

§6-1

1. 热力学第0定律: 若A、B均与C处于热平衡状态, 则两个物体彼此处于热平衡
2. 温度是决定一个物体是否与其他物体处于热平衡的宏观性质

§6-2

1. 做功: 通过宏观的规则运动(如机械运动、电流——)来传递能量
2. 传递热量与做功不同, 通过分子无规则运动来完成的

$$3. \text{热} - : Q = E_2 - E_1 + A$$

\uparrow \uparrow
 外界传热 内能变化 对外做功

吸收热量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{提高内能} \\ \text{对外做功} \end{array} \right.$

也可写成 $\delta Q = dE + \delta A$

§6-2

1. 摩尔定容热容: 1mol 气体, 体积不变, 升温1K 吸收的热量, 记作 $C_{v,m}$

定义式: $\delta Q_v = \frac{m}{M} C_{v,m} dT$

$$\Leftrightarrow C_{v,m} = \frac{\delta Q_v}{\frac{m}{M} dT}$$

$$\text{又 } \delta Q_v = dE \quad (A=0)$$

$$\Rightarrow dE = \frac{m}{M} C_{v,m} dT$$

结合理想气体内能:

$$E = \frac{m}{M} \frac{i}{2} RT$$

$$\rightarrow dE = \frac{m}{M} \frac{i}{2} R dT$$

$$\Rightarrow C_{v,m} = \frac{i}{2} R$$

可用 $C_{v,m}$ 计算任何过程的气体内能增量

2. 摩尔定压热容:

$$\delta A = p dV = \frac{m}{M} R dT$$

$$\text{又 } \delta Q = dE + \delta A$$

$$\rightarrow Q = E_2 - E_1 + \frac{m}{M} R (T_2 - T_1)$$

等压膨胀: 吸收热量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{增加内能} \\ \text{对外做功} \end{array} \right.$

$C_{p,m}$ 记为 1mol 理想气体等压过程升高1K所吸收

$$\text{易得 } C_{p,m} = C_{v,m} + R$$

$$\Leftrightarrow C_{p,m} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R$$

3. [摩尔]热容比:

$$\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{v,m}} = \frac{i+2}{i} \quad (>1)$$

4. 等压:

$$Q_T = A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{P_1}{P_2} = p_1 V_1 \ln \frac{P_1}{P_2}$$

5. 绝热:

$$\text{绝热做功: 由于 } Q=0 \rightarrow dE = -\delta A$$

$$\therefore A = -(E_2 - E_1) = -\frac{m}{M} C_{v,m} (T_2 - T_1)$$

几个状态方程:

$$\text{理想气体} \left\{ \begin{array}{l} pV^\gamma = \text{const} \\ V^{\gamma-1} T = \text{const} \\ p^{\gamma-1} T^{-\gamma} = \text{const} \end{array} \right.$$

§6-3.

1. 正循环: 在 $p-V$ 图中, 沿闭合曲线顺时针方向的循环.

逆: ———— 逆 ————

循环过程特征: 经历一个循环后内能不变

$$\Delta E = 0 \quad Q = A \rightarrow \text{是净功}$$

Q 是吸收/放出的净热量

2. 热机: 正循环; 冷机: 逆循环

热机的工作: 从高温热源吸收 Q_1 , 其中一部分 Q_2 传给低温热源, 同时做功 A .

$$\text{效率 } \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

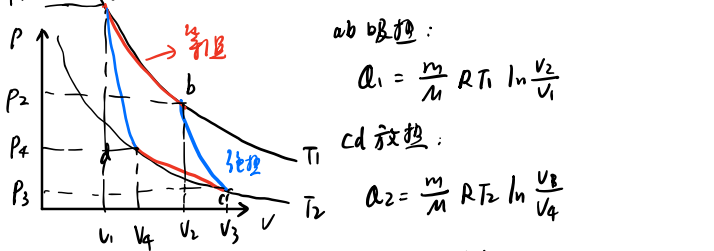
冷机: 从低温热源吸收 Q_2 , 外界对它做功 A , 给高温

热源 Q_1 . 则 $Q_1 = A + Q_2$.

$$\eta = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

3. 卡诺循环: 2 等温 + 2 绝热.

只有一个高温热源和一个低温热源



ab 吸热:

$$Q_1 = \frac{m}{M} R T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

cd 放热:

$$Q_2 = \frac{m}{M} R T_2 \ln \frac{V_3}{V_4}$$

$$\begin{cases} T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1} \quad (bc) \\ T_2 V_4^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1} \quad (da) \end{cases}$$

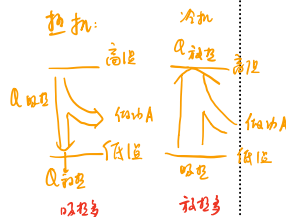
$$\Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma-1}$$

$$\text{即 } \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \Rightarrow \frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$$

$$\therefore \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

逆过程: 卡诺制冷机

$$W_c = \frac{Q_2}{A} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$



4. 卡诺热机中每个过程都是平衡过程

一切可逆机效率都是 $1 - \frac{T_2}{T_1}$

一切不可逆机效率都低于 $1 - \frac{T_2}{T_1}$

$$5. \text{ 熵: } ds = \frac{dQ}{T}$$

$$\text{可逆过程: } \oint \frac{dQ}{T} = 0$$

\rightarrow 可逆过程熵变恒定

对于不可逆过程, 不可用 $\int \frac{dQ}{T}$.



\rightarrow 找一个初末状态相同的可逆过程进行代替

6. 熵增加原理:

$$ds \geq \frac{dQ}{T} \quad \begin{cases} \text{可逆取} "=" \\ \text{不可逆} ">" \end{cases}$$

· 绝热 sys 熵永不减小.

平衡时, 熵最大