

16-T1试从绝缘体和半导体的能带结构分析它们导电性能的区别。

答：绝缘体：

1. 无导带；

2. 禁带 ΔE_g 很宽。由于禁带很宽，电子很难越过禁带被激发到更高的能级上去，所以导电性能很差；

3. 由于热运动有极少数电子由满带→空带参与导电。所以绝缘体有极微弱的导电性。

半导体：

1. 无导带；

2. 最高满带与空带间 ΔE_g 比绝缘体窄，比导体宽。所以较之绝缘体，下面满带中的电子更容易越过禁带被激发到更高的能级上去，所以导电性能较绝缘体好；

3. 由于热运动跑去空带的电子浓度较大，所以导电性能明显随温度而变化。

16-T2 太阳能电池中，本征半导体锗的禁带宽度为 0.67eV ，求它能吸收的最大辐射波长。

解： $\Delta E_g = 0.67\text{eV}$

$$\Delta E_g = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{\Delta E_g} = 1.86 \times 10^{-6} \text{m}$$

16-T3 什么是粒子数反转？实现粒子数反转的必要条件是什么？

答： $N_{E_2 > E_1} \gg N_{E_1}$ 是产生激光的必要条件。

实现粒子数反转的内部条件是利用具有亚稳态能级的元素做工作物质，外部条件是有激励能源的“泵浦”作用。

16-T4 激光器的主要组成部分有那些？光学谐振腔的作用是什么？

答： 工作物质、泵浦、谐振腔

谐振腔的作用：

- 1.（来回多次引发，光子数放大作用极强）强度大，能量集中；
- 2.（沿轴方向以外的杂散光通过腔壁发散的外面）方向性好；
- 3.（引发的光子的频率不会严格单一，总有一个展宽 $\Delta\nu$ 。来回反射的光波形成驻波，而谐振腔的长度为 L 一定。只有满足 $L=\lambda/2$ 的整数倍的光才能得以放大。其他频率的光波不满足驻波条件很快衰减。）所以从谐振腔出来的光单色性极好；
- 4.（由于激光的单色性好，它的时间相干性极好）相干性好。

17-T1 有两种放射性核素**A**、**B**，它们的半衰期分别为**2**小时和**6**小时，若开始时**A**的放射强度是**B**的放射强度的**16**倍，则经过多少时间后它们的放射强度相等？

解： 设经过时间**t**后它们的放射强度相等，由活度

衰减公式：
$$A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 \times 2^{-t/\tau}$$

依题意：
$$A_A \times 2^{-t/\tau_A} = A_B \times 2^{-t/\tau_B}$$

得：

$$t = \frac{\ln \frac{A_A}{A_B}}{\left(\frac{1}{\tau_A} - \frac{1}{\tau_B} \right) \ln 2} = \frac{\ln 16}{\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) \ln 2} = 12 \text{ 小时}$$

17-T2 若某放射性核素的半衰期为**30**年，求其放射性活度减为原来的**12.5%**所需要的时间。

解：由活度衰减公式： $A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 \times 2^{-t/\tau}$

$$\text{得： } t = \frac{\tau}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} = \frac{30}{\ln 2} \ln \frac{100\%}{12.5\%} = 90 \text{ 年}$$

17-T3 ^{14}C 的放射性测量是古生物样本年龄科学断代的准确方法。已知 ^{14}C 的半衰期为5370年，现有一古生物样本的放射性活度为 $1.0 \times 10^2 \text{ Bq}$ ；若推算该样本当年在大气中活着时的 ^{14}C 放射性活度为 $4.0 \times 10^2 \text{ Bq}$ ，求该生物样本的年龄。

解：由活度衰减公式： $A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 \times 2^{-t/\tau}$

$$\text{得：} t = \frac{\tau}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A} = \frac{5370}{\ln 2} \ln \frac{4 \times 10^2}{1 \times 10^2} = 10740 \text{ 年}$$