

TERMIKA

Teplota a teplo

12. Roztažnost prvků a kapalin / máchaní konstrukcí

lákav

Termodynamická soustava = soubor částic v určitém
vymezení prostoru

Uzavřená = bez výměny částic s okolím

Otevřená = opak

Izolovaná = bez výměny energie s okolím

Termodynamický rovnovážný stav = soustava,

kteří nemá snahu
svými vnitřními silami
svůj stav změnit

Stavové veličiny = tlak, teplota, objem,
látková množství
= veličiny, které popisují
vnější fyzikální procesy
soustavy

Tepla — zmeņu kinētiskā enerģijā nepārīdānāho
pohybu molekul charaktērisuģe velična
zvanu **teplo**.

Tepla jē enerģijā, klerou mutur lātā dodat,
nebr odebrat, abychow zmeņiti jēji
teplota.

Veličina, klerā objektivni mjaduģ stupēn
zahvati maziņraim **teplota**.

Temperaturi slupniše

1. Prvni temperaturi slupnica počinu od Fahrenheita 1724

Polak z Gdańska
= niemiecki fizik

1. bod: temperatura smetši salmiaku a ledu u
přesni definicijom pomeřu 0°F

2. bod: přiměrná teplota lidského těla = 100°F

2. 1742 Celsius (švédský fyzik)

1. bod 100°C = teplota tání ledu 0°C

2. bod 0°C = teplota varu vody

Linie
1745

3. 1848 Kelvin (skotský fyzik)
(kon. absolutní)

1. bod: absolutní nula 0°K ($= -273,15^{\circ}\text{C}$)

2. bod: teplota ledu a vody $273,16^{\circ}\text{K}$

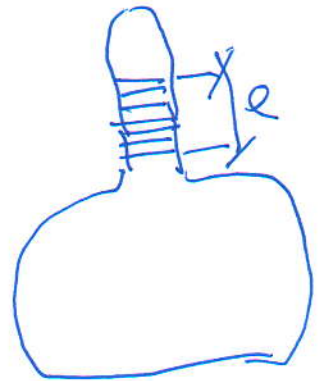
Temperaturi rozdíl: — měří se rozdíl teplot dvou těles
— jednotka stupňů $[\text{K}]$

Teploměry

- 1, Dilatační - využívají teplotní roztažnost
- u kapalných objemů
- u pevných látek - dilatační
např. bimetalický teploměr
-

- kapalinoměr - rtuťoměr - $-39^{\circ}\text{C} \rightarrow 360^{\circ}\text{C}$
- lihoměr - $-115^{\circ}\text{C} \rightarrow +80^{\circ}\text{C}$

ℓ - je měřná kapalná
báň - malý sací úhel objemu
roztažnosti,
kapilára + stupnice



2, Tlakové

- měřná flaha při zachování stálého objemu
(poměrně se rozšiřuje, nebo helium)
- $-250^{\circ}\text{C} \rightarrow 2000^{\circ}\text{C}$
-

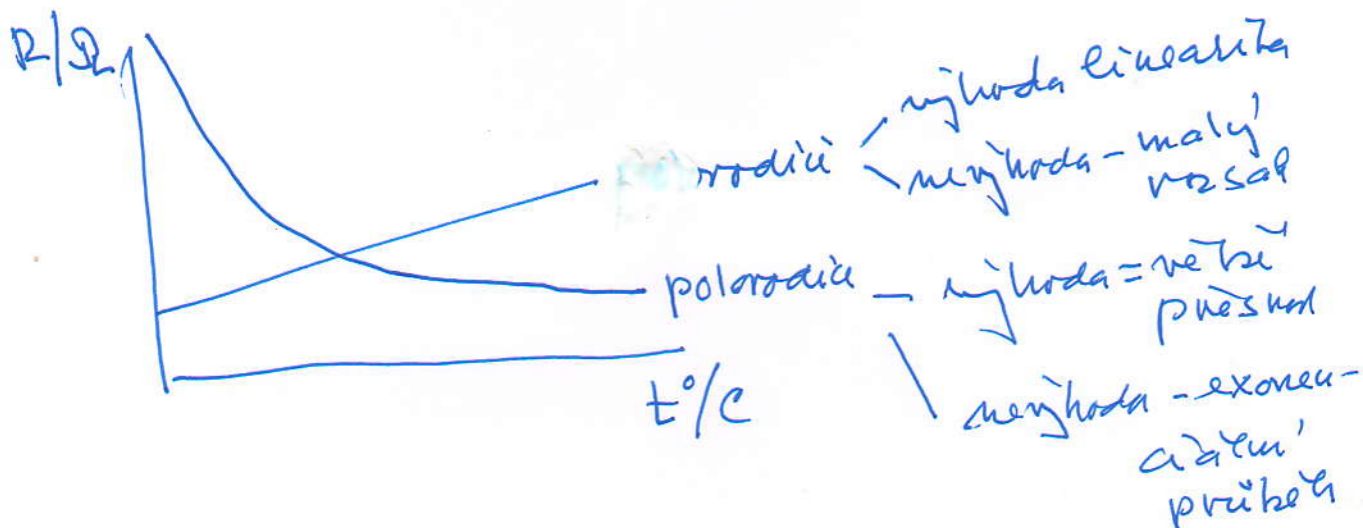
3, Odporové

- vodič $R_t = R_0(1 + \alpha t)$
 α - součinitel teplotní závislosti
odporu

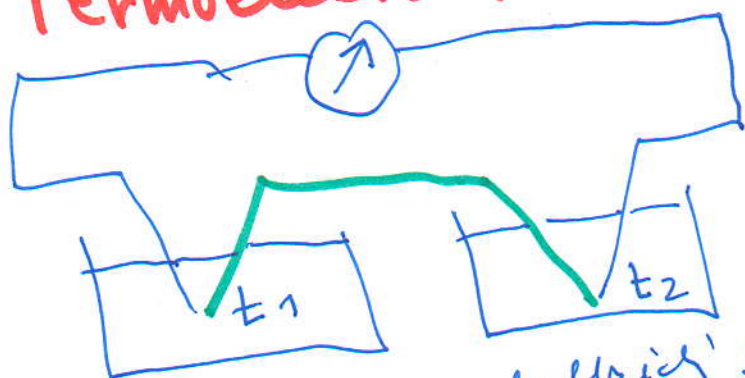
- polovodiči

$$R_T = R_\infty e^{-\frac{B}{T}}$$

R_∞, B konstanty závislé na druhu polovodiče



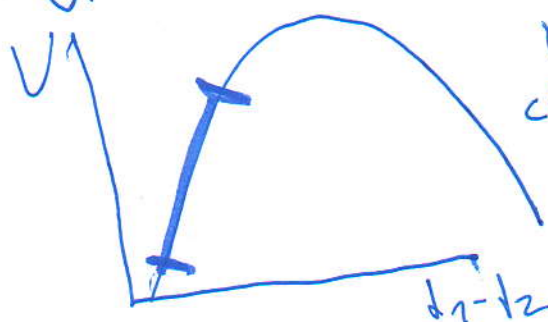
4, Termoelektrické



Využití termoelektrický fěr

Dva kovy s různými křivkami $\Rightarrow$ vzniká potenciální rozdíl

$$U = a(t_1 - t_2) + b(t_1 - t_2)^2$$



platina - platina

chrom - alumin - $200^\circ C - 1200^\circ C$

měď - konstantan - $200^\circ C - 500^\circ C$

$60 \mu V/K$

5, Radiacii

např. pyrometry



— porovnávání sradia (arizurii)
při znalosti teploty drátu
(na velikosti proudu)

Rozťažnosť pevných a kapalných látok

Dĺžka -

$$L_t = L_0 (1 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \dots)$$

Prí zanedbaní členov vyššie rádu

$$L_t = L_0 (1 + \alpha t)$$

α - součiniteľ dĺžkovej rozťažnosti [K^{-1}]

Objem

$$V_t = a_t b_t c_t = a_0 (1 + \alpha t) \cdot b_0 (1 + \alpha t) \cdot c_0 (1 + \alpha t)$$

$$= a_0 b_0 c_0 (1 + \alpha t)^3 = V_0 (1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3)$$

$$\alpha = 10^{-3} K^{-1}$$

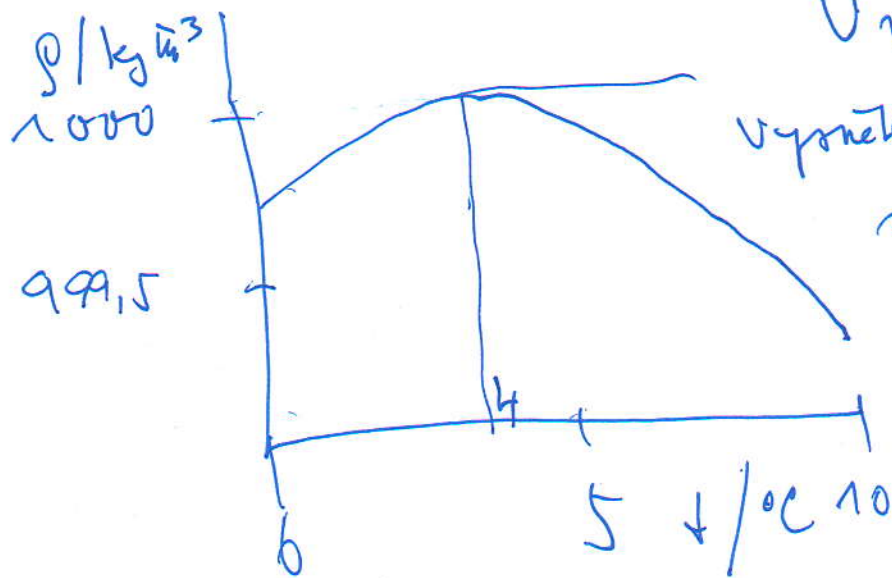
$\beta = 3\alpha$ - součiniteľ objemovej rozťažnosti

$$V_t = V_0 (1 + 3\alpha t) = V_0 (1 + \beta t)$$

$$\rho_t = \frac{m}{V_t} = \frac{m}{V_0 (1 + \beta t)} = \frac{\rho_0}{1 + \beta t} \cdot \left(\frac{1 - \beta t}{1 - \beta t} \right) =$$

$$\rho_t = \rho_0 (1 - \beta t)$$

~~$1 - \beta t$~~ malý



V vody - anomálie
 Vysvětlení - molekuly vody
 se začínají sdružovat
 ve větší skupiny,
 tzv. kuličky proťaté
 v rozmezí 0 - 4°C

$\Rightarrow$ voda je nejhustší $\Rightarrow$ 4°C.

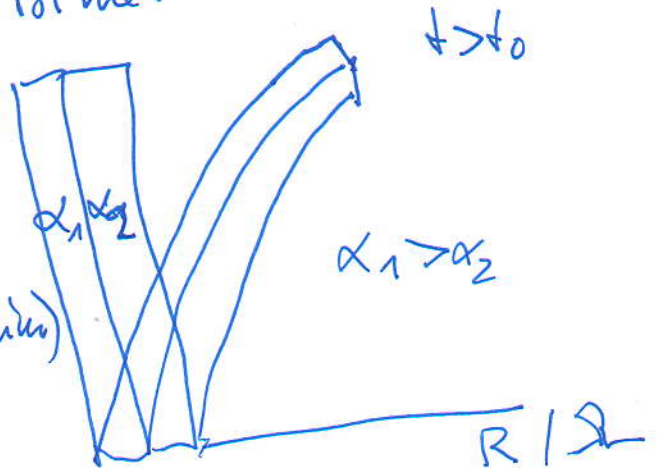
Relativni vrtložnost

- negativni naponi - naju. pri mētem
- spram eze mētem
- jēu pri tēlou, pri kleru
- byer mētem ocejborēus.

- kladni naponi - kapaliuoni tēpēmē
- bōmetaličnī tēpēmē

Dva materiāli s
vadienja $\alpha_1 \neq \alpha_2$

Konce pēvni spogu (savienā)



Pri zaliātī renerģijai
vatabuži

Vyviriti - automatičnī regulace

Vliv roztažnosti na uvažování konstrukci

$$l_t = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

$$l_t - l_0 = l_0 \alpha \Delta t$$

$$\Delta l = l_0 \alpha \Delta t$$

z Hookova zákona

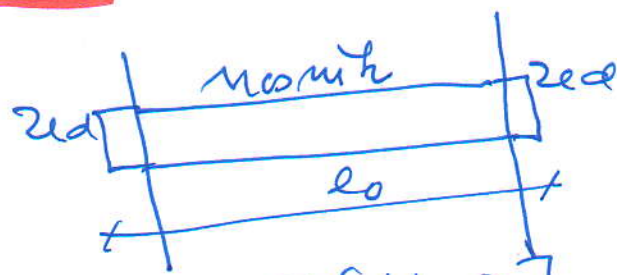
$$\Delta l = l_0 \cdot k \cdot \frac{F}{S}$$

$$k = \frac{1}{E}$$

$$\frac{\Delta l}{l_0} = k \cdot \frac{F}{S}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \cdot \sigma$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$



$$\sigma = \frac{F}{S} \left[\frac{N}{m^2} = Pa \right]$$

normální napětí

Vzniklé napětí je přímo úměrné změně teploty
 Opatření: - rozměrné budovy z několika dílů

- větší množství jedné konce vlnění
- vedení vysokého napětí - lana s průhybem
- lanovky
- teplovodní potrubí
- u vodičů $\alpha \rightarrow 0$ i uvnitř křemenu



- u výsluní betonů $\alpha_{oceli} \approx \alpha_{betonu}$

Výsledek - největší povolená posunutí (vzdálenosti)

13. Stanova' rovnice plynu

Avogádův zákon - počet molekul N_A obsažených
v jednom molu za stejných podmínek
je stejný.

Za normálních podmínek $p_n = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

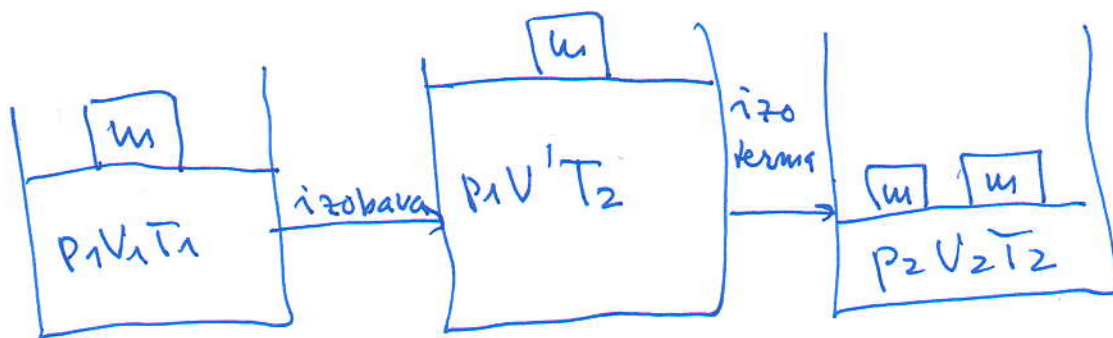
$$T_n = 273,15 \text{ K}$$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$V_N = 0,0224 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$$

normální molový
objem

Stavová rovnice



$$\left(\frac{V_1}{T_1} \right)_{P_1 = \text{const}} = \left(\frac{V'}{T_2} \right)_{P_1 = \text{const}}$$

$$P_2 V' = P_2 V_2$$

$$\frac{V_1}{T_1} \cdot T_2 = V' = V_2 = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\boxed{\frac{PV}{T} = \text{konstanta} = R}$$

- $P = 10^5 \text{ Pa}$
- $T = 273,15 \text{ K}$
- $V = 0,0224 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$

$$\frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 0,0224 \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}}{273,15 \text{ K}} = R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

molekulární plynná konstanta

$$\boxed{\frac{PV}{T} = R}$$

pro jednu
mole

$$\boxed{\frac{PV}{T} = n \cdot R}$$

pro libovolný
průtok molů

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\text{hmotnost látky}}{\text{molární hmotnost}}$$

$$\boxed{k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}}$$

Boltzmannova konstanta
(Energie - jedné molekuly)

Van der Waalsova rovnice

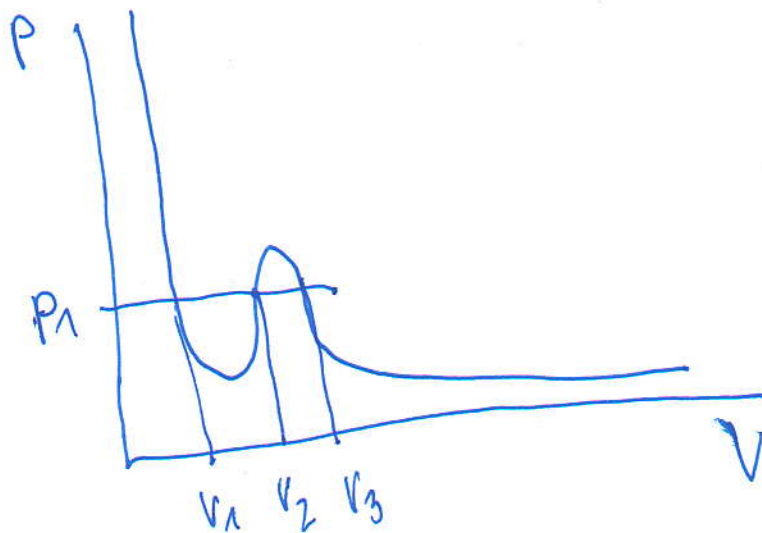
Starší rovnice platí přesně pro ideální plyn

Van der Waalsova rovnice pro reálný plyn

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right) \cdot (V - b) = R \cdot T$$

1, U ideálního plynu předpokládáme, že molekuly
na sebe nepůsobí, ale trochu působí
 $\Rightarrow \frac{a}{V^2}$ (povrchová síla)

2, Ve skutečnosti plyn zaujímá menší objem
než ideální ($-b$). Všechny molekuly 1 molu
— 0,104% objemu



14. Základy kinetické teorie plynů

- Kinetická teorie - objasňuje **příčiny** **soutěslosti**
mezi změnami různých vlastností látek
a jejich teplotou
- vysvětluje **přeměny skupenství**
 - **závislosti**

Vycházíme z představy o neustálém pohybu
molekul v celé látce

Ideální plyn - skládá se ze souboru nepohyblivých
molekul, které se chovají jako
dokonalé pružné koule

- 1, Rozměr molekul je zanedbatelný vzhledem ke
vzdálenostem
- 2, Pohyb molekul není zcela neuspořádaný
- 3, Celková kinetická energie izolovaní části
ideálního plynu je součet kinetických
energií všech molekul plynu a je konstanta

$$E_k = \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \text{konst}$$

při tom $m_1 = m_2 = \dots = m_n = m$

Zanedeme **shēdwi** kvadratickou rychlost v_{sk}

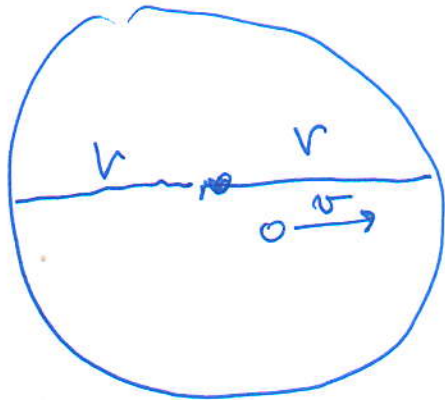
To je rychlost, kterou ~~by~~ musely mít všechny molekuly ideálního plynu, aby celková kinetická energie zůstala stejná

$$M \left(\frac{1}{2} M v_{sk}^2 \right) = \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} m_i v_i^2$$

$$v_{sk} = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{i=1}^N m_i v_i^2}$$

Shůdní kr. rychlost molekul ideálního plynu a jeho teplota a tlak

Mějme ideální plyn uzavřený v kouli o poloměru r



Molekula dopadne na stěnu

Před dopadem má rychlost

$$m \cdot v_{sx}$$

Po dopadu $-m v_{sx}$ } změna rychlosti $2 m v_{sx}$

Použijeme-li se rychlosti v_{sx} , tak za dobu t
navrátí $\frac{v_{sx} \cdot t}{2r}$ krát

Celková změna hybnosti

$$\boxed{I = \Delta p = F \cdot t}$$

$$\left(\frac{v_{sx} \cdot t}{2r} \right) \cdot 2 m v_{sx} = \frac{m v_{sx}^2 \cdot t}{r} = F \cdot t$$

$$\Rightarrow F = \frac{m v_{sx}^2}{r}$$

$$S = 4\pi r^2 \text{ (koule)}$$

$$P = \frac{F}{S} = \left(\frac{m \cdot v_{sx}^2}{r} \right) \frac{1}{4\pi r^2} = \frac{m v_{sx}^2}{4\pi r^3}$$

$$\boxed{P = \frac{m v_{sx}^2}{4\pi r^3}}$$

tlak

Starostá rovnice

$$\frac{pV}{T} = nR$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ (koule)}$$

$$\frac{\frac{1}{2} n m_{sk} \bar{v}_{sk}^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{n}{M} \cdot R \cdot T$$

$$\frac{1}{3} M \cdot \bar{v}_{sk}^2 = RT$$

$$\bar{v}_{sk} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\bar{v}_{sk} \sim \sqrt{T}$$

Absolutní teplota $\sim$ absolutní plyn

$$T = \frac{M \cdot \bar{v}_{sk}^2}{3R}$$

$$T \sim \bar{v}_{sk}^2$$

h. střední kv.
rychlost mol.
ideálního plynu

Vnitřní energie ideálního plynu

Vnitřní energie představuje tepelnou energii, obsaženou v tělese, tj. celkovou kinetickou energii všech molekul

$$M = N_A \cdot m$$

$$\frac{R}{N_A} = k$$

$$v_{\text{sk}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3RT}{N_A \cdot m}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

Štřední kinetická energie jedné molekuly

$$\sum E_{k1} = \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{sk}}^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{3kT}{m} = \frac{3}{2} kT$$

$$E_{k1} = \frac{3}{2} kT$$

závisí na T
nezávisí na druhu plynu

Celková energie v molu plynu

$$E = \left(\frac{3}{2} kT\right) \cdot N_A$$

$$E = \frac{3}{2} RT$$

$$E = \frac{1}{2} RT$$

$$\frac{R}{N_A} = k$$

Ekvipartiční theorem
(makro) stupně volnosti
nejedné energie

Celková vnitřní energie
na jeden m. volnosti