \frac{1}{4}(L_x - \Delta x)^2, \overline{P_1S_2}^2 = R^2 + \frac{1}{4}(L_x + \Delta x)^2$；
      ii. $\Rightarrow \Delta L_{p_1} \approx \frac{\Delta x L_x}{2R}$；