

13) Свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса. Максимальная работа и максимальная полезная работа термодинамической системы

свободная энергия Гельмгольца:

$$F = U - TS \quad (\text{преобразование Лежандра с } U)$$

$$dF = -SdT - PdV$$

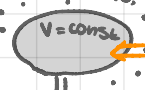
термодинамический потенциал (энергия) Гиббса:

$$\Phi = U + PV - TS$$

$$d\Phi = -SdT + VdP$$

подсистема контактирует с термостатом (средой), имеющим температуру T_0

\dots, T_0, P_0

$V = \text{const}$

 Q (т.к. нах. в контакте с термостатом)

в конце процесса $\Delta T = T - T_0 = 0$

$$\Delta S_{\Sigma} = \Delta S - \frac{Q}{T_0} \geq 0$$

↑
всего подсистем

$$Q = \Delta U + A$$

$$A \leq T_0 \Delta S - \Delta U = -\Delta F$$

$\Delta(TS)$

$$A_{\max} = -\Delta F \quad (\text{все процессы обратимы})$$

теперь объем не фиксирован

$\Delta V, T_0, P_0$

$\Delta T = 0$ (в нач. и в конце система нах. в тепловом и механическом равновесии)
 $\Delta P = 0$

$A_{\max} = ?$

$$T_0 \Delta S \geq Q = \Delta U + P_0 \Delta V + A^{\text{пол}}$$

Аналогично: $\Delta(PV)$

$$-\Delta(U - TS + PV) \geq A^{\text{пол}}$$

$$A_{\max}^{\text{пол}} = -\Delta F \quad (\text{тепловое и механическое равновесие со средой})$$

$$A^{\text{пол}} = 0 \Rightarrow \Delta \Phi \leq 0 \Rightarrow \text{в равновесии } \Phi \rightarrow \min$$