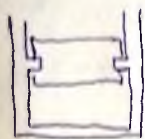
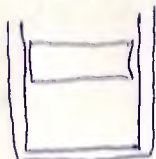


Основние результаты термодинамики первого закона

-1-



$V = \text{const}$
 $p = \text{const}$



$$p = \frac{mg}{S} = \text{const}$$

1. Существование состояний т.д. равновесия
2. Постулат аддитивности
3. Постулат о существовании температуры
4. Закон сохранения энергии

$$dQ = dE + dW$$

Тепло

внутри
энергия

работа над

внешними

телами

I начало

Термодинамики

$$dW = \sum_k A_k da_k$$

обобщенные силы

обобщенные координаты

5. Второе начало термодинамики
 S' , движ. II рода -2-

$$dQ = T dS'$$

$$h\text{-в } T dS' = dE + \sum_k A_k da_k$$

$$h\text{-р-в } T dS \geq dE + \sum_k A_k da_k$$

$$\text{общ.-сл. } T dS \geq dE + \sum_k A_k da_k$$

$$\Delta S \geq 0$$

закон возрастания для
замкнутых систем

$$\frac{dS}{dt} \geq 0 \quad \sim \text{адиабати-} \\ \text{чески}$$

6. Постулат Нернста

$$T=0 \rightarrow S \rightarrow 0$$

Мемор потенциалов Гиббса

$$dE = T dS - \sum_k A_k da_k = \frac{\partial E}{\partial S} dS + \sum_k \frac{\partial E}{\partial a_k} da_k$$

ВН. АН.

$$T = \left(\frac{\partial E}{\partial S} \right)_a ; A_k = - \left(\frac{\partial E}{\partial a_k} \right)_S \quad -3-$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial a_k} \right)_S = - \left(\frac{\partial A_k}{\partial S} \right)_a$$

Ψ -своб. АН.

$$\Psi = E - S T$$

$$d\Psi = -S dT - \sum_k A_k da_k = \frac{\partial \Psi}{\partial T} dT + \sum_k \frac{\partial \Psi}{\partial a_k} da_k$$

$$S = - \left(\frac{\partial \Psi}{\partial T} \right)_a ; A_k = - \left(\frac{\partial \Psi}{\partial a_k} \right)_T$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial a_k} \right)_T = \left(\frac{\partial A_k}{\partial T} \right)_a$$

$$\Psi = E - T \left(- \frac{\partial \Psi}{\partial T} \right)$$

$$\Psi - T \frac{\partial \Psi}{\partial T} = E - \text{упр. Гиббса}$$

Гемматалва

$A_k \rightarrow P$
 $a_k \rightarrow V$

$E, E(S, V); F(T, V) = E - TS$
 \sim свобод. эн.

$\phi(T, P) = F + PV;$

$H(S, P) = E + PV - ATET.$

$dE = Tds - pdv$

$T = (\frac{\partial E}{\partial S})_V; P = -(\frac{\partial E}{\partial V})_S$

св. эн. Гиббс $dF = d[E - TS] = -SdT - pdv$

$S = -(\frac{\partial F}{\partial T})_V; P = -(\frac{\partial F}{\partial V})_T$

св. эн. Гиббс $d\phi = d(F + PV) = -SdT + VdP$

$S = -(\frac{\partial \phi}{\partial T})_P; V = (\frac{\partial \phi}{\partial P})_T$

$dH = d[E + PV] = Tds + vdp$

$T = (\frac{\partial H}{\partial S})_P; V = (\frac{\partial H}{\partial P})_S$

$\Psi \rightarrow F, \phi$
 $a \rightarrow V, a \rightarrow P$
 $p \rightarrow V, v \rightarrow P$

Характеристики термодинамической функции
 м.д. $S(E, V); V(E, S)$ -5-

Для систем с переменным числом частиц

$$dE = TdS - \sum_k A_k da_k + \sum_i \mu_i dN_i$$

N_1, N_2, \dots, N_i -

число частиц вида $1, 2, \dots, i$

μ_i - хим. потенциал для N_i

$$d\psi = -SdT - \sum_k A_k da_k + \sum_i \mu_i dN_i$$

св. энт.

$$d\phi = -SdT + Vdp + \mu dN$$

$$\phi = \phi(T, p, N)$$

$$d\phi \Big|_{\substack{T=\text{const} \\ p=\text{const}}} = \mu dN$$

$$\phi \Big|_{\substack{T=\text{const} \\ p=\text{const}}} = \mu N$$

с н.т. $\mu = \frac{\phi}{N}$ (напр.)
 N - число частиц