【単位換算表】

	SI単位系	cgs単位系	比(SI/cgs)	
長さ	m	cm	10^2	1 m=10^2 cm
質量	kg	g	10^3	
エネルギー	J	erg	10^7	
力	N	dyn	10^5	

[圧力]

1 Pa(=N/m^2)	9.8692×10^{-6} 気圧	10^{-2} mbar
1気圧	1.01325×10^5 Pa	1.01325×10^3 mbar

[熱]

熱の仕事当量	4.186 J/cal=4.186×10^7 erg/cal	
気体定数R	8.3144 J/(mol・K)	8.3144×10^7 erg/(mol・K)

$$pV = nRT$$

左辺:

[Pa][m^3]=[N/m^2][m^3]=[Nm]=[J]

右辺: [mol][J/(mol・K)][K]=[J]

19. 相律

相：明確な物理的境界により他と区別される物質系の均一な部分
　　ー気相，液相，固相ー

相律：

(131)

●例1.　化学的に一種類の一様な流体から成る系

→

●例2.　化学的に二種類の気体から成る一様な系

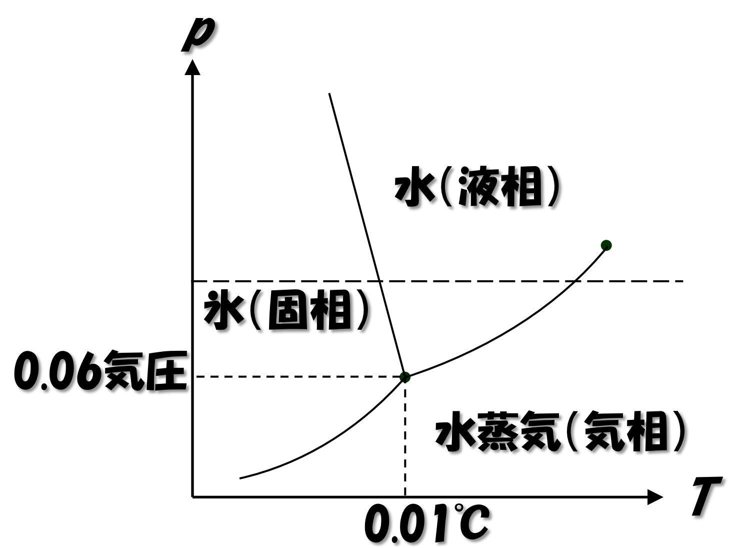
→

●例3.　水と飽和水蒸気の平衡

➡

●例4.　一種類の化合物から成る系で，この化合物が三つの相
　　　　ー固体・液体・気体ーにある場合

➡



ある系を考える

個の相

個の独立成分

i 相に存在する k 成分の質量

成分の各相への分配を記述するには以下の配列を考えると便利

(126)

与えられた温度と圧力では，系の平衡条件は熱力学ポテンシャル Φ が最小

(127)

(128)

の関数とみれば，Φ_i は一次同次関数

組成は同一

T，p 以外の i 相の変数：

系の変数の個数：

Φ が最小の条件から

k 成分が δm だけ i 相から j 相へ移り，他の成分および相には影響を与えない場合

(129)

同様な式がどの成分，どの二つの相に対しても成り立たなくてはならないので，

(130)

これらの式は各相の化学組成にのみ依存し，
相に存在する物質の総量には依存しない

関係式の個数：

変数の個数：

系の自由度

(131)

ギブスの相律

20. 可逆電池の熱力学

可逆電解電池：流れる電流の向きを逆にすると，中で起こる化学反応が
反対向きに進むような電池．電流を逆向きにすることによって，
電池を始めの状態に戻すことが常に可能である．

起電力 v の電池を電荷 e が流れるときの仕事量 L は，

(132)

・可逆電池なので，ジュール熱は無視
・電池の体積は不変（等積電池）
・電池の内部エネルギーは温度のみの関数 $U(T)$

電池を電荷 e が流れる前後のエネルギーを$U(T)$，$U(T,e)$ とすると，

(133)

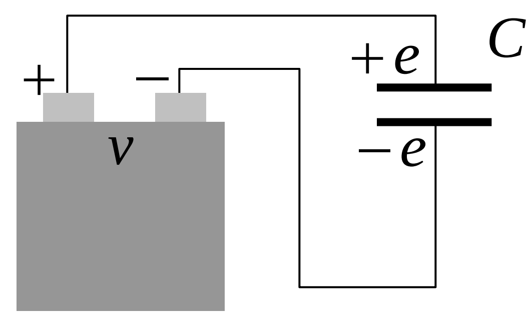
：単位電気量が電池を流れたときのエネルギーの減少

ファント=ホッフの等積式　$$L_{\max} - T\frac{\mathrm{d}L_{\max}}{\mathrm{d}T} = -\Delta U$$

(134)　**ヘルムホルツの式**

断熱過程のとき，

$$e = Cv(T)$$



●ヘルムホルツの式の別の求め方

この系の状態変数を T，C とすると，

コンデンサーの電極板の距離をずらして容量を dC だけ変えると，このとき必要な仕事は，

← コンデンサーに蓄えられるエネルギー

電池のエネルギー：

コンデンサーのエネルギー： $\frac{1}{2}Cv^2$

$$\mathrm{d}'Q = \mathrm{d}U + \mathrm{d}L = \mathrm{d}\left[U(T) - Cv(T)u(T) + \frac{1}{2}Cv^2(T)\right] + \frac{1}{2}\mathrm{d}Cv^2(T)$$

$$\frac{\partial}{\partial C}\left[\frac{\frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}T}-Cv\frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}T}-Cu\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}+Cv\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}T}}{T}\right]=\frac{\partial}{\partial T}\frac{v^2-uv}{T}$$

(134)　　ヘルムホルツの式