第四章作业(单元系的相变)

汪志诚书上习题：

A 3.1

证明下列平衡判据（假设 $S>0$）：

（a） 在 S，V 不变的情形下，稳定平衡态的 U 最小。

（b） 在 S，p 不变的情形下，稳定平衡态的 H 最小。

（c） 在 H，p 不变的情形下，稳定平衡态的 S 最小。

（d） 在 F，V 不变的情形下，稳定平衡态的 T 最小。

（e） 在 G，p 不变的情形下，稳定平衡态的 T 最小。

（f） 在 U，S 不变的情形下，稳定平衡态的 V 最小。

（g） 在 F，T 不变的情形下，稳定平衡态的 V 最小。

A 3.2

试由式（3.1.12）导出式（3.1.13）

A 3.3

试由：

$$C_V > 0, \quad \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_T < 0$$

证明：

$$C_p > 0, \quad \left(\frac{\partial p}{\partial V}\right)_S < 0$$

A 3.7

试证明在相变中物质摩尔内能的变化为：

$$\Delta U_m = L\left(1 - \frac{p}{T}\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}p}\right)$$

如果一相是气相，可看作理想气体，另一相是凝聚相，试将公式化简。

A 3.9

以C_α^β 表示在维持β相与α相两相平衡的条件下 1mol β 相物质升高 1K所吸收的热量，称为β相的两相平衡摩尔热容量，试证明：

$$C_\alpha^\beta = {C_p}^\beta - \frac{L}{{V_m}^\beta - {V_m}^\alpha}\left(\frac{\partial {V_m}^\beta}{\partial T}\right)_p$$

如果β相是蒸气，可看作理想气体，α相是凝聚相，上式可简化为：

$$C_\alpha^\beta = {C_p}^\beta - \frac{L}{T}$$

并说明为什么饱和蒸气的热容量有可能是负的。

A 3.12

蒸气与液相达到平衡. 以 $\frac{dV_m}{dT}$ 表示在维持两相平衡的条件下，蒸气体积随温度的变化率. 试证明蒸气的两相平衡膨胀系数为：

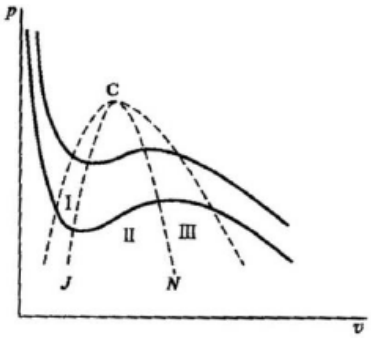
$$\frac{1}{V_m}\frac{\mathrm{d}V_m}{\mathrm{d}T} = \frac{1}{T}\left(1 - \frac{L}{RT}\right)$$

A 3.13

将范氏气体在不同温度下的等温线的极大点 N 与极小点 J 联起来，可以得到一条曲线 NCJ ，如图所示.。试证明这条曲线的方程为：

$$p{V_m}^3 = a(V_m - 2b)$$

并说明这条曲线划分出来的三个区域Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ的含义。



A 3.14

证明半径为 r 的肥皂泡的内压强与外压强之差为 $\frac{4\sigma}{r}$。

A 3.16

证明爱伦费斯特公式（3.7.3）：

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T} = \frac{\alpha^{(2)} - \alpha^{(1)}}{\kappa^{(2)} - \kappa^{(1)}}$$

$$\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}T} = \frac{{C_p}^{(2)} - {C_p}^{(1)}}{Tv(\alpha^{(2)} - \alpha^{(1)})}$$