

第四节 激光

一、激光发展简史

二、爱因斯坦辐射理论

三、激光器

四、激光的特点及应用

激光又名镭射 (**Laser**), 全名是“**辐射的受激发射光放大**”。

(**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation)

一、激光发展简史

1900	Planck提出能量量子假说
1905	Einstein提出光量子理论
1917	Einstein提出受激辐射理论
1953	Towns建立第一台微波激射器 (maser)
1958	Towns,Shawlow开始研制激光器
1960	Maiman制成第一台红宝石激光器
1961-65	激光光谱,用于大气污染分析;半导体激光器,用于激光通讯; CO ₂ 激光器,用于激光熔炼、激光切割、激光钻孔...
1968-69	月球上设置激光反射器; 地面与卫星联系
1982	激光全息术
80-90年代	激光外科手术,通讯、光盘、激光武器...

The Incredible Laser 不可思议的激光



激光

请入内
参观令
人信服
的激光

FOR CREDIBLE
LASERS SEE
INSIDE

肖洛实验室门前的广告



汤斯和肖洛在一起，右上角是最早的激光器

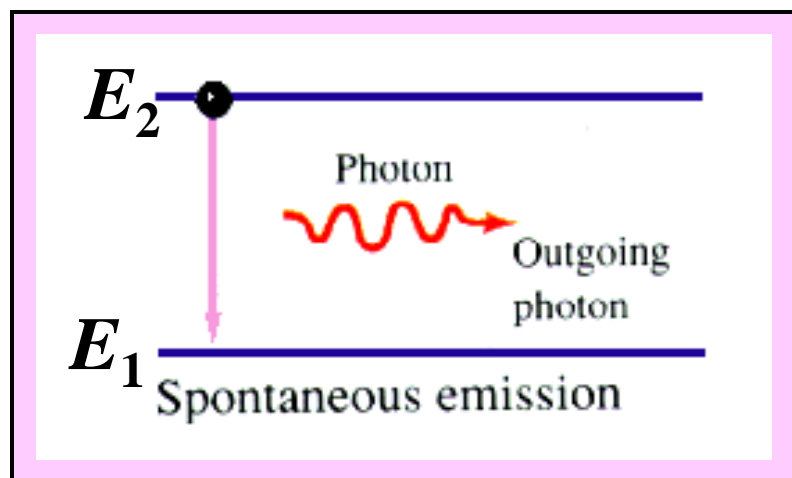


肖洛 激光枪打“老鼠”表演

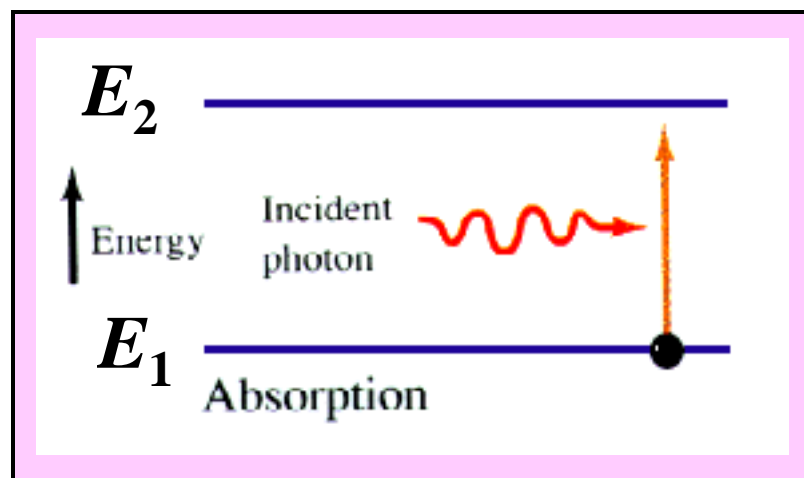
激光用于加工、焊接、外科手术的先声。

二、爱因斯坦辐射理论——激光产生的基本原理

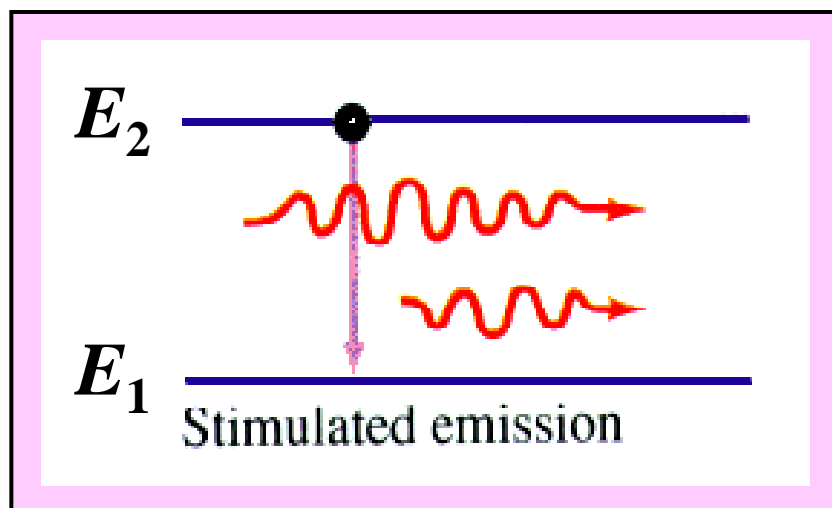
1. 自发辐射



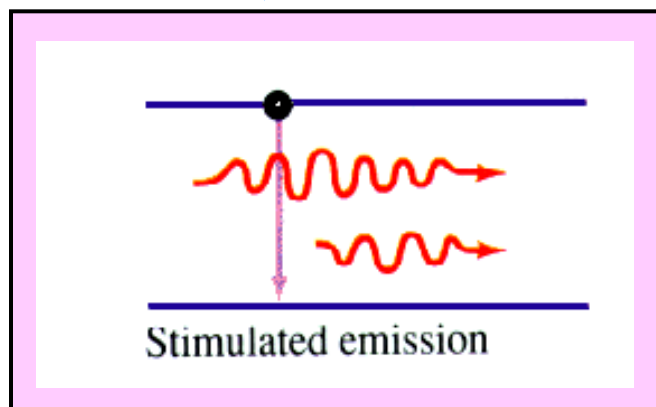
2. 受激吸收



3. 受激辐射



受
激
辐
射



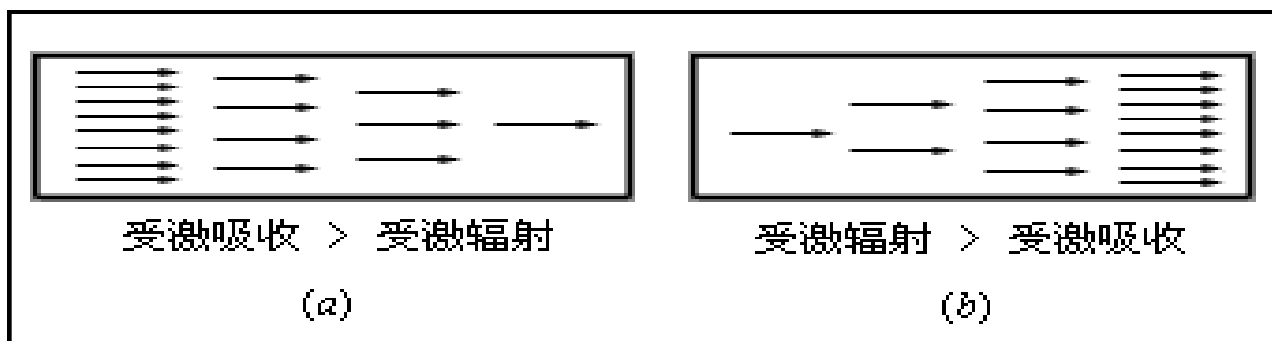
频率
相位
偏振方向
传播方向

完全相同

相干光

物质中三种原子跃迁过程同时存在

发光机制 { 普通光源——自发辐射占优势——非相干光
激光光源——受激辐射占优势——相干光

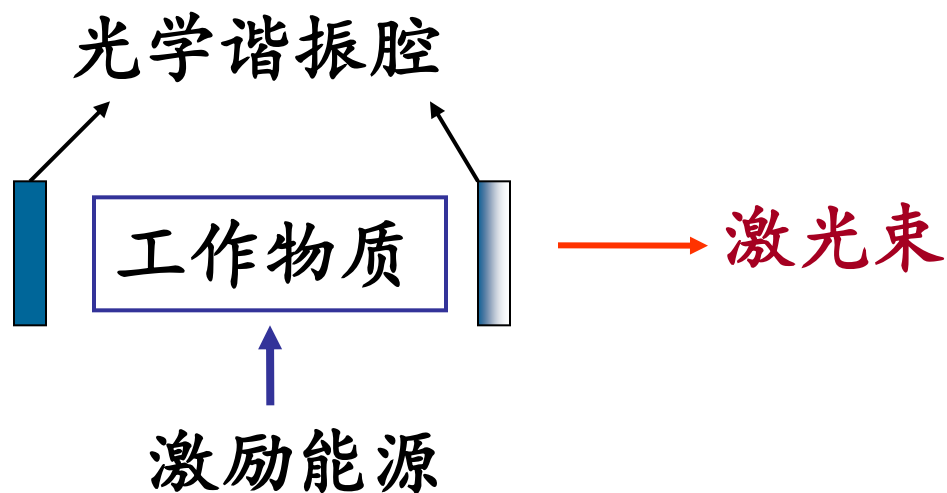
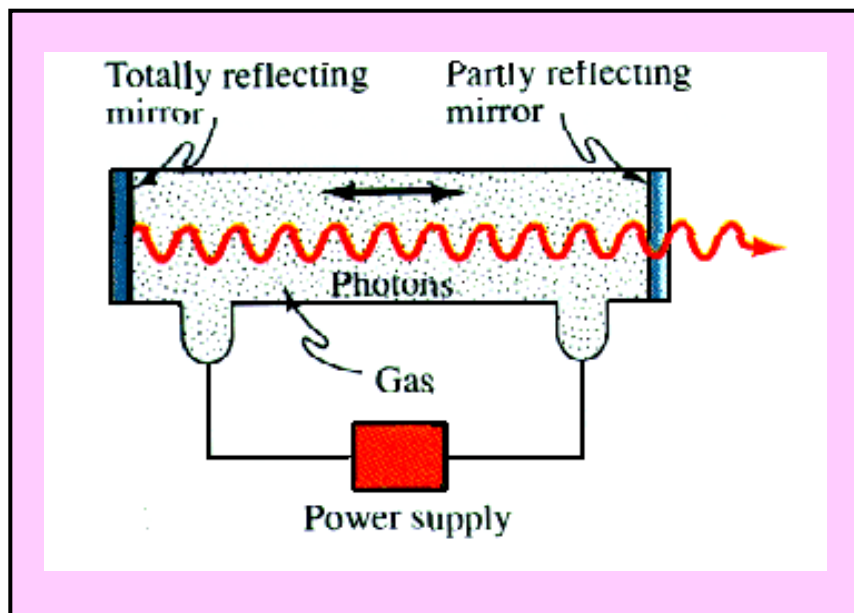


在受激辐射占优势时，可以实现光放大。

激光产生的基本原理：激光是通过受激辐射而产生的。

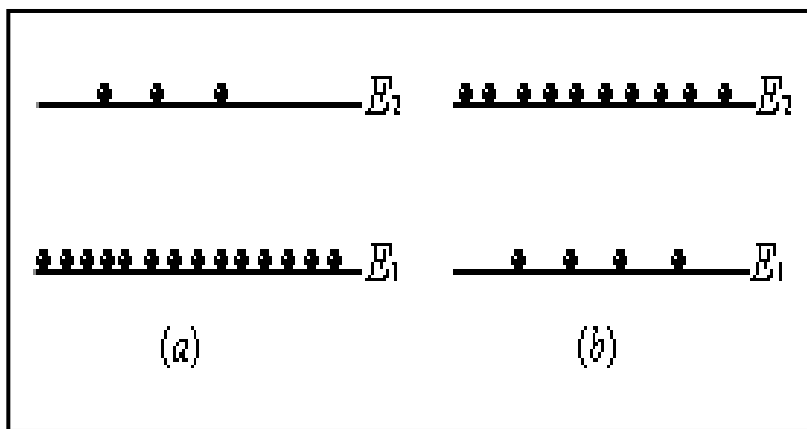
三、激光器

1. 基本结构



(1) 激励能源 (泵浦源)

作用：向工作物质提供能量，将工作物质的原子、分子从基态激发到高能态，实现**粒子数反转分布** (高能级 E_2 上原子数大于低能级 E_1 上原子数)。



激励能源为粒子数反转分布的外因。

原子激发的几种基本方式

{ 气体放电激发
 原子间碰撞激发
 光激发(光泵)

(2) 工作物质（激活介质）

工作物质 **条件**:

a: 光学透明性良好

b: 有亚稳态能级

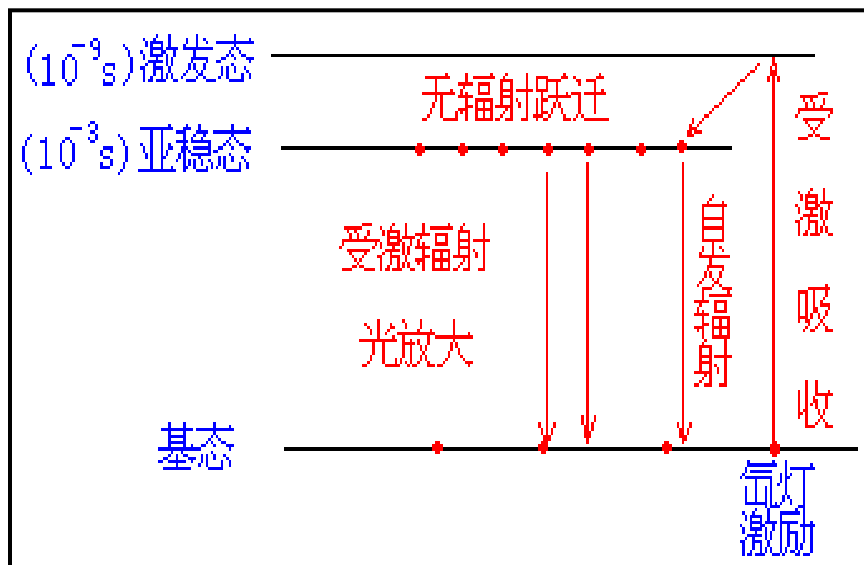
↓
粒子数反转分布的内因

粒子数反转分布的 **条件**: 泵浦源; 工作物质。

工作物质的 **作用**:

在实现粒子数反转后通过受激辐射对光进行放大。

产生激光的 **必要条件**: 粒子数反转分布



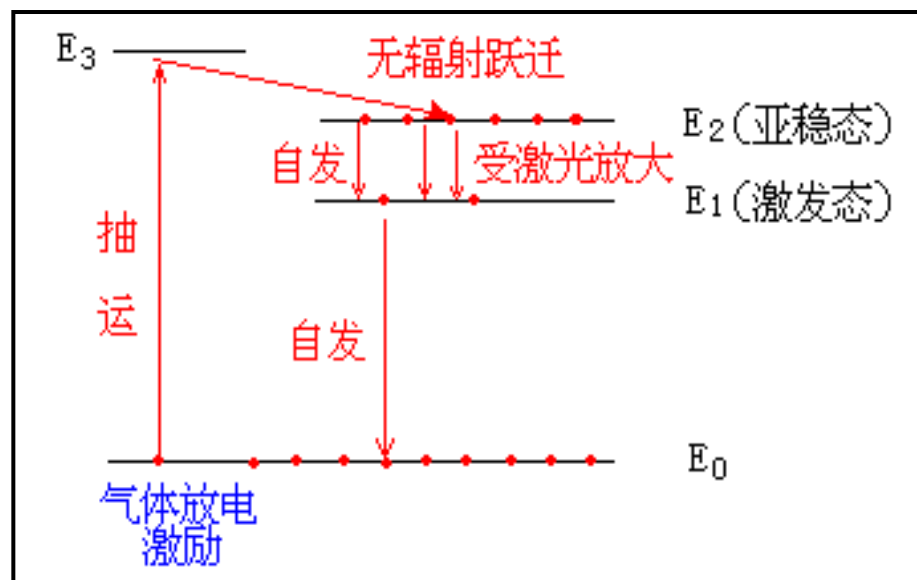
红宝石激光器： 三能级系统

He—Ne 气体激光器：

He: 辅助物质

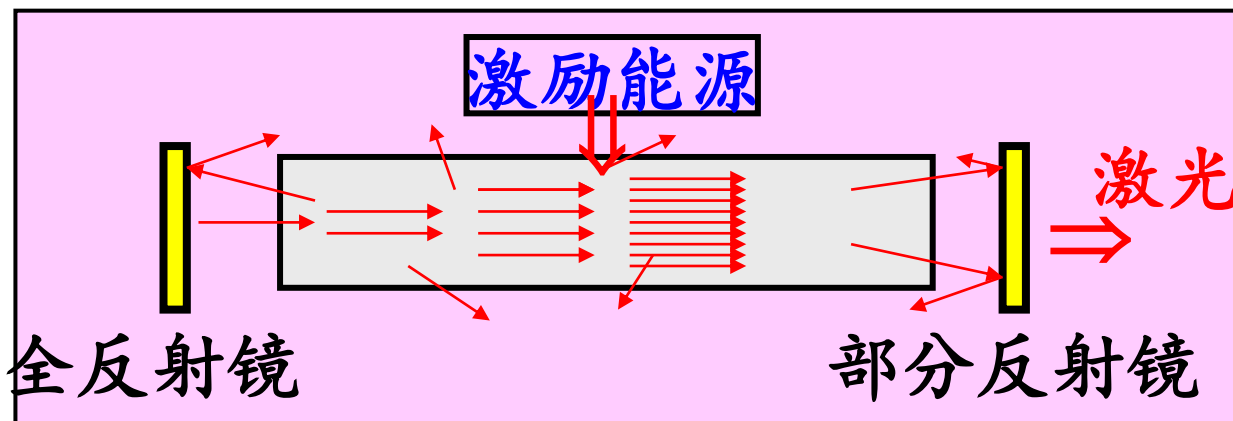
Ne: 激活物质

四能级系统



(3) 谐振腔

激光器有两个反射镜，它们构成一个光学谐振腔。



光学谐振腔的作用：

- 对方向进行选择（//轴线光放大），使激光具有极好的**方向性**。
- 来回反射多次放大（延长了工作物质），增强光放大作用，形成**强光**。
- 在腔内形成驻波的光放大，使激光具有极好的**单色性**（相干性）。

2. 激光器种类

(1) 按工作物质分

固体激光器：在基质（玻璃、晶体）中掺稀土元素

例： 钕玻璃激光器 1060nm

钇铝石榴石激光器（掺钕）

气体激光器： 原子气体激光器 氦氖激光器

分子气体激光器 CO_2 , N_2

离子气体激光器 氩离子

液体激光器：染料激光器

半导体激光器：半导体材料

(2)按工作方式分

连续式（功率可达 10^4 W）

脉冲式（瞬时功率可达 10^{14} W）

(3)按波长分

极紫外——可见光——亚毫米

(100 nm)

(1.222 mm)

四、激光的特点及应用

1. 特点

(1) 方向性好 发散角 $\sim 10^{-6}$ sr (球面度)

(2) 单色性好——相干性好

相干长度 几十千米

(3) 亮度高：功率为普通光源的百万至几十亿倍

2.应用

激光： 既是一门新兴学科，又是一项划时代的新技术

精密计量： 测距、测速、准直、表面检测

信息处理： 光盘、光通信、光计算机、
图象处理、显示

激光加工： 分离同位素、核聚变（惯性约束）

激光医学： 激光刀

激光生物应用： 育种

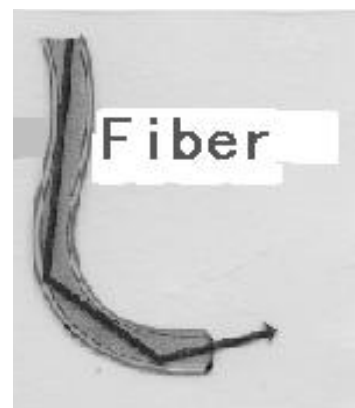
激光武器

.....

例1 激光光纤通讯



(a)



(b)

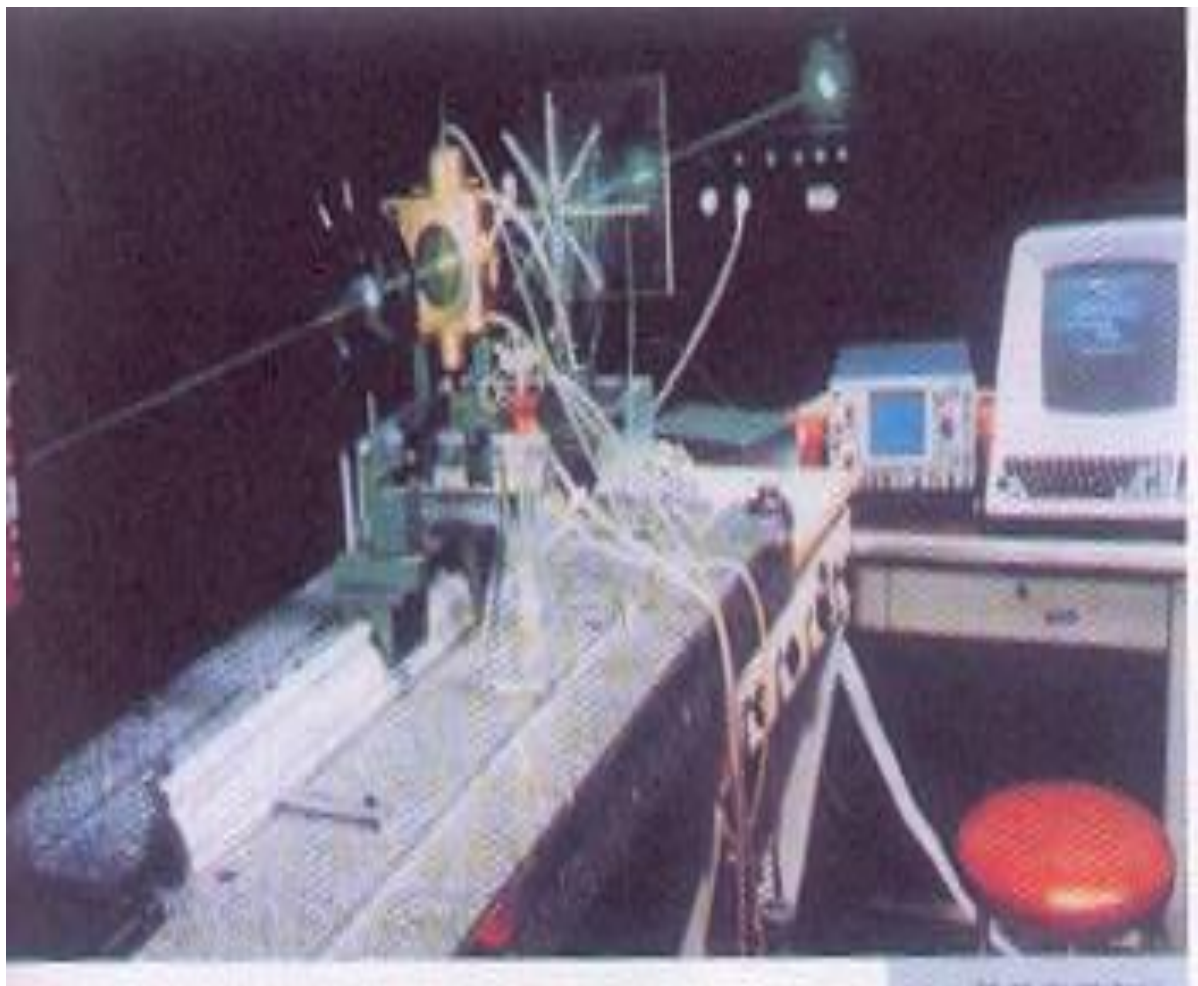
例2 激光手术



例3 二氧化碳激光加工机



例4 激光打孔



练习1

激光器的基本结构包括三部分：

即 工作物质，激励能源，光学谐振腔。

练习2

产生激光的必要条件是：粒子数反转分布

激光的三个主要特性是：

方向性好，单色性好（相干性好），光强大（亮度高）

练习3

在激光器中利用光学谐振腔

- (1) 可以提高激光束的方向性，而不能提高其单色性。
- (2) 可以提高激光束的单色性，而不能提高其方向性。
- (3) 可以同时提高激光束的方向性和单色性。
- (4) 不能提高激光束的方向性，也不能提高其单色性。



练习4

激光全息照相技术主要是利用激光的哪一种优良特性？

- (1) 亮度高
- (2) 方向性好
- (3) 相干性好
- (4) 抗电磁干扰能力强



练习5

原子可以通过自发辐射和受激辐射的方式发光，它们所发出的光的特点是

(1) 前者是相干光，后者是非相干光。

(2) 前者是非相干光，后者是相干光。



(3) 都是相干光。

(4) 都是非相干光。

练习6.受激辐射时，辐射光和照射光具有完全相同的特性，这些特性是指

相位

频率

偏振态

传播方向

