Fizică: termodinamică

Gazul ideal, teoria cinetico-moleculară, căldura și principiile termodinamicii · liceu

Gazul ideal: mărimi și legi

Mărime / lege	Formula	Unități SI, observații
Temperatura absolută	$T\,[\mathrm{K}] = t\,[^\circ\mathrm{C}] + 273{,}15$	$\Delta T = \Delta t$
Cantitatea de substanță	$\nu = \dfrac{m}{\mu} = \dfrac{N}{N_A}$	μ în $\mathrm{kg/mol}$ (SI), ex. $\mu_{\mathrm{O_2}} = 0{,}032\ \mathrm{kg/mol}$; raportul m/μ se poate calcula și cu m în g și μ în g/mol; $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$
Ecuația termică de stare	$p\,V = \nu\,R\,T$	$R = 8{,}314\ \mathrm{J/(mol \cdot K)}$
Constanta Boltzmann	$k = \dfrac{R}{N_A} = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{J/K}$	
Forma cu concentrația	$p = n\,k\,T$	$n = \dfrac{N}{V}$ în $\mathrm{m^{-3}}$
Densitatea gazului	$\rho = \dfrac{p\,\mu}{R\,T}$	μ în $\mathrm{kg/mol}$; ex. $\mathrm{O_2}$ la c.n.: $\rho = 1{,}428\ \mathrm{kg/m^3}$
Transformarea izotermă	$p_1 V_1 = p_2 V_2$	$T = \text{const.}$, $\nu = \text{const.}$
Transformarea izobară	$\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$	$p = \text{const.}$ (Gay-Lussac)
Transformarea izocoră	$\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2}$	$V = \text{const.}$ (Charles)
Legea generală	$\dfrac{p_1 V_1}{T_1} = \dfrac{p_2 V_2}{T_2}$	$\nu = \text{const.}$
Volumul molar în condiții normale	$V_\mu = \dfrac{R\,T_0}{p_0} \approx 22{,}4\ \mathrm{L/mol}$	$T_0 = 273{,}15\ \mathrm{K}$, $p_0 = 101\,325\ \mathrm{Pa}$

Teoria cinetico-moleculară

Mărime / lege	Formula	Unități SI, observații
Ecuația fundamentală cinetico-moleculară	$p = \dfrac{1}{3}\,n\,m_0\,\overline{v^2} = \dfrac{2}{3}\,n\,\overline{E_c}$	m_0: masa unei molecule
Energia cinetică medie de translație	$\overline{E_c} = \dfrac{3}{2}\,k\,T$	
Viteza termică	$v_T = \sqrt{\dfrac{3RT}{\mu}} = \sqrt{\dfrac{3kT}{m_0}}$	μ în $\mathrm{kg/mol}$; ex. $\mathrm{O_2}$ la $273{,}15\ \mathrm{K}$: $v_T \approx 461\ \mathrm{m/s}$
Energia internă a gazului ideal	$U = \nu\,C_V\,T$	C_V în $\mathrm{J/(mol \cdot K)}$
Capacități calorice molare	$C_V = \dfrac{i}{2}R,\ C_p = C_V + R$ (Mayer)	$i = 3$ monoatomic, 5 diatomic, 6 poliatomic
Exponentul adiabatic	$\gamma = \dfrac{C_p}{C_V}$	$\gamma = \dfrac{i+2}{i}$

Căldura și schimbul de căldură

Mărime / lege	Formula	Unități SI, observații
Căldura schimbată	$Q = m\,c\,\Delta T = \nu\,C\,\Delta T$	c în $\mathrm{J/(kg\cdot K)}$; C în $\mathrm{J/(mol\cdot K)}$
Schimbări de stare	$Q = m\,\lambda$	λ în $\mathrm{J/kg}$ (topire, vaporizare)
Ecuația calorimetrică	$Q_{\text{cedat}} = Q_{\text{primit}}$	sistem izolat termic
Dilatarea liniară	$\ell = \ell_0(1 + \alpha\,\Delta t)$	α în $\mathrm{K^{-1}}$

Principiile termodinamicii și transformările gazului

Mărime / lege	Formula	Unități SI, observații
Principiul I	$\Delta U = Q - L$	L: lucrul făcut de gaz
Lucrul în transformarea izobară	$L = p\,\Delta V = \nu R\,\Delta T$	
Transformarea izocoră	$L = 0,\ Q_V = \nu C_V \Delta T = \Delta U$	
Transformarea izotermă	$\Delta U = 0,\ Q = L = \nu R T \ln \dfrac{V_2}{V_1}$	$V_1 > 0$, $V_2 > 0$
Transformarea adiabatică	$Q = 0,\ pV^{\gamma} = \text{const.},\ TV^{\gamma-1} = \text{const.},$ $L = -\Delta U$	
Randamentul motorului termic	$\eta = \dfrac{L}{Q_1} = 1 - \dfrac{\lvert Q_2\rvert}{Q_1}$	Q_1: căldură primită, Q_2: cedată
Randamentul ciclului Carnot	$\eta_C = 1 - \dfrac{T_2}{T_1}$	$T_1 > T_2$ (surse în kelvin)