Термодинамические потенциалы

Сводная таблица по термодинамическим потенциалам:

Название, для чего используется	Функция каких переменных	Диффиренциал (мат.)	Диффиренциал (через I начало)	Соотношения
Внутренняя энергия (работа в адиаб. процессе).	$U = U(S, V)$	$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S \cdot dV + \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V \cdot dS$	$dU = TdS - PdV$	$T = \left(\frac{\partial U}{\partial X}\right)_V$, $P = -\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S$
Энтальпия (работа в изобар. процессе). Эффект Джоуля - Томпсона, течение газа	$I = U + PV$ $I = I(S, P)$	$dI = \left(\frac{\partial I}{\partial S}\right)_P \cdot dS + \left(\frac{\partial I}{\partial P}\right)_S \cdot dP$	$dI = TdS + VdP$	$T = \left(\frac{\partial I}{\partial S}\right)_P$, $V = \left(\frac{\partial I}{\partial P}\right)_S$
Свободная энергия (работа в изот. процессе). Поверхностные явления.	$\Psi = U - TS$ $\Psi = \Psi(T, V)$	$d\Psi = \left(\frac{\partial \Psi}{\partial T}\right)_V \cdot dT + \left(\frac{\partial \Psi}{\partial V}\right)_T \cdot dV$	$d\Psi = -SdT - PdV$	$S = -\left(\frac{\partial \Psi}{\partial T}\right)_V$, $P = -\left(\frac{\partial \Psi}{\partial V}\right)_T$
Термодинамический потенциал Гиббса. Фазовые переходы.	$\Phi = U + PV - TS$ $\Phi = \Phi(T, P)$	$d\Phi = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P \cdot dT + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial P}\right)_T \cdot dP$	$d\Phi = -SdT + VdP$	$S = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P$, $V = -\left(\frac{\partial \Phi}{\partial P}\right)_T$

Также есть соотношения для вторых производных:

Пусть есть $f(x, y)$, тогда:

$$df = X(x, y) \cdot dx + Y(x, y) \cdot dy, \quad \texttt{где:}$$

$$X = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y, Y = \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x$$

Если функция "приличная", то выполняется **Соотношение Максвелла**:

$$\left(\frac{\partial X}{\partial y}\right)_x = \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} = \left(\frac{\partial Y}{\partial x}\right)_y$$

Применив это соотношение, получим (просто из таблички):

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \frac{\partial^2 U}{\partial V \partial S} = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V, \qquad \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \frac{\partial^2 I}{\partial P \partial S} = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P,$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\frac{\partial^2 \Psi}{\partial V \partial T} = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V, \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial T \partial P} = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P.$$

Ур-я Гиббса-Гельмгольца (еще полезные соотношения; см. табличку):

$$\begin{cases} U = \Psi + TS, \\ S = -\left(\frac{\partial \Psi}{\partial T}\right)_V \end{cases} \quad => U = \Psi - T \cdot \left(\frac{\partial \Psi}{\partial T}\right)_V.$$

$$I = \Phi + TS => I = \Phi - T \cdot \left(\frac{\partial \Phi}{\partial T}\right)_P.$$

$$I = U + PV => I = U - V \cdot \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S.$$

$$\Phi = \Psi + PV => \Phi = \Psi - V \cdot \left(\frac{\partial \Psi}{\partial V}\right)_T.$$

И так далее по табличке...