

## ZADANIE: Úvod do termodynamiky

Vysvetlite základné pojmy využívané na opis termodynamických javov. Porovnajzte fyzikálny význam veličín teplota a teplo.

Obsah:

- termodynamická sústava
- rovnovážny stav sústavy a teplota
- teplota a jej meranie
- teplotné stupnice

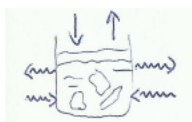
### TERMODYNAMICKÁ SÚSTAVA

Postupne budeme skúmať a opisovať vlastnosti rôznych látok, napríklad plynného kyslíka v bombičke, vody v pohári, džúsu v krabici, soli v soľničke, polievky v hrnci... Opísané látky v určitom „obale“ môžeme označiť pojmom **termodynamická sústava**. Je so časť priestoru s určitou látkovou náplňou (kyslík, džús) **oddelená od okolia stenami skutočnými** (krabica, hrniec) **alebo myslenými** (hladina vody).

Podľa správania sa k okoliu môžu byť termodynamické sústavy troch druhov:

#### otvorená

napr. polievka v hrnci



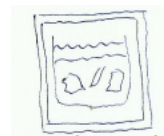
#### uzavretá

napr. polievka v prikrytom hrnci



#### izolovaná

napr. polievka v termoske



• s okolím si môže vymieňať častice aj energiu

• s okolím si nemôže vymieňať častice, iba energiu

• s okolím si nemôže vymieňať ani častice ani energiu

Dokonale izolovaná sústava neexistuje, ale je to matematicky najjednoduchšie použiteľný model.

Každá termodynamická sústava je, teda nachádza sa v danom čase v určitom **stave**. Stav sústavy číselne opíšu a vyjadria tzv. **stavové veličiny**, napr. tlak, teplota, objem, energia...

Stav sústavy a teda aj stavové veličiny sa v priebehu času môžu meniť vplyvom okolitých podmienok. Napr. polievka v hrnci postupne chladne, vzduch z netesnej lopty uniká a klesá v nej tlak... Ak je však sústava dostatočne dlho v nezmenených vonkajších podmienkach, tak po čase sa už jej vlastnosti nemenia – hovoríme, že sa sústava dostala do **rovnovážneho stavu**. V ňom sa už veľkosti stavových veličín nemenia, ale zostávajú konštantné. Napr. keď už polievka v hrnci dosiahla teplotu okolia, keď z lopty už ďalší vzduch neuniká...

Ak sa vonkajšie podmienky menia, tak jeden rovnovážny stav môže prejsť do iného stavu. Hovoríme, že **prebieha termodynamický dej**. Príkladom je zohrievanie polievky v hrnci, stláčanie plynu v hustilke, unikanie vzduchu z lopty alebo pneumatiky, vyparovanie vody z pohára... Dej môže byť:

a) **rovnovážny dej** – prebieha veľmi pomaly a v priebehu času sa veľkosti stavových veličín menia veľmi nepatrne. Akoby sme vždy počkali, kým sústava vplyvom meniacich sa podmienok dospeje do ďalšieho rovnovážneho stavu iba málo odlišného od predchádzajúceho stavu. Napr. pri stláčaní plynu vo valci (hustilke) pohybujeme piestom tak pomaly, aby sa tlak plynu stihol ustáliť v celom objeme, vodu v kadičke zohrievame tak pomaly, aby sa vyššia teplota ustálila v celom objeme... Takýto postup je najčastejšie iba zjednodušená predstava – model deja.

b) **nerovnovážny dej** – je takmer každý reálny, skutočný dej. Napr. rýchle stláčanie plynu, prudké ohrievanie kvapaliny, prudký pokles tlaku vzduchu v pneumatike pri defekte...

Aby sme vedeli opísať bežné deje, budeme si predstavovať, že sú rovnovážnymi dejmi.

Ďalšie príklady termodynamických sústav s látkovou náplňou a stenami:

otvorená sústava



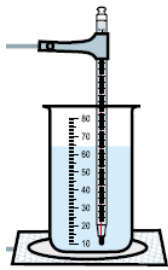
uzavretá sústava



izolovaná sústava



### TEPLOTA A JEJ MERANIE. TEPLTNÉ STUPNICE



Rôzne telesá majú navonok rôznu teplotu. Súvisí to s intenzitou pohybu ich častíc vo vnútri. V telesách s vyššou teplotou sa ich častice pohybujú rýchlejšie.

Meradlom teploty je **teplomér**. **Princíp merania teploty** (napr. vody) vyjadruje nulý termodynamický zákon (0TZ): Telesám, ktoré sú vo vzájomnom kontakte dostatočne dlhý čas, priradíme rovnakú teplotu, lebo dosiahli **rovnovážny stav**. Pritom predpokladáme, že výmenou tepla sa teplota telesa príliš nemení a teplomer po dosiahnutí rovnovážneho stavu udáva pôvodnú teplotu telesa.

Používajú sa rôzne **druhy teplomerov**:

- kvapalinové (ortuťový, liehový) – zahrievaním sa v nich kvapalina rozťahuje (zväčšuje objem),
- bimetalický – v dvojkovovom pásiku (napr. z ocele a mosadze) zatočenom do špirály sa zahrievaním mosadz predlžuje viac ako ocel a pásik sa skrúca, posúva ručičku po stupnici,
- elektronický – potrebuje zdroj, môže byť dotykový aj bezdotykový.



čím

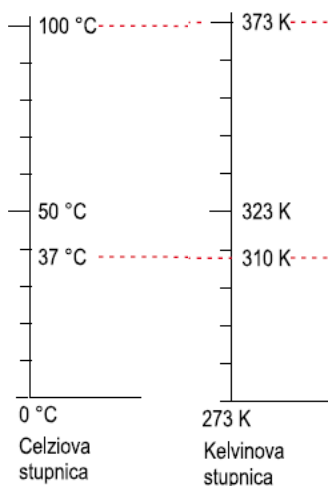
Na meranie teploty treba stanoviť jednotku aj zaviesť stupnicu. V praxi sa ich používa viacero. U nás je najrozšírenejšou **Celziava teplotná stupnica**:

- má dva základné body: teplota topenia/tuhnutia vody ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), teplota varu vody ( $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),
- medzi týmito teplotami je stupnica rozdelená na 100 rovnakých dielikov,
- nad nulou sú kladné teploty, pod nulou sú záporné teploty.

Celziava stupnica má okrem niektorých praktických obmedzení aj zásadnú nevýhodu – záporné hodnoty sú nepoužiteľné vo výpočtoch pod odmocninou. Aj preto sa vo fyzike prednostne používa **termodynamická teplotná stupnica**.

- Zaviedol ju anglický fyzik Wiliam Thomson (lord Kelvin) na základe svojich experimentov a výpočtov s plynmi. Zistil, že na Zemi a v jej okolí sa telesá môžu ochladiť len na konečne nízku hodnotu. Do tejto najnižšej teploty (tzv. absolútna nula) posunul počiatok svojej stupnice. Všetky reálne teploty tak majú len väčšiu, teda kladnú hodnotu.
- Má jediný základný bod – teplotu rovnovážneho stavu sústavy ľad + voda + nasýtená vodná para. Označujeme ho tzv. trojný bod vody, má teplotu  $T = 273,16\text{ K}$  (presne), čo zodpovedá  $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Veľkosť dielika (teda 1 K) je rovnako veľký ako  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Porovnanie Celziovej a Kelvinovej termodynamickkej teplotnej stupnice:**



Celziova teplota **t**

Kelvinova teplota: **T**

jednotka: Celziov stupeň (**°C**)

jednotka: Kelvin (**K**)

$$T = t + 273,15$$

t = 0 °C zodpovedá T = 273 K      T = 100 °C zodpovedá T = 373 K

T = 10 °C zodpovedá T = 283 K      T = - 10 °C zodpovedá T = 263 K

T = 20 °C zodpovedá T = 283 K      T = - 20 °C zodpovedá T = 253 K

- začiatky stupníc sú rôzne
- veľkosť dielik je rovnaká

teplotný **rozdiel je rovnaký** (lebo je rovnako veľký dielik)

$$\Delta t = 100 \text{ °C} - 50 \text{ °C} = 50 \text{ °C} \quad \Delta T = 373 \text{ K} - 323 \text{ K} = 50 \text{ K}$$

teplotný **podiel je rôzny!!!**

$$\frac{100 \text{ C}}{50 \text{ C}} = 2$$

$$\frac{373 \text{ K}}{323 \text{ K}} = 1,15$$