

10 Kaasujen yleinen tilanyhtälö

Oletukset:

1. Rakenneosat ovat PIENIÄ: Atomeja ja molekyylejä.

2. Rakenneosat ovat JATKUVASSA SATUNNAISLIIKKEESSÄ: Vauhti ja liikesuunta voivat yksittäisellä rakenneosalla muuttua jatkuvasti.

3. Rakenneosat törmäilevät toisiinsa ja astian seinämiin kimmoisasti (kokonaisliike-energia säilyy).

tammi 23-10:03

4. Törmäyksien lisäksi rakenneosilla ei ole muita keskinäisiä vuorovaikutuksia. (Huono oletus?)

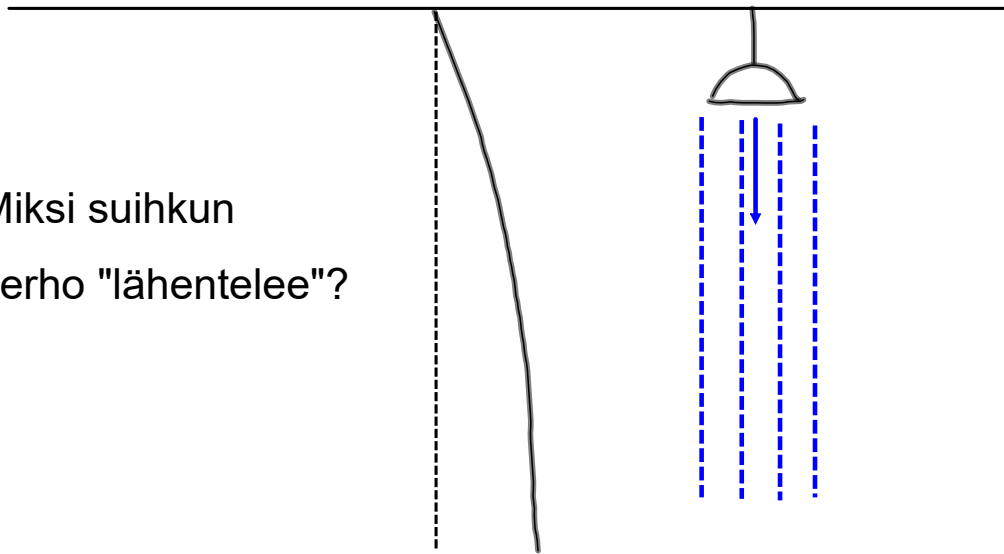
5. Rakenneosien kokonaistilavuus on paljon pienempi kuin astian tilavuus.(Huono oletus?)

Kineettinen kaasuteoria toimii hyvin, kun

- LÄMPÖTILA on KORKEA
- TIHEYS on PIENI

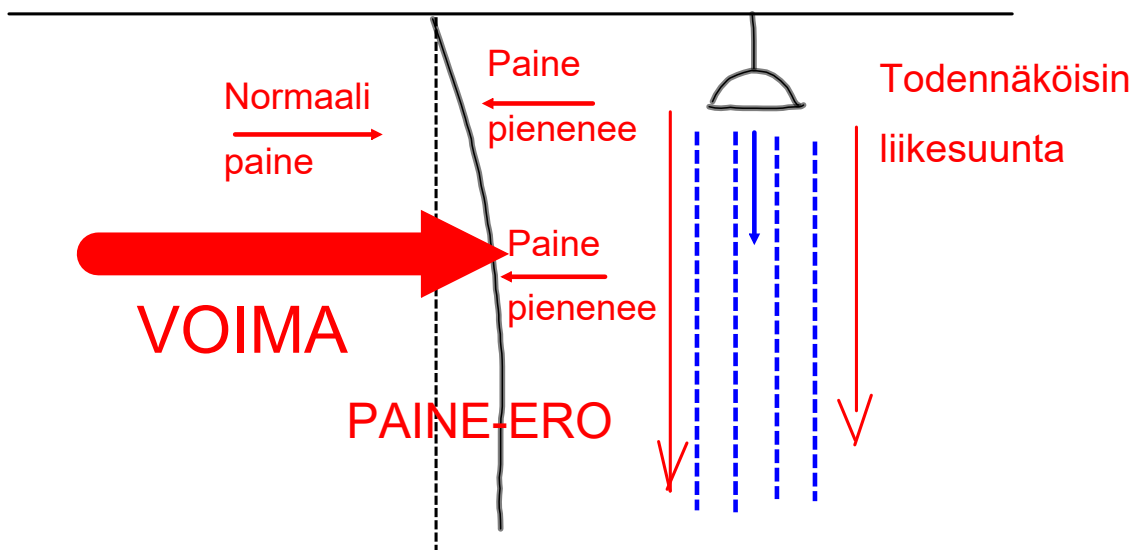
Tarina suihkun verhosta...

Miksi suihkun verho "lähentelee"?



tammi 26-8:47

Tarina suihkun verhosta...

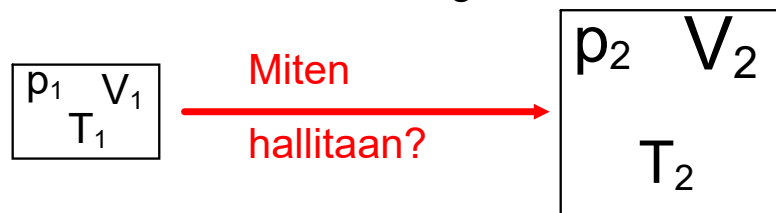


tammi 26-8:47

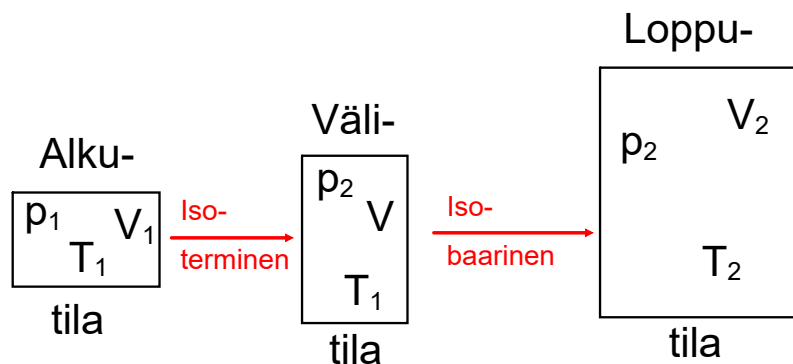
Ideaalikaasun tilanyhtälö

- kineettisen kaasuteorian oletukset ovat voimassa
- kaasun ainemäärä on vakio eli systeemi on SULJETTU

Yleisen tilanmuutoksen ongelma:



Ratkaisu:



tammi 28-14:55

Isoterminen prosessi: ($T_1 = \text{VAKIO}$)

$$p_1 V_1 = p_2 V$$

Isobaarinen prosessi: ($p_2 = \text{VAKIO}$)

$$\frac{V}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad | \cdot T_1$$

Ratkaistaan V: $V = \frac{V_2 T_1}{T_2}$.

tammi 28-15:07

Sijoitetaan isotermisen prosessin yhtälöön:

$$p_1 V_1 = p_2 \underbrace{\frac{V_2 T_1}{T_2}}_{V} \quad | : T_1$$

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

eli

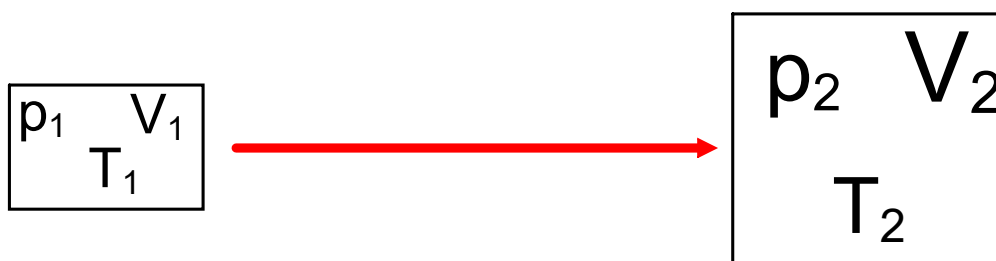
$$\boxed{\frac{pV}{T} = \text{VAKIO}}$$

MAOL s. 128

Lämpötila on muunnettava kelvineiksi!

huhtik. 3-17.10

Oleellista: Alkutilan ja lopputilan välillä on ehto



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

eli

$$\boxed{\frac{pV}{T} = \text{VAKIO}}$$

MAOL s. 128

Lämpötilat on ilmoitettava kelvineinä!

maalis 30-15:43

ESIMERKKI 1 s. 89 Sähävaintopallo

$$\begin{aligned}
 p_1 &= 101325 \text{ Pa} & p_2 &= 70000 \text{ Pa} \\
 V_1 &= ? & V_2 &= 3,0 \text{ m}^3 \\
 T_1 &= 273 \text{ K} & T_2 &= (-10 + 273)\text{K} = 263 \text{ K}
 \end{aligned}$$

Tilanyhtälö: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad | :p_1 | \cdot T_1$

$$V_1 = \frac{p_2 V_2 T_1}{T_2 p_1} = \frac{70000 \text{ Pa} \cdot 3,0 \text{ m}^3 \cdot 273 \text{ K}}{263 \text{ K} \cdot 101325 \text{ Pa}}$$

$$\approx 2,151... \text{ m}^3 \approx 2,2 \text{ m}^3.$$

tammi 30-9:09

Ratkaisu Geogebraalla:

1

$p_1 \cdot V_1 / T_1 = p_2 \cdot V_2 / T_2$

Sijoita, T1=273.15, T2=263.15, V1=V1, V2=3, p1=101300, p2=70000:

Sijoita - Rivi 1	
Vanha lauseke	Uusi lauseke
T1	273.15
T2	263.15
V1	V1
V2	3,0
p1	101300
p2	70000

= ≈ ✓

2

$101300V_1 / 273.15 = 70000 (3 / 263.15)$

RatkaiseNumeerisesti: **{V1 = 2.15}**

touko 15-11:43

Avogadron laki:

Jos paine, tilavuus ja lämpötila ovat vakioita, KAIKKI kaasut (kemiallisesta koostumuksesta riippumatta) sisältävät yhtä monta rakenneosaa.

Rakenneosien lukumäärä yhdessä kaasumoolissa = Avogadron vakio
= $N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23}$ rakenneosaa

tammi 28-15:15

Kaasun normaalitila eli NTP:

NTP = Normal Temperature and Pressure

$$T_o = 273,15\text{K} = 0,00\text{ }^\circ\text{C}$$
$$p_o = 101325\text{ Pa (}=\text{ normaali ilmanpaine)}$$

Yhden kaasumoolin tilavuus NTP-olosuhteissa on

$$V_m = 22,41410\text{ dm}^3/\text{mol} \approx \underline{\underline{22,4}}\text{ dm}^3/\text{mol}$$

tammi 28-15:18

Ainemäärän (n) huomioon ottava kaasun tilanyhtälö on

$$pV = nRT, \quad n = \frac{m}{M}$$

p = paine, $[p] = 1\text{Pa}$ tai $[p] = 1\text{bar}$

V = tilavuus, $[V] = 1\text{m}^3$ tai $[V] = 1\text{dm}^3$

n = ainemäärä, $[n] = 1\text{mol}$

m = kaasun massa, $[m] = 1\text{g}$

M = kaasun moolimassa, $[M] = 1\text{g/mol}$

T = absoluuttinen lämpötila, $[T] = 1\text{K}$

tammi 30-8:57

R = moolinen kaasuvakio

$$= 8,314510 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0,08314510 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$1\text{Pa} \cdot \text{m}^3 = 1\text{J}$$

$$[p] = 1\text{Pa}, [V] = 1\text{m}^3$$

$$[p] = 1\text{bar}, [V] = 1\text{dm}^3$$

marras 3-10:50

maalis 10-16:34