

§ 3.8 熵和能量退降

热力学第一定律表明：一个实际过程发生后，能量总值保持不变。

热力学第二定律表明：在一个不可逆过程中，系统的熵值增加。

能量总值不变，但由于系统的熵值增加，说明系统中一部分能量丧失了做功的能力，这就是能量“退降”。

能量“退降”的程度，与熵的增加成正比



有三个热源 $T_A > T_B > T_C$

热机 R_1 做的最大功为

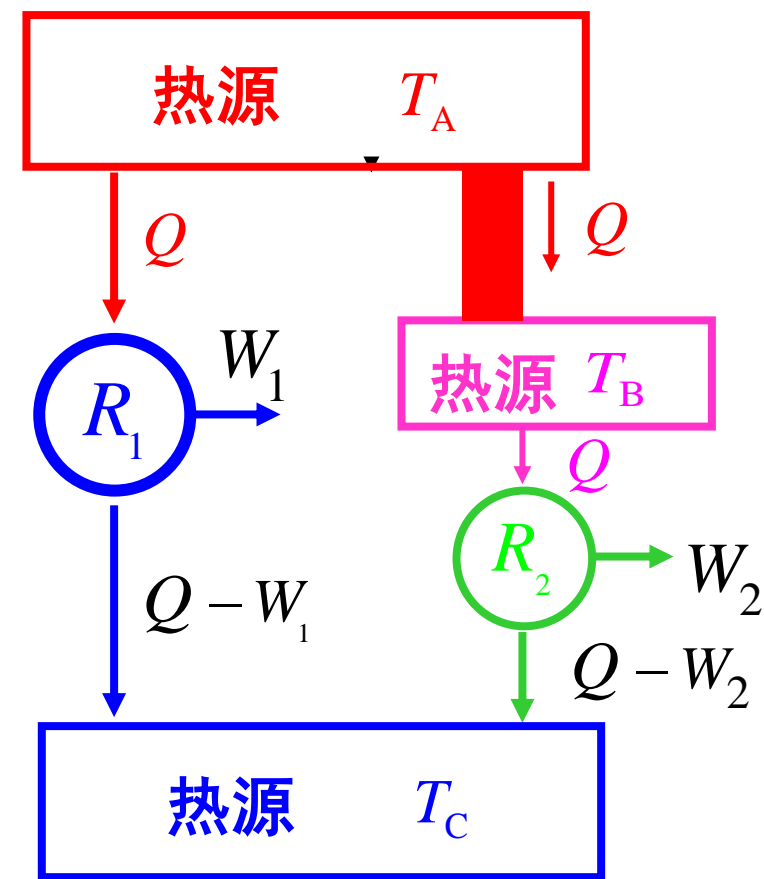
$$W_1 = Q \left(1 - \frac{T_C}{T_A} \right) = Q - Q \frac{T_C}{T_A}$$

热机 R_2 做的最大功为

$$W_2 = Q \left(1 - \frac{T_C}{T_B} \right) = Q - Q \frac{T_C}{T_B}$$

$$W_1 - W_2 = T_C \left(\frac{Q}{T_B} - \frac{Q}{T_A} \right)$$

$$= T_C \Delta S > 0$$



T_B 热源做功能力低于 T_A



T_B 热源做功能力低于 T_A

其原因是经过了一个不可逆的热传导过程

高温热源的热与低温热源的热即使数量相同，但“质量”也不等，高温热源的热“质量”较高，做功能力强。

从高“质量”的能贬值为低“质量”的能是自发过程。





热和功即使数量相同，但“质量”不等，
功是“高质量”的能量

功变为热是无条件的

而热不能无条件地全变为功



§ 3.9 热力学第二定律的本质和熵的统计意义

热与功转换的不可逆性

热力学第二定律的本质



热与功转换的不可逆性

热是分子混乱运动的一种表现，而功是分子有序运动的结果。

功转变成热是从规则运动转化为不规则运动，混乱度增加，是自发的过程；

而要将无序运动的热转化为有序运动的功就不可能自动发生。



热力学第二定律的本质

气体混合过程的不可逆性

将 N_2 和 O_2 放在一盒内隔板的两边，抽去隔板，

N_2 和 O_2 自动混合，直至平衡。

这是混乱度增加的过程，也是熵增加的过程，

是自发的过程，其逆过程决不会自动发生。



热力学第二定律的本质

热传导过程的不可逆性

处于**高温**时的系统，分布在**高能级**上的分子数较集中；

而处于**低温**时的系统，分子较多地**集中在低能级**上。

当热从高温物体传入低温物体时，两物体各能级上分布的分子数都将改变，总的分子分布的**花样数增加**，是一个**自发**过程，而逆过程不可能自动发生。



热力学第二定律的本质

从以上几个不可逆过程的例子可以看出：

一切不可逆过程都是向混乱度增加的方向进行，

而熵函数可以作为系统混乱度的一种量度，

这就是热力学第二定律所阐明的不可逆过程的本质。

