

Formelsammlung

intensive Größen: Großbuchstaben — extensive Größen: Kleinbuchstaben

erstellt mit $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ - $\mathcal{L}\mathcal{A}\mathcal{T}\mathcal{E}\mathcal{X}$

Konstanten

$$R = 8.3144 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$N_A = 6.022045 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Gaskonstante

FARADAY-Konstante

AVOGADRO-Konstante

Umrechnungen

Druck

$$1 \text{ bar} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$101325 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$$

Energie, Arbeit

$$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 = 1 \text{ kPa} \cdot \text{l}$$

Elektrische Ladung

$$1 \text{ C} = 1 \text{ As}$$

Gasgesetze

ideales Gas

$$P \cdot v = n \cdot R \cdot T$$

$$P \cdot v^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$$C_p - C_v = R$$

ideales Gasgesetz

adiabatisch

Volumenarbeit

$$A_{\text{vol}} = - \int_{V_1}^{V_2} P \cdot dv = -RT \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right)$$

$$A_{\text{vol}} = C_v (T_2 - T_1)$$

Isotherme Expansion

1. Hauptsatz

Innere Energie = Wärme + Arbeit

$$du = Tds - Pdv$$

nur Volumenarbeit betrachtet

$$u = \frac{1}{3}RT \cdot (\text{Zahl der angeregten Freiheitsgrade})$$

(Translation + Rotation + max. 2x Schwingung)

$$h = u + P \cdot v$$

Enthalpie

$$dh = Tds + vdP$$

Temperaturänderungen

$$(dw)_v = \left(\frac{du}{dT} \right)_v dT = C_v dT$$

isochor

$$(dw)_v = \left(\frac{dh}{dT} \right)_p dT = C_p dT$$

isobar

$$\left(\frac{du}{dT} \right)_v = 0$$

ideale Expansion ins Vakuum

$$\int_{T_1}^{T_2} dh = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$$

Temperaturabhängigkeit d. Enthalpie

2. Hauptsatz

$$ds = \frac{dw_{\text{rev}}}{T}$$

Entropie

$$\Delta s = R \cdot \ln \left(\frac{v_2}{v_1} \right)$$

isotherme reversible Expansion

$$\left(\frac{ds}{dT} \right)_{v/p} = \frac{C_{v/p}}{T}$$

$$\Delta s_p = C_p \cdot \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

für $C_p = f(T) = \text{const}$

Phasenumwandlung

$$f = K + 2 - P$$

Phasenregel

$$\Delta s_u = \frac{\Delta h_u}{T}$$

$$f = u - Ts$$

Freie Energie

$$df = -sdT - Pdv + \sum_i \mu_i dn_i = f(T, v, n_i)$$

$$g = h - Ts$$

Freie Enthalpie

$$dg = -sdT + vdP + \sum_i \mu_i dn_i = f(T, P, n_i)$$

$$\mu_i = \mu_i^\ominus + RT \ln \left(\frac{a_i}{a_i^\ominus} \right)$$

chemisches Potential des Stoffes i

$$\mu_i = \mu_i^\ominus + RT \ln \left(\frac{P_i}{P_i^\ominus} \right)$$

a_i = Aktivität des Stoffes i

Mischungen

allgemein: $\varnothing'_i = \frac{d\varnothing}{dn_i}$	partielle molare Größe \varnothing'_i
$\sum n_i d\mu'_i = 0$	GIBBS-DUHEM
$X_i = \frac{n_i}{\sum_k n_k}$	Molenbruch
$P_i = X_i \cdot P_i^*$	RAOULT'sches Gesetz
	$P_i^* =$ Dampfdruck der reinen Phase

Gleichgewichte und Phasenübergänge

$\left(\frac{d\Delta_R G}{dT}\right) = -\frac{\Delta_R H}{T^2}$	GIBBS-HELMHOLTZ
$\Delta G^\varnothing = -RT \ln K_p$	VAN'T HOFF'sche Reaktionsisotherme
$\Delta_R G = \Delta_R G^\varnothing + RT \ln \left(\prod_i a_i^{\nu_i}\right)$	
a_i : Aktivitäten (bei hoher Verdünnung $a_i =$ Konz. c_i)	
Bedingung für Gleichgewicht:	
$\Delta G = 0$ bzw. $\sum_i \mu_i \nu_i = 0$ (isotherm, isobar)	
$\left(\frac{d \ln K_p}{dT}\right) = \frac{\Delta_R H}{RT^2}$	VAN'T HOFF'sche Reaktionsisochore
$\left(\frac{d \ln P_D}{dT}\right) = \frac{\Delta_R H}{RT^2}$	CLAUSIUS-CLAPEYRON für flüssig \Leftrightarrow Dampf
$\frac{\partial P}{\partial T_{\text{koexist}}} = \frac{\Delta s}{\Delta v}$	CLAUSIUS-CLAPEYRON allgemein

Lösungen (A: Lösungsmittel, B: gelöster Stoff)

$\Delta T_v = \frac{RT_v^2 M_A}{\Delta_v H_A} \cdot m_B = K_{e_A} \cdot m_B$	Siedepunktserhöhung
$\Delta T_F = \frac{RT_v^2 M_A}{\Delta_F H_A} \cdot m_B = K_{K_A} \cdot m_B$	Gefrierpunktserniedrigung
$\pi \cdot v = n \cdot R \cdot T$	$\pi =$ osmotischer Druck

Elektrochemie

$$\varepsilon = \varepsilon^\ominus + \frac{RT}{zF} \ln \left(\frac{\prod_i a_{i,\text{Ox}}^{\nu_i}}{\prod_j a_{j,\text{Red}}^{\nu_j}} \right)$$

NERNST'sche Gleichung

$$U_z^\ominus = -\frac{\Delta G^\ominus}{zF}$$

Standartzellspannung

$$\frac{\partial U_z}{\partial T_p} = \frac{\Delta s}{zF}$$

$$U_z = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

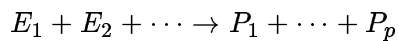
$$U_z = \frac{RT}{zF} \ln \left(\frac{a_1}{a_2} \right)$$

Konzentrationskette

$$U_z = 0.0591 \text{ V} \cdot \log \left(\frac{a_1}{a_2} \right)$$

für $z = 1$ und $T = 298 \text{ K}$

Kinetik



$$\frac{d[P_j]}{dt} = k \cdot [E_1]^l \cdot [E_2]^m \dots$$

Geschwindigkeitsgesetz

$$n = l + m + \dots$$

Reaktionsordnung

$$[E] = [E]_0 \cdot e^{-kt} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

Reaktion 1. Ordnung

$$\frac{1}{[E]} = kt + \frac{1}{[E]_0} \quad t_{1/2} = \frac{1}{k[E]_0}$$

Reaktion 2. Ordnung

$$\frac{[P_1]}{[P_2]} = \frac{k_1}{k_2}$$

Parallelreaktion

$$[Z] = [E]_0 \frac{k_1}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t})$$

Folgereaktion

$$\frac{d[Z]}{dt} \cong 0$$

BODENSTEIN-Prinzip

$$k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$$

ARRHENIUS-Gleichung