

第六章

无机非金属材料



周期系中的非金属元素

IA																		0
H																		He
	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA		
Li	Be											B	C	N	O	F		Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl		Ar
		IIIB	IVB	VB	VIB	VIB	VII	VIII	VIII	IB	IIB							
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I		Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt										

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

如下内容请自行归纳:

1 外层电子构型:

2 原子的性质:

3 氧化数;

4 晶体类型:

5 物理性质

6 化学性质

7 含氧酸盐



在非金属元素的重要化合物中重点
讨论：

卤化物—离子极化理论

氧化物及其水合物—ROH模型

卤化物

1 卤化物的晶体类型及熔沸点

卤化物—卤素与比卤素电负性小的元素
组成的二元化合物。

(1) 卤化物的熔点:

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	
H							He	
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt

这种情况可用离子极化理论予以说明。

(2) 离子极化理论要点:

- ① 视化合物由正、负离子组成;

② 视离子的正负电荷中心重合;

③ 离子在电场作用下产生诱导偶极——

离子的极化

④ 离子极化的程度决定于离子的

极化力和变形性

⑤ 离子极化的结果导致晶型发生变化

离子的极化力是指: 某离子使邻近异

电荷离子变形(极化)的能力。

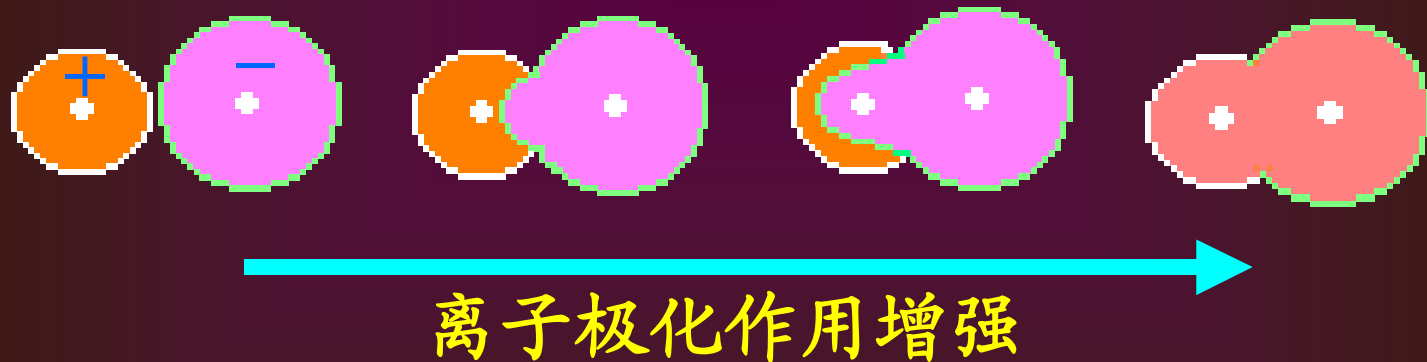
离子的变形性是指: 某离子在外电场作用

下被极化的程度。

离子的极化力与离子的电荷、半径、电子层结构有关；

与离子的电荷、半径、电子层结构有关。
主要与离子的半径有关。

离子极化的结果导致原子轨道的重叠



结果是：离子键向共价键过渡；
离子晶体向分子晶体过渡；

(3) 应用离子极化理论解释氯化物熔点

如：第3周期氯化物熔点依次：**高——低**

正离子元素

Na Mg Al Si P S

正离子电荷

+1 +2 +3 +4 +5 +6

离子的半径

——依次变小

离子的极化力

——依次增强

Cl⁻被极化程度

——依次增大

氯化物键型

离子键——共价键

晶型

离子晶体——分子晶体

熔点

高——低

氧化物

氧化物——氧与电负性比氧小的元素组成的二元化合物。

氧化物又有：**正常氧化物**，如：NaO

过氧化物，如：Na₂O₂

超氧化物，如：KO₂

此处讨论正常氧化物。

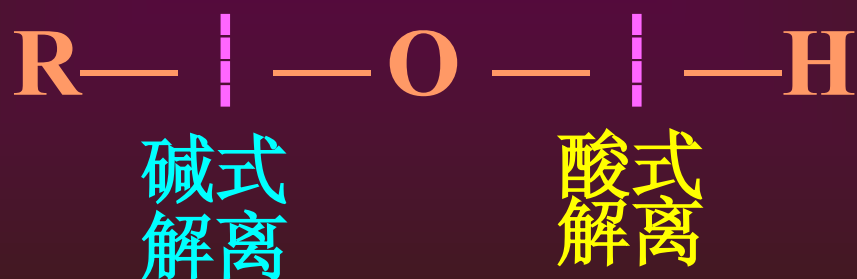
2 氧化物及其水合物的酸碱性

(1) ROH模型

ROH由 R^{n+} 、 O^{2-} 、 H^+ 离子组成;

ROH中 $R-O$ ， $O-H$ 皆为离子键;

ROH的解离方式决定于 $R-O$ 键的相对强弱，即决定于 R^{n+} 的极化力。



(2) 用ROH模型说明氢氧化物酸、碱性:

① 同周期:



R^{n+} 电 荷	_____	依次增大
R-O结合力	_____	依次增强
RO对 H^+ 斥力	_____	依次增大
ROH的酸性	_____	依次增强

② 同族:

上	$n+r(+)$	R^{n+} 极化力	R-O键	酸性
↓		↑	↑	↑
下	同	弱	弱	弱

3 氧化物的稳定性



可用 $\Delta_f H$ 判断;



可用 $\Delta G-T$ 图判断。

大多数氧化物稳定, 不分解。

少数不活泼金属氧化物受热会分解:



卤素氧化物最不稳定, 低温即分解

新型无机非金属材料

材料的分类:

材料

无机材料

有机材料

金属材料

非金属材料

高分子材料

复合材料

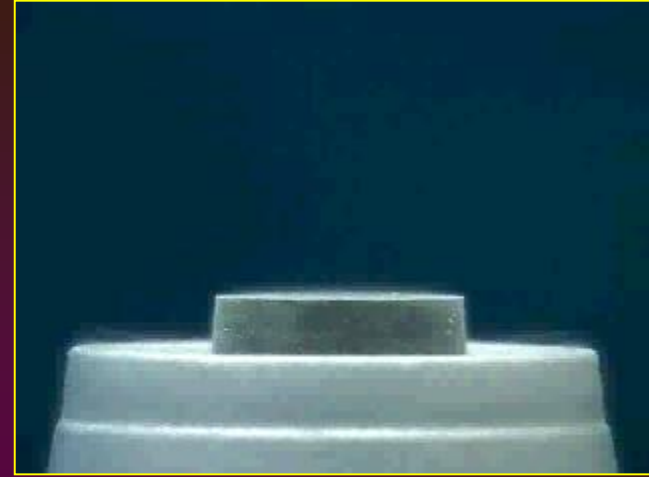
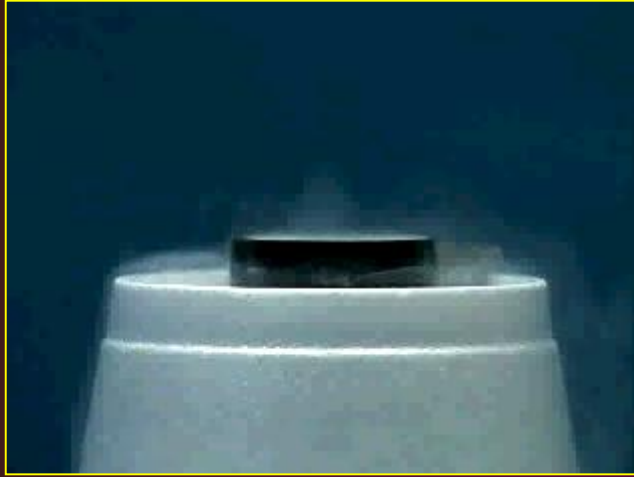
磁悬浮列车

高速磁悬浮列车是磁力悬浮列车。与普通列车相比更快、平稳、无噪音。磁悬浮列车时速能达到435公里/小时，堪称“神行太保”！

磁悬浮是一种什么现象？

磁悬浮源于超导体的抗磁性质。

什么是超导体？



一块圆形小磁铁漂浮在高温超导体上方。液氮使超导体处于零电阻状态。磁铁落向超导体时，按着安培定律超导体会产生感应电流，与形成的磁场产生反作用。从而使磁铁保持悬浮状态。

超导材料

1 超导现象及临界条件

1911年发现，Hg在4.2K附近，电阻突然消失。金属的这种特殊状态称**超导态**。

向超导态转变的温度叫**超导临界温度 T_c** 。

超导态时，磁感应强度也为零，即具有完全的抗磁性。当磁场超过 H_c 时，超导态被破坏。 **H_c 叫临界磁场**；

通过超导体的电流超过 I_c 后，超导态也被破坏。 I_c 叫**临界电流**。

$T > T_c$, $H > H_c$, $I > I_c$ 超导态都被破坏称超导体的**三大邻界条件**。

2 超导材料

目前已发现30种单质，8000种金属、合金、化合物具有超导性。

但是，超导材料的临界温度都很低，难于实际应用。寻找高温超导是该领域的首要课题。

1987年 赵宗贤等,



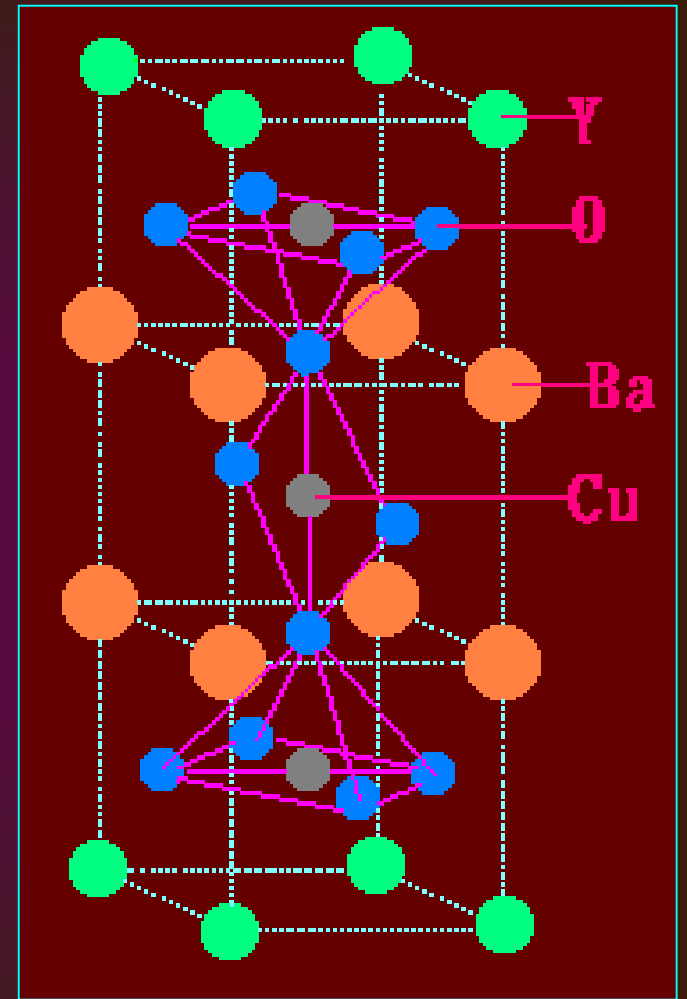
($T_c = 90\text{K}$)

1993年 中-瑞合作,

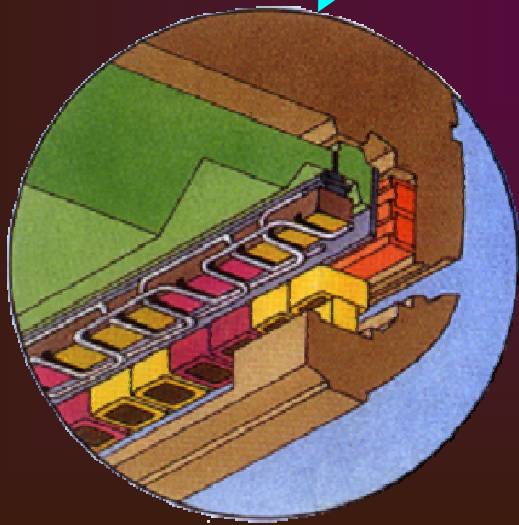
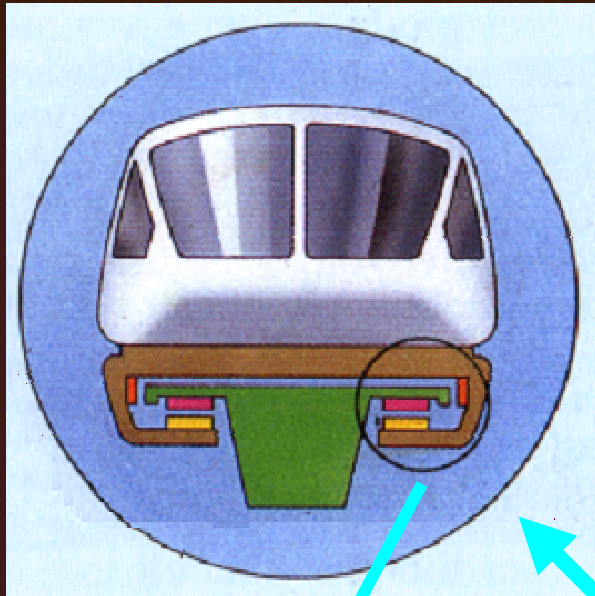


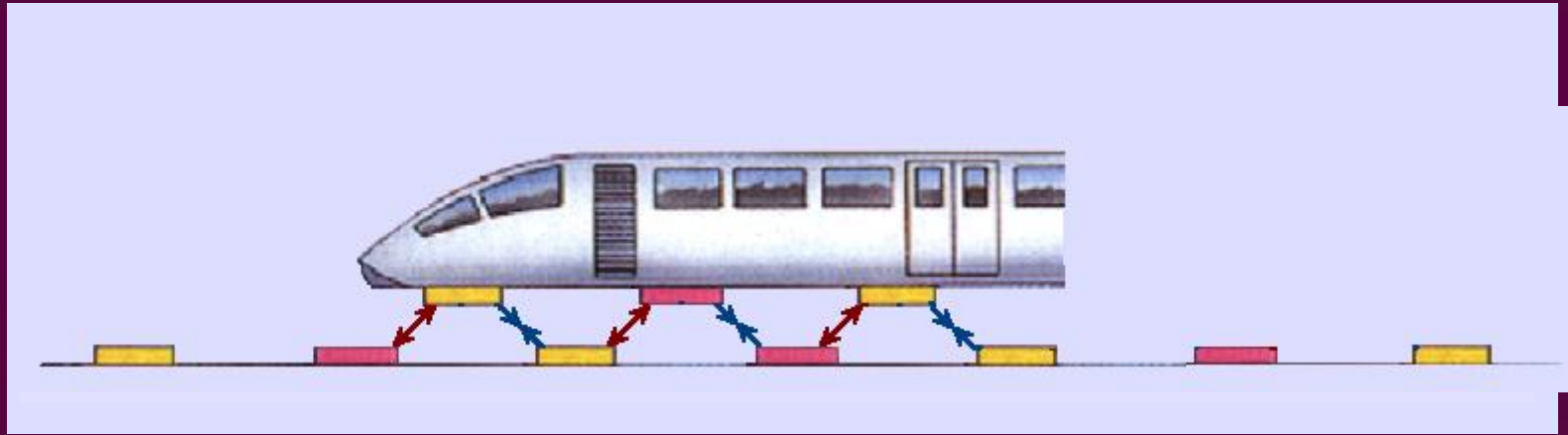
($T_c = 133.5\text{K}$)

超导材料如何驱动高
速列车的?

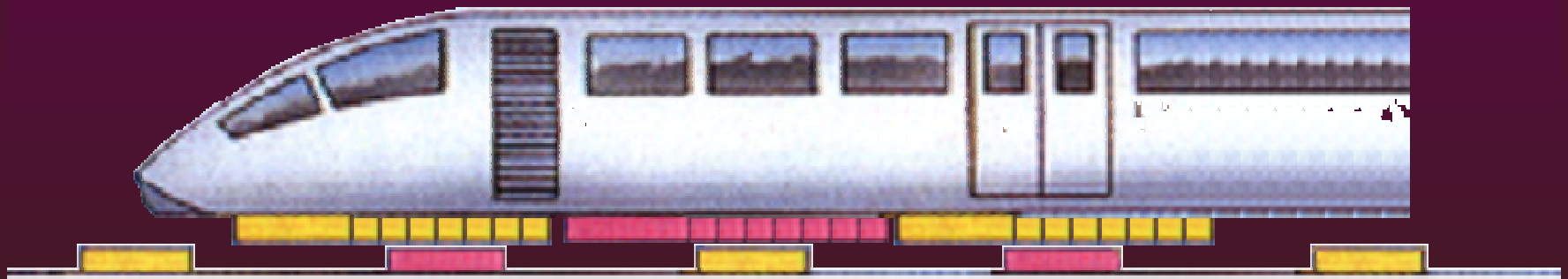


超导磁体和轨道都在列车的下部。





引力产生牵引力，惯性减弱斥力。



列车被由它携带的超导磁体和导轨上的
电力传送带之间的吸力和斥力推向前进。

光导材料

通常说的光导纤维。

从照片可以看出：光线只从“线内”走，一直走到头。

“玻璃丝”并不透光。

这是因为光导纤维的特殊结构所致。



1 光纤的组成:

芯料—高折射率，高透光度，不析晶的玻璃；

皮料—低折射率的玻璃；
吸收料。

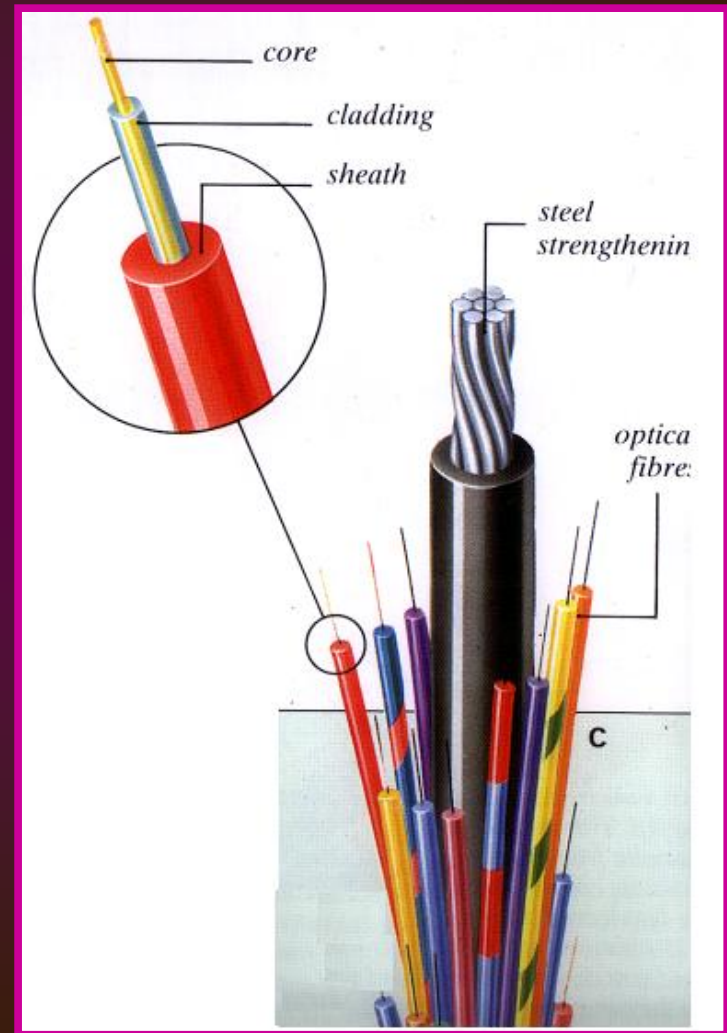
2 光纤材料:

多组分玻璃光纤；

复合材料光纤；

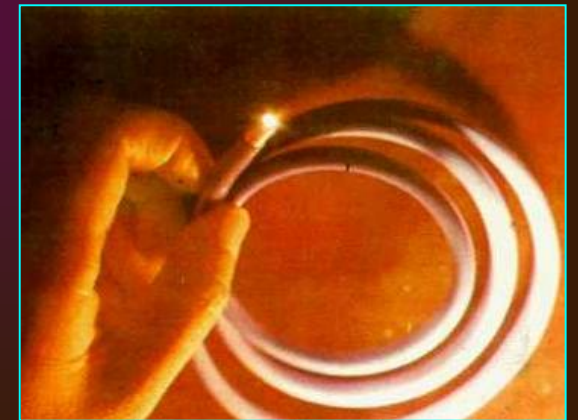
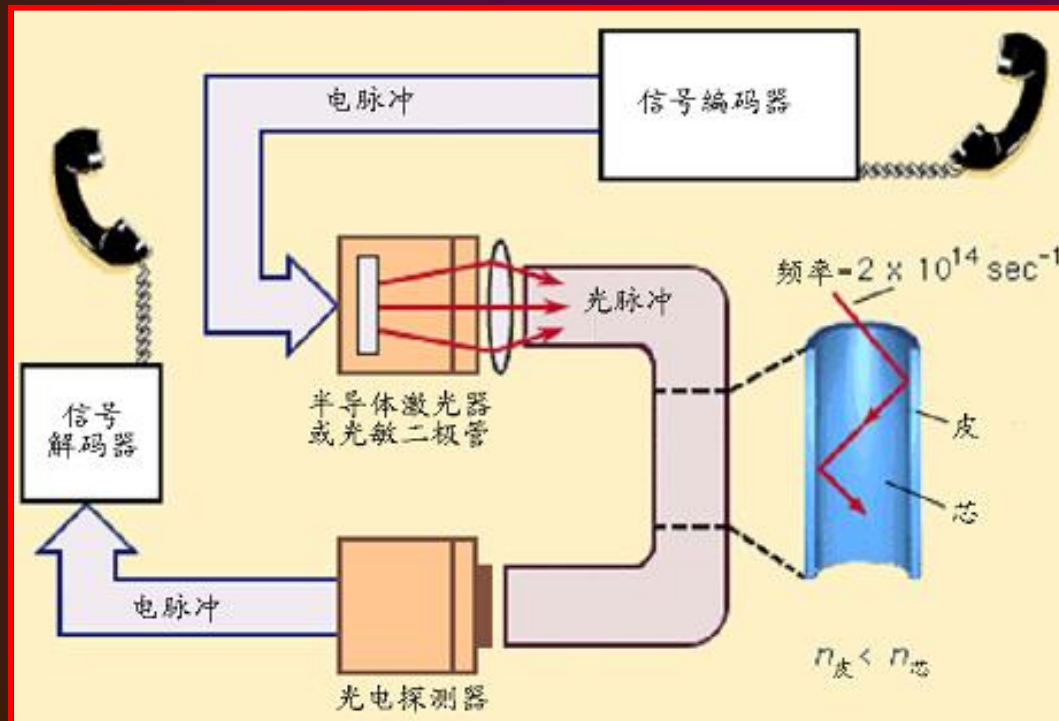
石英光纤

(高纯度或掺杂)。



3.通信原理:

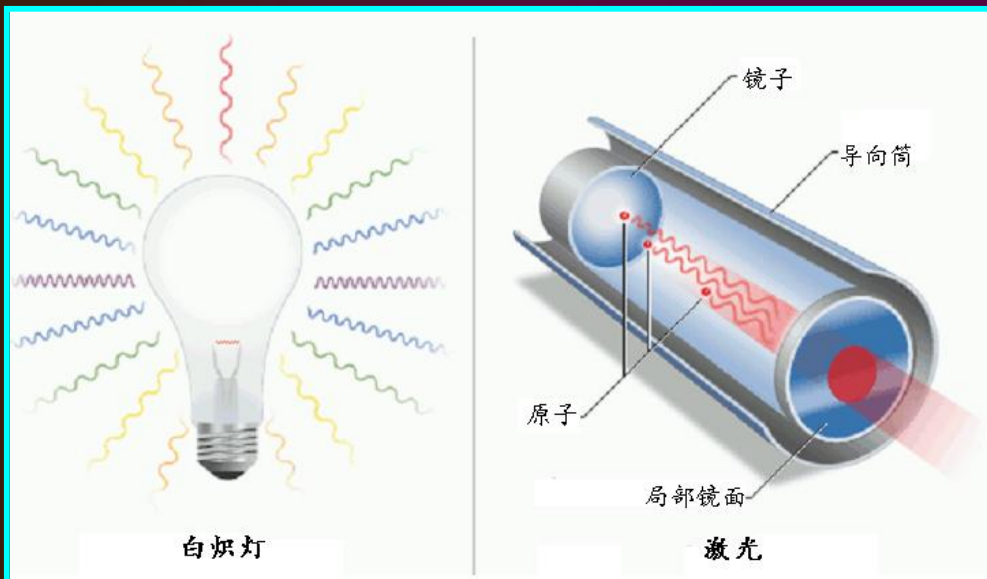
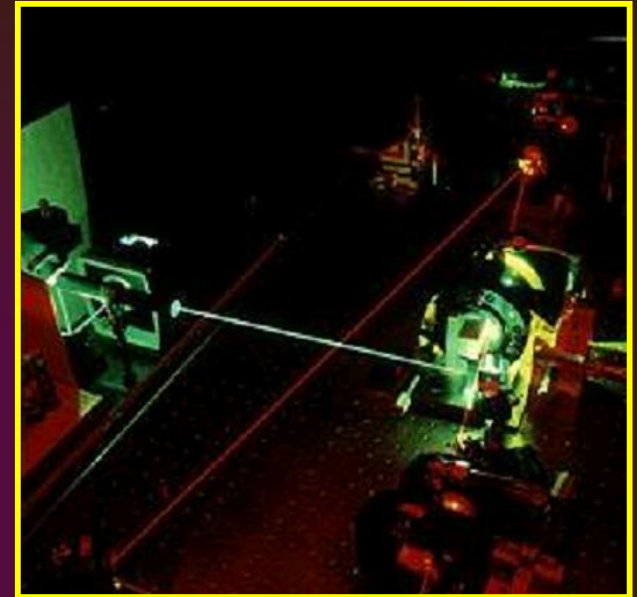
光在芯料和皮料界面上全反射，入射光封闭在芯料内，经过无数次全反射，锯齿状传播。



激光材料

1 激光的特点:

- ① 光源亮度高;
- ② 方向性极强;
- ③ 单色性极好。

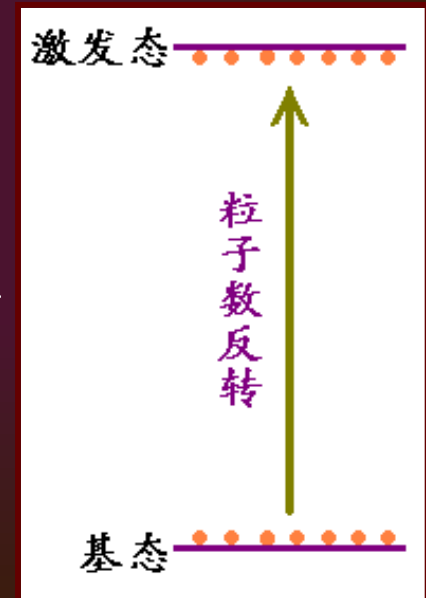
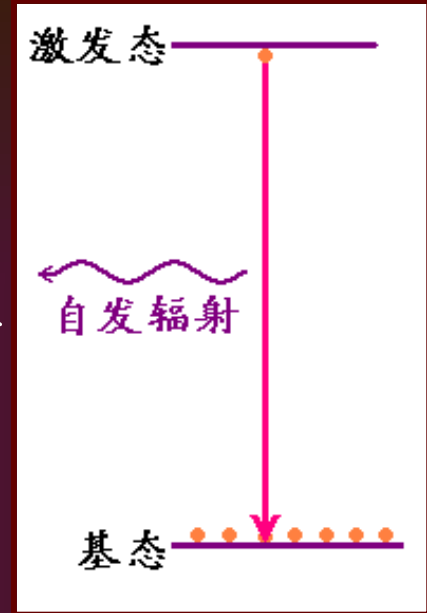


白炽灯泡产生的白光是不同波长、不同颜色的光合成的，向各方向放射。激光是单一颜色（单一波长）光形成的，向一个方向发射，波峰和波谷都一致

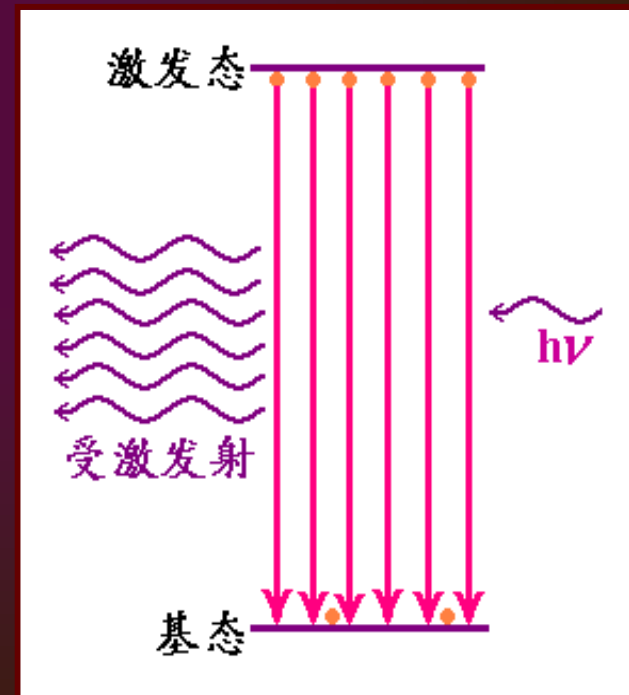
2 激光的产生:

(1) 通常,物质的粒子大多处于基态,极少处于激发态。激发态粒子跃迁回基态放出热(非辐射跃迁)和光(辐射跃迁)——**自发辐射**;

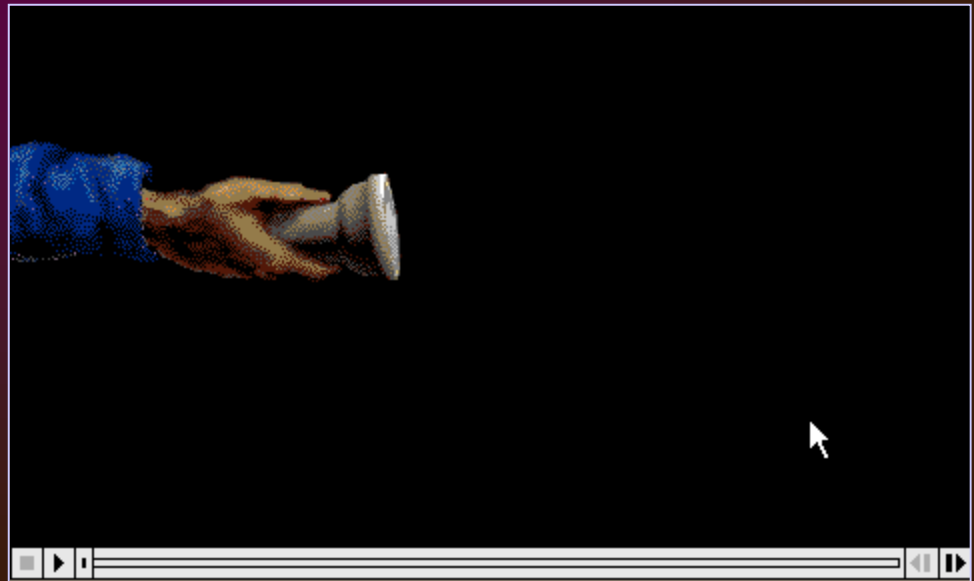
(2) 若人为地使多数粒子处于激发态——**粒子数反转**。造成粒子数反转的物质称工作物质。

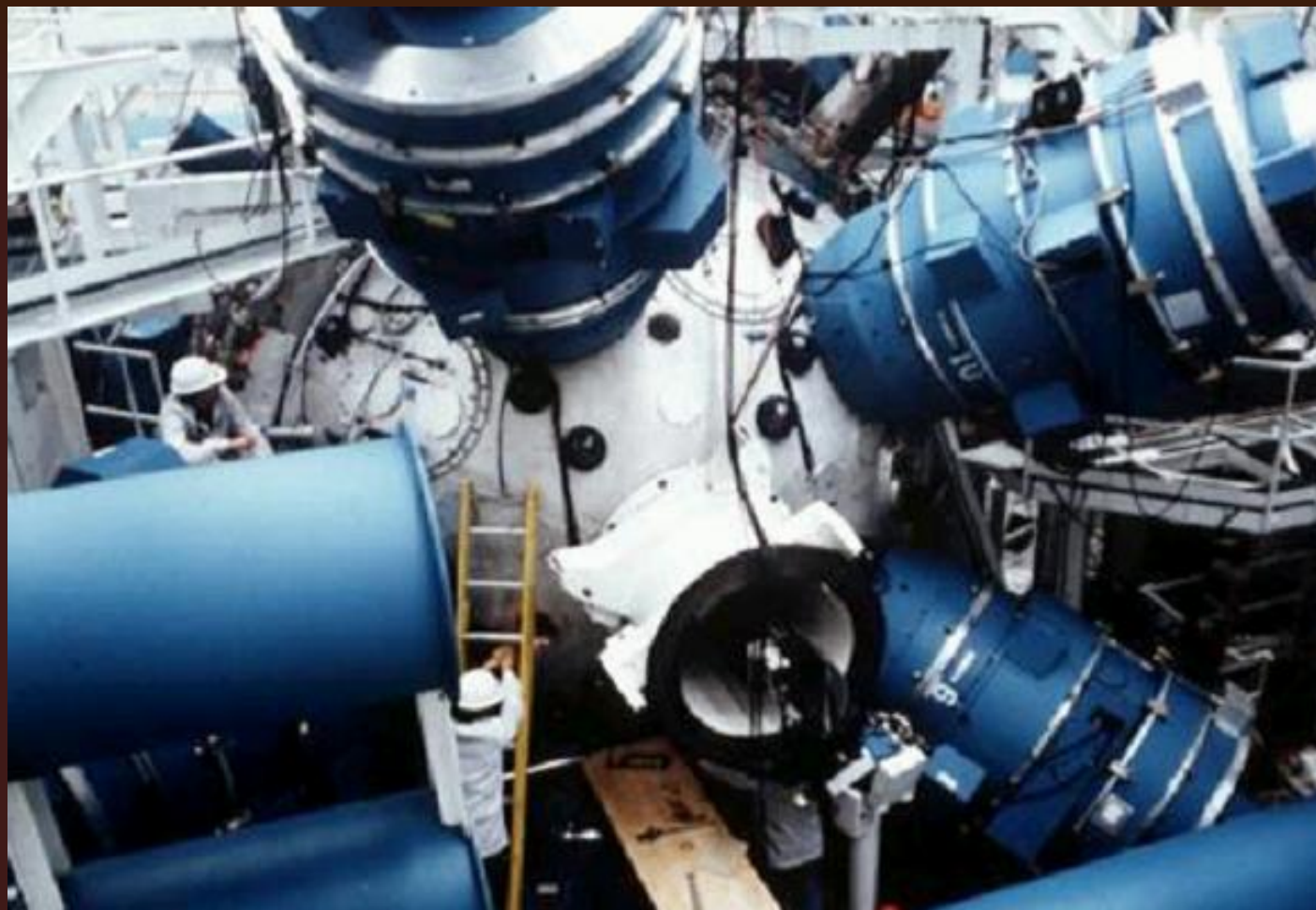


(3) 此时，以一光子入射此工作物质。
受激原子能被严格与此原子自然发射时
完全同色（同一波长的）的光子所“刺
激”。若是入射光子非常
相近，它能使受激原子
立刻发射和它相同波长
的光和与入射光子一致
的光子——**受激发射**。



新光加现有的光，两个光子继续激发其它受激原子，把它们的能量放出，又重复下去。这种雪球似的放大现象，产生连贯的光束：激光。在气体激光器里，光子被有反射镜面的充气管加速。激光的强度、方向性、单色性使之能够通过细小透明镜子。发出的激光形成光柱。





这是世界上最大的激光器，
可以用来熔化很小的样品。

激光测距SLR

科学家在地面站把激光送给轨道上的一颗人造卫星，人造卫星再把光线反射回地面站，科学家记录光从人造卫星到地面站往返所需时间。往返时间的测量使科学家能够精确的确定地面站和人造卫星之间的距离。



半导体材料

空间技术、现代电子技术、新能源技术、红外技术...都离不开半导体材料的应用。

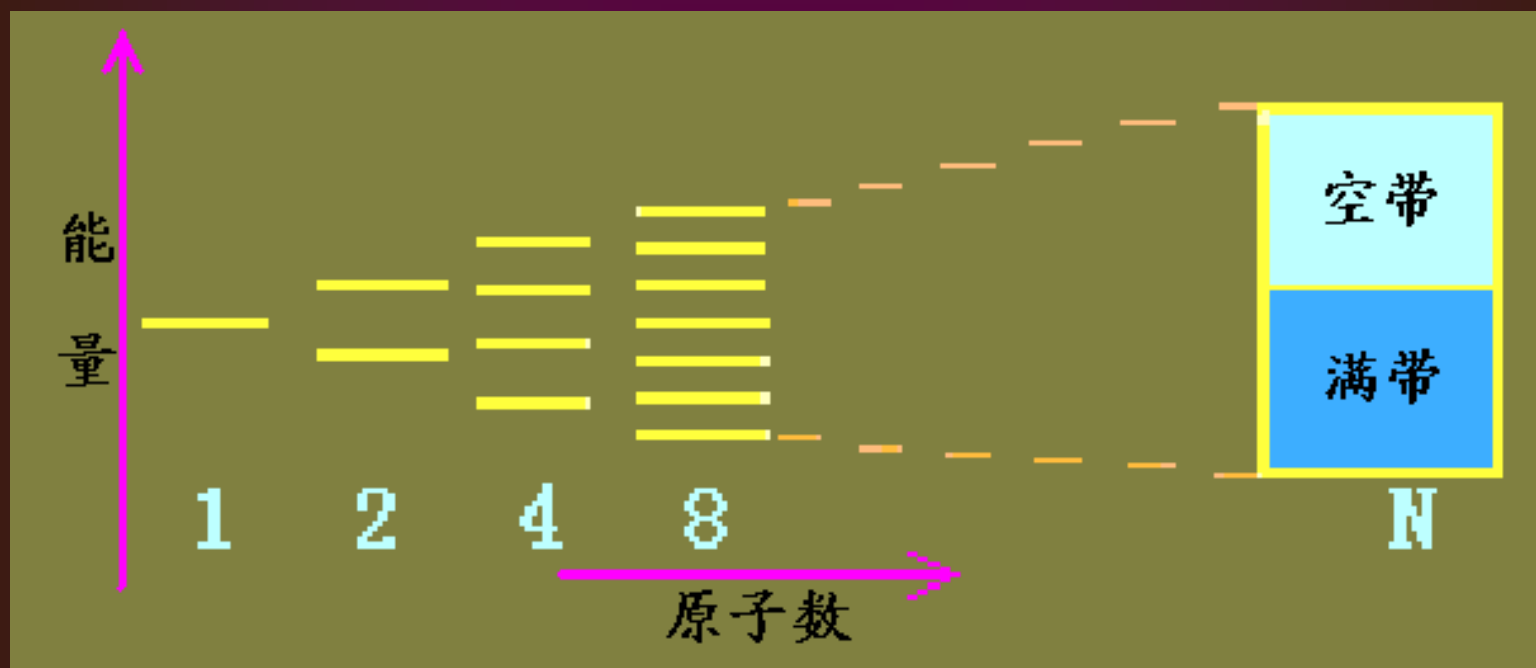
半导体材料是只能在一定条件下才导电的材料。因此它不同于导体也不同于绝缘体。

按金属键的能带理论，半导体是禁带窄、电子易激发的材料。



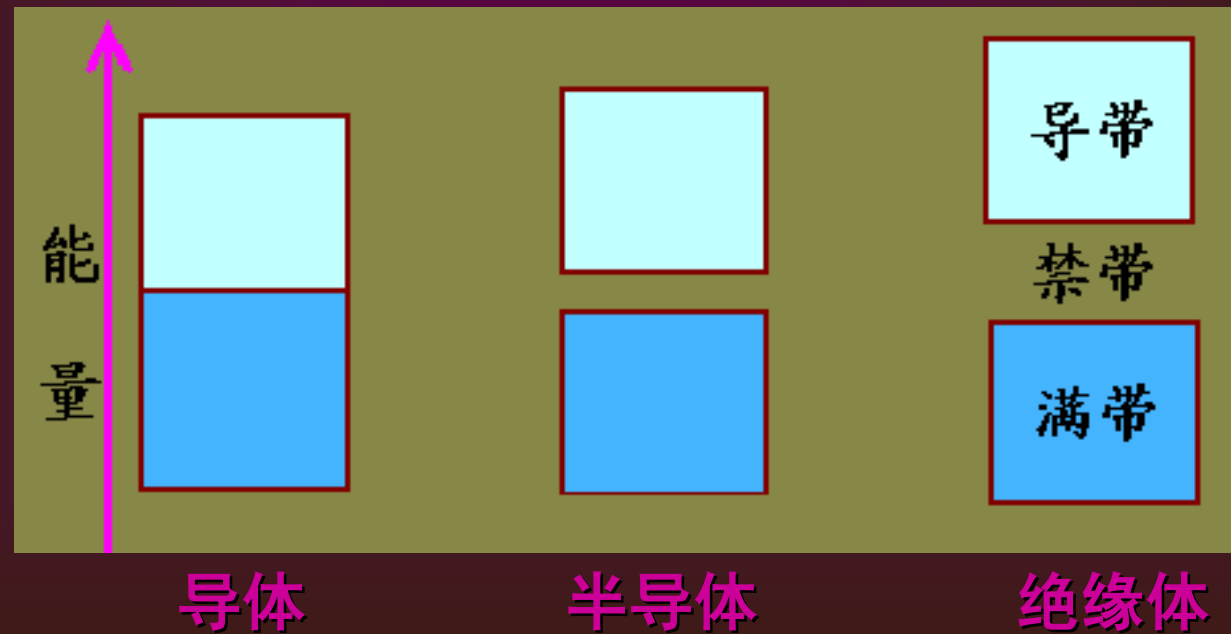
金属晶体中，原子紧密堆积，原子数目很大，可以组合成很多分子轨道。这些分子轨道间能量差很小，形成了**能带**。

如，Na的 $3s^1$ 形成3s能带：



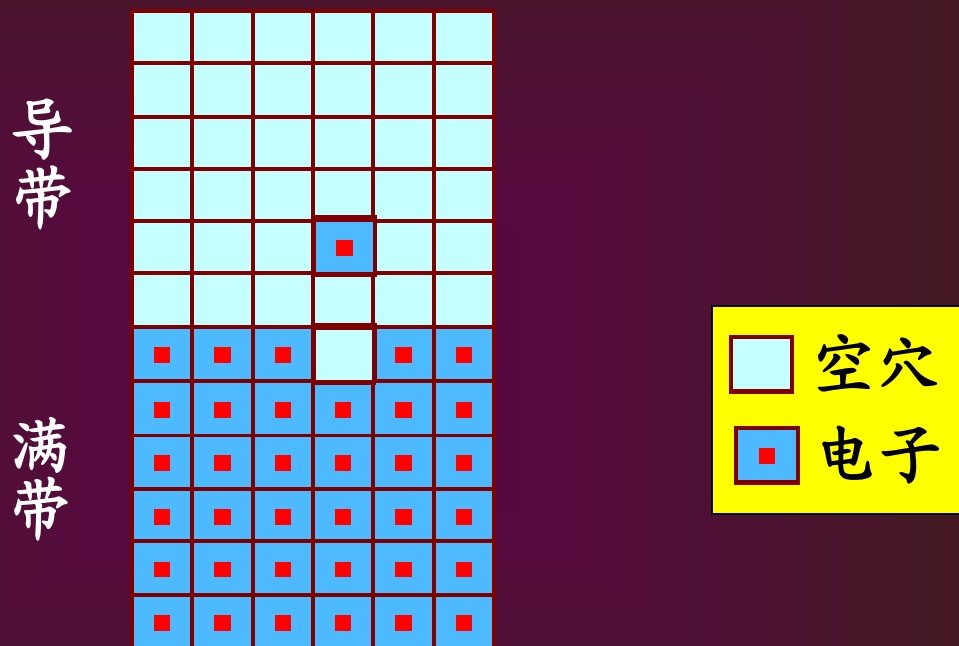
在满带和导带之间还有**禁带**，其宽、窄视材料而不同。

导体、半导体、绝缘体的区别就在于它们的禁带宽度。



半导体禁带宽度 $9.6\text{—}290\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

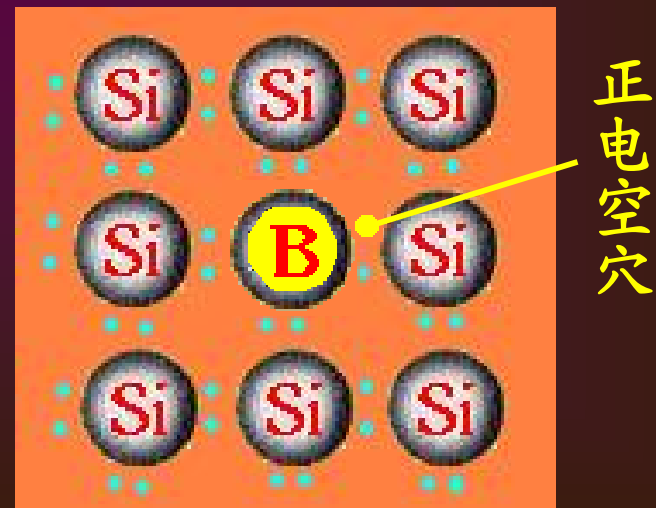
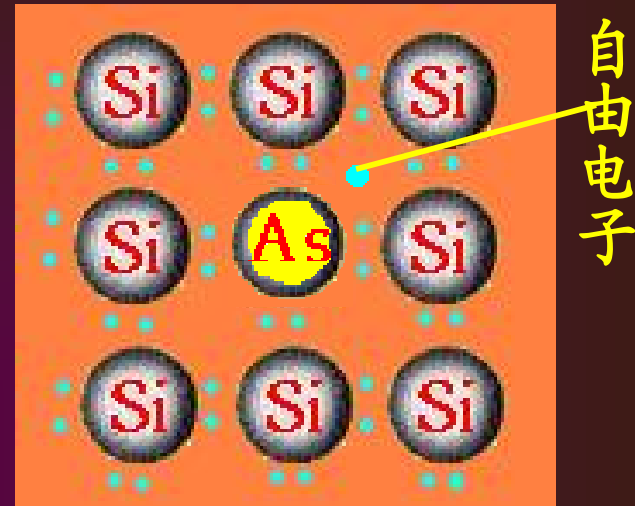
在半导体中，若满带中一个电子被激发到导带：



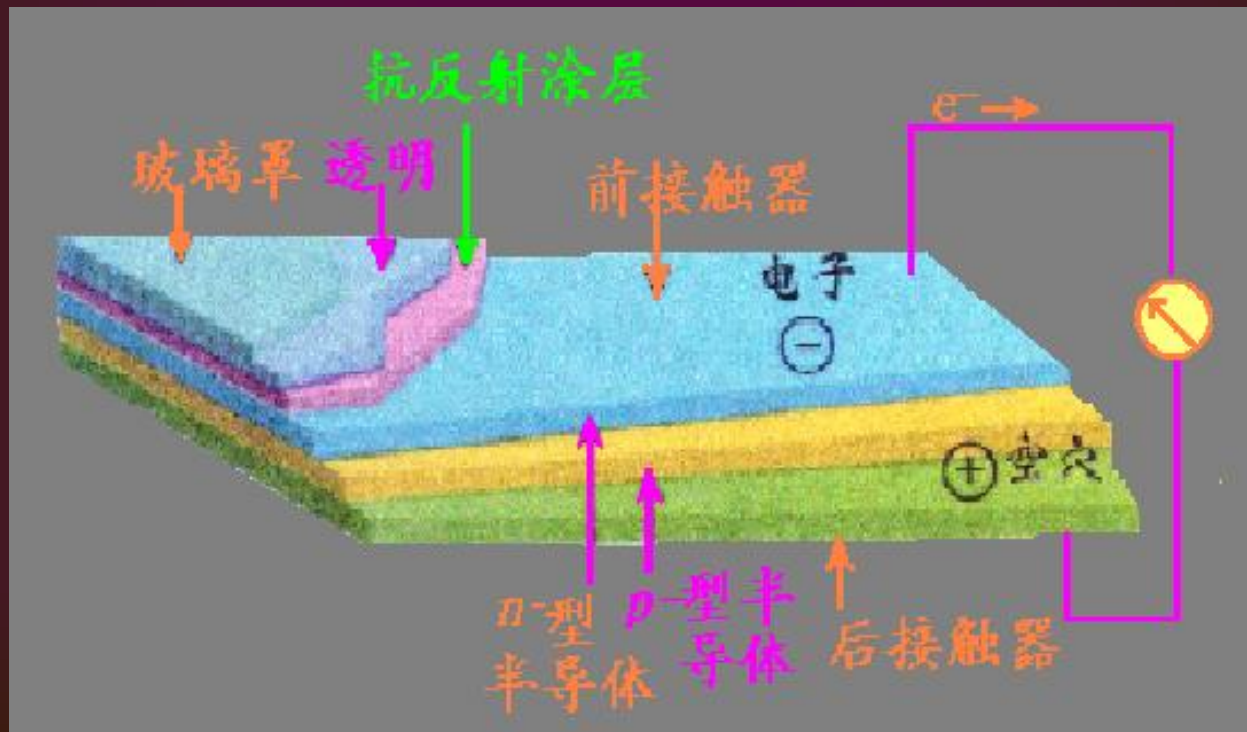
则，导带中有一个负电荷（电子），
满带中有一个正电荷（空穴）。

在电场中：电子→正极；空穴→负极
这就是半导体导电。
其电导是电子和空穴
的电导之和。

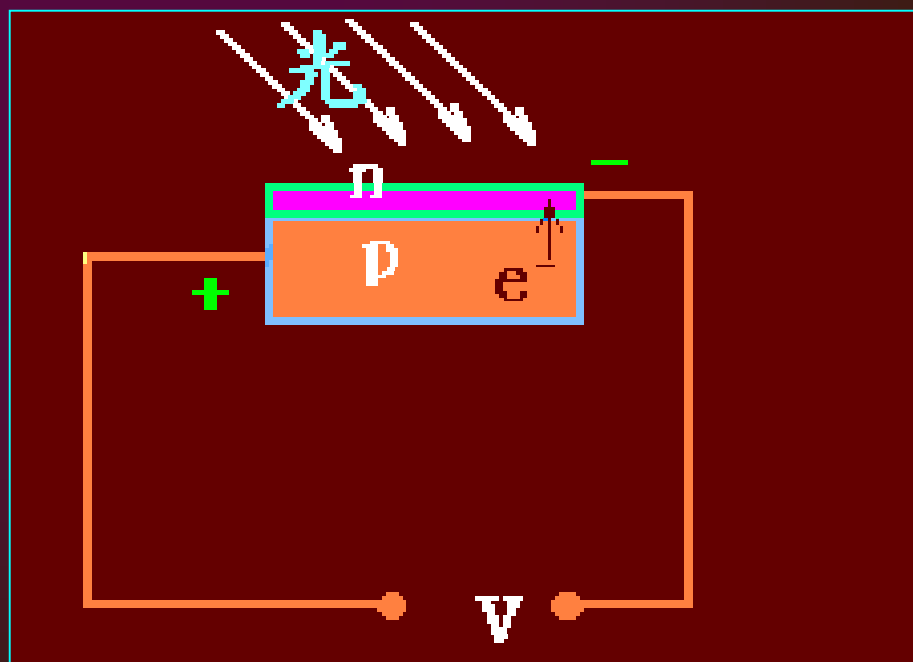
在杂质半导体中又有n-型和p-型半导体。
所掺杂质分施主杂质
和受主杂质。



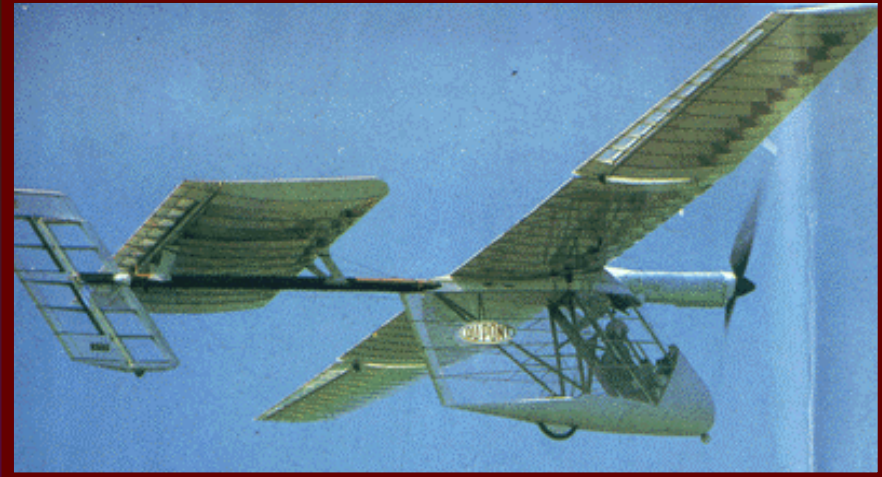
p-n结: p型半导体和n型半导体接触, 以接触电势差对交流电起整流作用, 对信号起放大作用;



在p-n结中，半导体受光照，电子进入导带。此时，电子进入n区，空穴进入p区，形成电势差，同时产生电子和空穴——**光生伏特效应**。



这就是光电池的工作原理。



世界最大的太阳能发电站于04年9月8日在德国莱比锡附近的埃斯彭海因投入使用,由3.35万组太阳能电池板组成

现代无机非金属材料种类繁多，性能奇特。我们这里只能点一点，更多的有趣的新材料请同学们到网上去查寻。

“网络导航”会帮助你！