

# Formelsammlung

## Zustandsgleichungen & Konstanten

Stoffmenge:	$n = \frac{m}{M}$	$n = \frac{N}{N_A}$	
Molenbruch:	$x_i = \frac{n_i}{n}$		
Molares Volumen:	$V_m = \frac{V}{n}$	Van-der-Waals-Gleichung:	$(p + a(\frac{n}{V})^2) \cdot (V - nb) = nRT$
Dichte:	$\rho = \frac{m}{V}$	Mittlere kinetische Energie der Translation:	$\langle \epsilon_{trans} \rangle = \frac{3}{2}kT$
Druck:	$p = \frac{F}{A}$		
Partialdruck in einer Mischung idealer Gase:	$p_i = x_i \cdot p$	Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung:	$f(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$
Gesetz von Dalton für ideale Gase:	$p = p_A + p_B + \dots$		

## Thermodynamik 1. Hauptsatz

		Druck-Volumen-Arbeit:	$dw = -p_{ex}dV$
		Elektrische Arbeit:	$w_{el} = U_{el} \cdot I \cdot t$
1. Hauptsatz:	$dU = dq + dw$	Wärme bei konstantem $V$ :	$dq_V = c_V dT$
Totales Differential von $U(T,V)$ :	$dU = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V dT + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T dV$	Wärme bei konstantem $p$ :	$dq_p = c_p dT$
Wärmekapazität bei konstantem $V$ :	$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V = c_V$	<hr/> <hr/>	
Definition $H$ :	$H = U + pV$	Einatomiges ideales Gas:	
		Innere Energie:	$U = \frac{3}{2}nRT$
Totales Differential von $H(T,p)$ :	$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp$	Wärmekapazität bei konstantem Volumen:	$c_V = \frac{3}{2}nR$
Wärmekapazität bei konstantem $p$ :	$\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = c_p$	Enthalpie:	$H = \frac{5}{2}nRT$
		Wärmekapazität bei konstantem Druck:	$c_p = \frac{5}{2}nR$
		Adiabatengleichung:	$p_2 V_2^\gamma = p_1 V_1^\gamma \quad \gamma = \frac{c_p}{c_V}$

## Thermochemie

Kalorimetergleichung:	$dq = -C_x^{Kal} dT$	$x = V, p$
Satz von Hess:	$\Delta_R H^\ominus = \sum_i \nu_i \Delta_B H_i^\ominus$	
Kirchhoffsches Gesetz:	$\Delta_R H_{T_2} = \Delta_R H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \sum_i \nu_i c_{p,m}^i dT$	

## Thermodynamik 2. Hauptsatz

Definition $S$ :	$dS = \frac{dq_{rev}}{T}$	Definition $F$ :	$F = U - TS$
Clausius'sche Ungleichung:	$dS > \frac{dq_{irrev}}{T}$	Definition $G$ :	$G = H - TS$
2. Hauptsatz:	$dS^{isol} \geq 0$	Totales Differential von $G(T,p)$ :	$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T dp$
Wirkungsgrad Wärmekraftmaschine:	$\eta = \frac{ q_w  -  q_K }{ q_w } = \frac{T_W - T_K}{T_W}$	Temperaturabhängigkeit von $G$ :	$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p dT = -S$
Boltzmann-Gleichung:	$S = k \ln W$	Druckabhängigkeit von $G$ :	$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T dp = V$
3. Hauptsatz:	$S_{0K}^{rein,perf.krist.} = 0$	2. Hauptsatz für $p, T = konst.$ :	$dG \leq 0$
Standardreaktionsentropie:	$\Delta_R S^\ominus = \sum_i \nu_i S_i^\ominus$	Freie Standardreaktionsenthalpie:	$\Delta_R G^\ominus = \sum_i \nu_i \Delta_B G_i^\ominus$

## Chemisches Potential $\mu$

Totales Differential von $G(T,p,n_i)$ :	$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{p,n_i} dT + \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_{T,n_i} dp + \sum_i \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_{j \neq i}} dn_i$
Definition $\mu_i$ :	$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,p,n_{j \neq i}}$
Gibbsche Fundamentalgleichung für $G(T,p,n_i)$ :	$dG = -SdT + Vdp + \sum_i \mu_i dn_i$
Druckabhängigkeit Festkörper, Flüssigkeit:	$\mu = \mu^\ominus + V_m(p - p^\ominus)$
Druckabhängigkeit ideale Gase:	$\mu = \mu^\ominus + RT \ln\left(\frac{p}{p^\ominus}\right)$
Temperaturabhängigkeit ideale Gase:	$\mu = \mu^\ominus + S^\ominus(T - T^\ominus)$

## Phasengleichgewichte & Mischungen

Clapeyron-Gleichung:	$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta S_m}{\Delta V_m}$	Raoult'sches Gesetz:	$p_i = x_i p_i^*$
Clausius-Clapeyron-Gleichung (ideales Gas, $V_m(l) \sim V_m(g)$ ):	$\frac{1}{p} \frac{dp}{dT} = \frac{\Delta_V H}{RT^2}$	Siedepunktserhöhung:	$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta_V H} x_B$
Integrierte Clausius-Clapeyron-Gleichung ( $\Delta_V H \neq f(T), f(p)$ ):	$\ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = -\frac{\Delta_V H}{R} \cdot \Delta \frac{1}{T}$	Gefrierpunktserniedrigung:	$\Delta T = \frac{RT^{*2}}{\Delta_{Sm} H} x_B$
Mischungen		Gibbsche Phasenregel:	$F = C - P + 2$
Ideale Gase:	$\mu_i = \mu_i^\ominus + RT \ln\left(\frac{p}{p^\ominus}\right)$	Ideale Lösungen:	$\mu_i = \mu_i^\ominus + RT \ln\left(\frac{c_i}{c^\ominus}\right)$
Ideale kondensierte Phasen:	$\mu_i = \mu_i^* + RT \ln x_i$	Reale Lösungen:	$\mu_i = \mu_i^\ominus + RT \ln\left(\frac{a_i}{c^\ominus}\right)$

## Konstanten

Gaskonstante:  $R = 8,31447 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$

Avogadro-Konstante:  $N_A = 6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Boltzmann-Konstante:  $k = 1,38065 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Faraday-Konstante:  $F = 96485,3 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$