

Kaasujen yleinen tilanyhtälö

- Kun kaasun määrä ei muutu, ideaalikaasulle pätee (ks. oppikirja s. 110) tilanyhtälö

$$\frac{pV}{T} = \text{vakio}$$

Muista jälleen kelvin-asteet!

t. 9.5, s. 116

$$T_1 = 22 \text{ °C} = 295,15 \text{ K}$$

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 3,0 \text{ l}$$



$$T_2 = ?$$

$$p_2 = 130 \text{ kPa}$$

$$V_2 = 3,1 \text{ l}$$

Koska kaasujen yleisen tilanyhtälön mukaan suhde $\frac{pV}{T}$ pysyy vakiona, saadaan verrantoyhtälö

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Laskinohjelmalla saadaan ratkaisuksi $T_2 \approx 391 \text{ K} \approx 120 \text{ °C}$.

$22 \cdot \text{°C} \blacktriangleright \text{°K}$ $295.15 \cdot \text{°K}$

$t1 := 295.15 \cdot \text{°K}$ $295.15 \cdot \text{°K}$

$p1 := 1 \cdot \text{atm}$ $101325 \cdot \text{Pa}$

$v1 := 3 \cdot \text{l}$ $0.003 \cdot \text{m}^3$

$p2 := 130 \cdot \text{kPa}$ $130000 \cdot \text{Pa}$

$v2 := 3.1 \cdot \text{l}$ $0.0031 \cdot \text{m}^3$

$\text{solve}\left(\frac{p1 \cdot v1}{t1} = \frac{p2 \cdot v2}{t2}, t2\right)$ $t2 = 391.30011 \cdot \text{°K}$

$391.30011 \cdot \text{°K} \blacktriangleright \text{°C}$ $118.15011 \cdot \text{°C}$

Ainemäärä

- Ainemäärä on molekyylien lukumäärää kuvaava suure. Sen yksikkö on *mooli* (1 mol).
- Yhdessä moolissa on molekyyliä (tai muita rakenneosasia) *Avogadron vakion* N_A verran.

$$N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

- Tämä lukumäärä on sama kuin 12 grammassa hiiltä on hiiliatomeja.
- Ainemäärä voidaan laskea *moolimassan* M avulla:

$$n = \frac{m}{M}$$

- Moolimassa on yhden moolin massa. Sen yksikkönä on yleensä $[M] = 1 \text{ g/mol}$.
- Eri alkuaineiden moolimassat löytyvät taulukkokirjasta.
- *Normaaliolosuhteissa* ($p_0 = 101\,325 \text{ Pa}$, $T = 293,15 \text{ K} = 20 \text{ °C}$) yksi mooli mitä tahansa kaasua vie tilavuuden $24,055 \text{ dm}^3$.

Ideaalikaasun tilanyhtälö

- Ideaalikaasulle voidaan määrittää yleisen tilanyhtälön vakion arvo ainemäärän avulla.
- Ideaalikaasun tilanyhtälö

$$\frac{pV}{T} = nR \quad \Leftrightarrow \quad pV = nRT,$$

missä vakio (*moolinen kaasuvakio*) $R = 8,314463 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}} = 0,08314463 \frac{\text{bar}\cdot\text{dm}^3}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

- Ideaalikaasun tilanyhtälöllä voidaan ratkaista tuntematon tilanmuuttuja, kun muut tilanmuuttujat tunnetaan.

Yo-koetehtävä, kevät 2021:

3. Kaasupullo 15 p.

Kaasupullo on täytetty argonkaasulla. Pullon tilavuus on 38 litraa ja kaasun paine pullossa 280 bar. Kaasun lämpötila on 22 °C. Kuinka suuri on täytetyn kaasupullon massa, kun tyhjän pullon massa on 26 kg?

Lasketaan ensin kaasun ainemäärä n ideaalikaasun tilanyhtälön $pV = nRT$ avulla.

$$V = 38 \text{ l}$$

$$p = 280 \text{ bar}$$

$$T = 22 \text{ °C} = 295,15 \text{ K}$$

Laskinohjelmalla saadaan ainemääräksi
 $n \approx 433,575 \text{ mol}$.

Argonin moolimassa on taulukkokirjan mukaan (jaksollinen järjestelmä kemian taulukoista, argon on jalokaasuna yksiatominen)

$$M \approx 39,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$v:=38 \cdot \text{l}$$

$$0.038 \cdot \text{m}^3$$

$$p:=280 \cdot \text{bar}$$

$$28000000 \cdot \text{Pa}$$

$$22 \cdot \text{°C} \rightarrow \text{°K}$$

$$295.15 \cdot \text{°K}$$

$$t:=295.15 \cdot \text{°K}$$

$$295.15 \cdot \text{°K}$$

$$\text{solve}(p \cdot v = n \cdot R_c \cdot t, n)$$

$$n=433.57542 \cdot \text{mol}$$

	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
12						
30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80

Argon-kaasun massa on

$$m_{Ar} = nM = 433,575 \text{ mol} \cdot 39,95 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 17,3 \text{ kg.}$$

Täytetyn pullon massa m saadaan lisäämällä kaasun massaan m_{Ar} tyhjän pullon massa $m_p = 26 \text{ kg}$.

$n:=433.5754218718 \cdot \text{_mol}$	$433.57542 \cdot \text{_mol}$
$n \cdot 39.95 \cdot \frac{\text{_gm}}{\text{_mol}}$	$17.321338 \cdot \text{_kg}$
$17.321338103778 \cdot \text{_kg} + 26 \cdot \text{_kg}$	$43.321338 \cdot \text{_kg}$

Täytetyn pullon massa on $m \approx 43 \text{ kg}$.