

TEPLO

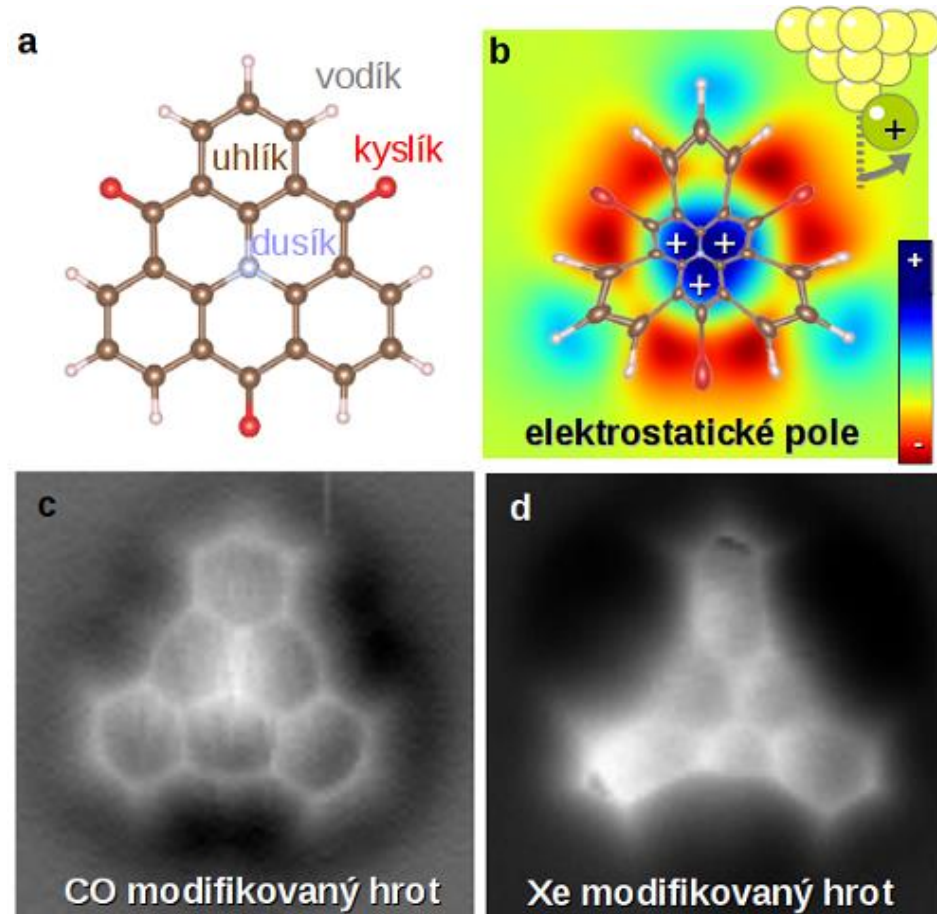


© 2025+ RNDr. Čeněk Kodejška, Ph.D.

# 1.1 Vnitřní energie a její změny

## Vnitřní energie

- látka se skládá z částic
- částice se pohybují neustále a neuspořádaně – **tepelný pohyb**
- **pohybová a polohová energie částic**
- částice na sebe působí **přitažlivými** (větší vzdálenosti) i **odpudivými** (malé vzdálenosti) **silami**
- nespojitá (**diskrétní**) **struktura** látek



**Vnitřní energie je dána součtem pohybových a polohových energií všech atomů a molekul.**

# 1.1 Vnitřní energie a její změny

## Modely struktur látek různých skupenství

### Pevné látky

- Částice uspořádané v krystalové mřížce (kromě amorfních látek)
- Přitažlivé síly: velké – vlastní objem a tvar
- Odpudivé síly: velké – nestlačitelné
- **$E_p > E_k$**  – částice převážně kmitají kolem rovnovážné polohy v mřížce

### Kapalné látky

- Molekuly se volně pohybují
- Přitažlivé síly: působí pouze na nejbližší částice – tekutost, dělitelnost
- Odpudivé síly: velké – nestlačitelné
- **$E_p \approx E_k$**  – částice kmitají kolem rovnovážné polohy a současně se pohybují v celém objemu kapaliny

### Plynné látky

- Volný pohyb částic:  **$E_p < E_k$**  – rychlost řádově  $10^2$  m/s
- Přitažlivé síly: malé – nemají vlastní objem a tvar, rozpínavost
- Odpudivé síly: malé – stlačitelné

# 1.1 Vnitřní energie a její změny

## Změna vnitřní energie

- konáním práce (tření při posouvání skříně)
- tepelnou výměnou (ohřev vody na čaj)
- zářením (Slunce)



## Změna vnitřní energie konáním práce

- třecí síly při posouvání tělesa, brždění auta, obrábění kovů, ložiska, mletí
- deformace tělesa (ohybem, kroucením – ohýbáním drátu ho lze rozdělit)
- stlačení nebo rozpínání plynu (motory aut, kompresor, deodorant ve spreji)



# 1.2 Experimentální důkazy tepelného pohybu částic

## Difuze – samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice druhé látky

- Probíhá v plynech, kapalinách, pevných látkách (integrované obvody, fotovoltaika, kompost)
- Biologie: osmóza, ionty prvků v těle – krevní obraz
- Potravinářství: sterilizace potravin cukrem (sirupy) nebo solí (maso)



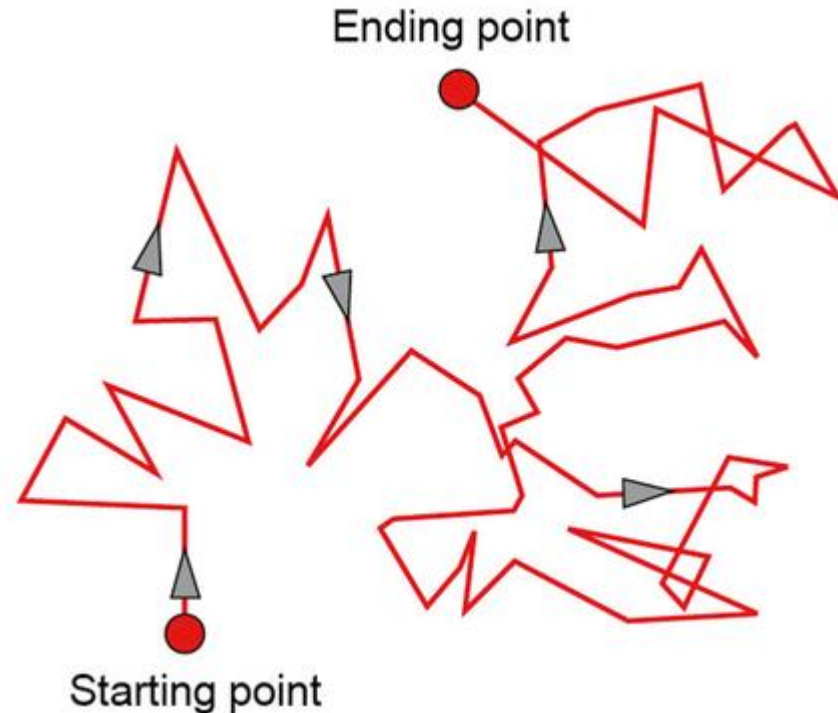
# 1.2 Experimentální důkazy tepelného pohybu částic

## Brownův pohyb – vzniká působením molekul prostředí na makročástici

- Robert Brown (1773-1858) – skotský fyzik; 1827 pohyb rozdrčených pylových zrn ve vodě
- podstatu vysvětlil až v roce 1905 A. Einstein
- částice molekul prostředí (molekuly vody) naráží na makročástici (pylové zrno, jíl), která koná nahodilý chaotický pohyb

## Tlak plynu – vzniká působením molekul plynu na stěny uzavřené nádoby

- nafouknutá pneumatika
- kompresor
- spreje, deodoranty



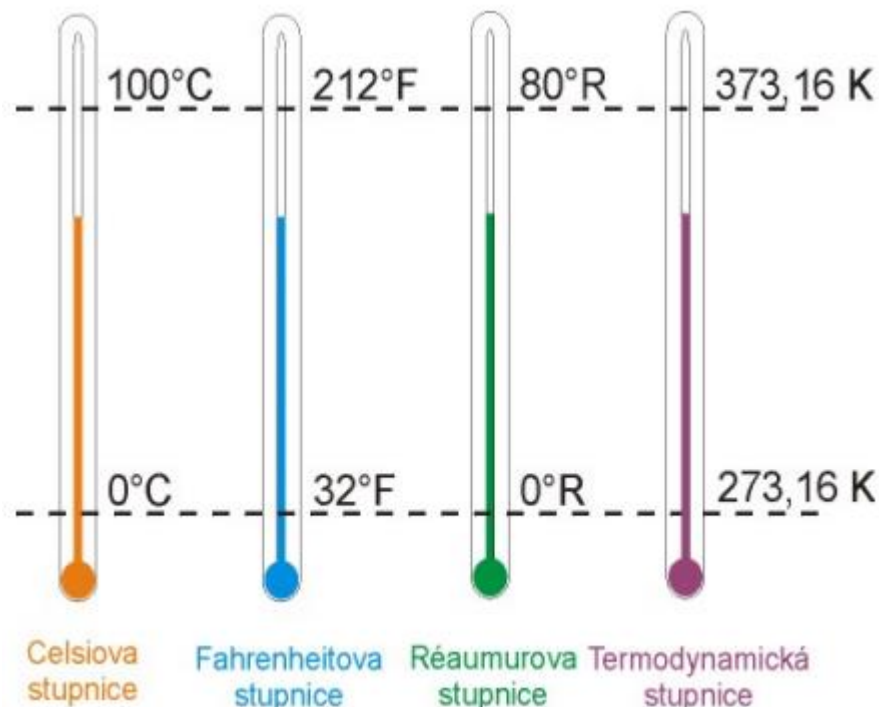
Červená klikatá čára představuje chaotickou trajektorii makročástice

# 1.3 Teplota a její měření

- Teplota tělesa závisí na velikosti vnitřní energie tělesa.
- Čím je vnitřní energie větší, tím je větší i teplota tělesa.

## Teplotní stupnice

- Celsiova – rovnovážný stav vody a ledu:  $0^{\circ}\text{C}$ , voda-sytá pára:  $100^{\circ}\text{C}$
- Fahrenheitova –  $0^{\circ}\text{F}$ : chlorid amonný, voda, led;  $98^{\circ}\text{F}$ : teplota člověka
- Teplotní stupnice závisí na použité teploměrné látce (voda, líh, Hg)



## Termodynamická teplota

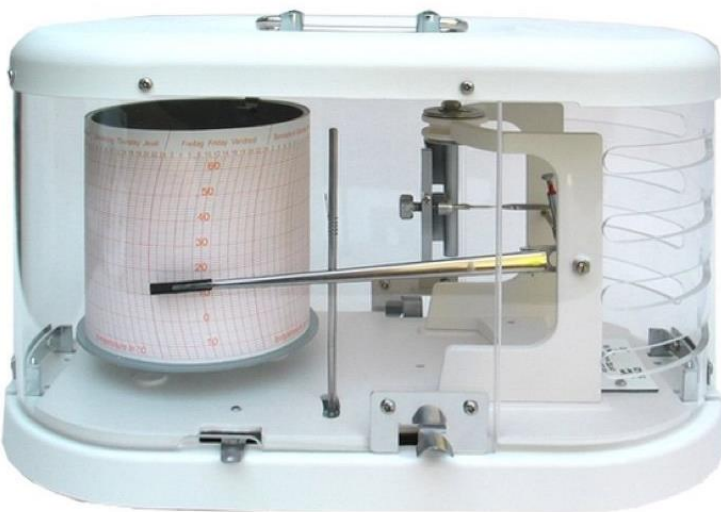
- **termodynamická teplota** –  $T$  [ $T$ ] = K (kelvin)  
je univerzální, nezávisí na konkrétní látce
- patří mezi 7 základních veličin SI

- $t \cong (T - 273)^{\circ}\text{C}$
- $T \cong (t + 273)\text{K}$

# 1.3 Teplota a její měření

## Druhy teploměrů

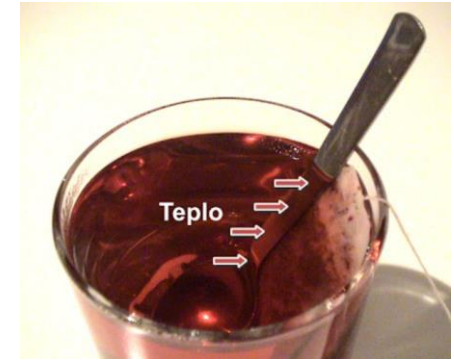
- kapalinové (Hg, líh)
- bimetalové
- digitální – termistorové
- bezkontaktní – IČ čidlo
- termograf – zapisuje teplotu na papír
- pyrometr – měření vysokých teplot řádově 1000 °C



# 2. Teplo a jeho měření

## Tepelná výměna

- **děj, při kterém částice teplejšího tělesa předávají srážkami svoji energii částicím studenějšího tělesa**
- lžíce ponořená do horké polívky
- ohřívání vody na vařiči
- chlazení potravin v ledničce
- tavení kovů v pecích



## Teplo

- Je energie, která je buď pohlcena studenějším tělesem, nebo odevzdána teplejším tělesem při tepelné výměně
- **skalární fyzikální veličina: teplo  $Q$  [ $Q$ ] = J (joule)**
- rozlišujeme pojmy **teplo a teplota**

$$Q = cm\Delta T = cm(T_2 - T_1)$$

$c$  – měrná tepelná kapacita

$m$  – hmotnost tělesa

$\Delta T = (T_2 - T_1)$  – změna teploty

# 2. Teplo a jeho měření

## Měrná tepelná kapacita – $c$

$$[c] = J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$$

- **materiálová konstanta charakterizující schopnost tělesa přijímat nebo odevzdávat teplo**
- **Číselně je rovna teplu, které přijme těleso o hmotnosti 1 kg při zvýšení teploty o 1 K (1°C)**
- Závisí na teplotě, takže je to konstanta jen pro určitý malý teplotní interval

## Tabulkové hodnoty

látka	$c(J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$
Fe	452
Cu	383
Al	896
Pb	129
<b>voda</b>	<b>4180</b>
vzduch	1005

## Měrná tepelná kapacita kovů

- relativně malá
- rychle se zahřejí (řezání dřeva, tavení kovů), rychle zchladnou

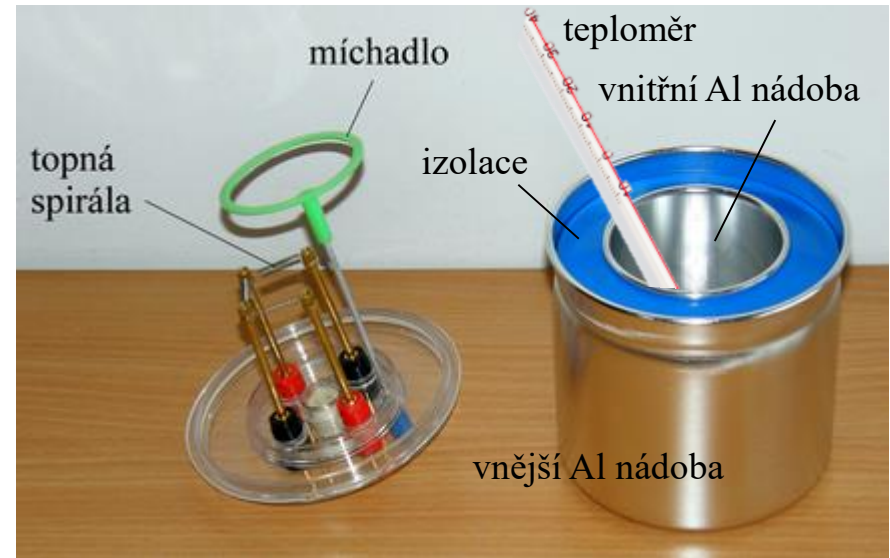
## Měrná tepelná kapacita vody

- **vysoká hodnota** – pomalu se ohřeje, ale pomalu i chladne
- **Boilery** – akumulace energie do ohřevu vody
- **radiátory** – teplonosné médium
- mírné změny klimatu v přímořských oblastech – stabilní počasí

# 2. Teplo a jeho měření

## Kalorimetr

- **tepelně izolovaná nádoba umožňující kalorimetrická měření**
- tepelná výměna mezi tělesy probíhá tak dlouho, až se teploty vyrovnají
- využívá se např. k určení měrné tepelné kapacity



## Kalorimetrická rovnice bez kalorimetru

- uvažujeme, že tepelná výměna probíhá jen mezi tělesy ve vzájemném kontaktu a žádné teplo se nepředá do kalorimetru

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2)$$

$c_1, c_2$  - měrné tepelné kapacity těles

$m_1, m_2$  - hmotnosti těles

$t_1$  - počáteční teplota teplejšího tělesa

$t_2$  - počáteční teplota studenějšího tělesa

$t$  - výsledná teplota po dosažení rovnovážného stavu

# 2. Teplo a jeho měření

## Vzorové příklady

**Př. 1** Jaké teplo musíme dodat 0,5 litru vody, aby se ohřála ze 20 °C na 100 °C?

$$V = 0,5 \text{ l} \rightarrow m = 0,5 \text{ kg}$$

$$c = 4200 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$t_1 = 20 \text{ °C}$$

$$t_2 = 100 \text{ °C}$$

-----  
 $Q = ? \text{ (J)}$

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q = 4200(100 - 20) = \underline{336\,000 \text{ J}} = 336 \text{ kJ}$$

**Př. 2** Jaká je výsledná teplota uvnitř kalorimetru po dosažení tepelné rovnováhy, jestliže do vody o objemu 0,75 l a teplotě 20 °C byl vložen měděný váleček o hmotnosti 500 g a teplotě 260 °C? Tepelná výměna proběhla jen mezi vodou a válečkem.  $c(\text{Cu}) = 384 \text{ J} / (\text{kg K})$

Cu váleček:

$$m_1 = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$$

$$c_1 = 384 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$t_1 = 260 \text{ °C}$$

voda:

$$V = 0,75 \text{ l} \rightarrow m_2 = 0,75 \text{ kg}$$

$$t_2 = 20 \text{ °C}$$

$$c_2 = 4200 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$t = ? \text{ (°C)}$$

$$c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2)$$

$$384 \cdot 0,5 (260 - t) = 4200 \cdot 0,75 (t - 20)$$

$$192 (260 - t) = 3150 (t - 20)$$

$$49920 - 192 t = 3150 t - 63000$$

$$192 t + 3150 t = 63000 + 49920$$

$$3342 t = 112\,920$$

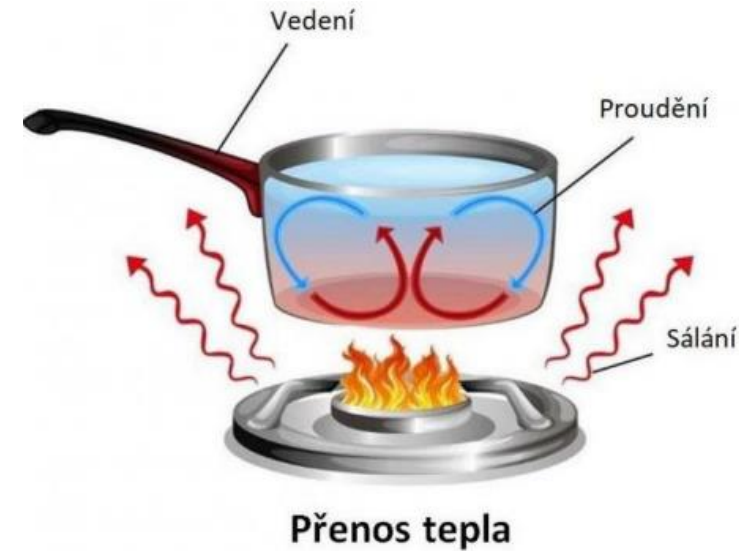
$$t = 33,8 \text{ °C} \cong 34 \text{ °C}$$

Výsledná teplota uvnitř kalorimetru je 34 °C.

# 3. Šíření tepla

## Tepelnou výměnou – vedením

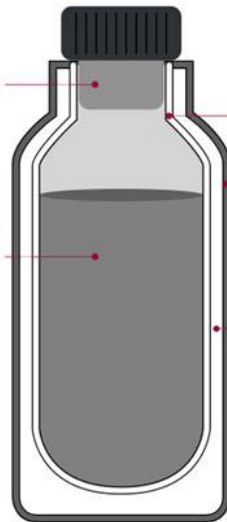
- Ohřívání tyče na jednom konci
- Rukojetě hrnců a pánví
- **Dobré vodiče tepla:** kovy
- **Špatné vodiče tepla:** sklo, porcelán, dřevo, plast
- **Nejlepší izolace:** vakuum – okna, termosky
- **Dobrá izolace** – pórovité materiály obsahující vzduch: cihly, vata, srst, skelná vlákna



PROSTOR MEZI SKLY JE VYPLNĚN ARGONEM

UZÁVĚR LÁHVE

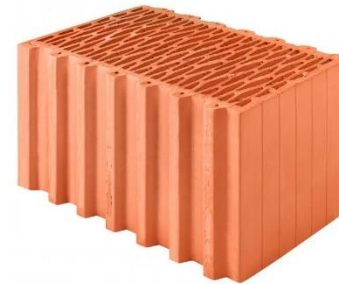
HORKÁ NEBO STUDENÁ TEKUTINA



VNITŘNÍ STĚNA

VNĚJŠÍ STĚNA

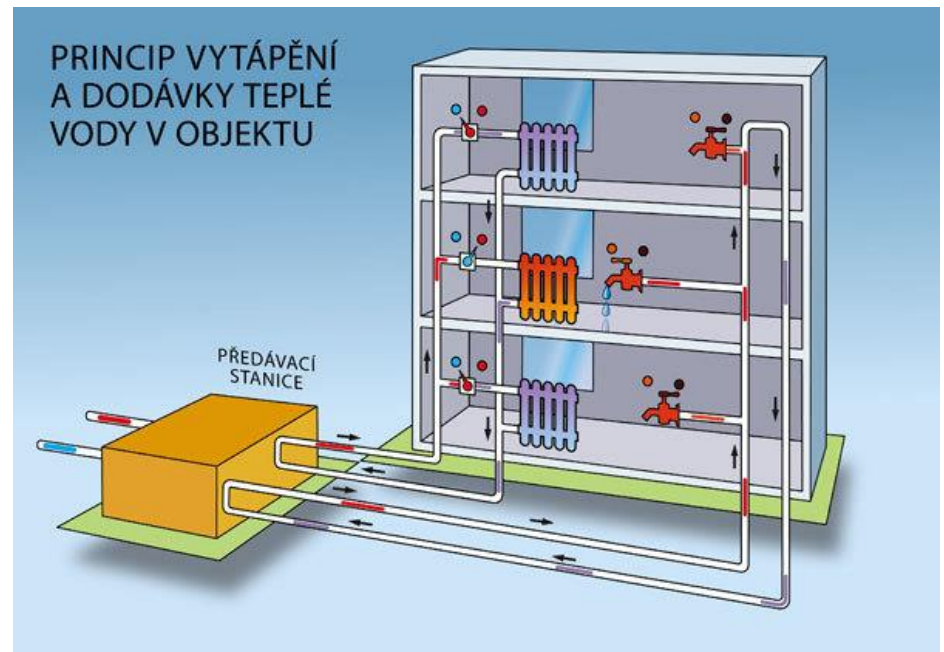
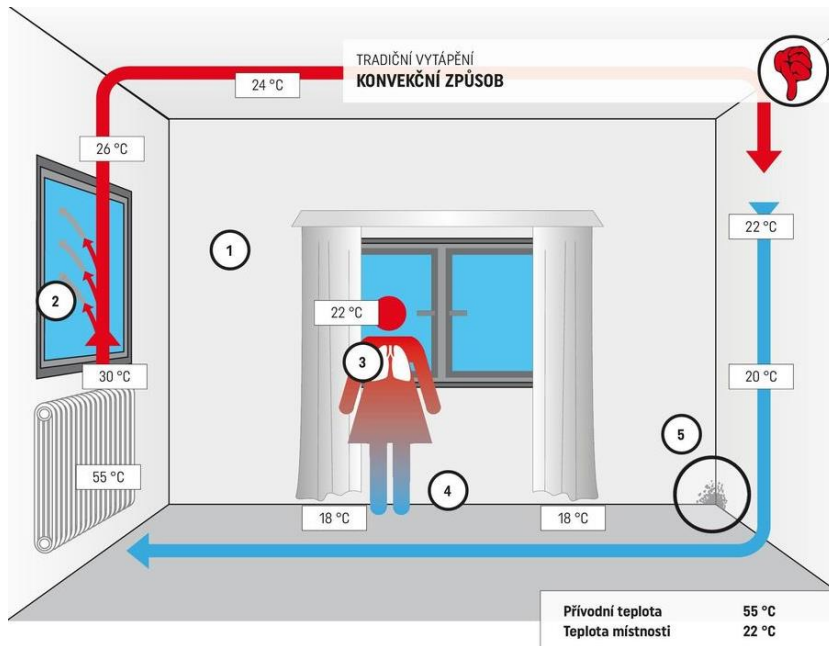
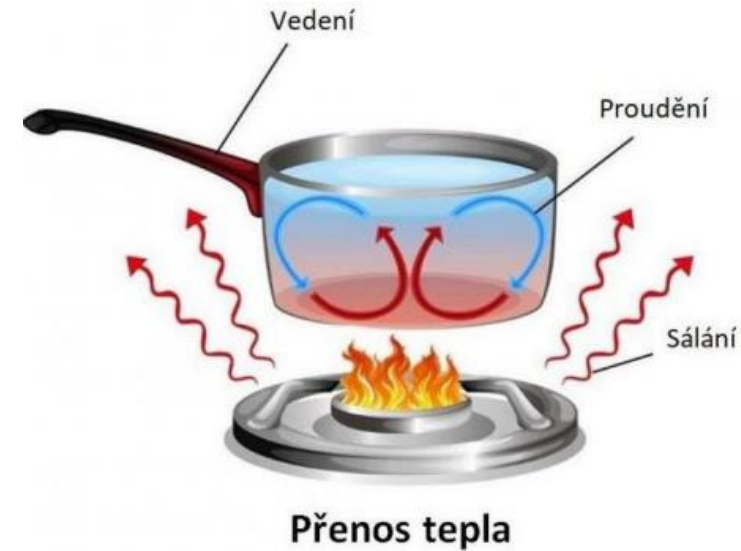
ODSÁTÝ VZDUCH VAKUUM



# 3. Šíření tepla

## Tepelnou výměnou – prouděním

- probíhá pouze v kapalinách a plynech
- Příklad: cirkulace ohřáté vody v topení, v hrnci, apod.
- **Princip vytápění teplou vodou:**  
Teplá voda má menší hustotu, stoupá samovolně topením vzhůru, předává teplo radiátorům, ochlazená klesá zpět ke zdroji tepla – **samotíž**  
**Dnešní TČ mají pomocná čerpadla.**



# 3. Šíření tepla

## Tepelnou výměnou – zářením

- Solární vodní kolektory – ohřev vody pro RD
- Horské slunce, solárko (nevytváří vitamín D)
- Sluneční záření – **solární konstanta:  $1361 \text{ W/m}^2$**
- **FVE panely, elektromobily (Sono Motors)**
- IČ panely – moderní zdroje topení v místnosti
- Mikrovlnná trouba

