Thermodynamic Formula Sheet

1. 与物态方程有关的几个系数

体胀系数 α :
$$\alpha = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$
压强系数 β :
$$\beta = \frac{1}{p}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$
等温压缩系数 κ_T :
$$\kappa_T = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

注 意 是 谁 对 谁 的 偏 导 ， 三 个 系 数 乘 积 为 -1；

2. 物态方程

温度与状态参量之间满足的方程:
$$f\left(x_1, x_2, \dots x_n, T\right) = 0$$
其中 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 代表不同的状态参量。理想气体:
$$PV = nRT$$
范德瓦尔斯方程:
$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$
顺磁性物质 (居里定律):
$$\mathscr{M} = \frac{C}{T}\mathscr{H}$$
其中 $\mathscr{M}$ 是单位体积的磁矩（磁化强度), $\mathscr{H}$ 是磁场强度, C 是待定常数。

3. 热容和焓:

等容热容:
$$C_V = \lim_{\Delta T \to 0}\left(\frac{\Delta Q}{T}\right)_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$
等压热容:
$$C_p = \lim_{\Delta T \to 0}\left(\frac{\Delta Q}{T}\right)_p = \left(\frac{\partial U + p\Delta V}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p + p\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$$
引入状态函数焓 $H = U + pV$

焓变表示等压过程中吸收的热量:
$$C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$$

4. 理想气体

对于理想气体的热容：理想气体的焓：
$$C_V = \frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}T} \quad C_p = \frac{\mathrm{d}H}{\mathrm{d}T}$$
$$H = U + PV = U + nRT$$
因此可得 C_V 与 C_p 的关系：
$$C_p = C_V + nR$$
定义比热容比 $\gamma = C_p/C_V$

那么 C_V 和 C_p 的用 γ 表示为：
$$C_V = \frac{nR}{\gamma - 1} \quad C_p = \gamma\frac{nR}{\gamma - 1}$$
绝热过程：
$$pV^\gamma = Const$$
卡诺循环：
$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$
制冷系数：
$$\epsilon = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

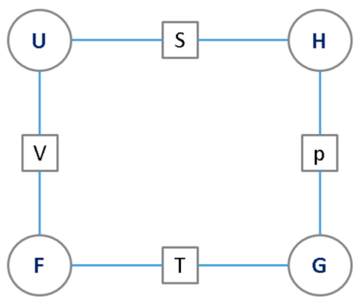
要 记 住 热 二 两 种 表 述 、 卡 诺 定 理 及 反 证 法

5. 熵

定义式（或者 ΔQ)：
$$\Delta S = \int \frac{dQ}{T}$$
理想气体:
$$\Delta S = C_v ln\frac{T_2}{T_1} + nRln\frac{V_2}{V_1}$$
$$\Delta S = C_p ln\frac{T_2}{T_1} - nRln\frac{p_2}{p_1}$$

注 意 有 时 候 热 源 （ 环 境 ） 的 熵 变

6. p - V - T 系统的麦克斯韦关系



External: U Have a Good Friend
Internal: S - Port T - V !

内能函数定义	全微分	麦氏关系
	$dU = TdS - pdV$	$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial p}{\partial S}\right)_V$
$H = U + pV$	$dH = TdS + Vdp$	$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p$
$F = U - TS$	$dF = -SdT - pdV$	$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$
$G = U + pV - TS$	$dG = -SdT + Vdp$	$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T$

对 全 微 分 ： 自 变 量 相 邻 系 数 相 对 ， p、 S 反 号 ;
对 麦 氏 关 系 ： 顺 、 逆 时 针 转 ， p， S 反 号