**绪论**

1、定量计算分子间作用力

2、单位时间内、单位面积壁被碰的分子数

3、估计1 s内1个N2分子与其他1010个N2分子碰撞。

4、 ，

**第一章**

1、温度的提出：

2、定容气体温度计的定标方程：

定压：把*p*改成*V*，是温度计的测温物质（气体）和三相平衡的纯水系统热平衡时的压强和体积。

3、理想气体的状态方程：

普适常数

道尔顿分压定律：

van der waals方程

*a*的单位是，*b*的单位是

**简单固液状态方程**

等压膨胀系数，,

**第二章**

1、广延量除以总质量或体积变成强度量 1 Cal = 4.1855 J

2、准静态过程：系统在弛豫过程中处于非平衡态，若状态参量的改变非常缓慢，则中间过程可近似看作是处于平衡态，由一系列接近平衡态组成的过程称为准静态过程。

3、准静态过程：，

这适用于气体，对于固体和液体，体积改变很小而压强改变很大，则

4、热容量 温度升高1K时系统吸热量

5、内能

|  |
| --- |
| 绝热过程中，外界对系统所做的任何功由初末状态决定，与做功过程无关。 |
| 内能是状态函数，绝热过程中，； |
| 对于非绝热过程，则  *Q*是系统从外界吸收的热量。d*U* = δ*Q* — *p*d*V* |
| 对于*p-V*系统， |
| 对于循环过程， |
| 对于复杂系统， 总=各部之和 |

6、热力学第一定律应用

|  |
| --- |
| 定容过程， |
| 定压过程， |
| 汽化潜热*L*：温度不变时，单位质量的某种液体物质在汽化过程中所吸收的热量。 |
| 焦耳定律：**理想气体内能只与*T*有关**，  同理， |
| 对理想气体， |
| 比热容比，对理想气体，，  单原子气体 双，多。 |
| **绝热过程有，推出不变** |
| 绝热过程外界对系统做的功 |
| 多方过程：  等温；等压；绝热；等容；爆炸（非平衡态不能在p-V图上表出）。  外界对系统做的功是  等价热容，吸。 |
| 等压定体泄露过程： |
| Rüchhardt实验：小简谐运动导致来不及和外界交换能量，近似为绝热过程。 |
| **焦汤实验**：气体从(p1, V1, T1)缓慢绝热地经过多孔塞后， p1→p2， V1→V2的过程，称为绝热节流过程。由于此过程绝热，δQ=0，则dU=δW (W在绝热过程中为状态量)，该过程外界对气体做功W=p1V1－p2V2，即  U2－U1=p1V1－P2V2 → U1+p1V1=U2+p2V2→H1=H2。  实验发现，该过程前后气体的温度发生变化，称为焦-汤效应。 焦汤系数:  实验发现: O2、N2、Air等临界温度不太低的气体，p↓后，T↓，所以，称为制冷效应或正效应。对于H2、He等，节流后膨胀，温度升高，，称为负效应。  Tmax：反转曲线与纵轴的交点称为最大反转温度，当气体初态温度T1>Tmax，，不可能通过节流过程降温。 |

7、循环过程

|  |
| --- |
| 热机：工作物质系统从高温热源**吸收热量**，将**其中一部分转换为对外界所做的功**，将**其余部分传递给低温热源，之后工作物质恢复状态**，完成一个循环，再开始新的循环。（**吸热、对外做功、放热**，则效率为）当V<VD时系统吸热，V>VD时系统放热。  卡诺循环：以理想气体为工作物质，与高温热源T1接触，吸热绝热膨胀对外做功；与低温热源T2接触, 放热绝热压缩后回初态。效率，仅由温度决定。  **循环的功率增加一倍→功增加一倍即可** |
| 制冷机：将热机工作过程反向，工作物质从低温物体吸热→外界对工作物质做功→放热给高温物体。  制冷系数逆卡诺循环的制冷系数，↓，从低温物体抽取*Q*2的热量需要消耗的功*W*越↑。 |

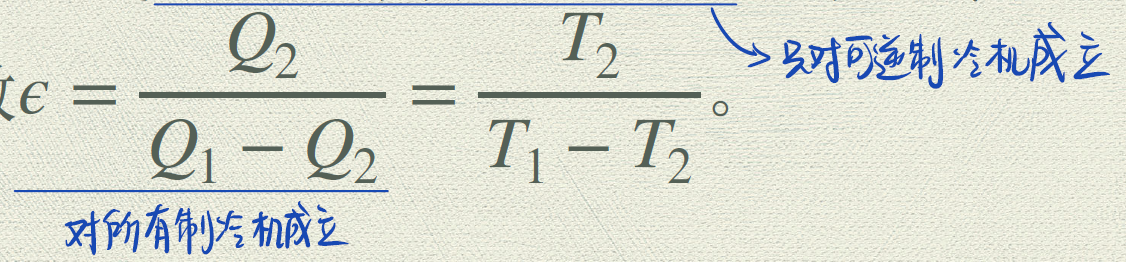
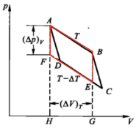
**第三章**

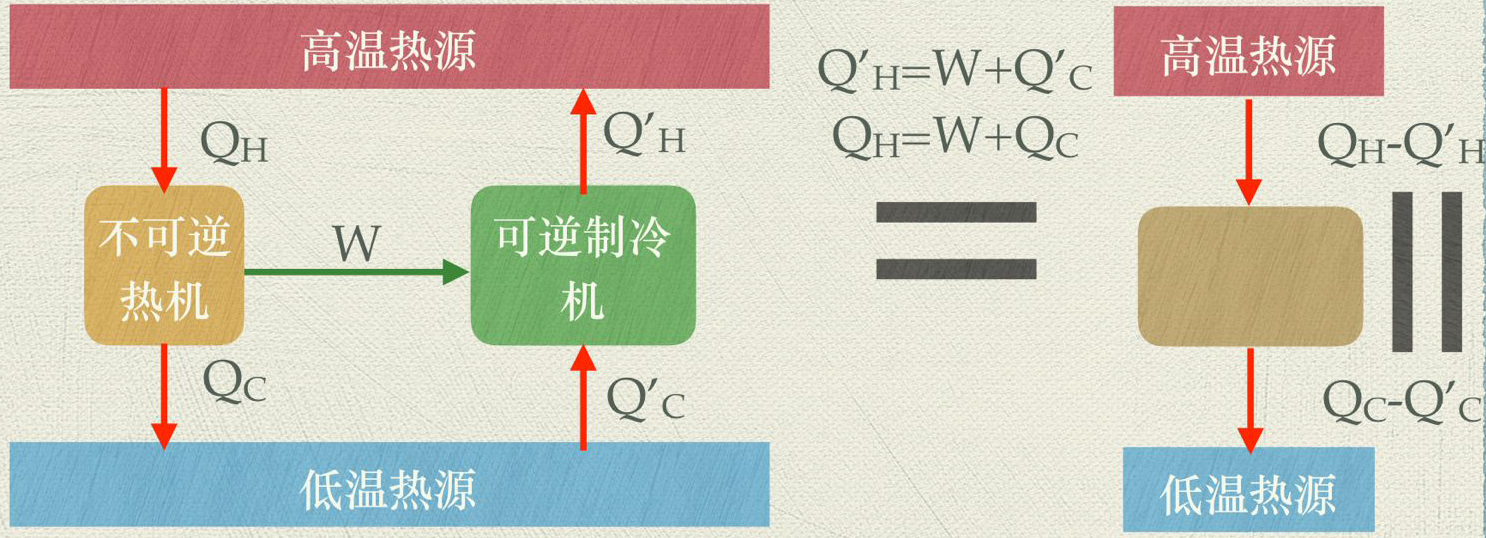
1、可逆过程：如果某个热力学过程可以沿原过程的反向进行，使**系统和外界**都回到初始状态，该过程为可逆过程。

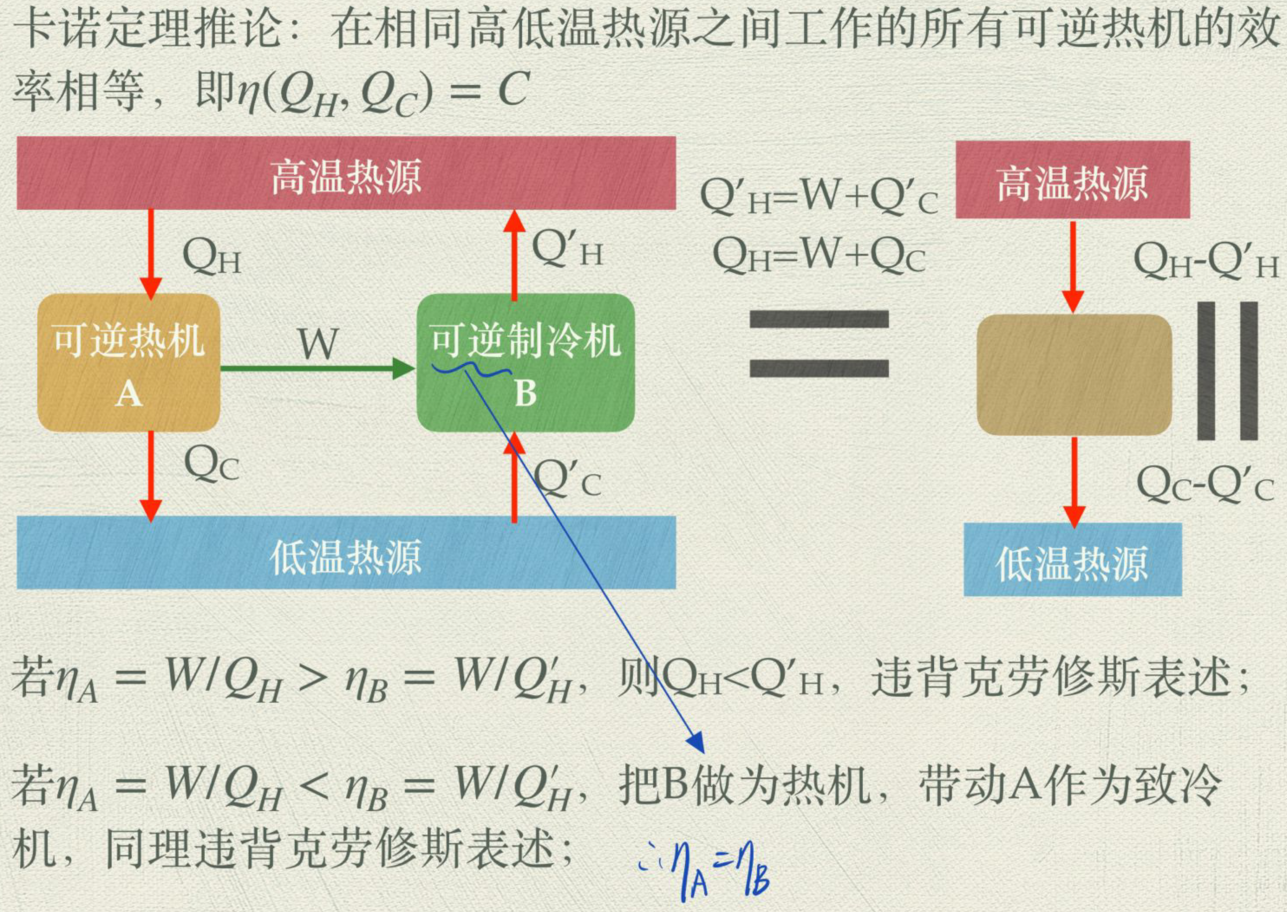
2、**无摩擦的准静态过程是可逆过程**，由可逆过程组成的循环过程是可逆循环，如卡诺循环可以是热机循环（可逆热机）也可以是制冷循环。

3、用热力学第二定律证明：两条绝热线不能相交（再加一个等温联系起来，得出**效率为100%**）；等温线与绝热线只能交一次

4、卡诺定理：在**相同的高温热源和低温热源**之间工作的一切不可逆热机，效率总小于可逆热机的效率。





5、卡诺定理：只要循环过程是在热源T1和T2下工作，则循环过程的效率为。

考虑微小卡诺循环，可以算出

一般的气体：

6、克劳修斯等式和不等式 ，此处Q1为工作物质从高温热源T1吸收的热量，Q2为工作物质向低温热源T2放出的热量。定义从外界吸收的热量取正号，即，

放出的热量取负号，即，

此时上式应改为，

可证明：对于任意的可逆循环过程，从多个外界热源吸收的热量Qi与热源温度Ti之比的和恒等于0，即（克劳修斯等式），不可逆时。

热机是模型，不计温度。

7、熵(广延) 热学中，由初、末态A、B之间的**准静态过程**的热温比之和与具体做功路径无关，可类比势能函数定义一个状态函数。该函数用S表示，，写成微分形式就是

在积分时，必须首先选定积分路径，而且**必须保证该路径的每一步都保持为准静态过程**，如何选具体问题具体分析。

考虑理想气体，，

由热一定律

再选择一个这样的过程去计算就可以

最后得到

其中

**自由膨胀不是准静态过程，不能直接**

等温膨胀

8、熵的应用

|  |
| --- |
| 热传导过程 能量守恒：  热传导不是准静态，算熵变要设准静放热 |
| 热学基本方程 |
| 任意系统 , ， ， |
| 在*T-S*图上闭合曲线内所包围的面积等于系统经历一可逆循环后从外界**净吸收的热量**，也等于在循环过程中系统对外所做的功。*T-S*图也可用于证两条绝热线不相交。 |
| 熵增加原理 或 |

**第四章**

1、压强，*n*为分子数密度!!不是*v*

2、温度（单原子分子）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 方均根速率 | 最概然速率*vp* | 平均速率 |
|  |  |  |

3、速度分布函数

4、

5、速率分布率

6、 可用中值定理来估计

求平均值：

7、碰壁数 泄流速率

泄流分子数

8、*p=nkT, pV=NkT*

9、气体分子有t个平动i，r个转动i，s个振动i，则每个分子的平均热运动动能，而

单t=3 r=s=0 双t=3 r=2 s=1 n t=3 r=3 s=3n-6

**第五章**

平均自由程

一维热传导方程

热量输送

热流强度 热导率

动量传输 粘滞力 粘滞系数

物质输运（扩散）扩散方程：

扩散分子流密度

稳定扩散

扩散系数 *Dρ=η*