

Kalorie:

1 kcal_{th} = 4.184 kJ (chemie), 1 kcal_{it} = 4.1868 kJ (fyzika), 1 kcal_{IUNS} = 4.182 kJ (potravinový)

Tlak:

1 bar = 10⁵ Pa, 1 atm = 101 325 Pa = 760 torr (standardní atmosféra), 1 at = 98 066.5 Pa (technická)

1 Å = 10⁻¹⁰ m

Molalita $m = \frac{n_{\text{rozpuštěnec}}}{m_{\text{rozpuštědlo}}}$

Molární ↔ hmotnostní zlomek: $w_i = \frac{x_i M_i}{\sum x_i M_i}$, $x_i = \frac{w_i / M_i}{\sum w_i / M_i}$; 1 ppm = 10⁻⁶, 1 ppb = 10⁻⁹

Stavová rovnice ideálního plynu: $pV = nRT$, $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Parciální tlak: $p_i = x_i p$

Střední molární hmotnost: $\bar{M} = \sum x_i M_i$ (pro směs: $m = n\bar{M}$)

1. Jednotky

Převeďte následující jednotky na J:

(a) kWh, (b) kPa dm³, (c) MPa cm³.

1 kWh (a), 1 kPa (b), 1 MPa (c)

$$1000 \cdot 3600 = 3.6 \times 10^6 \text{ J} \quad \text{a)}$$

$$1000 \cdot 0.001 = 1 \text{ J} \quad \text{b)}$$

$$1000000 \cdot 0.000001 = 1 \text{ J} \quad \text{c)}$$

2. Jednotky tlaku

Manometr na starší expanzní nádrži ukazuje „tlak 1 atmosféra“. Atmosférický tlak je také jedna atmosféra. Jaký je tlak v nádrži? (Manometr ukazuje tlak 1 atm + 1 atm = 199391.5 Pa ≈ 200 kPa.)

$$101325 + 98066.5 = 1.994 \times 10^5 \text{ Pa}$$

3. Jednotky

Inkjet tiskárna tryská kapičky o objemu 1 pL. Kolik se jich vyprodukuje z cartridge o objemu $\frac{1}{8}$ in³ (1 in = 2.54 cm)?

2.10⁷

$$L = 1 \times 10^{-3} = 0.001 \text{ m}^3$$

$$pL = 1 \times 10^{-12} \cdot L = 1 \times 10^{-15} \text{ m}^3$$

$$in = 2.54 \times 10^{-2} = 0.0254 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{8} \cdot in^3 = 2.048 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$N = V / pL = 2.048 \times 10^9$$

4. Výpočet složení v různých jednotkách

Mosaz obsahuje 34 hm.% zinku, zbytek je měď. Jaký je molární zlomek zinku? Kolik atomů mědi připadá na jeden atom zinku? Molární hmotnosti jsou $M_{\text{Zn}} = 65.4 \text{ g mol}^{-1}$, $M_{\text{Cu}} = 63.6 \text{ g mol}^{-1}$.

$x_{\text{Zn}} = 0.334$, $n_{\text{Cu}} / n_{\text{Zn}} = 2.00$

$$w_{\text{Zn}} = 0.34 = 0.34$$

$$w_{\text{Cu}} = 1 - w_{\text{Zn}} = 0.66$$

$$n_{\text{Zn}} = w_{\text{Zn}} / 65.4 = 0.005199$$

$$n_{\text{Cu}} = w_{\text{Cu}} / 63.6 = 0.01038$$

$$x_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} / (n_{\text{Zn}} + n_{\text{Cu}}) = 0.3338$$

$$n_{\text{Cu}} / n_{\text{Zn}} = 1.996$$

5. Výpočet složení v různých jednotkách

V 1 kg vody byl při teplotě 25 °C rozpuštěn 1 mol chloridu sodného ($M_{\text{NaCl}} = 58.5 \text{ g mol}^{-1}$). Hustota

vzniklého roztoku je $\rho = 1,05 \text{ g cm}^{-3}$. Vypočtete:

- molalitu NaCl,
- látkovou koncentraci (molaritu) NaCl,

Která veličina se změní při vzrůstu teploty na 50°C ?

$\rho = 1,05 \text{ g cm}^{-3}$

$$\rho = 1,05 = 1,05 \text{ g cm}^{-3} = [\text{kg dm}^{-3}]$$

$$n_1 = 1 = 1 \text{ mol NaCl}$$

$$m_2 = 1 = 1 \text{ kg vod}$$

a)

$$m = n_1 / m_2 = 1 \text{ mol kg}^{-1}$$

b)

$$M = 58,5 = 58,5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m = n_1 * M / 1000 + m_2 = 1,058 \text{ kg}$$

$$V = m / \rho = 1,008 \text{ dm}^3$$

$$c = n_1 / V = 0,992 \text{ mol dm}^{-3}$$

6. Přepočet objemových procent na váhové

Obsah ethanolu v pivo se vyjadřuje v objemových procentech. Má-li pivo 4,3 obj.% ethanolu, určete obsah $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ v hmotnostních procentech. Počítejte s hustotou ethanolu $0,79 \text{ g cm}^{-3}$ a $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ u vody. Ostatní rozpuštěné látky zanedbejte. Určete rovněž, kolik molů ethanolu obsahuje jedno pivo.

3,4 hm.%; 0,37 mol



$$\phi_1 = 0,043 = 0,043$$

$$\phi_2 = 1 - \phi_1 = 0,957$$

$$\rho_1 = 0,79 = 0,79 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\rho_2 = 1 = 1 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w_1 = \phi_1 * \rho_1 / (\phi_1 * \rho_1 + \phi_2 * \rho_2) * 100 = 3,428 \%$$

$$V = 0,5 = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$n_1 = \phi_1 * V * \rho_1 * 1000 / M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,3687 \text{ mol}$$

7. Amagatův zákon

Vypočtete hustotu roztoku, který obsahuje 25 hm.% kyseliny sírové při 20°C . Při výpočtu aplikujte Amagatův zákon. Je-li skutečná hustota roztoku $\rho = 1,1783 \text{ g cm}^{-3}$, vypočítejte relativní chybu v procentech.

Data: $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,9982 \text{ g cm}^{-3}$, $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,8305 \text{ g cm}^{-3}$.

1,1262 g cm⁻³, chyba=4,4%

$$\rho_1 = 0,9982 = 0,9982 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\rho_2 = 1,8305 = 1,831 \text{ g cm}^{-3}$$

$$w_2 = 0,25 = 0,25$$

$$w_1 = 1 - w_2 = 0,75$$

Vezmeme 1 g směsi. Pak $V_1 = w_1 / \rho_1$, $V_2 = w_2 / \rho_2$, $V = V_1 + V_2$

$$\rho = 1 / (w_1 / \rho_1 + w_2 / \rho_2) = 1,126 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\rho_{\text{exp}} = 1,1783 = 1,178 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{chyba} = (\rho - \rho_{\text{exp}}) / \rho_{\text{exp}} * 100 = -4,42 \%$$

8. Stavová rovnice ideálního plynu

V třílitrové bombě je uzavřeno 112 g dusíku. Jaké maximální teplotě smí být bomba vystavena, nemá-li tlak překročit hodnotu 50 bar? Předpokládejte ideální chování dusíku.

O. 82I

$$R=8.314 = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$V=3\text{e-}3 = 0.003 \text{ dm}^3$$

$$m=112 = 112 \text{ g}$$

$$n=m/M(\text{N}_2) = 3.998 \text{ mol}$$

$$p=50\text{e}5 = 5\text{e}+06 \text{ Pa}$$

$$T=p*V/n/R = 451.3 \text{ K}$$

$$t=T-273.15 = 178.1 \text{ }^\circ\text{C}$$

9. Kvašení glukosy

Jaký objem oxidu uhličitého (v dm³ za teploty 25 °C a tlaku 101,3 kPa) vznikne při úplném zkvašení 1 kg glukosy na ethanol a CO₂?

272 dm³

$$T=25+273.15 = 298.1 \text{ K}$$

$$p=101.3 = 101.3 \text{ kPa}$$

$$n=2*1000/M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 11.1 \text{ mol}$$

$$V=n*R*T/p = 271.7 \text{ dm}^3$$

10. Stanovení molární hmotnosti

Ve sklepě vytunelované továrny na okna byla nalezena nepopsaná tlaková láhev s neznámým plynem. Chceme rychle zjistit, o jaký plyn se jedná. Vzali jsme baňku o objemu 250 ml a zvážili ji otevřenou (včetně zátky), navážili jsme 111.10 g. Po naplnění plynem a zazátkování jsme navážili 112.30 g. Teplota ve sklepě je 16 °C, atmosférický tlak 99 kPa.

146 g/mol = M_{SF6}

$$m=112.3-111.1 = 1.2 \text{ g}$$

$$T=16+273.15 = 289.1 \text{ K}$$

$$p=99 = 99 \text{ kPa}$$

$$V=0.25 = 0.25 \text{ dm}^3$$

$$n=p*V/R/T = 0.0103 \text{ mol}$$

$$M=m/n+29 = 145.6 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{SF}_6) = 146.1 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 72.15 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Xe}) = 131.3 \text{ g mol}^{-1}$$



11. Tlak a přetlak

Pan Novák nahustil v teplé garáži (20 °C) pneumatiky na 200 kPa. Kolik ukáže manometr ráno, jestliže auto stálo přes noc na mraze (-10 °C)? Atmosférický tlak je 100 kPa.

169 kPa (pokud vám vyšlo 179.5 kPa, zapomněli jste, že manometr ukazuje přetlak)

$$T_1=20+273 = 293 \text{ K většinou stačí 273 místo přesného 273.15}$$

$$\text{pretlak}=200 = 200 \text{ kPa}$$

$$T_2=-10+273 = 263 \text{ K}$$

$$p=(\text{pretlak}+100)*(T_2/T_1)-100 = 169.3 \text{ kPa}$$

12. Parciální tlak

Ve vzduchu je 390 ppm CO₂. Jaký je parciální tlak CO₂ za normálního atmosférického tlaku?

39,5 Pa

$$p_{\text{st}}=101325 = 1.013e+05 \text{ Pa}$$

$$p_{\text{st}}*390e-6 = 39.52 \text{ Pa}$$

13. Směs plynů

Do prázdné (= obsahující vzduch) láhve na šlehačku o objemu 0.5 litru byly za teploty 25 °C z bombičky vpuštěny 2 g N₂O. Atmosférický tlak byl 1 bar.

- Jaký byl tlak v láhvi po vyrovnání teplot?
- Jaký přetlak?
- Jaký je molární zlomek N₂O?

a) 325 kPa, b) 225 kPa, c) 0.69

$$T=25+273.15 = 298.1 \text{ K}$$

$$V=0.5e-3 = 0.0005 \text{ m}^3$$

$$p_{\text{at}}=100e3 = 1e+05 \text{ Pa}$$

$$n_{\text{vz}}=p_{\text{at}}*V/R/T = 0.02017 \text{ mol vzduchu}$$

$$n_{\text{N2O}}=2/M(\text{N2O}) = 0.04544 \text{ mol N}_2\text{O}$$

$$p_{\text{retlak}}=n_{\text{N2O}}*R*T/V = 2.253e+05 \text{ Pa}$$

$$p=p_{\text{retlak}}+p_{\text{at}} = 3.253e+05 \text{ Pa}$$

$$x_{\text{N2O}}=n_{\text{N2O}}/(n_{\text{N2O}}+n_{\text{vz}}) = 0.6926$$

$$x_{\text{N2O}}=p_{\text{retlak}}/p = 0.6926 \text{ to samé (přetlak=parc.tlak)}$$

14. *Počasí

Vypočítejte rozdíl (v % – základ je suchý vzduch) v hustotách suchého a vlhkého vzduchu při 35 °C a atmosférickém tlaku. Vlhký vzduch má relativní vlhkost 50%. Tlak nasycených par vody při 35 °C je 5.62 kPa. (12401 0f 404pza 4x41A 'f) % 90'1-

$$\begin{aligned} p_{\text{para}} &= 5.62 \cdot 0.5 = \mathbf{2.81 \text{ Pa}} \\ p &= 101.325 = \mathbf{101.3 \text{ Pa}} \\ x_1 &= p_{\text{para}}/p = \mathbf{0.02773} \\ x_2 &= 1 - x_1 = \mathbf{0.9723} \\ M &= 29 = \mathbf{29 \text{ g mol}^{-1}} \\ M_{50} &= x_1 \cdot M(\text{H}_2\text{O}) + x_2 \cdot M = \mathbf{28.7 \text{ g mol}^{-1}} \\ q &= M_{50}/M = \mathbf{0.9895} \\ q \cdot 100 - 100 &= \mathbf{-1.05 \%} \end{aligned}$$



15. Ideální plyn a Archimedův zákon

Jaký objem musí mít za teploty 25 °C balon plněný a) heliem b) horkým vzduchem o teplotě 100 °C, aby unesl celkem 150 kg (1 osoba + balon)? 8m089 (q 'ε m ΔT1 (e

a)

$$\begin{aligned} T &= 25 + 273 = \mathbf{298 \text{ K}} \\ M_{\text{vz}} &= 29 = \mathbf{29 \text{ g mol}^{-1}} \\ m &= 150 \text{e}3 = \mathbf{1.5 \text{e} + 05 \text{ g}} \\ n &= m / (M_{\text{vz}} - M(\text{He})) = \mathbf{6001 \text{ mol}} \\ p &= 101325 = \mathbf{1.013 \text{e} + 05 \text{ Pa}} \\ V &= n \cdot R \cdot T / p = \mathbf{146.7 \text{ m}^3} \text{ b)} \\ T &= 100 + 273 = \mathbf{373 \text{ K}} \\ V &= m / (p \cdot M_{\text{vz}} / R / T - p \cdot M_{\text{vz}} / R / T_2) = \mathbf{-378.5 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

16. *Změna tlaku s teplotou

Možná jste si všimli, že dvířka kvalitní (= dobře těsnící) mraznice nebo lednice se po uzavření „přicucnou“ a nějakou dobu nejdou otevřít. Jev je způsoben rychlým ochlazením vzduchu. Pokuste se odhadnout sílu, kterou byste potřebovali na otevření dvířek o rozměru 30×50 cm, je-li teplota v mraznici -18 °C a v místnosti 20 °C. Předpokládejte, že otevřenými dvířky vnikne 50 % vzduchu o teplotě okolí. Madlo dvířek je po straně.

N 867

$$\begin{aligned} T_1 &= 20 + 273 = \mathbf{293 \text{ K}} \\ T_2 &= -18 + 273 = \mathbf{255 \text{ K}} \\ p &= 101325 = \mathbf{1.013 \text{e} + 05 \text{ Pa}} \\ p_2 &= p / 2 + p / 2 \cdot T_2 / T_1 = \mathbf{9.475 \text{e} + 04 \text{ Pa}} \\ dp &= p_2 - p = \mathbf{-6571 \text{ Pa}} \\ A &= 0.3 \cdot 0.5 = \mathbf{0.15 \text{ m}^2} \text{ plocha} \\ F &= dp \cdot A = \mathbf{-985.6 \text{ N}} \text{ síla na dvířka} \\ F/2 &= \mathbf{-492.8 \text{ N}} \text{ síla na madlo} \end{aligned}$$