

## Wybrane wzory i dane fizykochemiczne

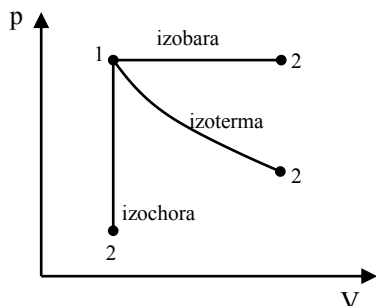
Równanie stanu gazu doskonałego:  $pV = nRT$

**Molowe ciepła właściwe**

$$C_p - C_v = R$$

$$R = 8,31 \frac{J}{mol \cdot K}$$

**Przemiany gazowe**



**Izochora**

$$V = \text{const.} \quad \frac{p}{T} = \text{const} = \frac{nR}{V}$$

$$W = 0$$

$$\Delta U = Q$$

$$\Delta H = nC_v(T_2 - T_1) + V(p_2 - p_1)$$

**Izobara**

$$p = \text{const.} \quad \frac{V}{T} = \text{const} = \frac{nR}{p}$$

$$W = -p(V_2 - V_1) = -nR(T_2 - T_1)$$

$$\Delta H = Q$$

**Izoterma**

$$T = \text{const.} \quad pV = \text{const.} = nRT$$

$$\Delta U = 0 \quad Q = -W$$

$$\Delta H = 0$$

$$W = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = -nRT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

**Dowolna przemiana**

$$\Delta U = W + Q$$

$$dW = -pdV$$

$$\Delta H = nC_p(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = nC_v(T_2 - T_1)$$

**Prawo Hessa – zapis z wykorzystaniem entalpii tworzenia:**  $\Delta H_x = \sum n \cdot \Delta H_f(\text{produkty}) - \sum n \cdot \Delta H_f(\text{substraty})$

**Prawo Hessa – zapis z wykorzystaniem entalpii spalania:**  $\Delta H_x = \sum n \cdot \Delta H_{sp}(\text{substraty}) - \sum n \cdot \Delta H_{sp}(\text{produkty})$

$$\Delta U_x = \Delta H_x - RT \Delta n_g$$

**Prawo Kirchoffa:**

Ciepło przemiany w innej temperaturze ( $p = \text{const}$ ):  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta C_p(T_2 - T_1)$

$$\Delta C_p = \sum n \cdot C_p(\text{produkty}) - \sum n \cdot C_p(\text{substraty})$$

Ciepło związane ze zmianą temperatury substancji ( $p = \text{const}$ ):  $\Delta H = n C_p(T_2 - T_1)$

$\Delta G^\circ = -RT \ln K$

$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$

$$Q = \frac{[C]^c [D]^d \dots}{[A]^a [B]^b \dots}$$

dla reakcji  $aA + bB + \dots = cC + dD + \dots$

**Warunki samorzutności procesu:**

$p, T = \text{const}: \Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$

$V, T = \text{const}: \Delta F = \Delta U - T\Delta S < 0$

**Izobara van't Hoffa**

$$\ln \left( \frac{K_2}{K_1} \right) = \frac{-\Delta H_r^\circ}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

**Równanie Clausiusa-Clapeyrona**

$$\ln \left( \frac{p_2}{p_1} \right) = \frac{-\Delta H_{\text{faz}}^\circ}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

**Prawo Raoult'a:** Prężność pary nad roztworem:  $p = \sum x_i p_i^\circ$

**Własności koligatywne:**

Ciśnienie osmotyczne:  $\Pi = cRT$

Obniżenie temperatury krzepnięcia:  $\Delta T = K_{kr} \cdot b \approx K_{kr} \cdot c$

Podwyższenie temperatury wrzenia:  $\Delta T = K_{wiz} \cdot b \approx K_{wiz} \cdot c$

**Równanie Arrheniusa**

$$\ln \left( \frac{k_2}{k_1} \right) = \frac{-E_a}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Ogólne równanie kinetyczne:  $v = k \cdot c_1^{n_1} \cdot c_2^{n_2} \cdot c_3^{n_3} \dots c_i^{n_i}$

Reakcja I rzędu:  $\ln \frac{c_0}{c} = kt$

Równanie Michaelisa-Menten:  $v = v_{\text{max}} \frac{[S]}{K_M + [S]} \quad (E + S \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} ES \xrightarrow{k_3} E + P; \quad K_M = \frac{k_2 + k_3}{k_1})$