

Kalorie:

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

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) 3.6e+06 J (b) 1 J (c) 1e-06 J

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

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

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

2. Převeďte

0.79 g cm⁻³ = ? kg m⁻³

45 km/h = ? m/s

300 RPM = ? Hz (RPM = Rotation Per Minute)

0.79 kg m⁻³, 12.5 m/s, 5 Hz

3. Jednotky

Inkjet tiskárna tryská kapičky o objemu 1 pL. Kolik se jich vyprodukuje z cartridge o objemu $\frac{1}{2}$ fl oz vyrobené v USA?

1.5e+10

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

$$mL = 1 \times 10^{-3} \cdot L = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

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

$$f_{\text{loz}} = 29.5735295625 \cdot mL = 2.957 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V = 1/2 \cdot f_{\text{loz}} = 1.479 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$N = V/pL = 1.479 \times 10^{10}$$

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 ?

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

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

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

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

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. 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.

178,1 °C

$$R = 8,314 = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$V = 3 \text{ e-}3 = 0,003 \text{ dm}^3$$

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

$$n = m / M(\text{N}_2) = 3,998 \text{ mol}$$

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

$$T = p * V / n / R = 451,3 \text{ K}$$

$$t = T - 273,15 = 178,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

8. Kvašení glukosy

Jaký objem oxidu uhličitého (v dm^3 za teploty 25°C a tlaku $101,3 \text{ kPa}$) vznikne při úplném zkvašení 1 kg glukosy na ethanol a CO_2 ?

272 dm^3



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

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

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

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

9. 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.

$$M(\text{SF}_6) = 146 \text{ g/mol}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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



10. 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, zapoměli jste, že manometr ukazuje přetlak)

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

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

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

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

11. Parciální tlak

Ve vzduchu je 425 ppm CO₂. Jaký je parciální tlak CO₂ za normálního atmosférického tlaku?

$$43.1 \text{ Pa}$$

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

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

12. 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?

$$\text{a) } 325 \text{ kPa, b) } 225 \text{ kPa, c) } 0.69$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{pat} &= 100\text{e}3 = 1\text{e}+05 \text{ Pa} \\ \text{nvz} &= \text{pat} \cdot V / R / T = 0.02017 \text{ mol vzduchu} \\ \text{nNO}_2 &= 2 / M(\text{N}_2\text{O}) = 0.04544 \text{ mol N}_2\text{O} \\ \text{pretlak} &= \text{nNO}_2 \cdot R \cdot T / V = 2.253\text{e}+05 \text{ Pa} \\ \text{p} &= \text{pretlak} + \text{pat} = 3.253\text{e}+05 \text{ Pa} \\ \text{xNO}_2 &= \text{nNO}_2 / (\text{nNO}_2 + \text{nvz}) = 0.6926 \\ \text{xNO}_2 &= \text{pretlak} / \text{p} = 0.6926 \text{ to samé (přetlak=parc.tlak)} \end{aligned}$$

13. *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. (1.05% rozdíl v hustotách)

$$\begin{aligned} \text{ppara} &= 5.62 \cdot 0.5 = 2.81 \text{ Pa} \\ \text{p} &= 101.325 = 101.3 \text{ Pa} \\ \text{x}_1 &= \text{ppara} / \text{p} = 0.02773 \\ \text{x}_2 &= 1 - \text{x}_1 = 0.9723 \\ \text{M} &= 29 = 29 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{M}_{50} &= \text{x}_1 \cdot \text{M}(\text{H}_2\text{O}) + \text{x}_2 \cdot \text{M} = 28.7 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{q} &= \text{M}_{50} / \text{M} = 0.9895 \\ \text{q} \cdot 100 - 100 &= -1.05 \% \end{aligned}$$



14. Ideální plyn a Archimedův zákon

Jaký objem musí mít balon plněný a) heliem o teplotě 25 °C b) horkým vzduchem o teplotě 100 °C, aby unesl celkem 150 kg (1 osoba + balon)? (147 m³ a) (130 m³ b)

a)

$$\begin{aligned} \text{T} &= 25 + 273 = 298 \text{ K} \\ \text{M}_{\text{vz}} &= 29 = 29 \text{ g mol}^{-1} \\ \text{m} &= 150\text{e}3 = 1.5\text{e}+05 \text{ g} \\ \text{n} &= \text{m} / (\text{M}_{\text{vz}} - \text{M}(\text{He})) = 6001 \text{ mol} \\ \text{p} &= 101325 = 1.013\text{e}+05 \text{ Pa} \\ \text{V} &= \text{n} \cdot R \cdot \text{T} / \text{p} = 146.7 \text{ m}^3 \text{ b)} \\ \text{T} &= 100 + 273 = 373 \text{ K} \\ \text{V} &= \text{m} / (\text{p} \cdot \text{M}_{\text{vz}} / R / \text{T} - \text{p} \cdot \text{M}_{\text{vz}} / R / \text{T}_2) = -378.5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

15. *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 do mraznice vzduch o teplotě okolí (ve skutečnosti ho bude méně resp. bude poněkud předchlazen). Madlo dvířek je po straně. Kolik je to v jednotkách „kilogram síly“ (kilopond)? (986 N)

$$\begin{aligned} \text{T}_1 &= 20 + 273 = 293 \text{ K} \\ \text{T}_2 &= -18 + 273 = 255 \text{ K} \\ \text{p} &= 101325 = 1.013\text{e}+05 \text{ Pa} \\ \text{p}_2 &= \text{p} \cdot \text{T}_2 / \text{T}_1 = 8.818\text{e}+04 \text{ Pa} \\ \text{dp} &= \text{p}_2 - \text{p} = -1.314\text{e}+04 \text{ Pa} \\ \text{A} &= 0.3 \cdot 0.5 = 0.15 \text{ m}^2 \text{ plocha} \end{aligned}$$

$F = dp \cdot A = -1971 \text{ N}$ síla na dvířka

$F/2 = -985.6 \text{ N}$ síla na madlo

$m = F/2/9.80665 = -100.5 \text{ kg}$ v kilogramech síly