5. Cvičení - Stavová rovnice ideálního plynu. (Van der Waalsova rovnice.)

Použité vztahy:

Stavová rovnice ideálního plynu: $pV = nRT$

Van der Waalsova stavová rovnice: $\left(\boldsymbol{p} + \boldsymbol{n^2}\frac{\boldsymbol{a}}{\boldsymbol{V^2}}\right)(\boldsymbol{V} - \boldsymbol{nb}) = \boldsymbol{nRT}$

zjednodušený tvar: $pV = n\left[RT + p\left(b - \frac{a}{RT}\right)\right]$

Veličiny: objem [V] = m^3

tlak [p]= Pa

látkové množství [n] = mol

teplota [T] = K

Konstanty: molární plynová konstanta R= 8,314 $J.K^{-1}.mol^{-1}$

konstanty charakteristické pro daný plyn ..... [a] = Pa. $m^6.mol^{-2}$,[b] = $m^3.mol^{-1}$

Van der Waalsovy korekce $\frac{a}{V^2}$ ... korekce přitažlivých (kohezních) sil v plynu, tzv. vnitřní tlak

b .... vlastní objem molekul plynu

Standardní podmínky: tlak 101 325 Pa = 1 atm, teplota 273,15 K

skripta kapitola 6

---

1. Vypočítejte objem 1 molu CO_2 a objem 1 molu N_2 za teploty 273,15 K a tlaku 101325 Pa. Závisí objem plynu na tom, o jaký plyn se jedná? R = 8,314 $J.K^{-1}.mol^{-1}$

2. Jak musíme změnit tlak, abychom snížili objem plynu na polovinu (za konstantní teploty)?

3. Jak musíme změnit teplotu, aby tlak plynu poklesl na polovinu, aniž by se změnil jeho objem?

4. Vypočítejte hustotu CO_2, He, H_2, Cl_2 a vzduchu za normálního tlaku a teploty. Které plyny jsou těžší než vzduch a budou se držet u země a které jsou lehčí než vzduch? Jaká je hmotnost vzduchu v místnosti o rozměrech 5m x 8m x 3m?
   $M(CO_2)$ = 44 $g.mol^{-1}$, $M(O_2)$ = 32 $g.mol^{-1}$, $M(N_2)$ = 28 $g.mol^{-1}$, $M(Cl_2)$ = 71 $g.mol^{-1}$, $M(H_2)$ = 2 $g.mol^{-1}$, M(He) = 4 $g.mol^{-1}$
   složení vzduchu vyjádřené pomocí molárních zlomků: $x(N_2)$ = 0,8 a $x(O_2)$ = 0,2

5. Vypočítejte pomocí stavové rovnice ideálního plynu a van der Waalsovy rovnice tlak, kterým působí molekuly 0,01 molu CO_2 na stěny nádoby o objemu 1 litr při teplotě 300 K. Vypočítejte tento tlak také pro 1 mol CO_2.
   R = 8,314 $J.K^{-1}.mol^{-1}$, konstanty van der Waalsovy rovnice pro CO_2: a = $3{,}640.10^5$ $Pa.dm^6.mol^{-2}$;
   b = 0,04267 $dm^3.mol^{-1}$.

6. Chlor se dodává v bombách o objemu 50 litrů pod tlakem 15 MPa. Vypočítejte, jaké množství NaCl (v kg) je třeba elektrolyticky rozložit (dochází k této reakci $2\ NaCl \rightarrow 2\ Na + Cl_2$), aby mohla být chlorem naplněna jedna bomba.
   T=300 K, R = 8,314 $J.K^{-1}.mol^{-1}$, M(NaCl) = 58,5 $g.mol^{-1}$

7. Kyslík je možno velmi snadno připravit, když přidáme k roztoku peroxidu vodíku MnO_2, který v dané reakci funguje jako katalyzátor. Vypočítejte, kolik ml 3% roztoku peroxidu vodíku (ρ = 1,01 $g.cm^{-3}$) je třeba na přípravu 1000 ml kyslíku za teploty 25°C a tlaku 101325 Pa. Peroxid vodíku se rozkládá podle této rovnice: $2\ H_2O_2 \rightarrow 2\ H_2O + O_2$.

8. V 1500ml nádobě máte uzavřené dva druhy plynů – helium a neznámý biatomický plyn. Oba plyny mají hmotnost 20g. Za teploty 25°C je tlak v nádobě 86.11 atm. Zjistěte, o jaký neznámý plyn se jedná.

---

9. 240cm^3 vzduchu o tlaku 100kPa v cyklistické pumpičce je stlačeno na objem 150cm^3. Jaký je tlak v pumpičce?

10. 60 l nádoba na chlor při teplotě 27°C a tlaku 125 atm uniká. Když pozorný skladník zjistil únik chloru, tlak v nádobě klesl již na 50 atm. Kolik molů chloru uniklo?

11. Meteorologický balón o poloměru 90 cm byl vypuštěn z mořského pobřeží (na kterém byl atmosférický tlak 101,3 kPa) při teplotě 20 °C. V okamžiku, kdy dosáhl maximální výšky, byla teplota okolí -15 °C a poloměr balónu 2,2 m. Určete tlak uvnitř balónu za těchto podmínek.

12. Máme k dispozici balónek naplněný kryptonem. Do jaké hloubky bychom tento balónek museli v mořské vodě ponořit, aby se přestal vznášet k vodní hladině a začal klesat ke dnu? Předpokládejte teplotu 25 °C, atmosférický tlak 101,3 kPa, hustotu mořské vody 1,04 g/cm^3 nezávislou na hloubce a ideální chování plynu. Vliv pryžového obalu zanedbejte. Tíhové zrychlení g = 9,806 m/s^2.

---

13. Nenasycený alifatický plynný uhlovodík má při 27°C hustotu 1.65 g/l a tlak 734 torr. Určete molární hmotnost a molekulový vzorec uhlovodíku.

14. Střední molární hmotnost atmosféry na povrchu Saturnova měsíce Titanu je 28.6 g/mol. Teplota na povrchu je 95 K a tlak 1,6 atm. Vypočítejte hustotu atmosféry Titanu za předpokladu ideálního chování.