

第16章 半导体与激光简介

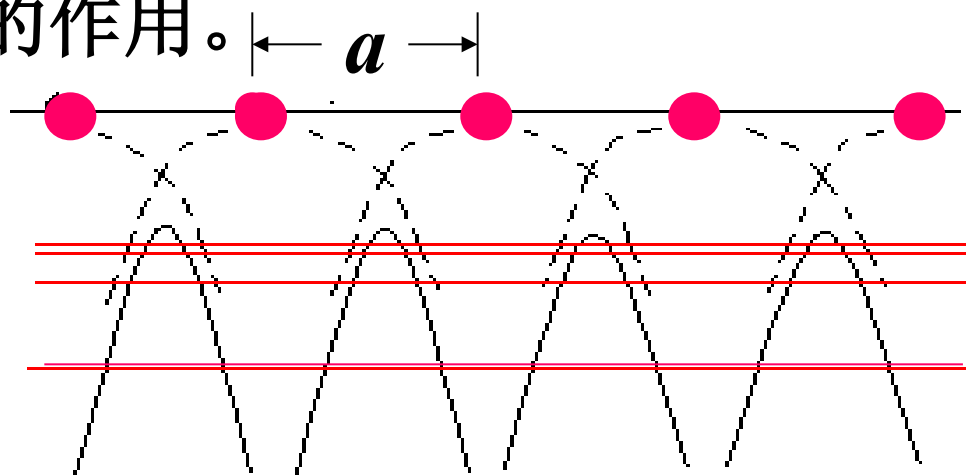
一. 半导体

1. 固体的能带

a. 电子共有化

固体(晶体)是具有大量分子、原子或离子的有规则排列的点阵结构。

在晶体中，原子相互影响，形成周期性电势，电子受到周期性势场的作用。



晶体中原子相互影响，形成周期性势垒

物质按导电
性能分类

导体
半导体
绝缘体

解定态薛定谔方程，可以得出两个重要结论：

1. 电子的能量是量子化的；

2. 电子的运动有隧道效应。

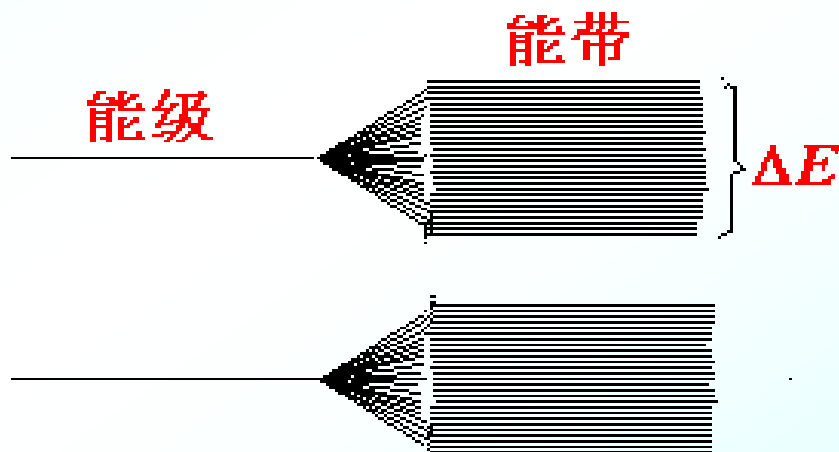
原子的外层电子(高能级)，势垒穿透概率较大，电子可以在整个固体中运动，称为共有化电子。

原子的内层电子与原子核结合较紧，一般不是共有化电子。

b. 能带

固体中的电子能级
有什么特点？

量子力学计算表明，固体中若有 N 个原子，由于各原子间的相互作用，对应于原来孤立原子的每一个能级，变成了 N 条靠得很近的能级，称为**能带**。



能带的宽度记作 ΔE ，
数量级为 $\Delta E \sim \text{eV}$ 。

c. 能带中电子的排布

固体中的一个电子只能处在某个能带中的某一能级上。

排布原则： 1. 服从泡里不相容原理（费米子）

2. 服从能量最小原理

电子排布时，从最低的能级排起。

有关能带被占据情况的几个名词：

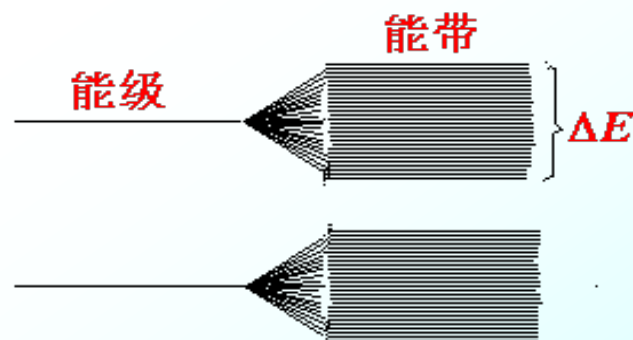
1. 满带（排满电子）

2. 价带（能带中一部分能级排满电子）

——亦称**导带**

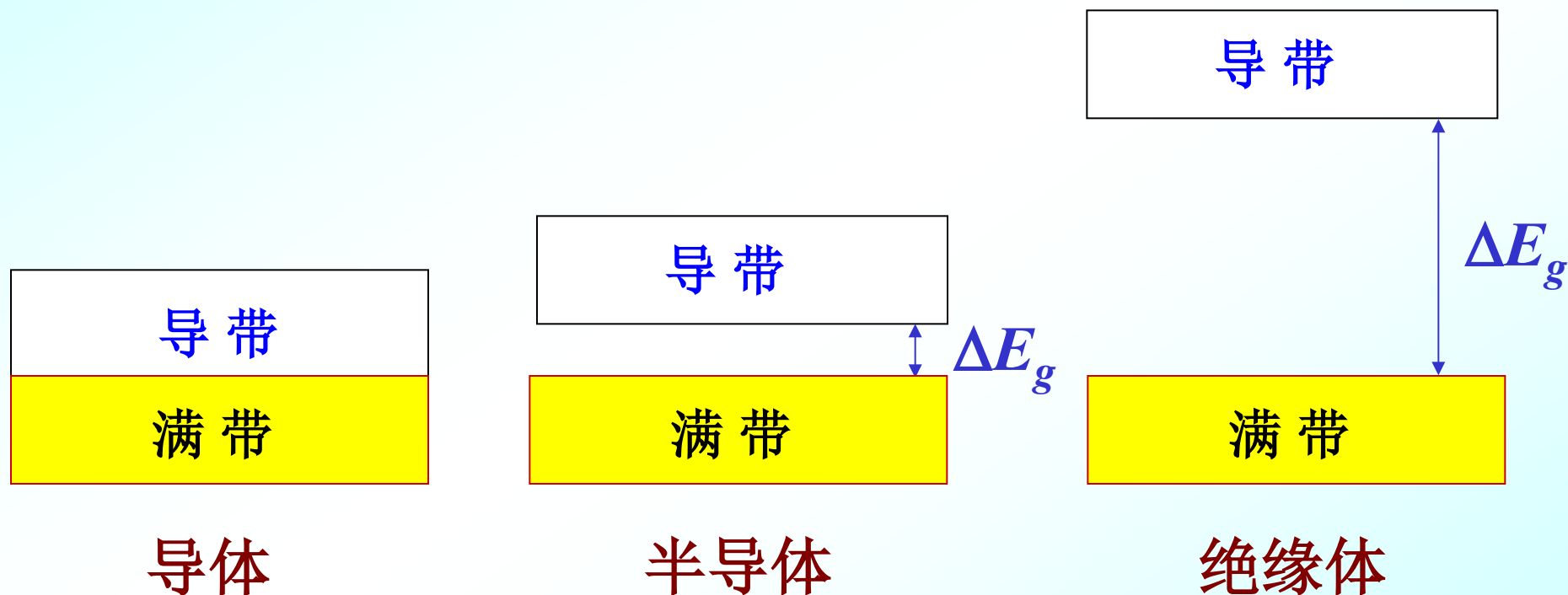
3. 空带（未排电子）——亦称**导带**

4. 禁带（不能排电子）



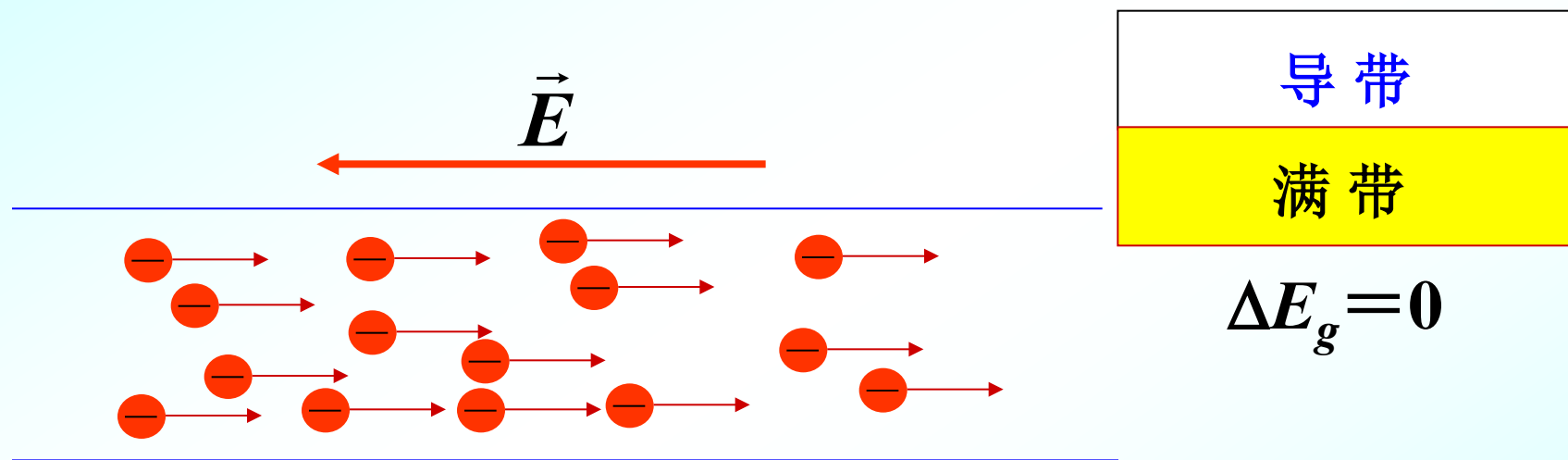
2. 导体、半导体和绝缘体

按导电性能的高低固体可以分为三类,它们的导电性能不同, 是因为它们的能带结构不同。



ΔE_g — 禁带宽度

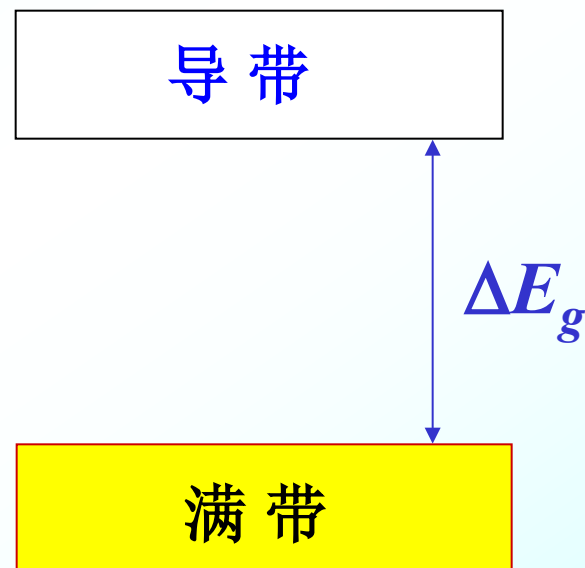
导体在外电场的作用下，大量共有化电子(整体)很容易获得能量，集体定向流动形成电流。



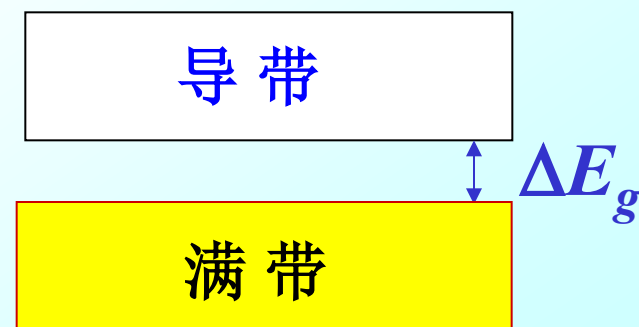
从能级图上来看，是因为其共有化电子很容易从低能级跃迁到高能级上去。

绝缘体在外电场的作用下，共有化电子很难接受外电场的能量，所以形不成电流。

从能级图上来看，是因为满带与导带之间有一个**较宽的禁带**(ΔE_g 约3~6 eV)，共有化电子很难从低能级(满带)跃迁到高能级导带(空带或价带)上去。



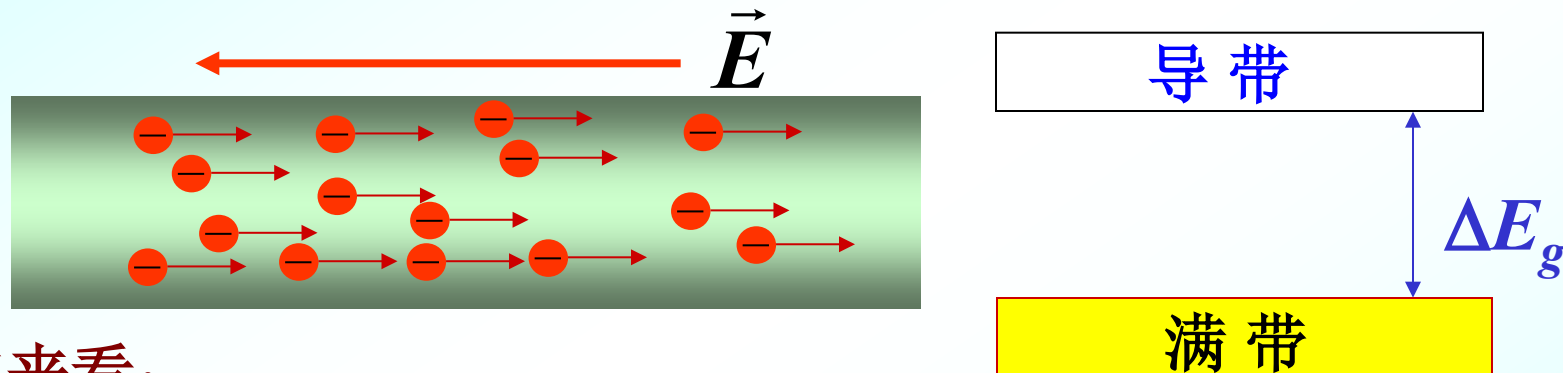
半导体的能带结构，满带与空带之间也是禁带，但是禁带很窄， ΔE_g 约0.1~2 eV。



何为导电？

●从现象来看：

在外电场的作用下，大量电子集体定向移动形成电流。



●从能量的观点来看：

与加外电场前相比，这些定向移动的电子的动能增加了。

也就是说，这些电子的(总)能量增加了。

能量要增加，电子必须从低能级跃迁到高能级上去。

●从能带的观点来看：

导带上的电子的能量(整体上)可以增加，所以可以导电；

由于泡利不相容原理的限制，满带上的电子在满带中只能交换位置。这不能引起它们整体的能量状态的改变。

故，满带上的电子不能导电。

何为导电？

●从现象来看：在外电场的作用下，大量电子集体定向移动形成电流。

●从能量的观点来看：

与加外电场前相比，这些定向移动的电子的动能增加了。

也就是说，这些电子的(总)能量增加了。

能量要增加，电子必须从低能级跃迁到高能级上去。

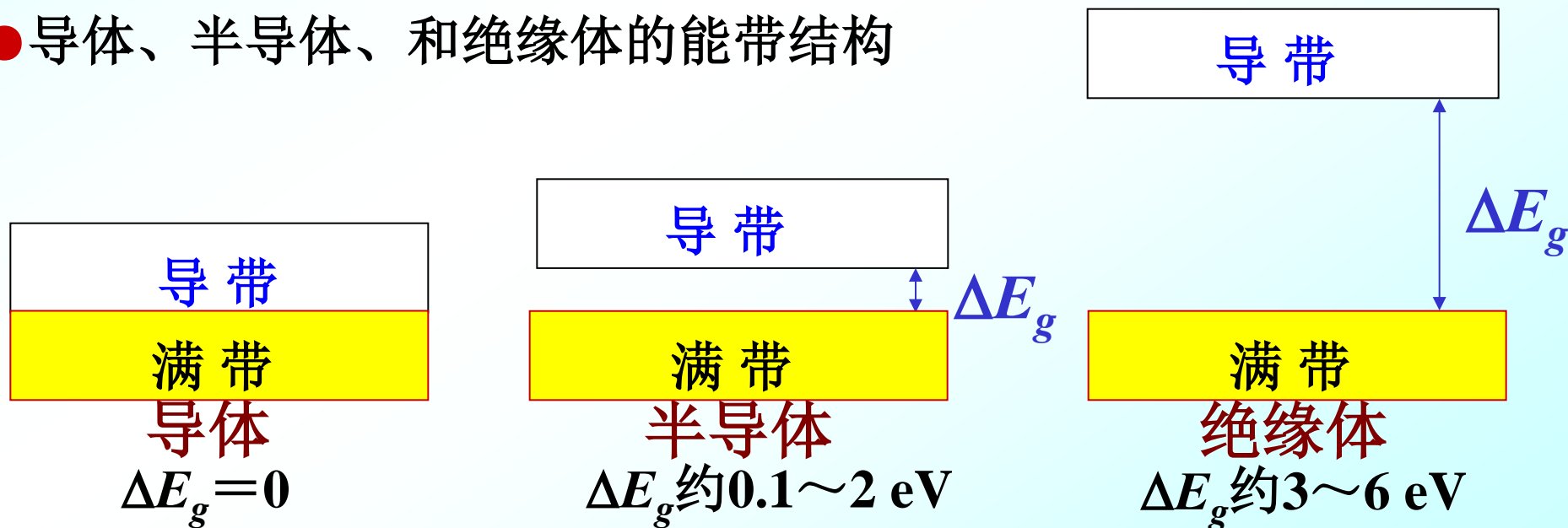
●从能带的观点来看：

导带上的电子的能量(整体上)可以增加，所以可以导电；

由于泡利不相容原理的限制，满带上的电子在满带中只能交换位置。

这不能引起它们整体的能量状态的改变。故，满带上的电子不能导电。

●导体、半导体、和绝缘体的能带结构

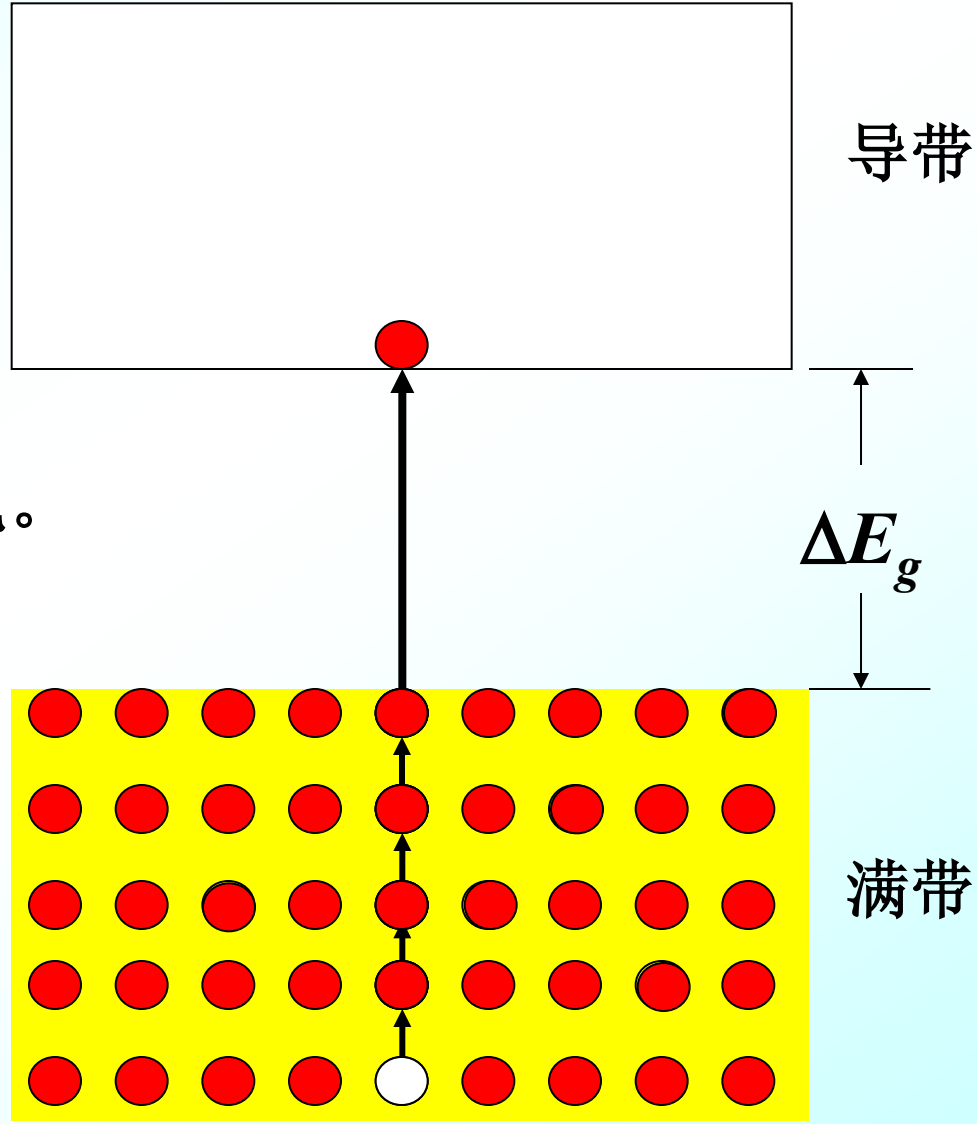


●关于满带上的电子不能导电及空穴导电

- 1. 满带中所有状态全被电子占据
结论：满带上的电子不能导电
- 2. 满带中有未被电子占据的状态
在外电场作用下, 空状态下面能级上的电子可以跃迁到空状态上来, 能量得到提升。
因此，满带中有少量电子可以导电。

等效地看：满带中所有状态仍然全被电子占据，但同时存在少量带正电+e的粒子。
这些带正电的粒子称为“空穴”。

满带上带正电的空穴
向下跃迁也可形成电流，
这称为空穴导电。



电子、空穴对的密度决定导电性能。

3. 半导体的导电机构

a. 本征半导体

本征半导体是指纯净的半导体。

本征半导体的导电性能在导体与绝缘体之间。

两个概念：

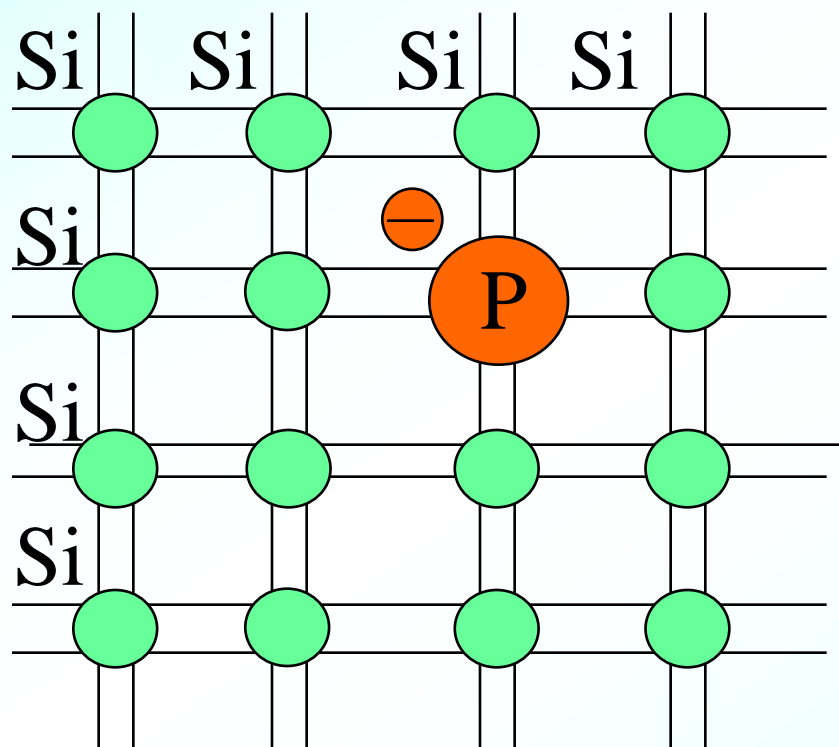
1. 电子导电.....半导体的载流子是电子
2. 空穴导电.....半导体的载流子是空穴

满带上的一个电子跃迁到空带后, 满带中出现一个空位, 即产生一个空穴。

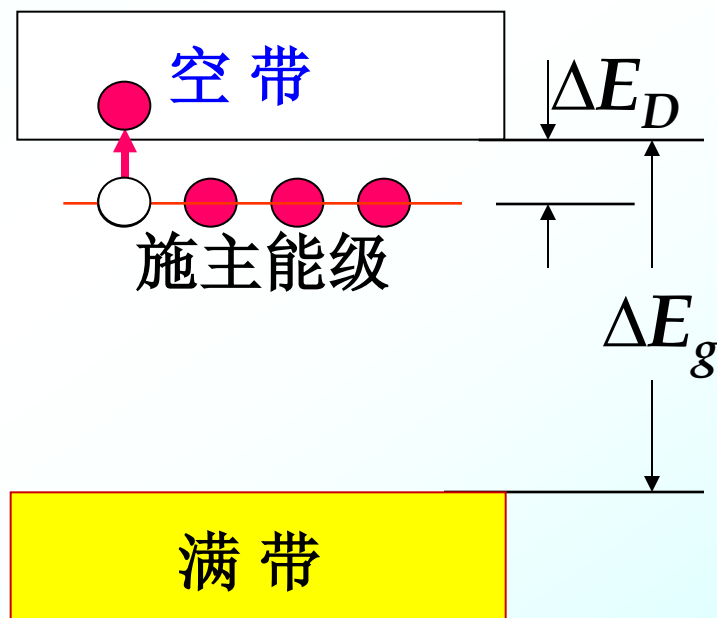
b. 杂质半导体

(1) n 型半导体

四价的本征半导体 Si、Ge 等，掺入少量五价的杂质元素（如 P、As 等）形成电子型半导体，称 n 型半导体。



量子力学指出，这种掺杂后多余的电子的能级在禁带中紧靠空带处， $\Delta E_D \sim 10^{-2} \text{eV}$ ，极易形成电子导电。



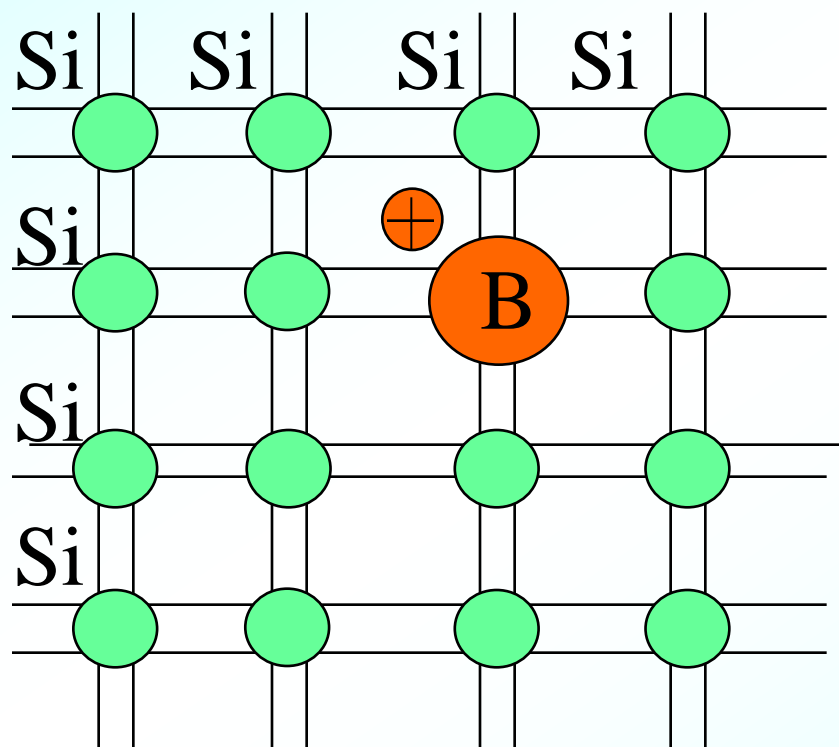
在 n 型半导体中

电子.....多数载流子
空穴.....少数载流子

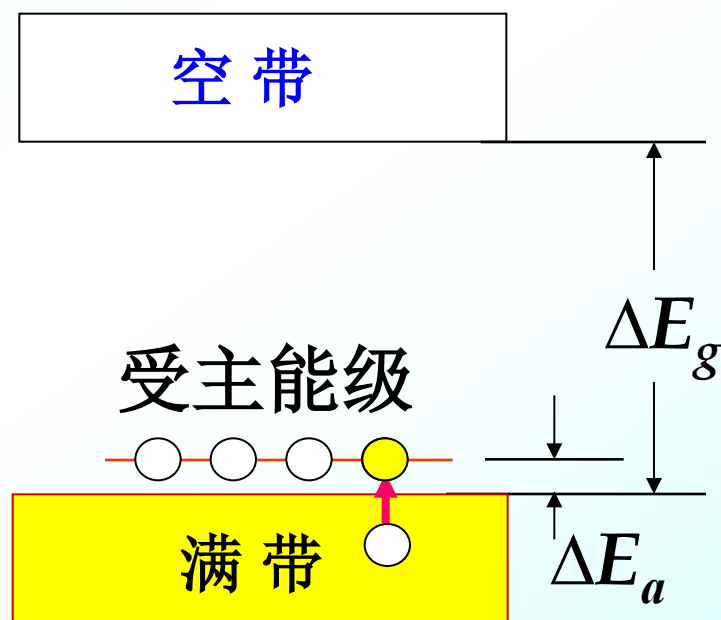
b. 杂质半导体

(2) p 型半导体

四价的本征半导体 Si、Ge等，掺入少量三价的杂质元素（如B、Ga、In等）形成空穴型半导体，称 p 型半导体。



量子力学指出，这种掺杂后多余的电子的能级在禁带中紧靠满带处， $\Delta E_a \sim 10^{-2} \text{eV}$ ，极易形成空穴导电。

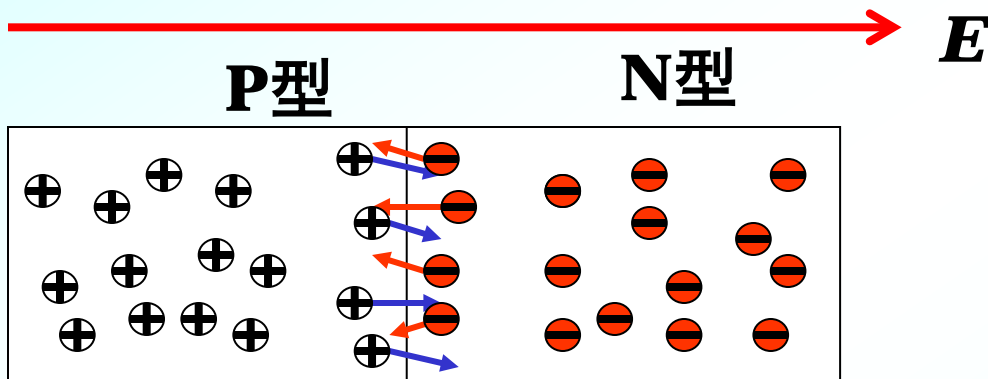


在 p 型半导体中

空穴.....多数载流子
电子.....少数载流子

C P-N结

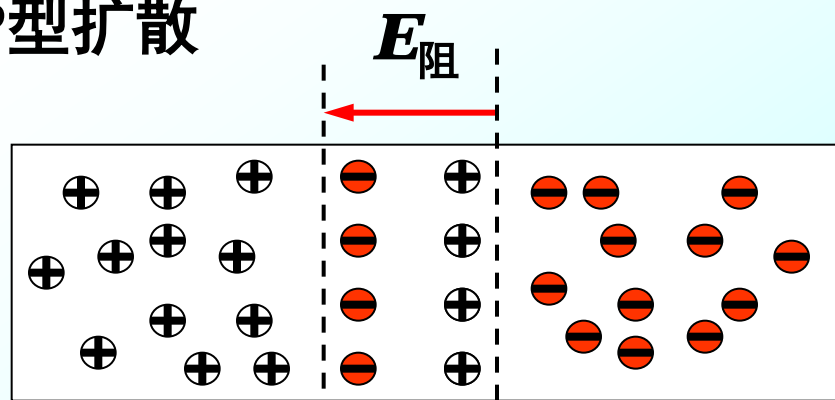
形成：P型与N型半导体密切接触



P型中的空穴将向N型扩散

N型中的电子将向P型扩散

结果：交界处出现正、负电偶层，
阻挡继续扩散达到平衡。形成P-
N结，约 $0.1\mu\text{m}$ 厚。

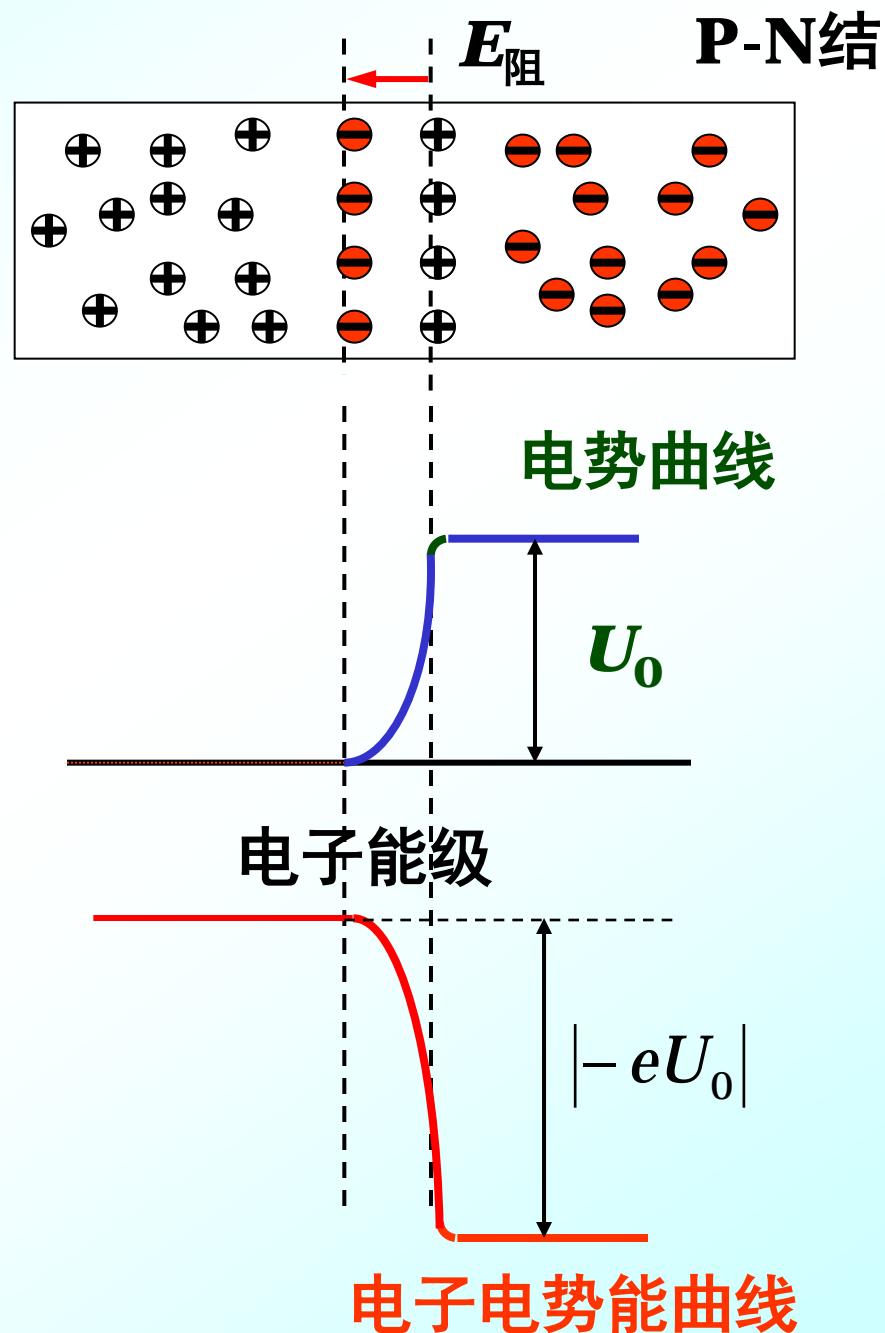


P-N结

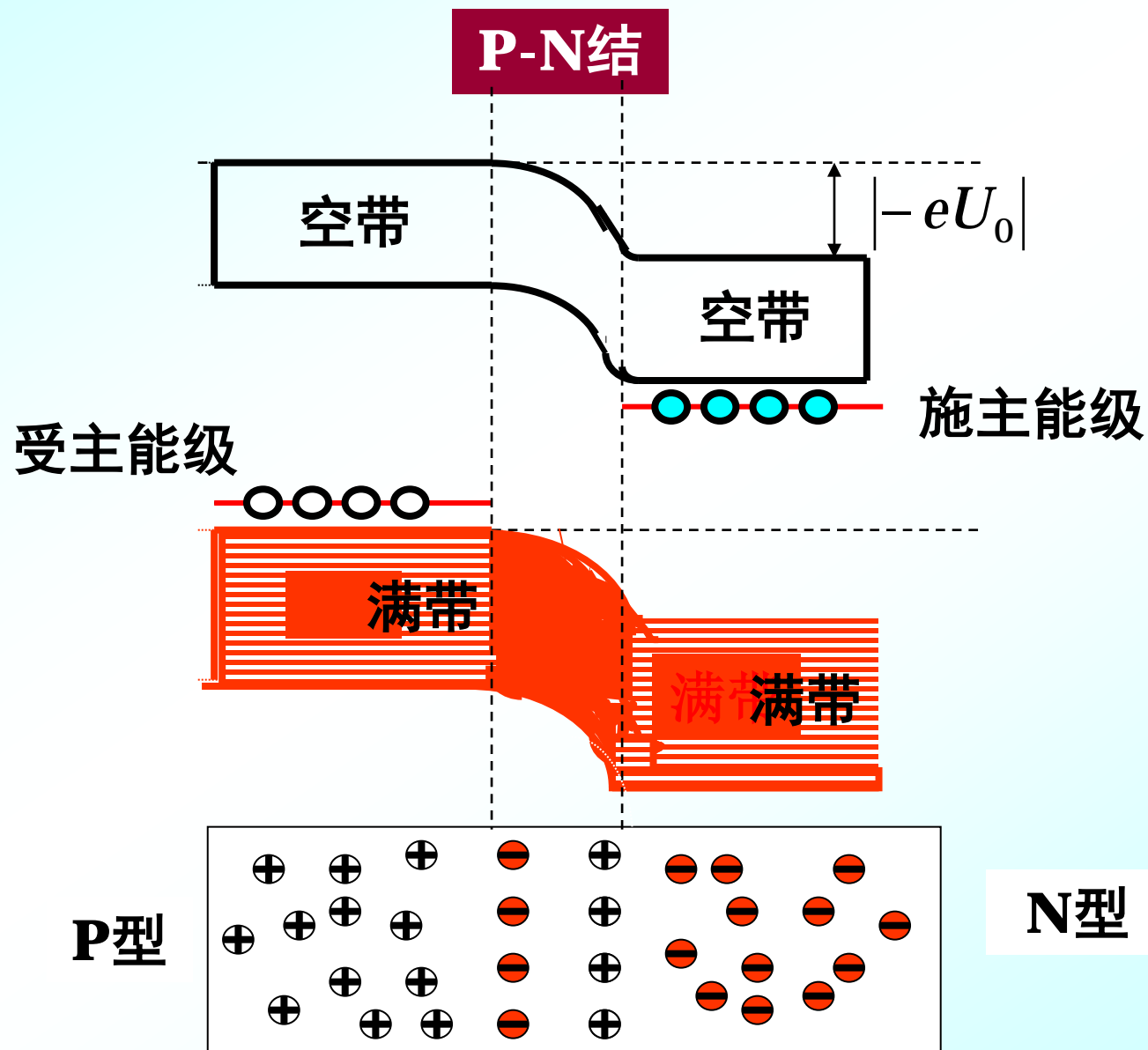
P-N结处存在电势差 U_0

它阻止P区
带正电的空穴进
一步向N区扩散；

也阻止N区
带负电的电子进
一步向P区扩散。



电子的能带出现弯曲现象：



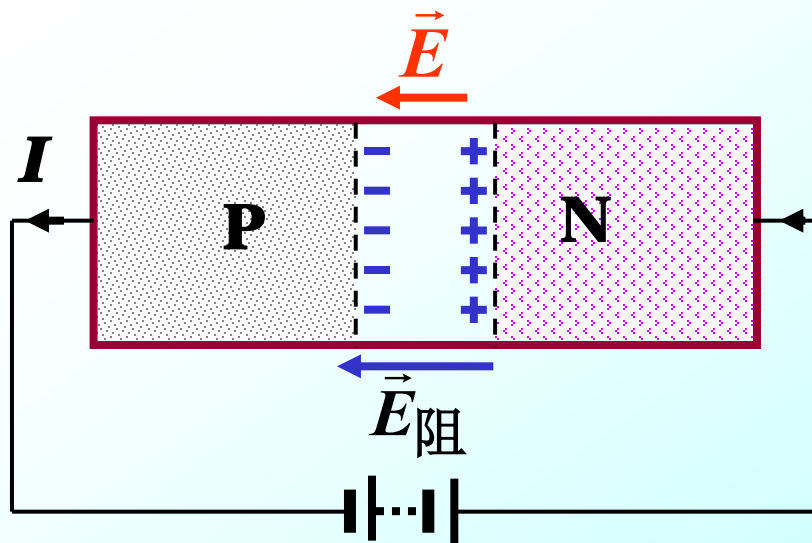
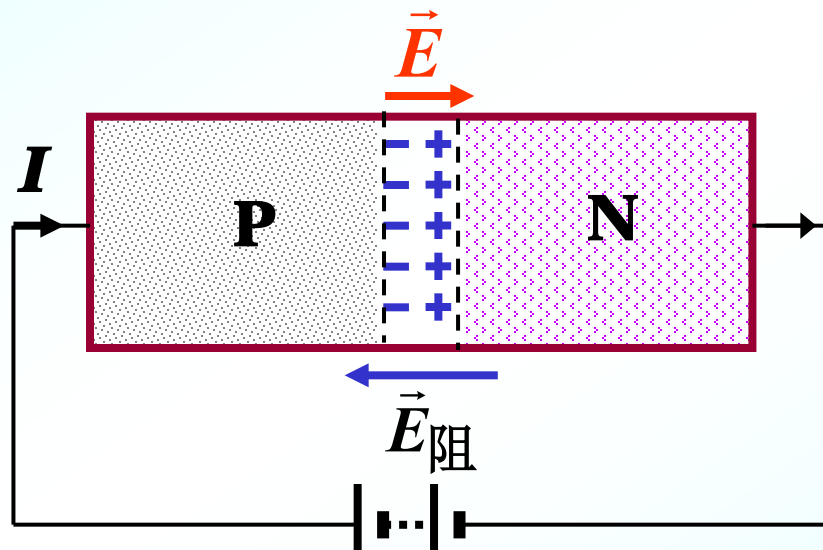
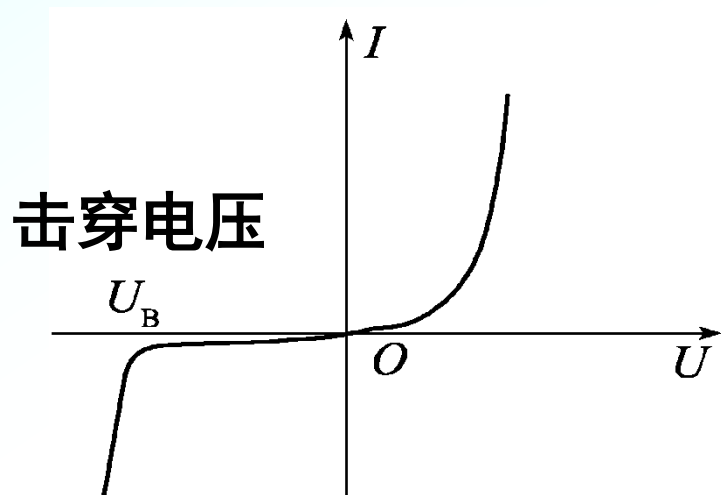
用途： P-N结的单向导电性

正向连接时

阻挡层势垒被削弱变窄，P中的空穴，N中的电子都易于通过P-N结，形成P→N的正向宏观电流。

反向连接时

阻挡层势垒增大变宽，P中的空穴和N中的电子都难以通过P-N结，
没有正向电流。



是制造二极管整流器和集成电路的好材料

二. 激光

激光是二十世纪六十年代出现的一种新型光源(激光器)发出的光。1960年美国休斯研究实验室的梅曼制成了第一台红宝石激光器, 1961年9月中国科学院长春光学精密机械研究所制成了我国第一台激光器。激光的原理早在1916年已被著名的美国物理学家爱因斯坦发现

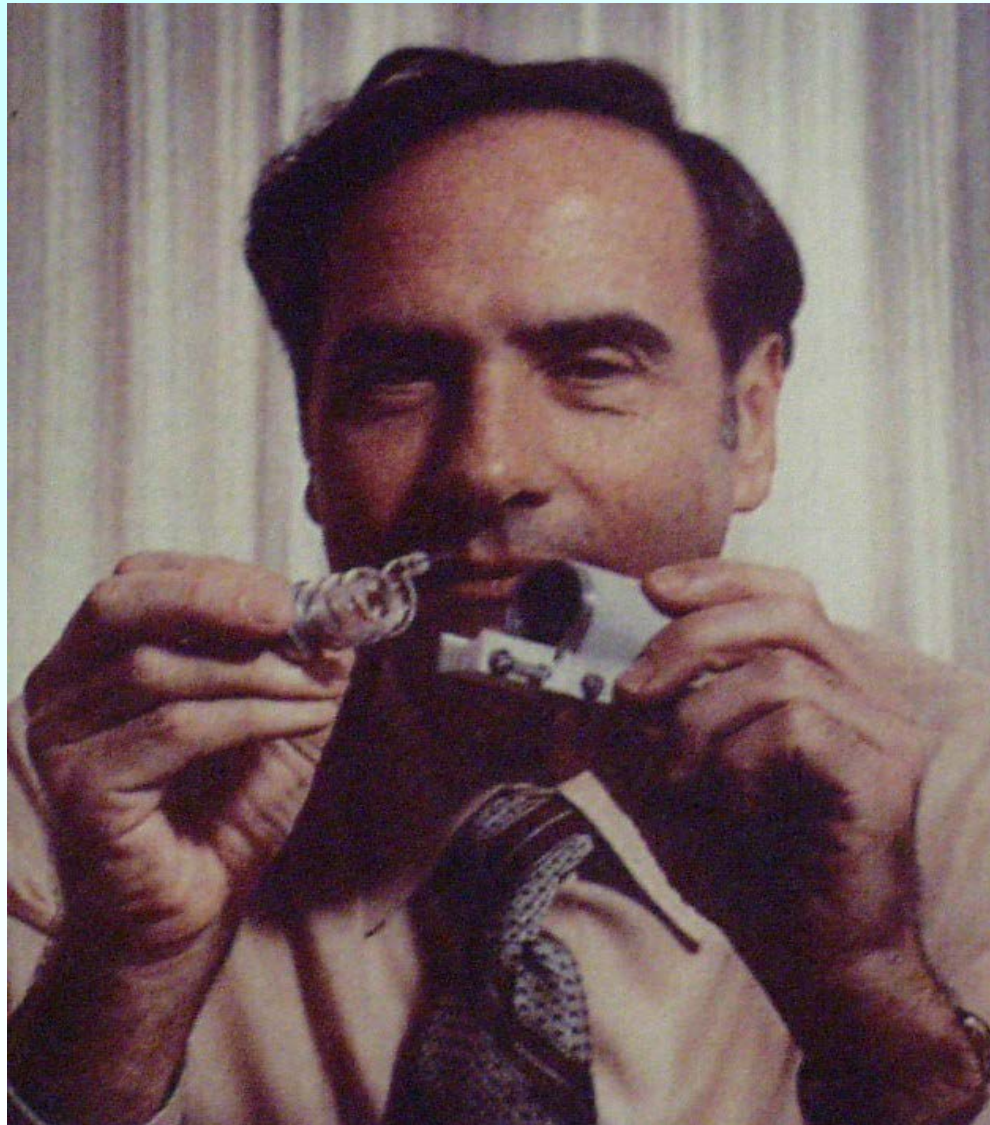
激光又名镭射 (Laser), 它的全名是

“**辐射的受激发射所致的光放大**”

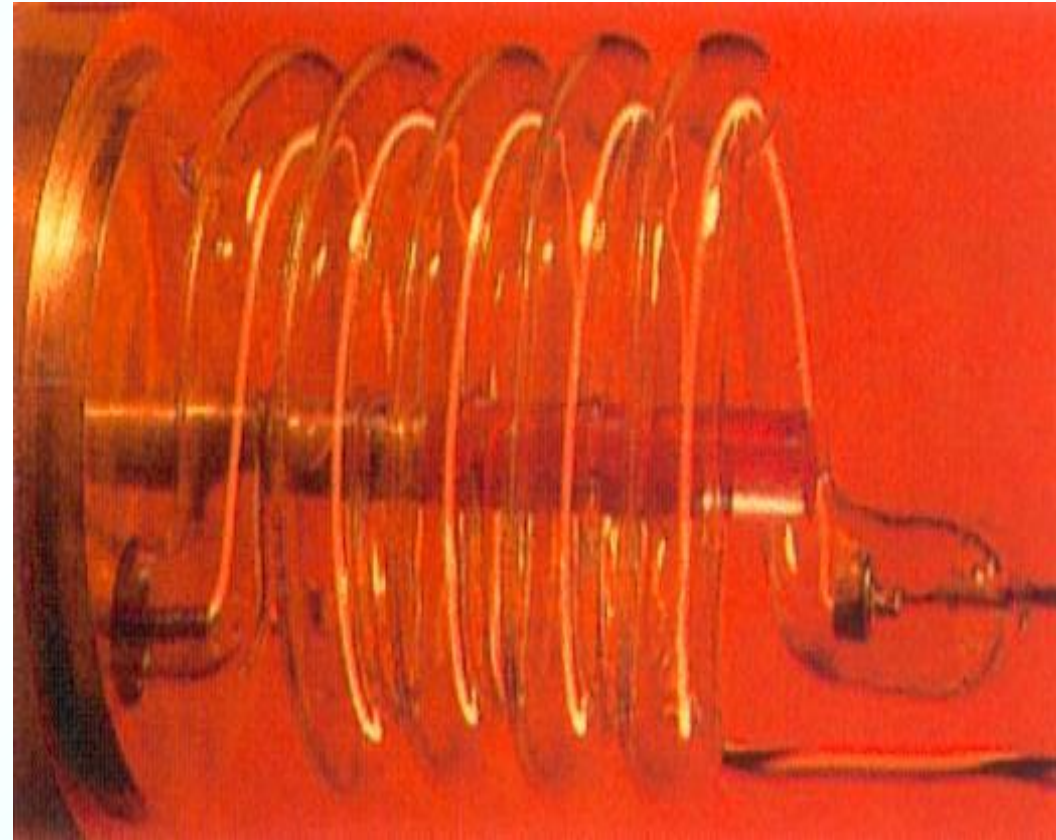
1964年10月, 钱学森建议称之为**激光**。

(**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**)

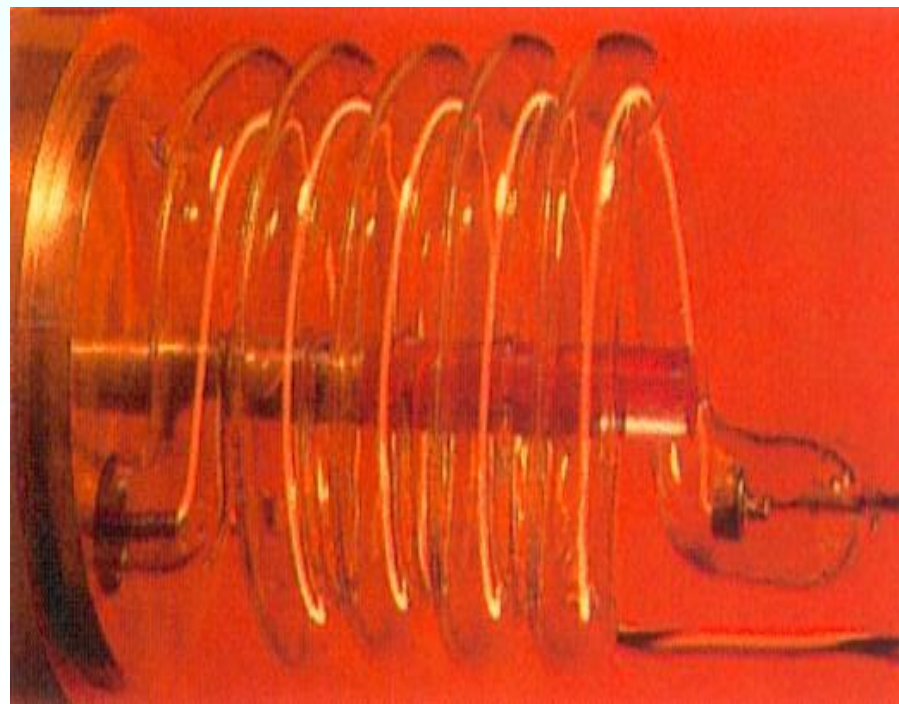
1960年梅曼(T. H. Maiman)发明了世界上第一台红宝石激光器



T. H. Maiman



我国第一台红宝石激光器（1961.9）



世界上第一台红宝石激光器

在器件设计上，梅曼用螺旋管氙灯照射，我国科学家用光学成像的办法，只用了一支较小的直管氙灯，其尺寸同红宝石棒的大小差不多，用高反射的球形聚光器聚光，使红宝石棒好象泡在光源（氙灯）的像中，所以效率很高，用很小的能量就可获得激光。

激光的种类:

按工作物质分

固体激光器 (如红宝石 Al_2O_3)
气体激光器 (如He-Ne, CO_2)
染料激光器
半导体激光器 (如砷化镓 GaAs)
光纤激光器
自由电子激光器

按工作波段分

远红外、红外激光器
可见光激光器
紫外、真空紫外激光器
X光激光器

按工作方式分

连续激光器
脉冲激光器
超短脉冲激光器



激光的特点:

氦氖激光的相干长度可达400km

相干性极好 (相干长度可达几十公里)

方向性极好(发散角 $\sim 10^{-4}$ 弧度)

脉冲瞬时功率大(可达 $\sim 10^{15}$ 瓦以上)

亮度极高(巨型脉冲固体激光器的亮度可比太阳亮度高100亿倍)

- 精密测量, 全息摄影.....
- 准直、测距、制导.....
- 切削、武器、手术刀
- 激光光纤通讯.....
- 激光核聚变.....
- 激光推进**
-

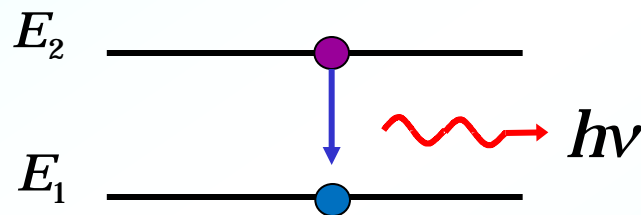


2. 激光的产生

(1) 自发辐射与受激辐射

a) 自发辐射

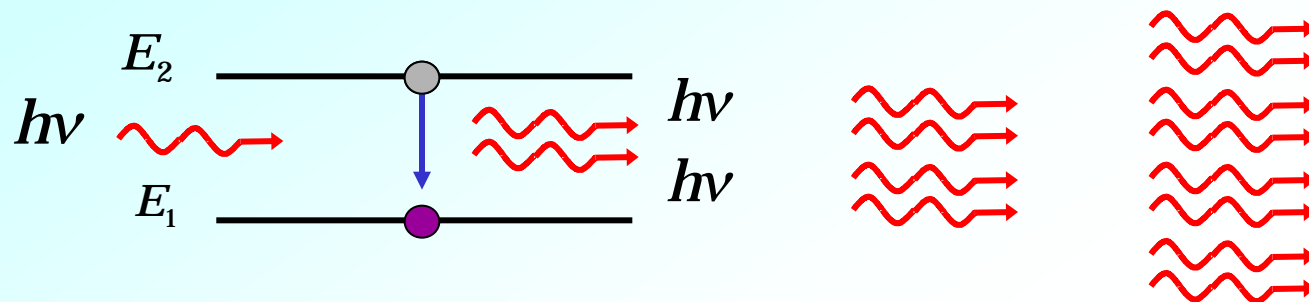
处于高能级 E_1 的原子自发地向低能级 E_2 跃迁，
并发射出一个频率等于 $\nu = (E_1 - E_2)/h$ 的光子的过程。
各原子所发光子的位相、方向、偏振态各不相同，非
相干光源。



根据爱因斯坦辐射理论，设初态 E_1 上的原子数密度为 N_1 ， E_2 上的原子数密度为 N_2 ，则自发过程的概率只与 N_2 有关，单位时间内自发辐射的光子密度为：

$$\left(\frac{dN_{21}}{dt} \right)_{\text{自发}} = a_{21} N_2$$

b) 受激辐射



处于高能级 E_2 上的原子在频率为 $\nu=(E_2-E_1)/h$ 的光子诱发下，向低能级 E_1 跃迁并辐射出与诱发光子的状态完全相同的光子。受激辐射光与外来光的频率、偏振方向、相位及传播方向均相同。

1→2→4→8----有光的放大作用

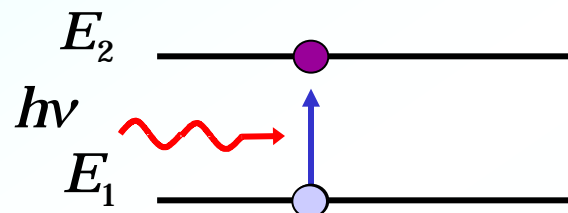
根据爱因斯坦辐射理论，单位时间内受激辐射的原子密度为：

$$\left(\frac{dN_{21}}{dt} \right)_{\text{受激}} = W_{21} N_2$$

c) 受激吸收

处于低能级 E_1 上的一个原子在频率等于 $\nu = (E_2 - E_1)/h$ 的辐射场作用下，

吸收一个光子后向高能级 E_2 跃迁。



根据爱因斯坦辐射理论，单位时间内由于吸收的光子产生跃迁的原子密度为：

$$\left(\frac{dN_{12}}{dt} \right)_{\text{吸收}} = W_{12} N_1$$

如果以 $\rho(\nu)$ 表示入射光的能量密度，则单位时间内由于吸收的光子产生跃迁的原子密度为：

$$\left(\frac{dN_{12}}{dt} \right)_{\text{吸收}} = W_{12} N_1 = b_{12} \rho(\nu) N_1$$

$$\left(\frac{dN_{21}}{dt}\right)_{\text{自发}} = a_{21}N_2 \quad \left(\frac{dN_{21}}{dt}\right)_{\text{受激}} = W_{21}N_2 = b_{21}\rho(\nu)N_2$$

$$\left(\frac{dN_{12}}{dt}\right)_{\text{吸收}} = W_{12}N_1 = b_{12}\rho(\nu)N_1$$


a_{21} 、 b_{12} 、 b_{21} -----爱因斯坦系数

W_{12} -----单位时间内原子从 E_1 跃迁到 E_2 的概率

W_{21} -----单位时间内原子从 E_2 跃迁到 E_1 受激辐射的概率

**单位时间、单位体积内通过吸收从基态跃迁到激发态的原子数
等于从激发态通过自发辐射和受激辐射回到基态的原子数：**

$$\left(\frac{dN_{12}}{dt}\right)_{\text{吸收}} = \left(\frac{dN_{21}}{dt}\right)_{\text{自发}} + \left(\frac{dN_{21}}{dt}\right)_{\text{受激}}$$



$$\left(\frac{dN_{12}}{dt} \right)_{\text{吸收}} = \left(\frac{dN_{21}}{dt} \right)_{\text{自发}} + \left(\frac{dN_{21}}{dt} \right)_{\text{受激}}$$

通过统计理论可以求得三个爱因斯坦系数之间的关系为

$$\left\{ \begin{array}{l} b_{21} = b_{12} \\ a_{21} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} b_{12} \end{array} \right.$$

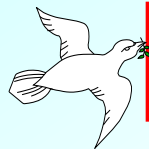
由于自发辐射，处于 E_2 的原子将不断跃迁到基态，使得 N_2 不断减小。 dt 时间内 N_2 减小量为：

$$dN_2 = -dN_{21} = -a_{21}N_2 dt$$

则

$$N_2 = N_{20} e^{-a_{21} t}$$

N_{20} ----- $t=0$ 时激发态 E_2 上的原子数



$$N_2 = N_{20} e^{-a_{21} t}$$

当 $t = \frac{1}{a_{21}}$ 时,

$$N_2 = \frac{N_{20}}{e}$$

$$\tau = \frac{1}{a_{21}}$$

----原子在 E_2 能级的平均寿命

如果原子处在激发态 E_n , E_n 下面存在多个较低能级 E_m , 从 E_n 到各处低能态都存在跃迁概率, 原子在 E_2 能级的平均寿命:

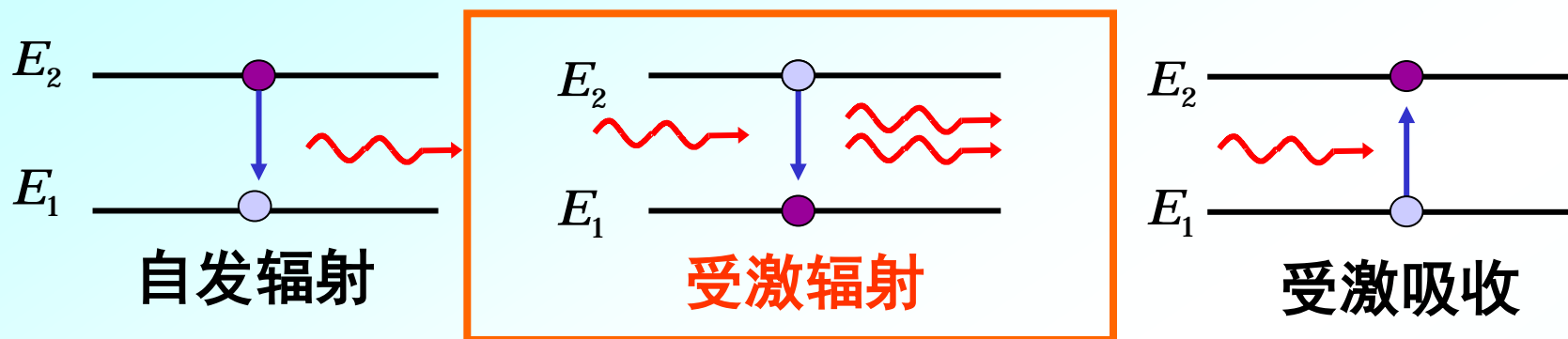
$$\tau = \frac{1}{\sum_m a_{nm}}$$



注意

(1) 三个系数 a_{21} 、 b_{12} 、 b_{21} 均是粒子能级结构的特征量，
和外场 ρ 无关。

2) 三种几率： a_{21} 和外场无关；而 W_{12} 、 W_{21} 与入射光的
能量密度 $\rho(\nu)$ 有关。



发光物质的受激辐射与受激吸收哪个占优势？

由处在高能态或低能态的原子数决定：

N_1 —低能态的原子数

N_2 —高能态的原子数

若 $N_1 > N_2$

光被吸收

若 $N_2 > N_1$

光被放大

从热力学定律知（玻耳兹曼统计分布）：

处在能量为 E 的粒子数 $N = Ae^{-\frac{E}{kt}}$

$$\text{若 } E_2 > E_1 \quad \frac{N_2}{N_1} = e^{-\frac{E_2 - E_1}{kt}} < 1$$

则 $N_2 < N_1$

例：氢原子基态 $E_1 = -13.6\text{eV}$ ，第一激发态 $E_2 = -3.4\text{eV}$ ， $E_2 > E_1$

解：在常温 $T=300\text{K}$ 时

$$\frac{N_2}{N_1} = e^{-\frac{E_2 - E_1}{kT}} = e^{-\frac{-3.4 - (-13.6)}{1.38 \times 10^{-23} \times 300}} = e^{-394}$$

可见,处在热平衡状态时原子几乎都处在基态

要使受激辐射占主导地位必须使：

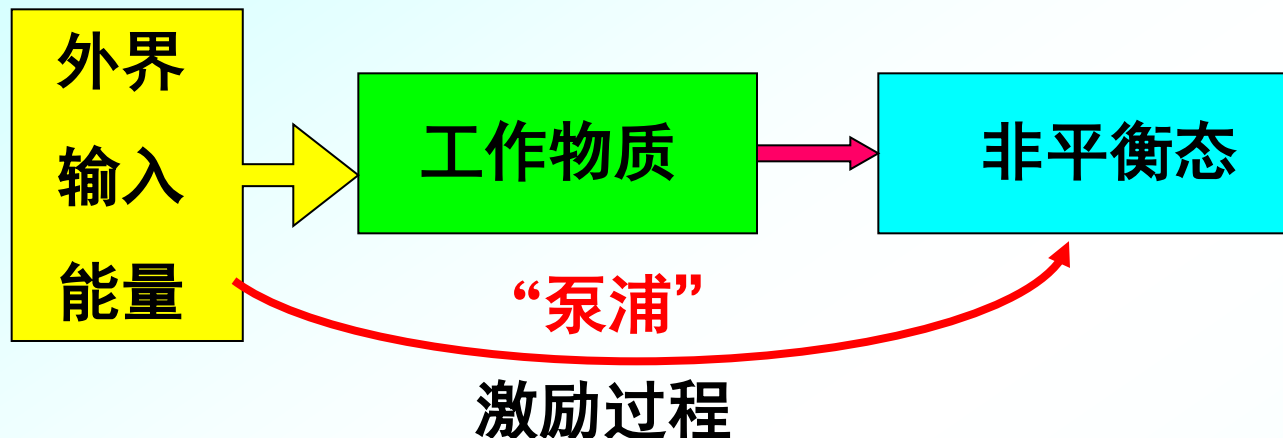
$$N_2 > N_1$$

即让**粒子数反转** ——系统处在非平衡状态

3. 粒子数反转

——产生激光的必要条件

方法：



光激发

粒子碰撞

化学激发

核能激发

.....

为保证实现粒子数反转必须：

(1) 有激励能源 ——合适的能量输入系统

(2) 合适的工作物质
——有合适的能级结构（亚稳态）

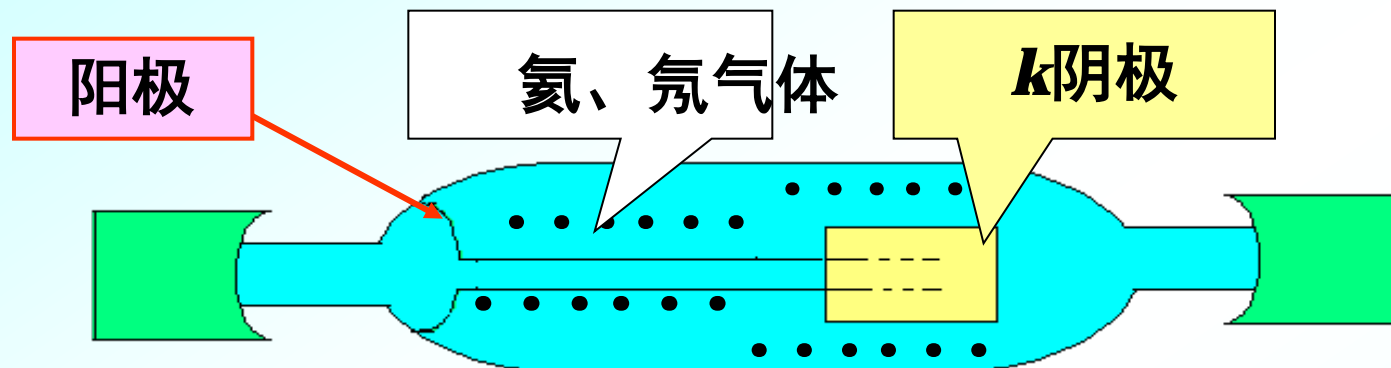
一般激发态寿命： $\Delta t = 10^{-8} \text{ s}$

亚稳态寿命： $\Delta t = 10^{-3} \sim 1 \text{ s}$

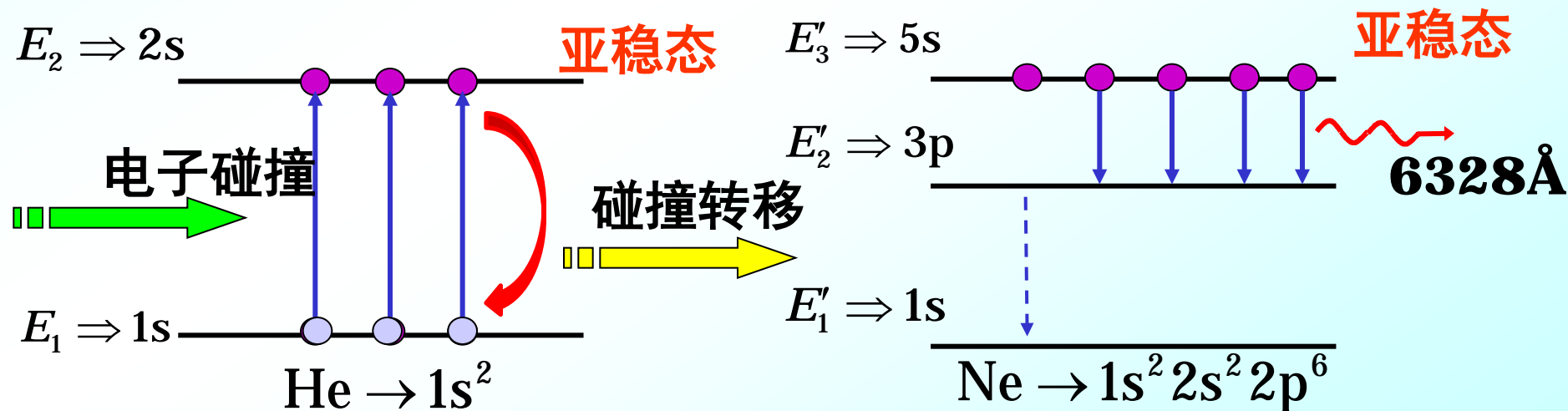
具有亚稳能级的物质——激活物质

(1) 氦氖激光器

工作物质：混合的氦氖气体 $\text{He}:\text{Ne} = 5:1 \sim 10:1$



粒子数反转 { 被激发的He原子
最终被激发的Ne原子 ---- 激励能源 “光泵”
---- 激活物质



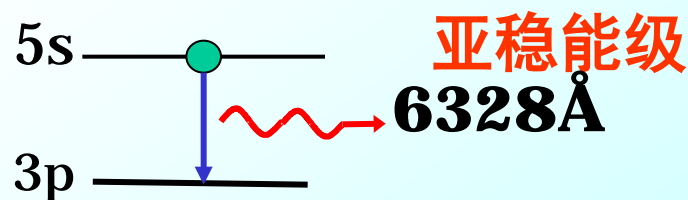
He-Ne激光的工作原理:

(1) 由于**电子的碰撞**, He被激发到2s的概率比Ne原子被激发的概率大;

(2) He的1s2s组态能级是亚稳态, “很难”回到基态;

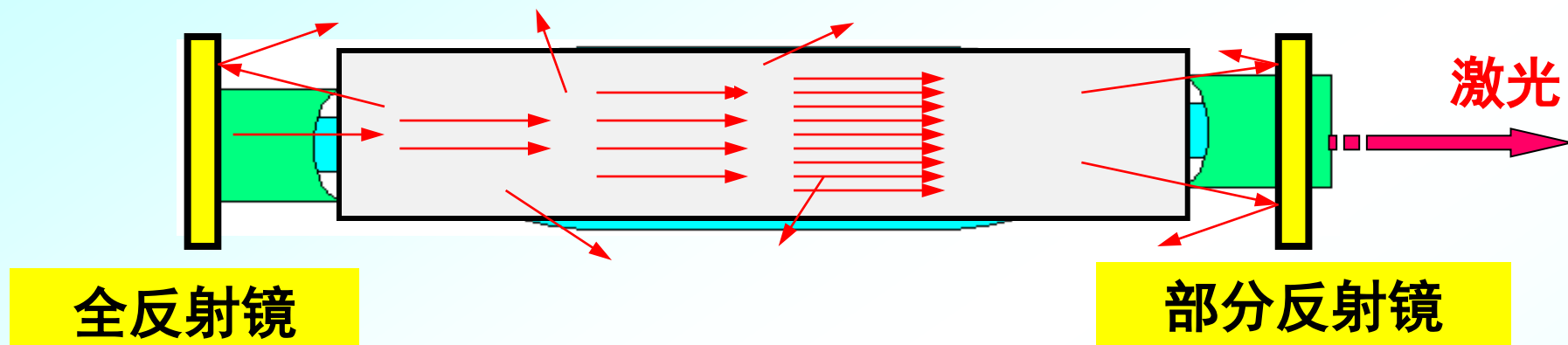
|| → 在He的激发态上集聚了较多的原子

(3) 由于Ne的5s与He的2s的能量几乎相等, 在碰撞中He原子很容易把能量传递给Ne原子回到基态, 而**Ne原子则被激发到2p⁵5s**;



(4) 3p能级的寿命比5s能级要短得多, 这样就可以形成**粒子数的反转**。

(2) 光学谐振腔



管内受激发射的光子，**沿管轴**来回反射、**增强**，
凡传播方向偏离管轴方向的逸出管外淘汰。
反射镜镀有多层膜，适当选择其厚度，使所需波
长得到“相长干涉”后，反射**加强**。
精心设计管长，使所需频率的波形成驻波
(两端为波节)，形成稳定的振荡得到**加强**。
两端装有布儒斯特窗，得到所需的**偏振态**。

光学谐振腔两端的反射镜处必定是波节，

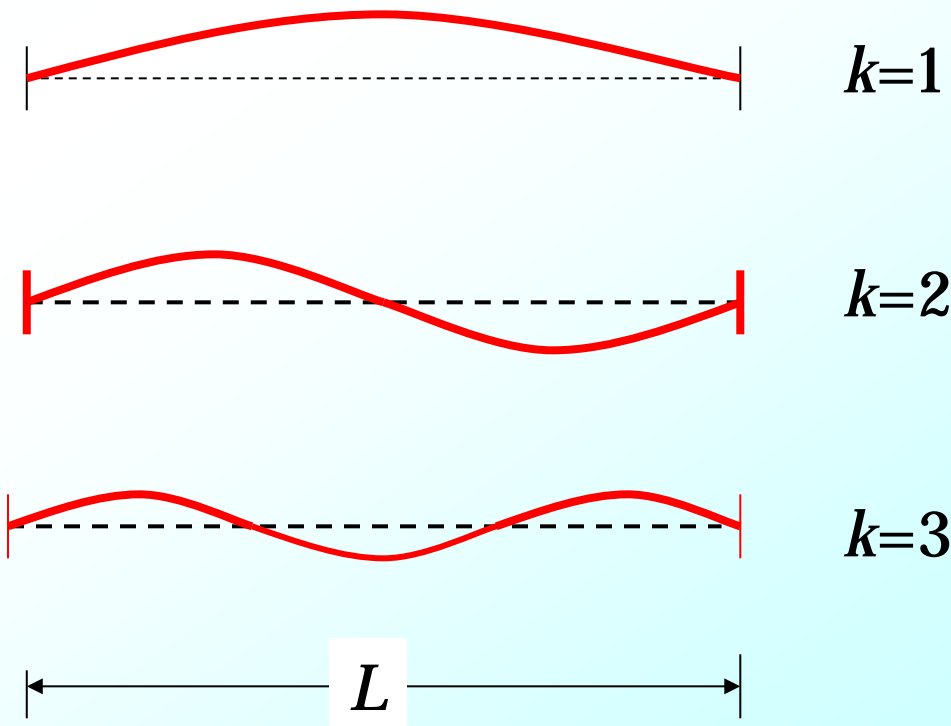
所以光程 $nL = k \frac{\lambda_k}{2}$

n —谐振腔内媒质的折射率

λ_k —真空中的波长

$$\lambda_k = \frac{2nL}{k}$$

$$\nu_k = \frac{c}{\lambda_k} = k \frac{c}{2nL}$$



光学谐振腔的作用

- (1) 产生与维持光的振荡，使光得到加强（能量集中）
- (2) 使激光具有极好的方向性（沿方向性好）
- (3) 使激光具有极好单色性（单色性好、相干性好）

总之，对光放大实行**选择、控制、增强**的作用

小结：产生激光的必要条件

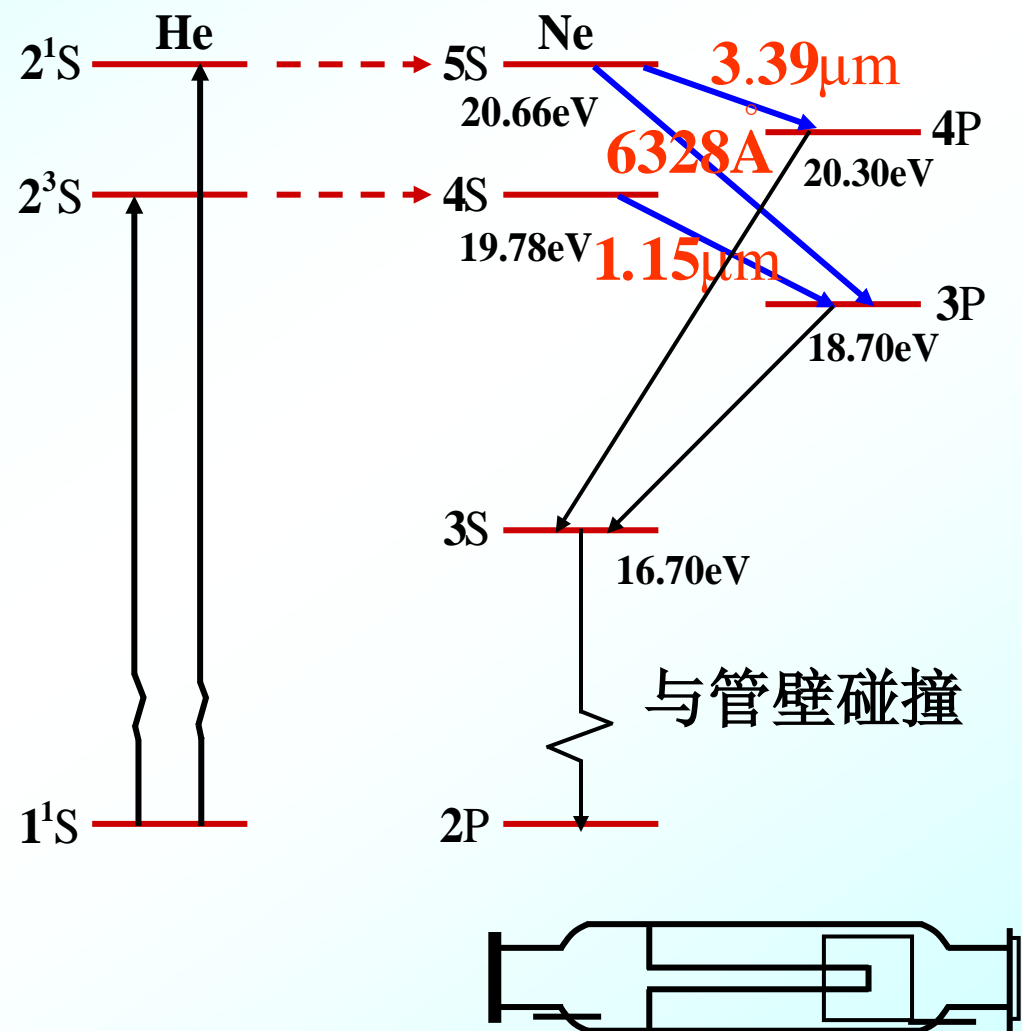
- 1° 激励能源**（使原子激发）
- 2° 粒子数反转**（有合适的亚稳态能级）
- 3° 光学谐振腔**（光放大、方向性、单色性、相干性）

●关于单色性的一点讨论

Ne原子产生的最强的三条激光谱线是：

$3.39\ \mu\text{m}$
 $1.15\ \mu\text{m}$
 $0.6328\ \mu\text{m}$

它们都是从亚稳态到非亚稳态、非基态之间发生的。



原子在亚稳态上的寿命($10^{-3}\text{s} \sim 1\text{s}$)比在一般激发态能级上的(10^{-8}s)长得多。

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

“神光二号”巨型激光器

（《人民日报》2002年04月08日第二版）

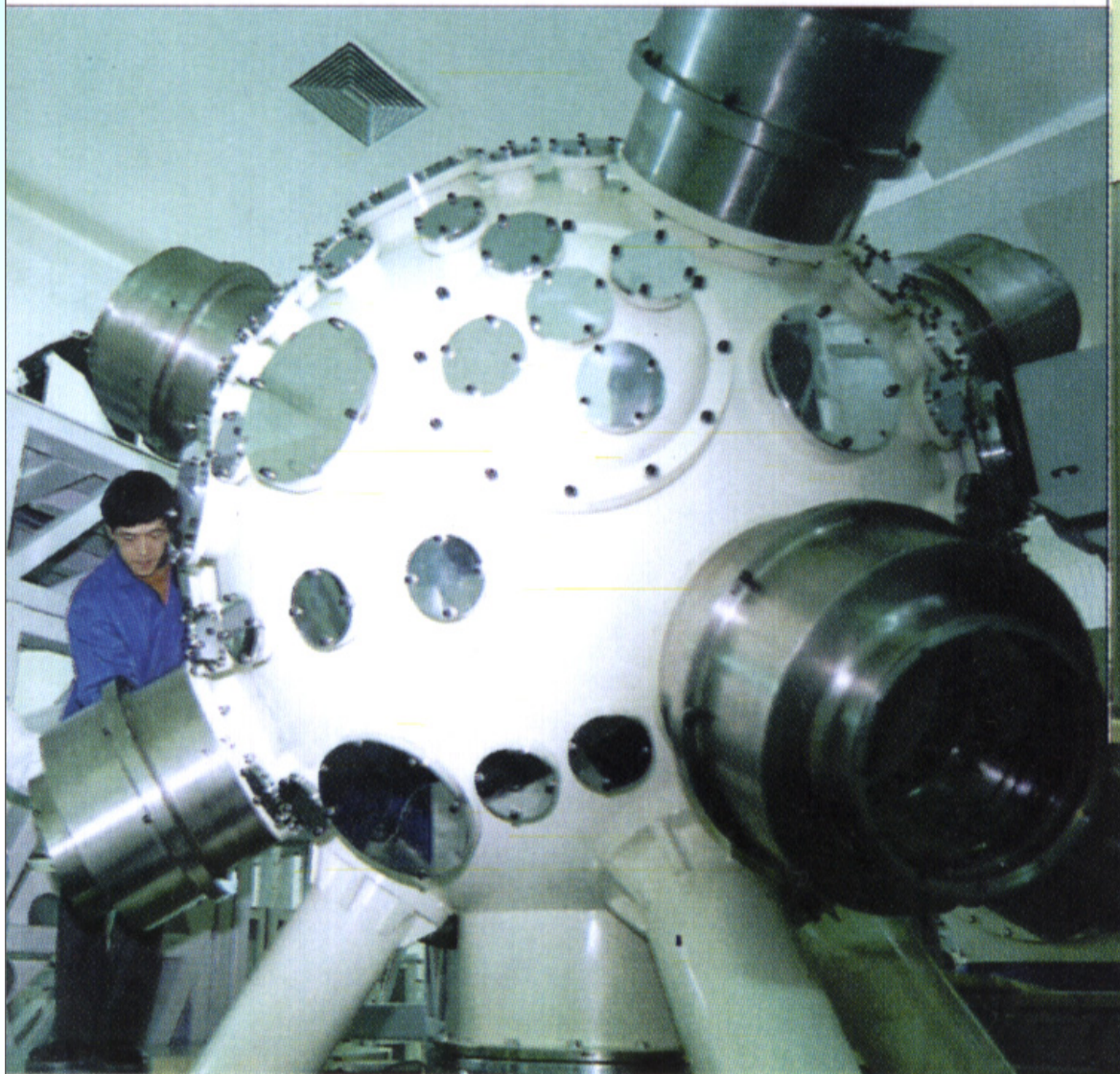
在十亿分之一秒的瞬间可发射出相当于全球电网数倍的强大能量，类似物理条件在自然界中只有在核爆炸中心、恒星内部或是黑洞边缘才能找到。这是我国研制成功的“神光二号”巨型激光装置显示的威力。

建在**中科院上海光机所**的“神光二号”，成百台光学设备集成在一个足球场大小的空间内。当8束强激光通过空间立体排布的放大链聚集到一个小小的燃料靶球时，在十亿分之一秒的超短瞬间内可发射出相当于全球电网电力总和数倍的强大能量，从而释放出极端压力和高温，引发聚变反应。

“神光二号”对基础科学研究、高技术应用和确保国家安全的新技术的推出，均有重大意义。

“神光二号”的问世，标志着我国高功率激光科研和激光核聚变研究已进入世界先进行列。目前，如此精密的巨型激光器只有美国、日本等少数国家能建造。“神光二号”的总体技术性能已进入世界前5位。

神光Ⅱ實驗靶室Ⅰ
The Target Chamber I of Shenguang II
Laser Facility



4. 自由电子激光器（不需要粒子数反转）

以自由电子为工作物质。凡是利用自由电子与电磁波相互作用所产生的从微波到X射线的强相干辐射均称为自由电子激光。

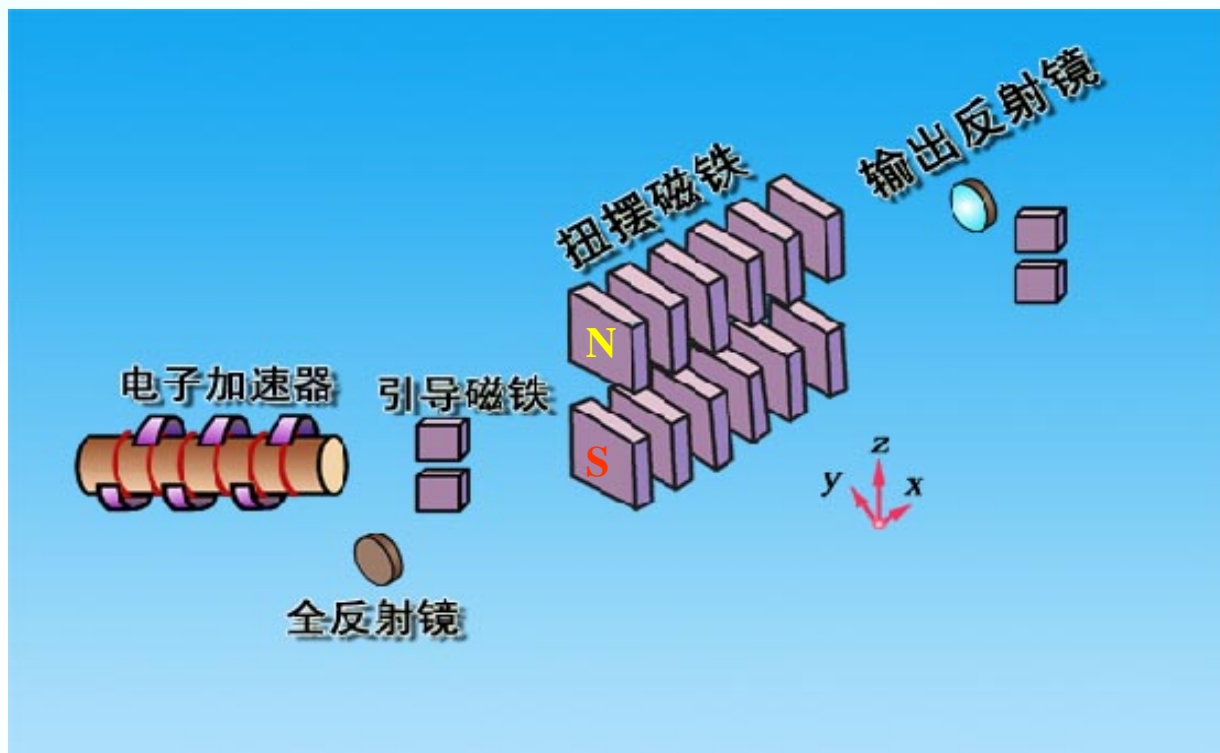
这是一种特殊类型的新型激光器，被电子加速器加速的电子流注入周期变化的磁场。只要改变电子束的速度就可产生波长连续变化的相干电磁辐射，原则上其相干辐射谱可从X射线波段过渡到微波区域，其峰值功率和平均功率高且可调，相干性好，可获得偏振输出，因此具有很诱人的前景。

自由电子激光器:

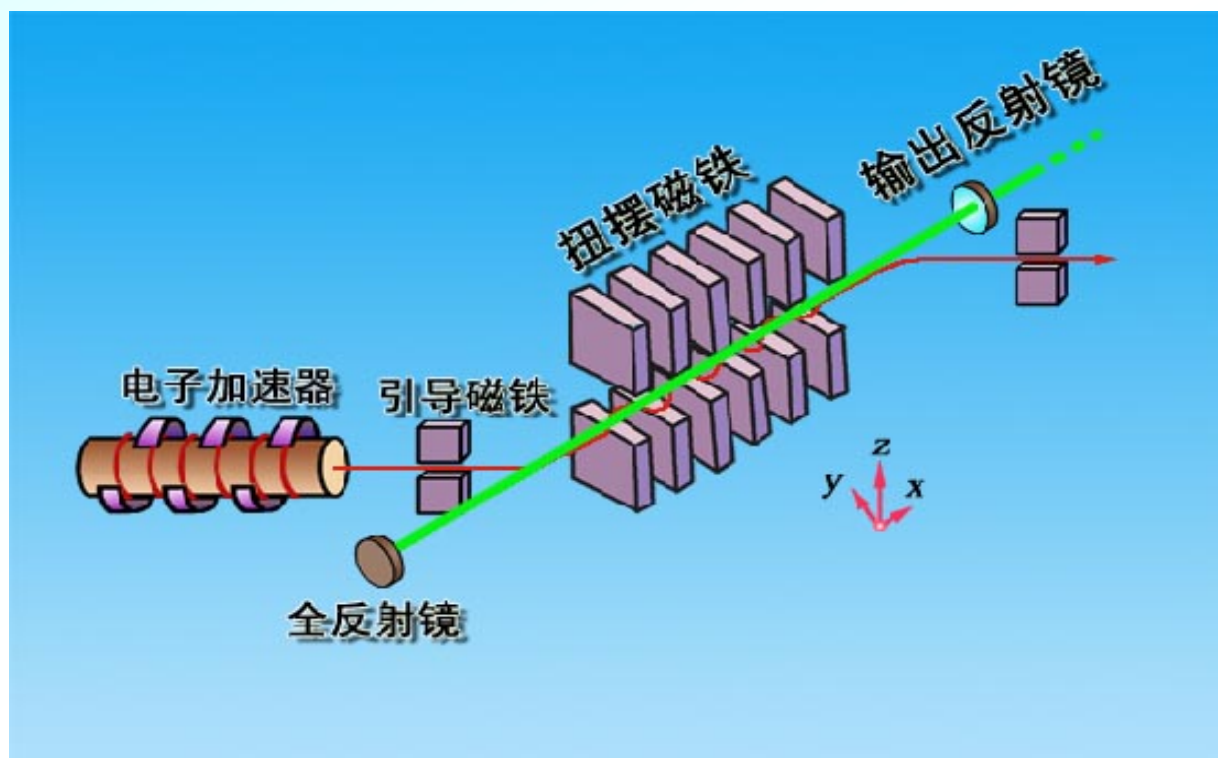
工作物质是自由电子，利用自由电子与电磁波相互作用产生相干辐射。

激光器由三部分组成:

- 电子加速器
- 扭摆磁场
 N 、 S 交替排列
- 光学谐振腔



加速运动的电子发射电磁波(辐射)，该辐射场与电子束相互作用，满足一定条件时，电子不断将能量传送给辐射，使辐射强度增大，即实现了光放大。



1993年，中国科学院高能所制造了我国第一台
红外自由电子激光器。

激光推进技术

1972年，美国人A. R. Kantrowitz首先提出利用地面激光器将空间飞行器送入近地轨道的设想，开创了激光推进研究的新领域。

激光推进(laser propulsion)是利用高能激光与工质相互作用产生的反作用力推动飞行器前进的新概念推进技术。根据是否消耗自身携带的工质，激光推进分为**大气呼吸模式**和**火箭烧蚀模式**。

大气呼吸模式(不消耗的工质)：将经进气道吸入的空气作为工质，用地面激光照射使其爆炸，产生推力。适合于大气层。

火箭烧蚀模式(消耗自身携带的工质)：用激光加热飞行器自身携带的工质，产生高温高压等离子体，经喷管推动飞行器。比如，利用强大的激光来烧蚀飞船尾部的特殊金属，使金属逐渐蒸发形成蒸汽从而提供推进力。适合于外太空。

用传统的方式发射卫星需要大型化学运载火箭，发射质量中燃料所占比例很大。利用激光推进技术可以大大提高飞行器的有效载荷。

作者：张沔 来源：中国科学报 发布时间：2012-5-11 6:15:9

选择字号：小 中 大

激光推进及其应用国家重点实验室在京成立

本报讯 我国首个激光推进及其应用国家重点实验室近日在京成立。这标志着我国已迈出探索新型高效航空航天推进技术研究的坚实步伐。

激光推进是激光技术与航空航天技术同时得到较大发展后，由美国人于1972年提出的一种全新的推进方式。激光推进无需传统化学推进中的大质量分子氧化剂，可以同时克服化学推进中自然燃烧极限的限制和核能推进中推力/质量比率低的缺点，能够获得很大的比推力。

据介绍，激光推进及其应用国家重点实验室依托单位为装备指挥技术学院和中国航天科工集团公司三十一研究所，是我国首个激光与航空航天交叉领域的实验室。实验室建设了具有国际先进水平的激光推进发射验证系统和国内唯一的全系统全过程激光推进研究平台，在国际上率先提出了激光推进能量转化的重大机理，并实现了部分研究成果的转化应用。

目前，实验室已拥有由中国科学院院士、科技领军人才和中青年学术专家组成的3个科技创新团队，主要开展激光推进应用基础、等离子体流动控制与推进技术、飞行器与动力装置的流场诊断和状态监测等方面的研究。（张沔）

《中国科学报》（2012-05-11 A1 要闻）

国际期刊全程发表协助



SCI Journals
+
Rapid Publishing

相关新闻

相关论文

- 1 我国天文光学创始人之一杨世杰逝世 享年80岁
- 2 检测显示我国城镇自来水达标率为83%
- 3 我国成功发射遥感卫星十四号
- 4 教育部通报硕士研究生招生考试泄题事件查处情况
- 5 美报告称地球水资源仅能汇成直径一千公里水球
- 6 中美富布莱特项目外语助教子项目推荐工作启动
- 7 英国高校拟引入打卡系统考核非欧盟留学生出勤率
- 8 中国2015年使公民具基本科学素质比例超5%

图片新闻

<http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2012/5/257869.shtm?id=257869>

激光推进技术

激光推进及其应用国家重点实验室在京成立

本报讯 我国首个激光推进及其应用国家重点实验室近日在京成立。这标志着我国已迈出探索新型高效航空航天推进技术研究的坚实步伐。

激光推进是激光技术与航空航天技术同时得到较大发展后，由美国人于1972年提出的一种全新的推进方式。激光推进无需传统化学推进中的大质量分子氧化剂，可以同时克服化学推进中自然燃烧极限的限制和核能推进中推力 / 质量比率低的缺点，能够获得很大的比推力。

据介绍，激光推进及其应用国家重点实验室依托单位为装备指挥技术学院和中国航天科工集团公司三十一研究所，是我国首个激光与航空航天交叉领域的实验室。实验室建设了具有国际先进水平的激光推进发射验证系统和国内唯一的全系统全过程激光推进研究平台，在国际上率先提出了激光推进能量转化的重大机理，并实现了部分研究成果的转化应用。

目前，实验室已拥有由中国科学院院士、科技领军人才和中青年学术专家组成的3个科技创新团队，主要开展激光推进应用基础、等离子体流动控制与推进技术、飞行器与动力装置的流场诊断和状态监测等方面的研究。（张沔）

《中国科学报》(2012-05-11 A1 要闻)

<http://news.sciencenet.cn/sbhtmlnews/2012/5/257869.shtml?id=257869>

激光推进技术

2012年12月7日，中国首个激光推进及其应用国家重点实验室在解放军装备学院挂牌成立。



计算机存储软失效的起因

计算机存储：硬失效(hard fails), 更换损坏的芯片,
软失效(soft fails), 不需更换芯片。

计算机存储软失效的起因: 由 α 粒子引起, 其能量为5到10 MeV, 可在构成电路的硅Si单晶中产生上百万电子-空穴对, 导致软失效。

芯片集成度越高, 影响越大。



宇宙射线对汽车电子系统的损伤分析

Matin Mason

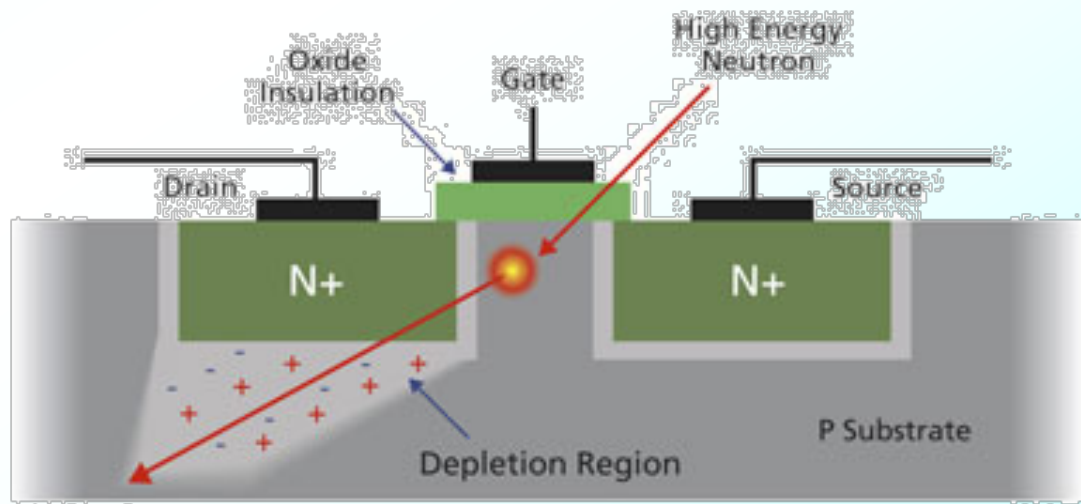
Actel公司硅芯片产品市场总监

《电子产品世界》
2007年 C00期

摘要:

设想一下：如果你驾驶最新款的汽车，以每小时75英里的速度在高速公路上疾驰，并一边欣赏着流行的乐曲。突然间，引擎管理系统或稳定控制系统失效。面对这个情势，您不仅可能会遭遇严重（甚至致命）的车祸，而车厂的声誉也可能遭到损害，如果类似情况不止出现在你身上的话。

关键词:汽车电子系统 损伤分析 线对 宇宙 高速公路 系统失效 稳定控制 管理系统



宇宙射线对面阵CCD器件的伤害及预防措施

林家明[1] 杨隆荣[2]

[1]北京理工大学光电工程系,北京 [2]台湾敏通企业股份有限公司

摘 要:

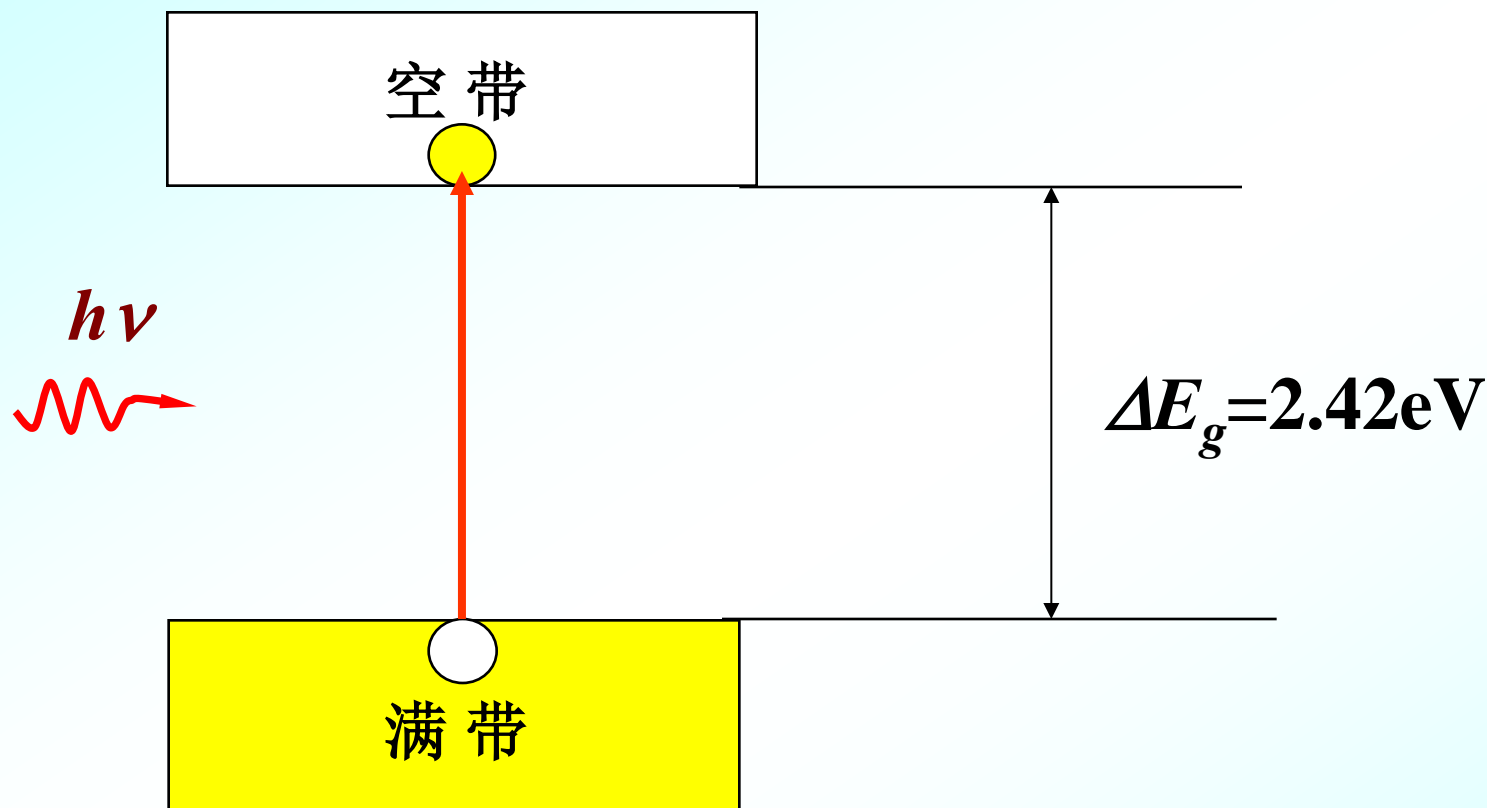
研究了宇宙射线对面阵 C C D 传感器的冲击伤害及产生白疵点的原因,并对宇宙射线冲击的物理现象作了初步的说明。针对生产 C C D 传感器的单位,给出了实验统计数据,并提出了可供参考的预防措施。

关键词:

宇宙射线 后产生白疵点 面阵CCD传感器 冲击伤害



例：半导体CdS (硫化镉)



这相当于产生了一个带正电的粒子(称为“空穴”)，把电子抵消了。

电子和空穴总是成对出现的。

用**硫化镉(CdS)**制成的光敏电阻，在没有受光照射时，它的暗电阻可达几十兆欧，当受光照后，其阻值则骤降到几千欧，仅为原阻值的几百分之一。不仅如此，还可以产生电动势，这是半导体的光电效应。

利用该特性可制成光敏电阻和光电池，前者在自动控制系统中得到广泛应用，后者在空间技术和人类利用太阳能方面得到应用。

