



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## FYZIKA PRO II. ROČNÍK GYMNÁZIA

# 1. ZÁKLADNÍ POZNATKY MOLEKULOVÉ FYZIKY A TERMODYNAMIKY

**Mgr. Monika Bouchalová**

Gymnázium, Havířov-Město, Komenského 2, p.o.

Tato prezentace vznikla na základě řešení projektu OPVK, registrační číslo: CZ.1.07/1.1.24/01.0114  
s názvem

„PODPORA CHEMICKÉHO A FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ NA GYMNÁZIU KOMENSKÉHO V HAVÍŘOVĚ“

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

# 1. MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

## Molekulová fyzika

je část fyziky, která zkoumá:

- látky na úrovni atomů a molekul,
- vlastnosti látek bezprostředně vycházející z jejich struktury.

## Termika

je nauka o teple,

- zabývá se vlastnostmi látek a jejich změn souvisejících s teplotou.

# 1. MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

## METODY ZKOUMÁNÍ VLASTNOSTÍ LÁTEK

**Termodynamická metoda** pozoruje a popisuje vlastnosti látek z makroskopického hlediska.

- pracuje s veličinami, které lze měřit nebo z naměřených veličin odvodit
- využívá zákona zachování a přeměny energie
- nebere v úvahu částicové složení látek

Které  
veličiny  
to jsou?

**Statistická metoda** se zabývá strukturou.

- zkoumá pohyb částic a jejich vzájemné působení
- zákony, ke kterým dospěje, mají statistický charakter

# 1. MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

## VELIČINY POPISUJÍCÍ ČÁSTICE A JEJICH SOUSTAVY

$m_a$  klidová hmotnost atomu

$m_m$  klidová hmotnost molekuly

$m_u$  atomová hmotnostní konstanta  $m_u \sim 1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$   
(1/12 klidové hmotnosti atomu nuklidu uhlíku)

$A_r$  relativní atomová hmotnost

$$A_r = \frac{m_a}{m_u}$$

$M_r$  relativní molekulová hmotnost

$$M_r = \frac{m_m}{m_u}$$

# 1. MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

$n$  látkové množství  $[n] = \text{mol}$

$N$  celkový počet částic

$N_A$  Avogadrova konstanta  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

- počet částic v chemicky stejnorodém tělese o  $n = 1 \text{ mol}$
- počet atomů nuklidu uhlíku C o hmotnosti 12 g

**Molární veličiny se vztahují k látkovému množství.**

**molární hmotnost**  $M_m = M_r \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$

$m$  hmotnost tělesa z chemicky stejnorodé látky

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

**molární objem**  $[V_m] = \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

$V$  objem tělesa z chemicky stejnorodé látky

$$V_m = \frac{V}{n}$$

# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

spojuje makroskopicky pozorovaný stav látky s mikroskopickým pohybem částic, z nichž je daná látka složena.

**Základem KINETICKÉ TEORIE LÁTEK jsou tři experimentálně ověřené poznatky:**

**1. Látky jakéhokoli skupenství se skládají z částic.**  
Prostor není částicemi zcela vyplněn, struktura látky je diskrétní (nespojité).

# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

**2. Částice se v látkách neustále neuspořádaně pohybují, vykonávají tzv. tepelný pohyb.**

- posuvný (plyn)
- otáčivý (víceatomové molekuly plynu)
- kmitavý (pevné látky a kapaliny)

U tělesa, které je v klidu, nepřevládá v daném okamžiku žádný směr.

# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

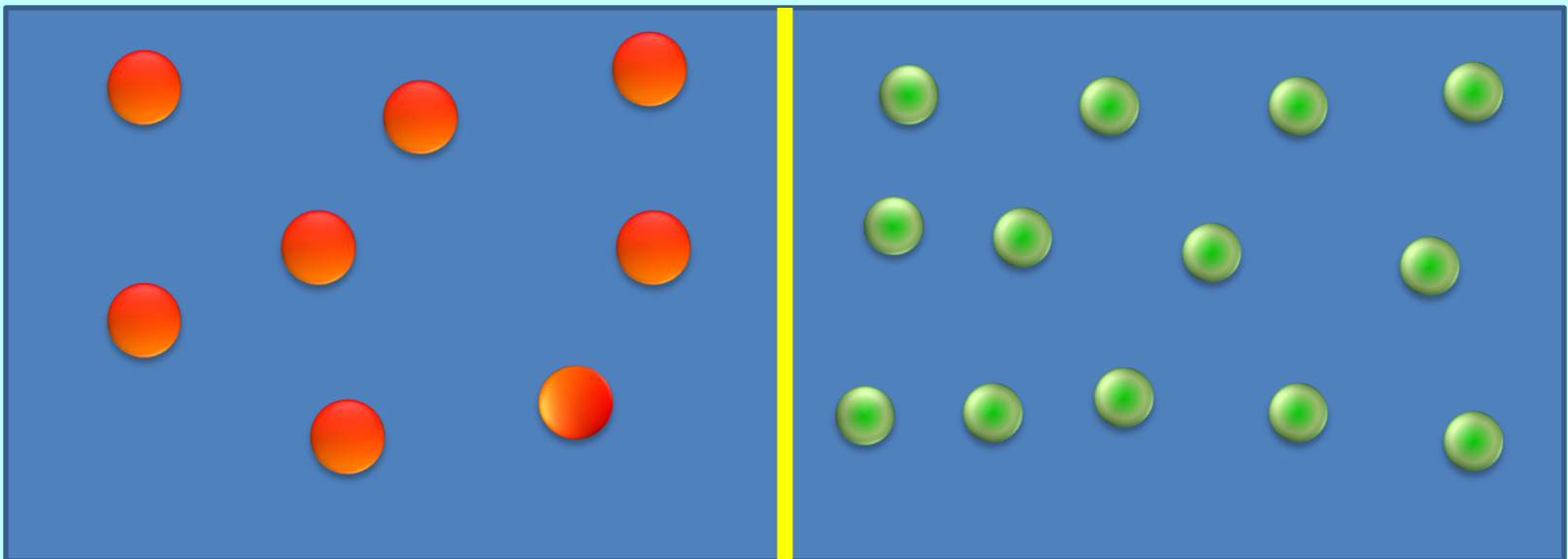
## Důkazy pohybu:

**a) Difuze** – je proces rozptylování částic v prostoru.

(samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice druhé látky téhož skupenství, jsou-li tělesa z těchto látek uvedena do vzájemného styku)

Nejrychleji u plynů (voňavka), pomalu v pevných látkách (polovodiče).

(S rostoucí teplotou rychleji.)





# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

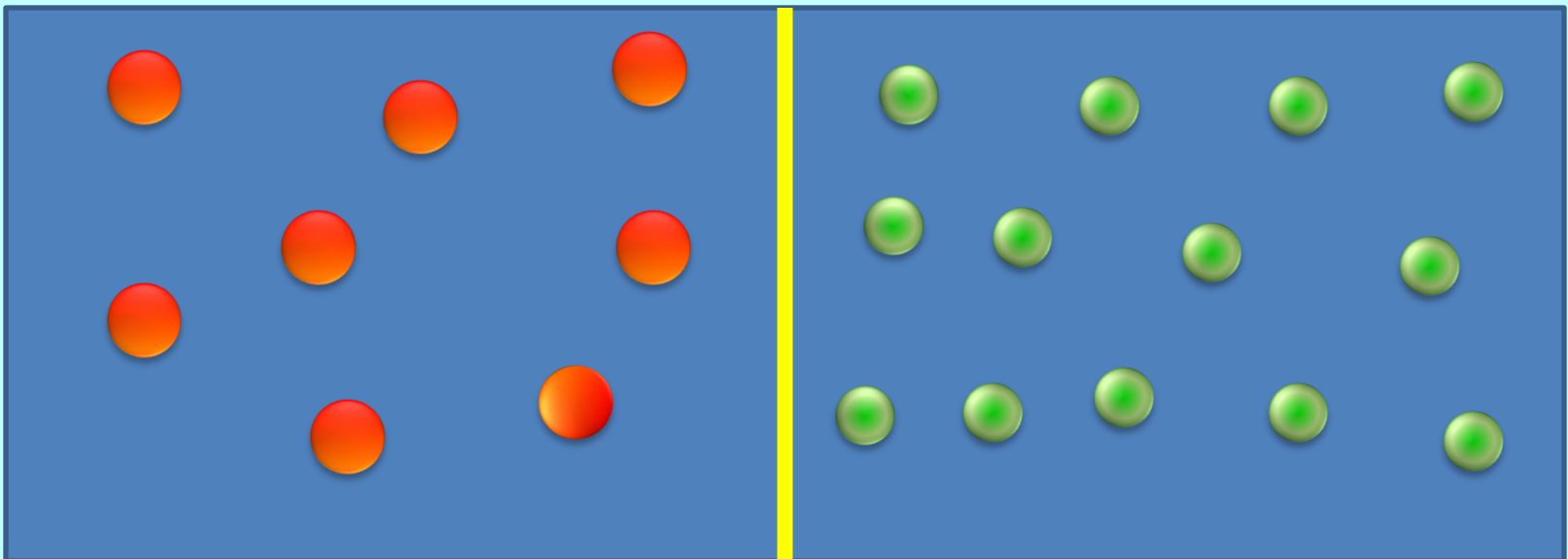
## Důkazy pohybu:

**a) Difuze** – je proces rozptylování částic v prostoru.

(samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice druhé látky téhož skupenství, jsou-li tělesa z těchto látek uvedena do vzájemného styku)

Nejrychleji u plynů (voňavka), pomalu v pevných látkách (polovodiče).

(S rostoucí teplotou rychleji.)



# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

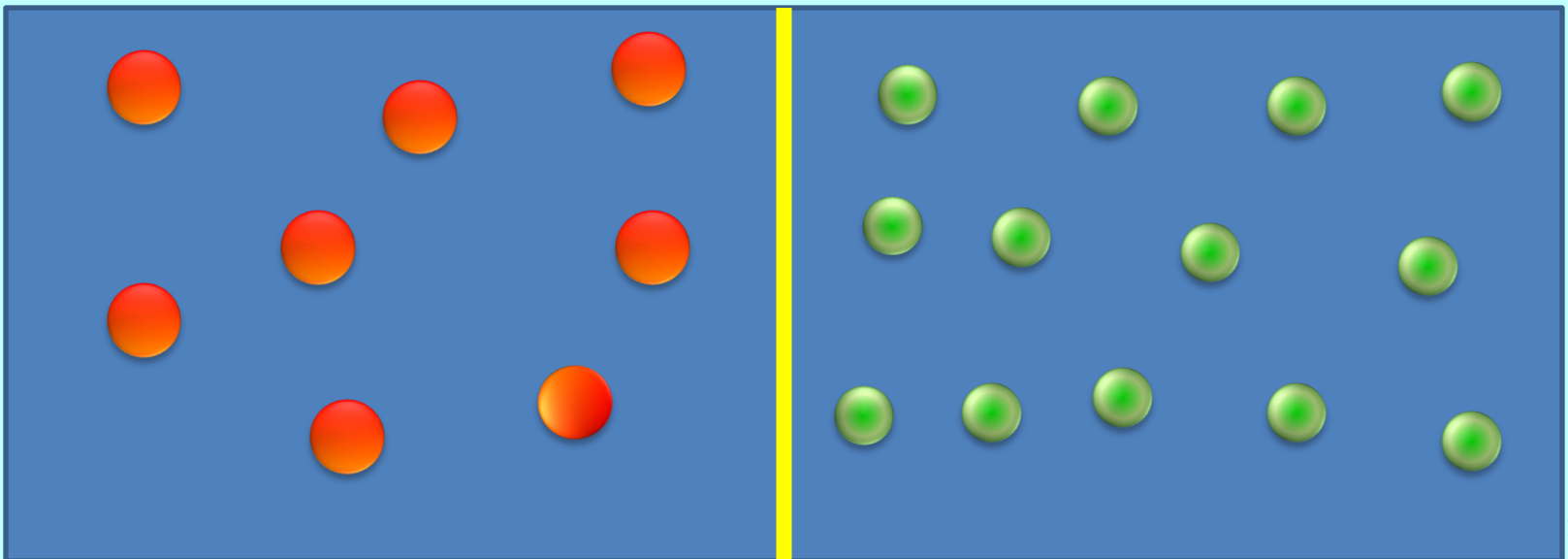
## Důkazy pohybu:

**a) Difuze** – je proces rozptylování částic v prostoru.

(samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice druhé látky téhož skupenství, jsou-li tělesa z těchto látek uvedena do vzájemného styku)

Nejrychleji u plynů (voňavka), pomalu v pevných látkách (polovodiče).

(S rostoucí teplotou rychleji.)



# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Důkazy pohybu:

**Osmóza** – difuze mezi 2 kapalinami oddělenými polopropustnou bariérou (membránou).

## Příklady osmotických procesů:

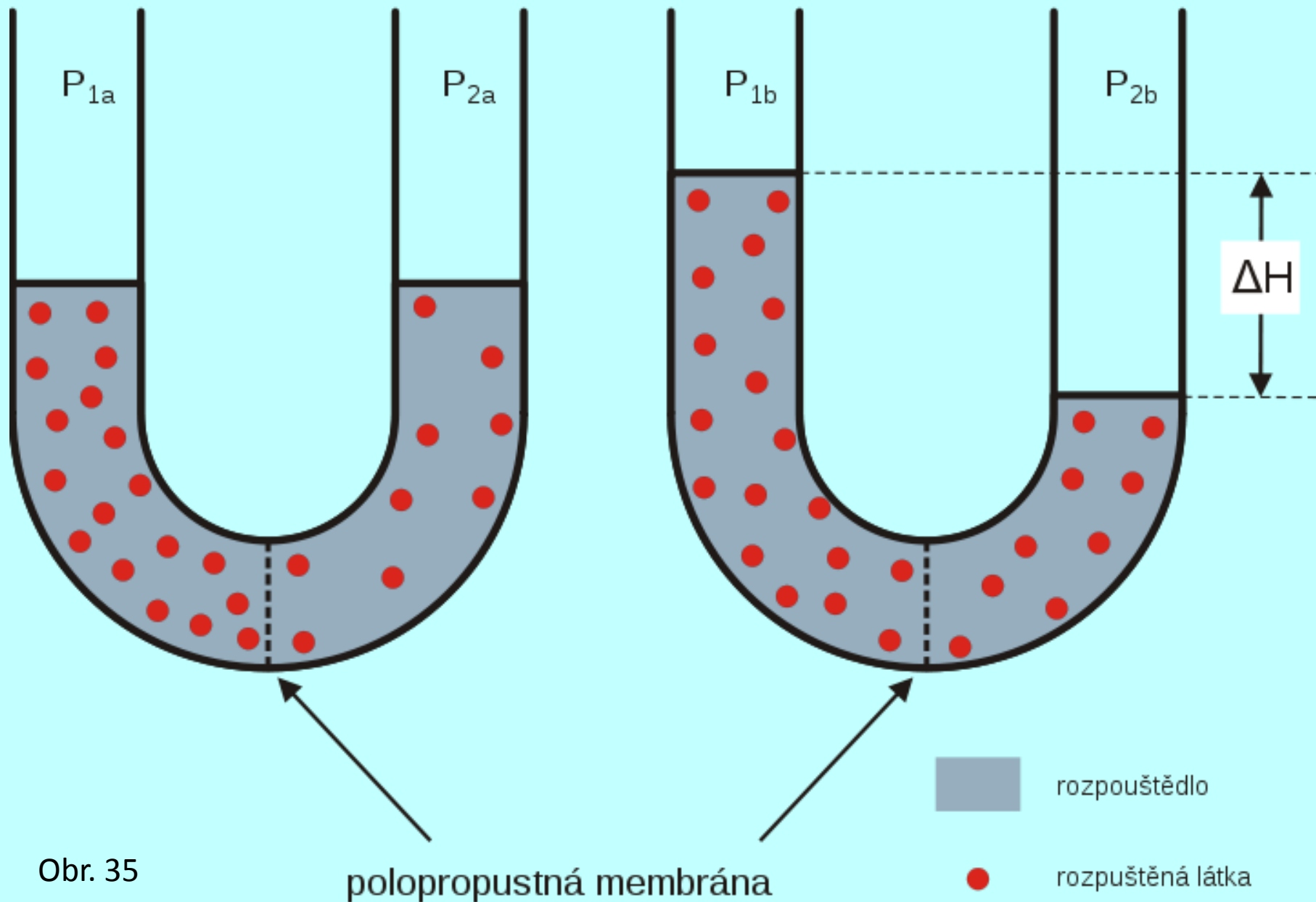
- třešně, které obsahují mnoho cukru, za vydatného deště popraskají (cukerný roztok uvnitř třešňových buněk vtahuje okolní čistou vodu dovnitř buňky, ale nepustí ji ven;)



Obr. 34

situace před

situace po



Obr. 35

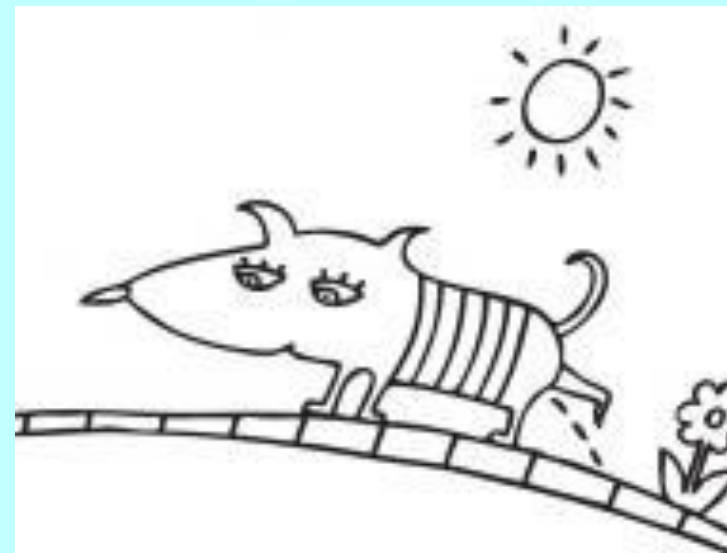
polopropustná membrána

- rozpouštědlo
- rozpuštěná látka

# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Příklady osmotických procesů:

- uschnou rostliny, které jsou pomočeny (moč obsahuje koncentrovaný roztok soli, který vytahuje vláhu z rostlin;)
- pacientovi nemůže být podána nitrožilně čistá voda, ale tzv. fyziologický roztok 0,9% NaCl, který má obdobnou koncentraci rozpuštěných látek, jako je v krvi
- konzervace potravin (slanečci jsou sterilizováni tím, že patogeny nemohou přežít koncentrací soli)



Obr. 36

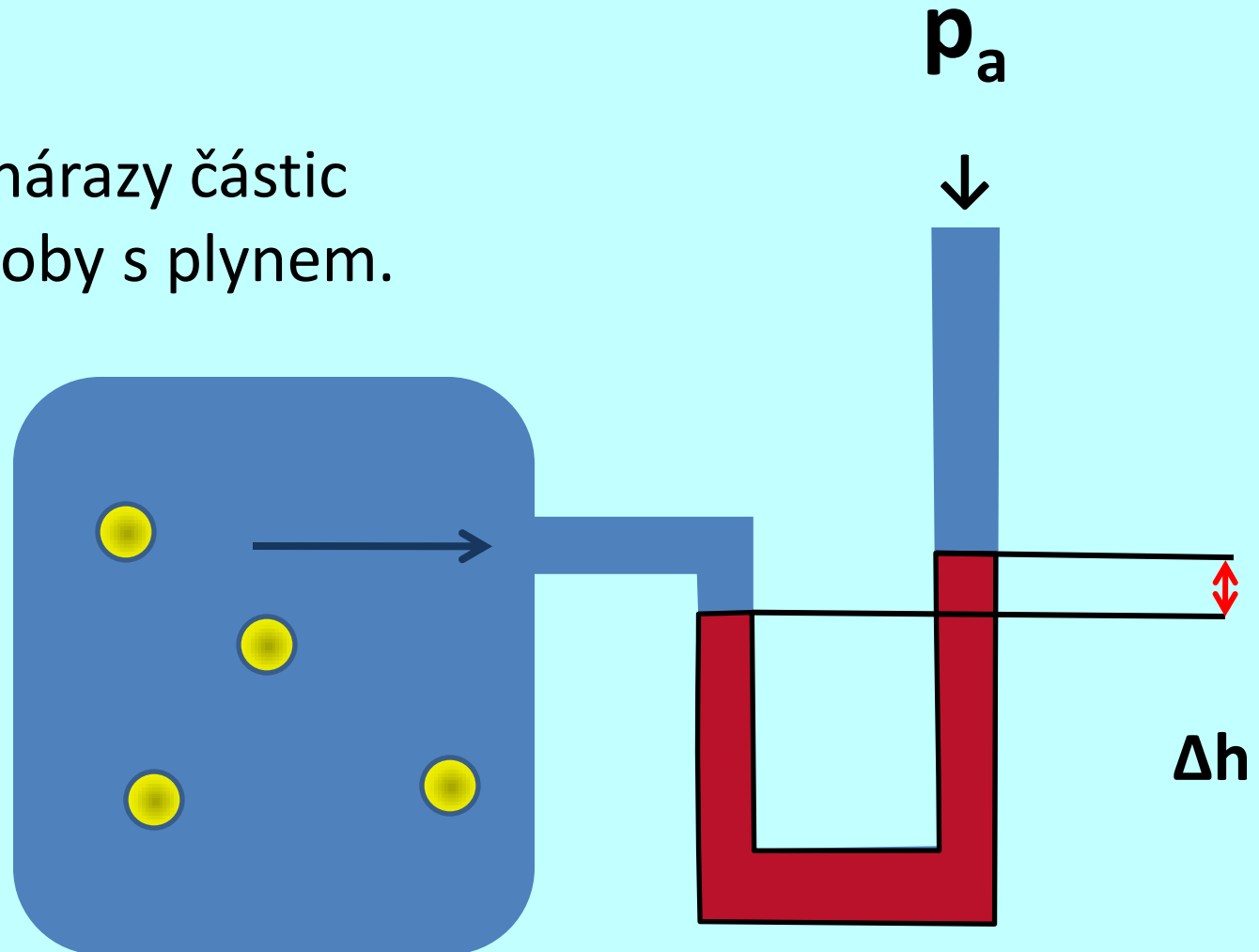
# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Důkazy pohybu:

### b) Tlak plynu

je vyvolaný nárazy částic  
na stěny nádoby s plynem.

Můžeme  
ho měřit  
otevřeným  
kapalinovým  
manometrem.



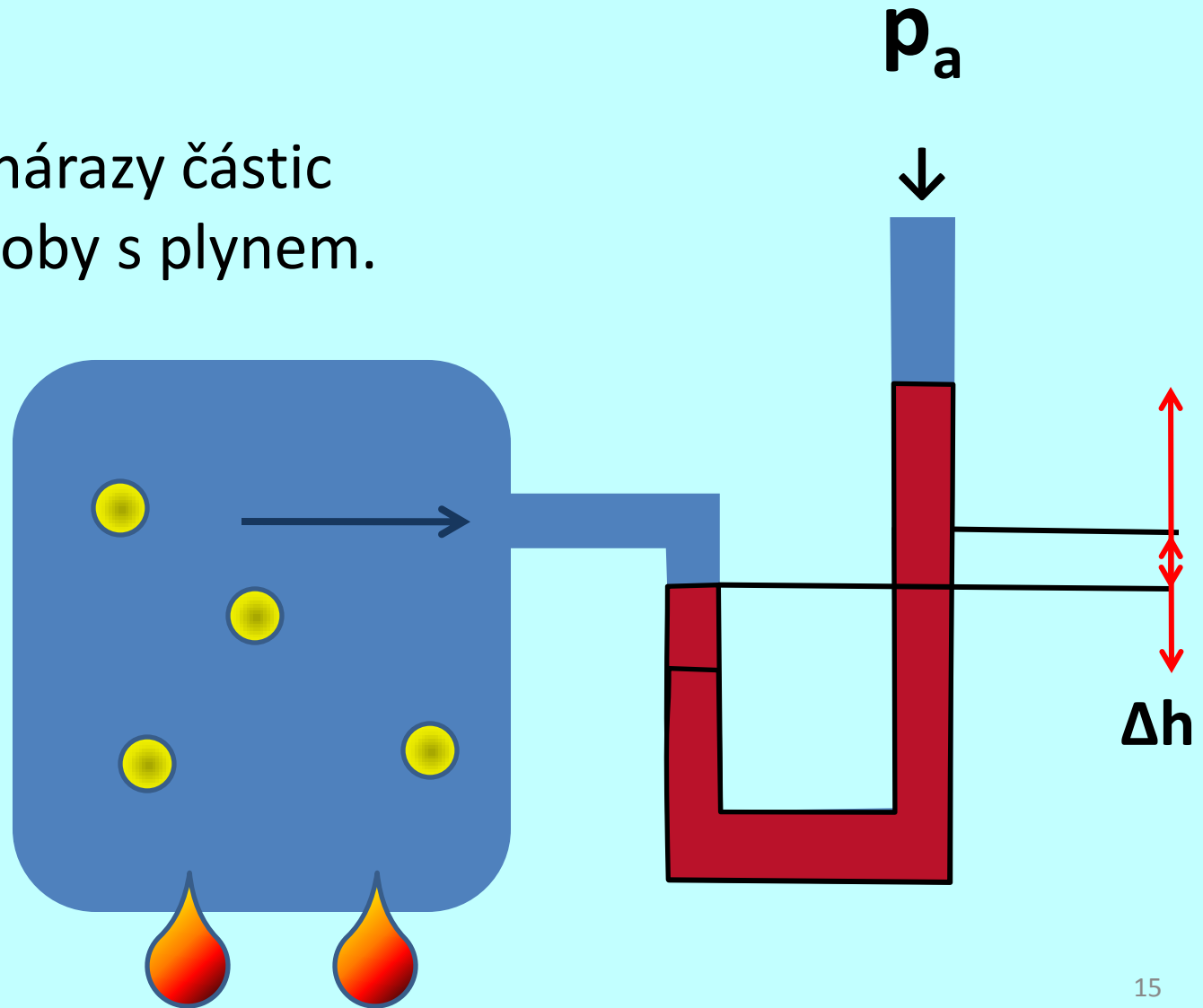
# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Důkazy pohybu:

### b) Tlak plynu

je vyvolaný nárazy částic na stěny nádoby s plynem.

S rostoucí  
teplotou  
tlak roste.



# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Důkazy pohybu:

c) **Brownův pohyb** – nepravidelný neustálý pohyb částic (molekuly v roztoku se vlivem tepelného pohybu neustále srážejí, přičemž směr a síla těchto srážek jsou náhodné, díky čemuž je i okamžitá poloha částice náhodná)

V roce 1827 biolog **Robert Brown** pozoroval chování pylových zrněk ve vodě. ( $1\mu\text{m}$ )

Aby vyloučil možnost, že pohyb je projevem případného života, opakoval experiment s částicemi prachu.



Obr. 1



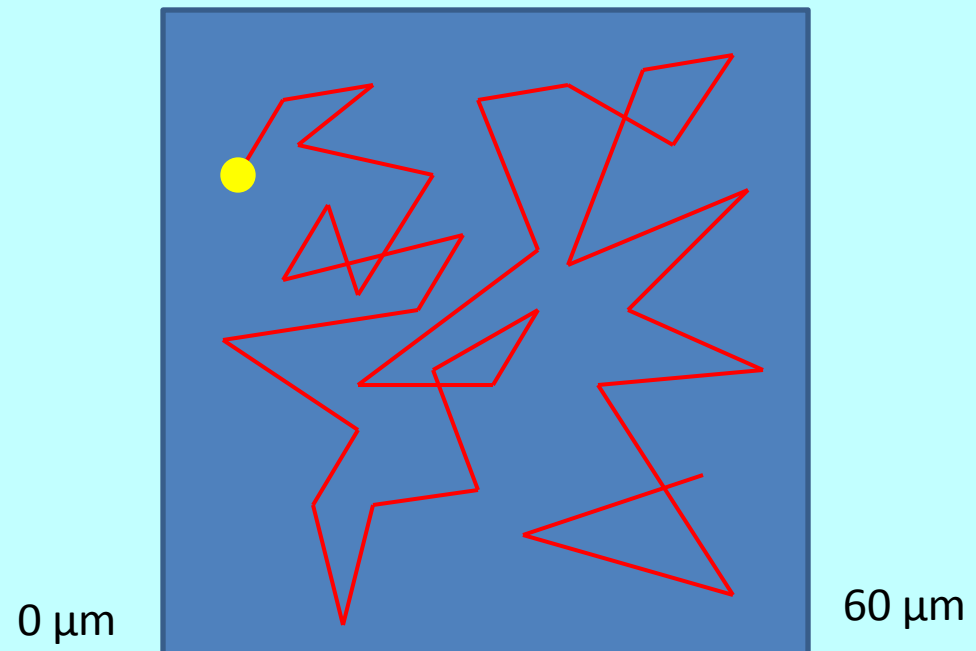
# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## Důkazy pohybu:

- c) **Brownův pohyb** – nepravidelný neustálý pohyb částic (molekuly v roztoku se vlivem tepelného pohybu neustále srážejí, přičemž směr a síla těchto srážek jsou náhodné, díky čemuž je i okamžitá poloha částice náhodná).

V roce 1827 biolog Robert Brown pozoroval chování pylových zrněk ve vodě. ( $1\mu\text{m}$ )

Aby vyloučil možnost, že pohyb je projevem případného života, opakoval experiment s částicemi prachu.



# 1. 1. KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

## 3. Částice na sebe navzájem působí silami. (původ sil je v elektrických jevech)

Při malých vzdálenostech silami odpudivými.

- malá stlačitelnost
- změna hybnosti při pružné srážce...

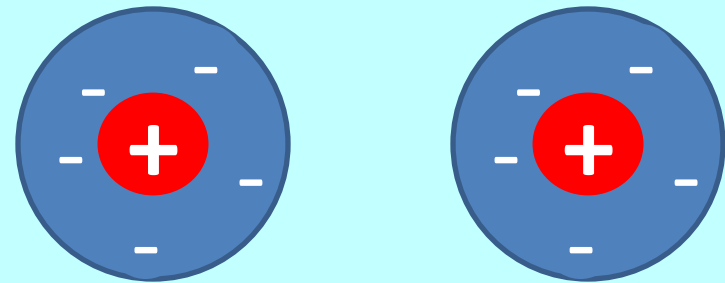
Při velkých vzdálenostech silami přitažlivými.

- pevnost
- přilnavost
- soudržnost

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Pro zjednodušení se zaměříme jen na dvě částice, jejichž kladně nabitá jádra jsou obklopena záporně nabitými elektrony.

Při vzájemném přibližování těchto částic interagují mezi sebou elektronové obaly a kladně nabitá jádra.

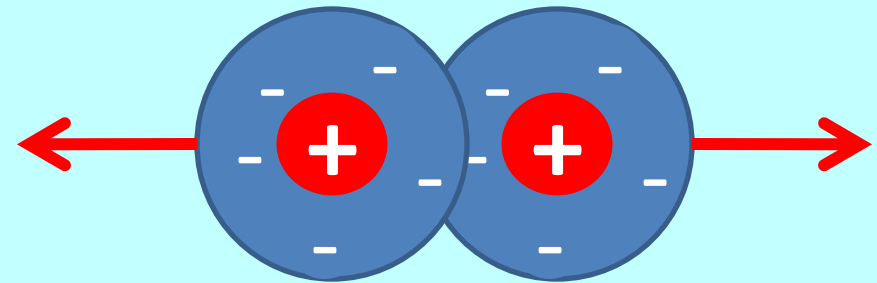


Při malých vzdálenostech

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Pro zjednodušení se zaměříme jen na dvě částice, jejichž kladně nabitá jádra jsou obklopena záporně nabitými elektrony.

Při vzájemném přibližování těchto částic interagují mezi sebou elektronové obaly a kladně nabitá jádra.

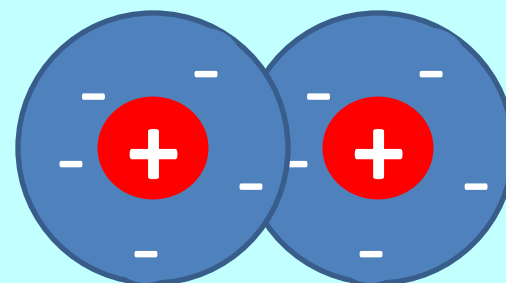


Při malých vzdálenostech **silou odpudivou,**  
(která brání dalšímu stlačování),

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Pro zjednodušení se zaměříme jen na dvě částice, jejichž kladně nabitá jádra jsou obklopena záporně nabitými elektrony.

Při vzájemném přibližování těchto částic interagují mezi sebou elektronové obaly a kladně nabitá jádra.

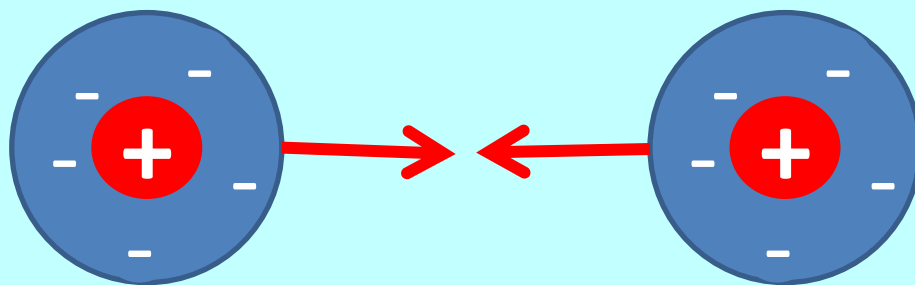


Při malých vzdálenostech silou odpudivou,  
(která brání dalšímu stlačování),  
při větších vzdálenostech

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Pro zjednodušení se zaměříme jen na dvě částice, jejichž kladně nabitá jádra jsou obklopena záporně nabitými elektrony.

Při vzájemném přibližování těchto částic interagují mezi sebou elektronové obaly a kladně nabitá jádra.

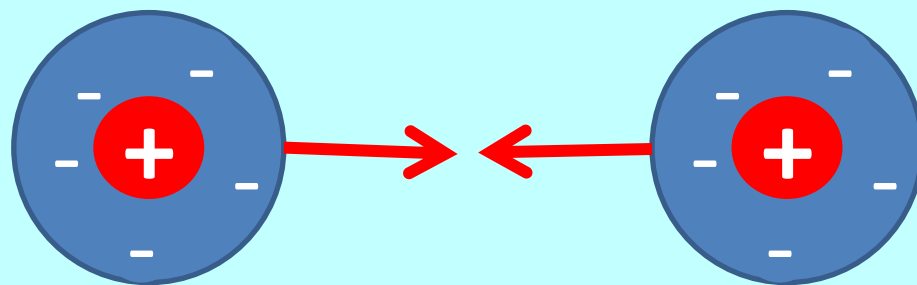


Při malých vzdálenostech silou odpudivou,  
(která brání dalšímu stlačování),  
při větších vzdálenostech **silou přitažlivou**,

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Pro zjednodušení se zaměříme jen na dvě částice, jejichž kladně nabitá jádra jsou obklopena záporně nabitými elektrony.

Při vzájemném přibližování těchto částic interagují mezi sebou elektronové obaly a kladně nabitá jádra.

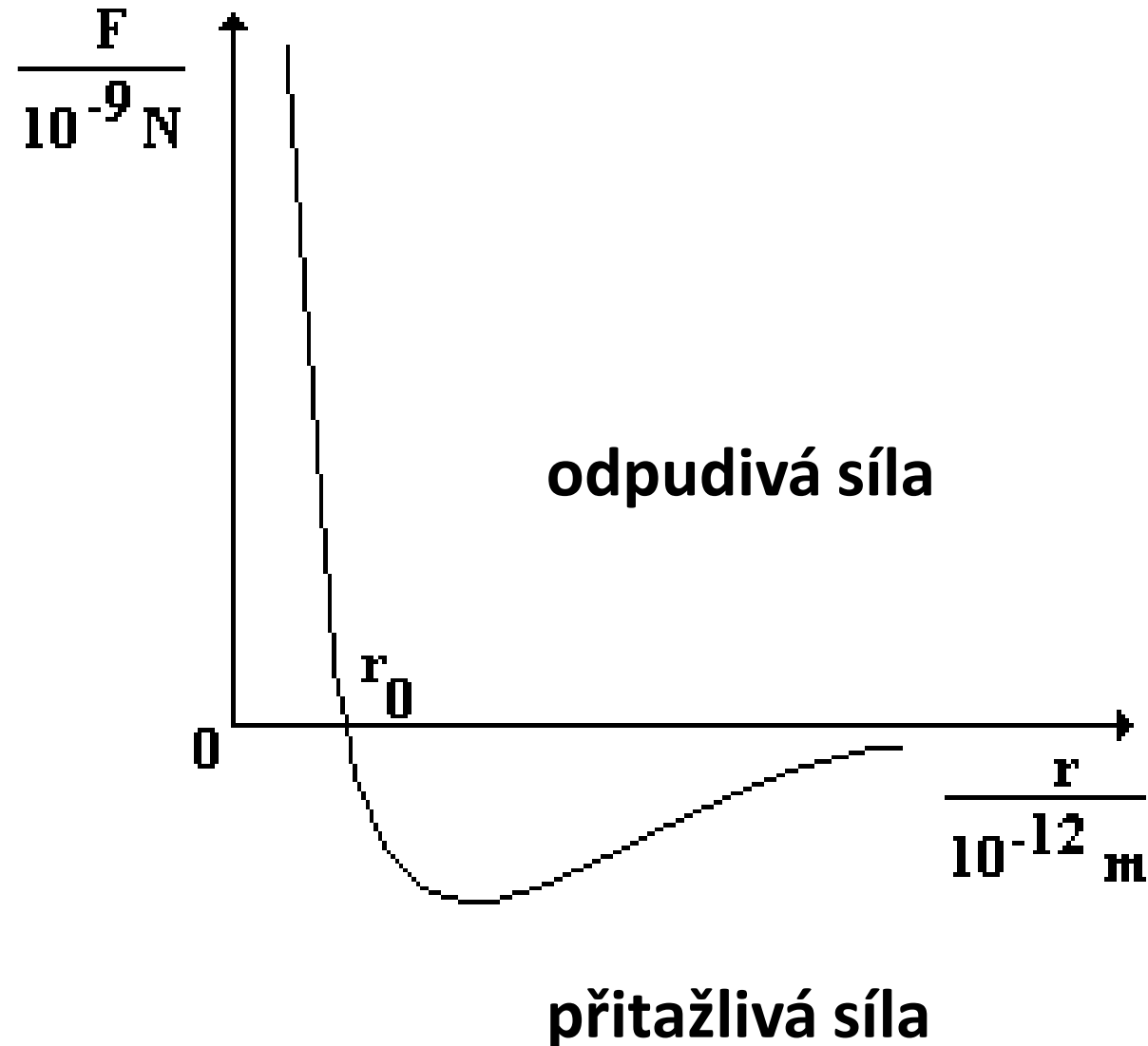


Při malých vzdálenostech silou odpudivou,  
(která brání dalšímu stlačování),  
při větších vzdálenostech silou přitažlivou,  
(která brání dalšímu oddalování).

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Graf závislosti velikosti síly  $F$ , která působí mezi dvěma částicemi, na jejich vzájemné vzdálenosti  $r$ .

- Velikost **odpudivé** síly se nanáší **nad** osu  $r$ .
- Velikost **přitažlivé** síly se nanáší **pod** osu  $r$ .

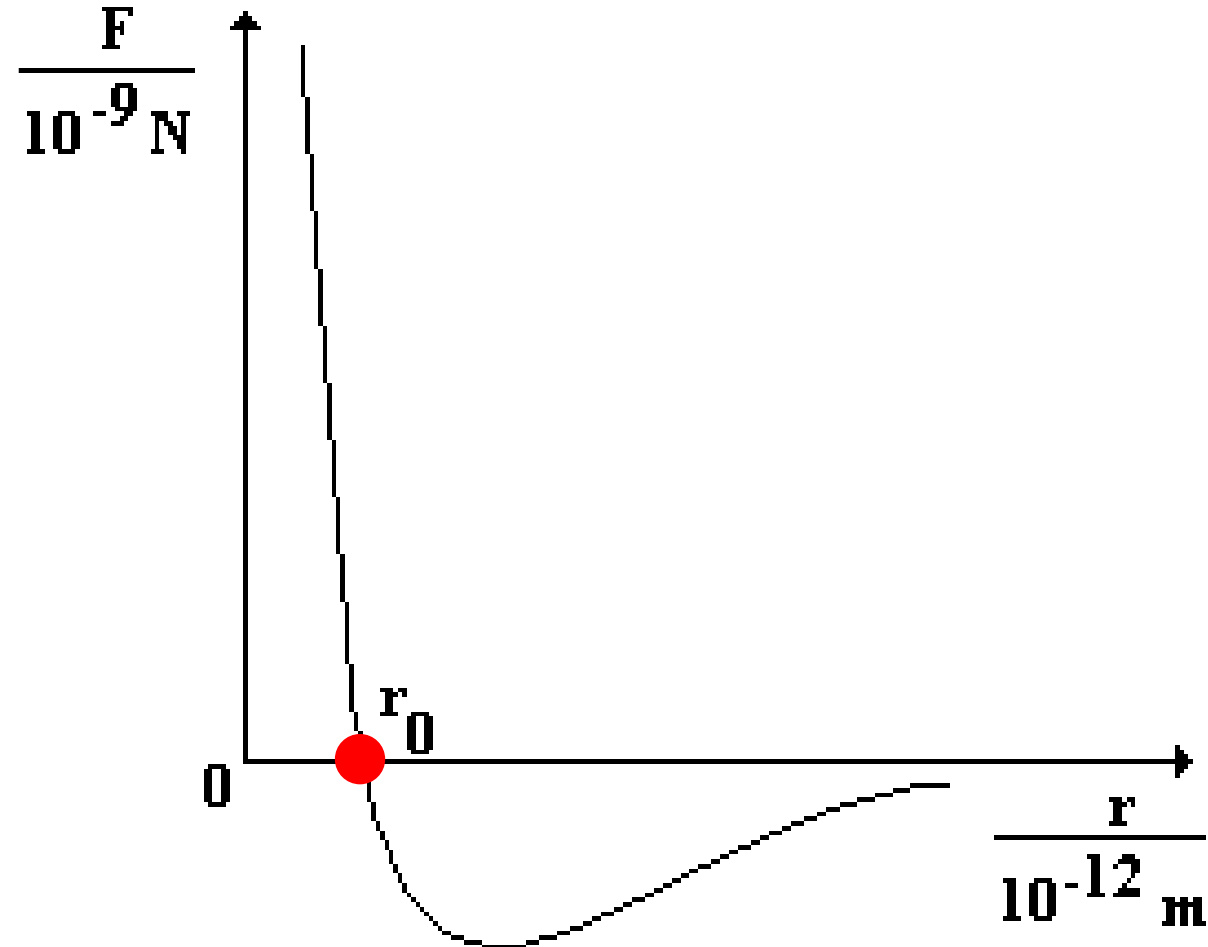




# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

1. Při určité vzdálenosti  $r_0$  (až desetiny nm) je  $F = 0$ .

Obě částice jsou v **rovnovážné poloze**.



# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

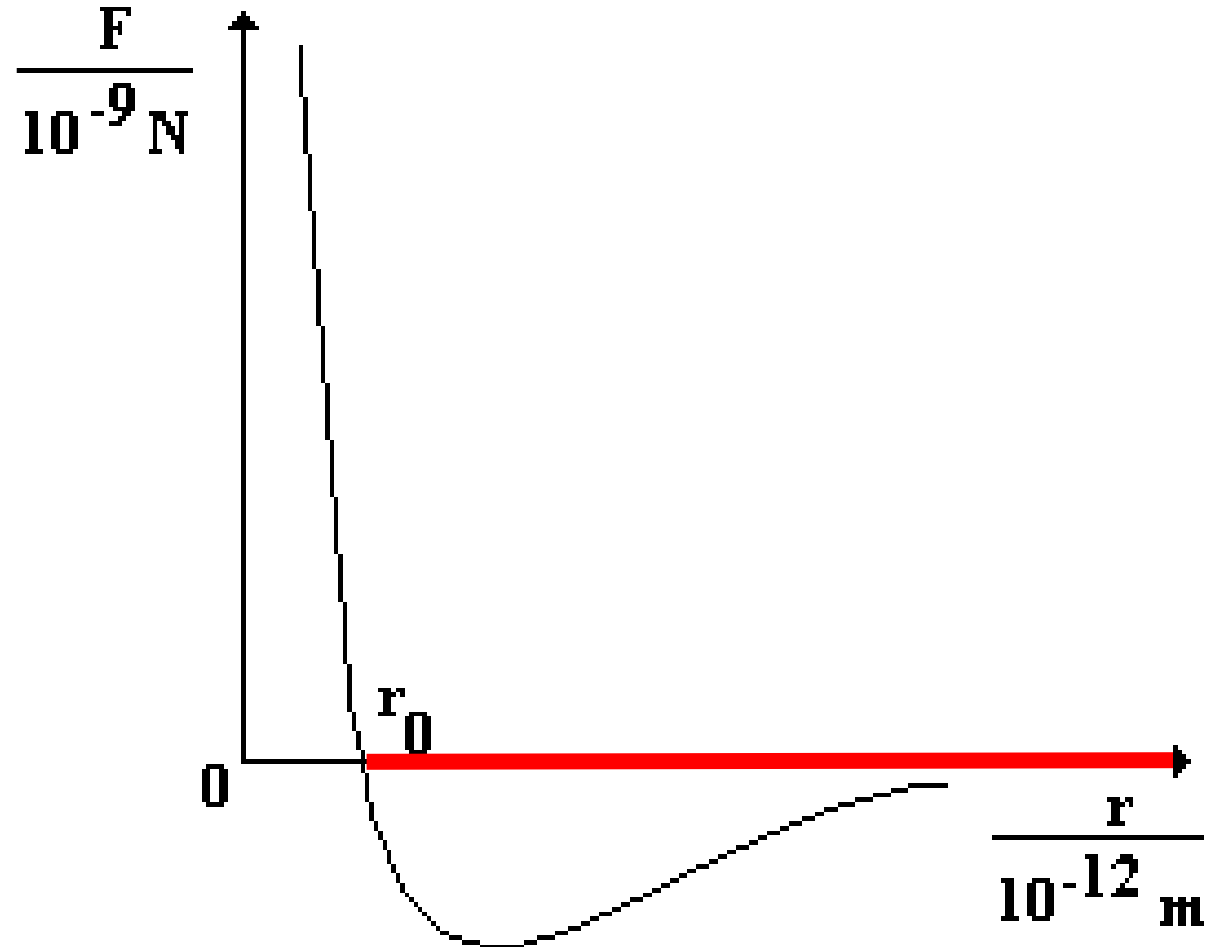
2.  $r > r_0$

mezi částicemi  
působí

**síla přitažlivá**

Její velikost se  
nejdříve zvětšuje  
a potom rychle  
klesá. Při velké  
vzdálenosti je tato  
síla zanedbatelně  
malá.

Každá částice je přitahována  
jen nejbližšími částicemi  
ve svém okolí. (1 nm)



**přitažlivá síla**

# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBNÍ ČÁSTIC

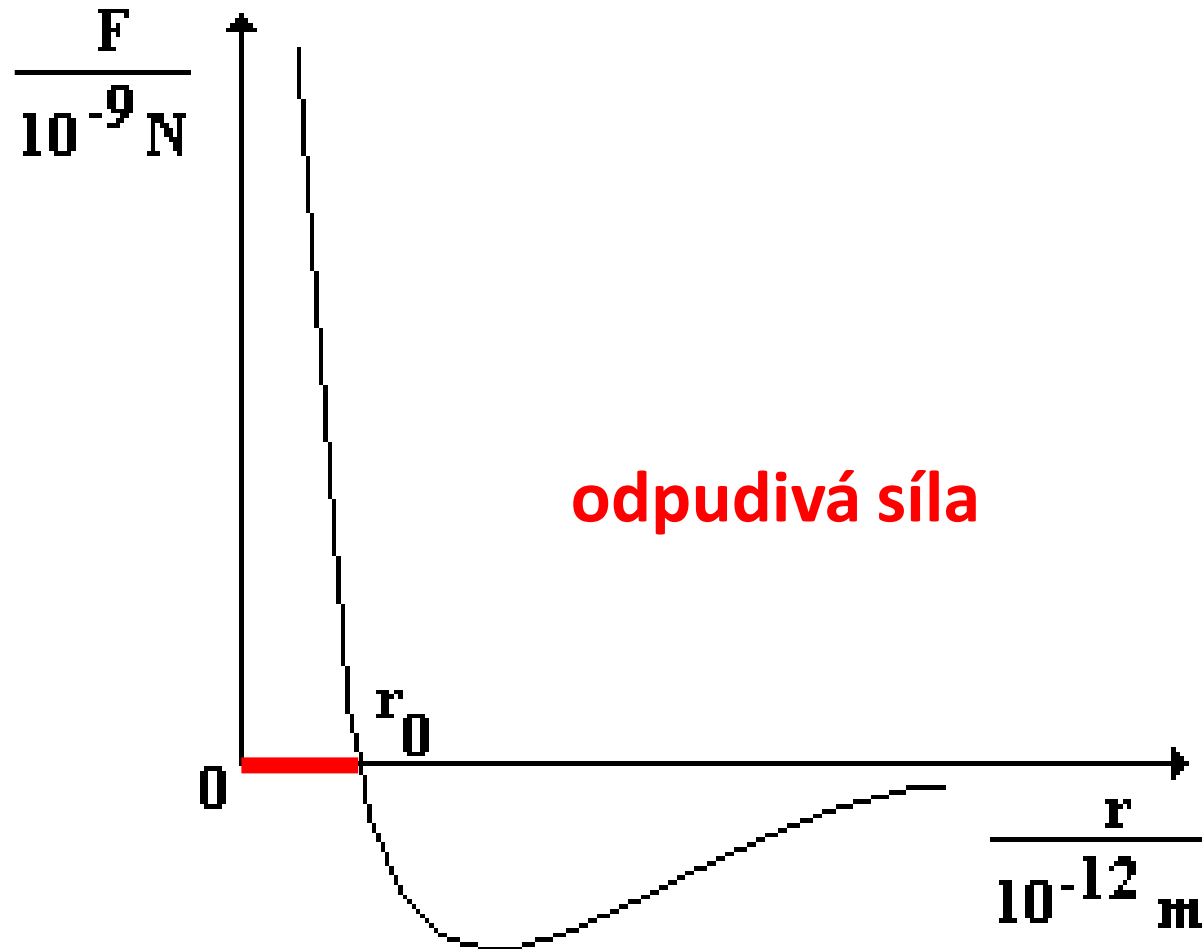
## 3. $r < r_0$

mezi částicemi  
působí

**síla odpudivá,**

jejíž velikost rychle  
roste se zmenšující  
se vzdáleností.

Každá částice je přitahována  
jen nejbližšími částicemi  
ve svém okolí. (1 nm)



# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

Z existence vzájemného působení vyplývá, že soustava částic má vnitřní potenciální energii.

Pro rovnovážnou polohu se tato energie nazývá  
**vazebná energie.**

Je rovna práci, kterou by bylo třeba vykonat působením vnějších sil, aby došlo k rozrušení vazby mezi částicemi.

Určuje strukturu molekul, vzájemnou polohu částic.

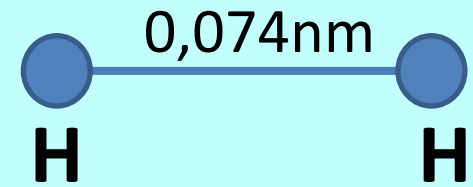
## **Vazebné síly**

jsou síly, jimiž na sebe působí částice, atomy v molekule.

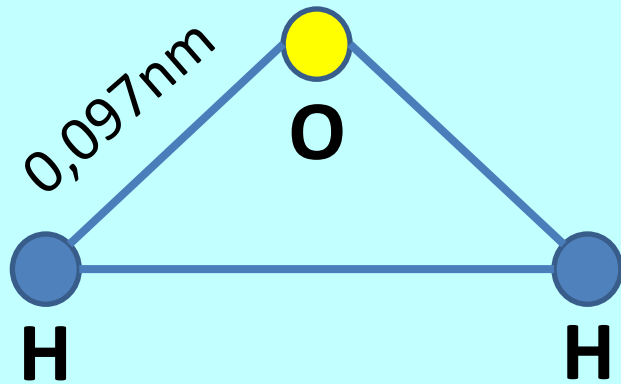
# 1. 2. VZÁJEMNÉ PŮSOBENÍ ČÁSTIC

## Příklady víceatomových molekul:

- dvouatomové molekuly – lineární **H<sub>2</sub>**

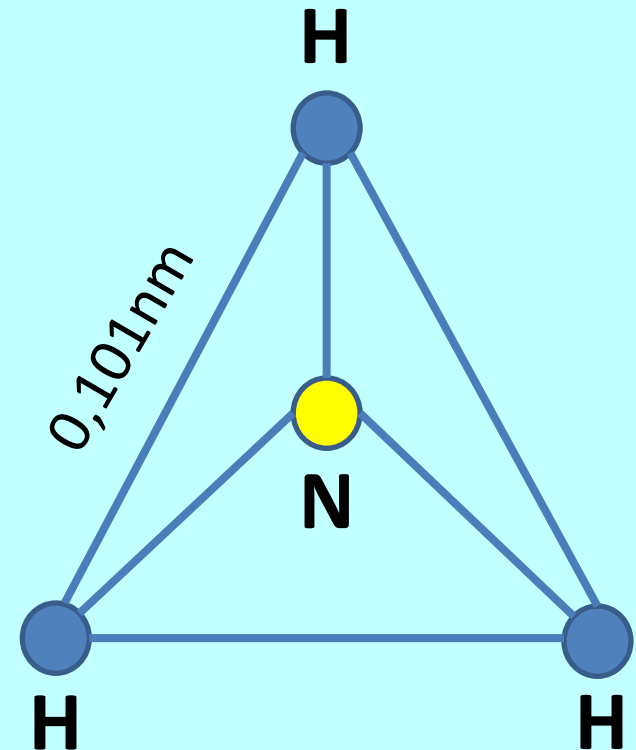


- tříatomové molekuly - lineární (např. CO<sub>2</sub>),  
ale většinou jako rovinné - **H<sub>2</sub>O**



- víceatomové molekuly nejčastěji  
prostorové **NH<sub>3</sub>**  
(má tvar trojbokého jehlanu)

nebo rovinné (benzen )



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

**Skupenství** je konkrétní forma látky, charakterizovaná uspořádáním částic v látce a projevující se typickými vlastnostmi.


## A. Plynná látka

### Vlastnosti plynů

- nemají stálý tvar ani objem, jsou stlačitelné
- nemají volný povrch (hladinu)
- vedou elektrický proud jen za určitých speciálních podmínek
- teplo se v plynech může šířit prouděním

Výše zmíněná pravidla platí, pokud zanedbáme gravitaci (v malém měřítku lze).

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

- pokud je plyn držen pohromadě gravitací, tvoří tak atmosféru planety nebo planetu samotnou (Jupiter, Saturn, Uran, Neptun – plynní obři)
  - molekuly plynu se skládají z jednoho nebo několika atomů
  - rozměry molekul jsou malé 0,07 nm
- 
- střední vzdálenost mezi molekulami je velká 3 nm
  - přitažlivé síly mezi molekulami jsou zanedbatelné

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

- molekuly plynu vykonávají tepelný pohyb
- s rostoucí teplotou roste střední rychlost molekul
- srážka – molekuly se přiblíží  
a odpuzivá síla změni směr a rychlost



- mezi srážkami se pohybují rovnoměrně přímočaře



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

Celková vnitřní kinetická energie soustavy molekul plynu se rovná součtu:

- $E_k$  molekul konajících neuspořádaný posuvný pohyb,
- $E_k$  molekul konajících rotační pohyb,
- $E_k$  kmitavého pohybu atomů uvnitř molekul.

**Celková vnitřní potenciální energie ( $E_p$ ) soustavy molekul plynu je **podstatně menší** než celková kinetická energie ( $E_k$ ) částic téhož plynu stejné hmotnosti.**

# 1. 3. MODELÝ STRUKTURY LÁTEK

## B. Kapalná látka

### Vlastnosti kapalin

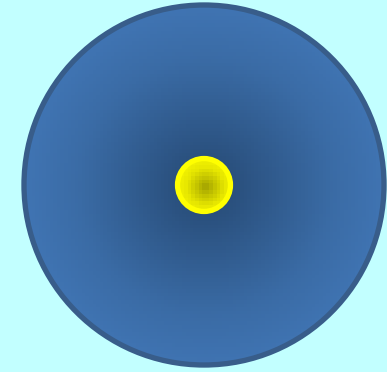
- tvar odpovídá tvaru nádoby
- kapalná tělesa mají vlastní objem
- mají volný povrch (hladinu)
- kapaliny tvoří kapky  
(díky slabým přitažlivým silám mezi částicemi)
- jsou těžko stlačitelné
- vodičem elektrického proudu ve vodivých kapalinách jsou ionty
- teplo se v kapalinách může šířit prouděním



Obr. 13 - kapky

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

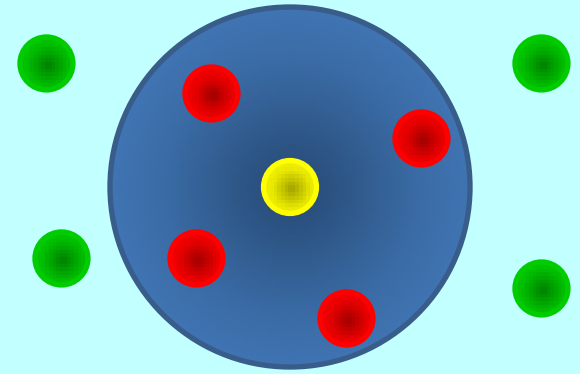
- Přitažlivé molekulové síly mají krátký dosah.
- Oblast dosahu molekulového působení jedné molekuly lze vymezit koulí o určitém poloměru, opsanou kolem vybrané molekuly.



tzv.: sféra molekulového působení

# 1. 3. MODEL STRUKTURY LÁTEK

- Na vybranou molekulu kapaliny působí pouze molekuly z jejího blízkého okolí.

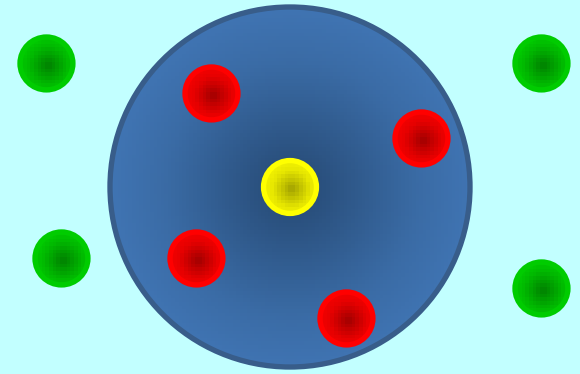


- Silové působení molekul, které se nachází mimo tuto sféru, na vybranou molekulu můžeme zanedbat.

Důsledkem jsou kapilární jevy na rozhraní kapaliny a pevné látky.

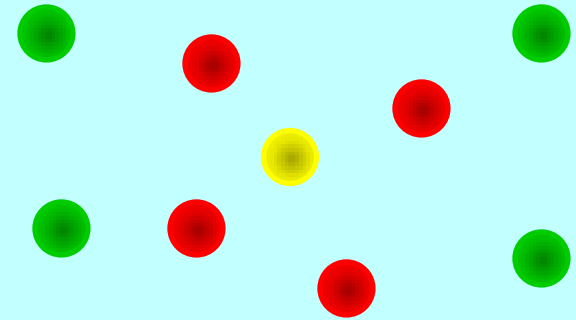
# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

- Molekula je vázaná v silovém poli okolních molekul a kmitá kolem rovnovážné polohy, která se s časem mění.



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

- Molekula je vázaná v silovém poli okolních molekul a kmitá kolem rovnovážné polohy, která se s časem mění.



- Může si vyměnit místo se sousední molekulou...
- Působí-li na kapalinu vnější síla, posunují se molekuly ve směru působící síly.



Střední vzdálenost mezi částicemi je 0,2 nm

**U kapaliny daného objemu je celková  $E_p$  soustavy částic srovnatelná s jejich celkovou vnitřní  $E_k$ .**

# 1. 3. MODEL Y STRUKTURY LÁTEK

## C. Pevná látka

- Částice se vzájemně udržují v určitých rovnovážných polohách, kolem kterých vykonávají kmitavý pohyb. Na rozdíl od kapalin se tyto polohy nepřemísťují.
- Atomy nebo molekuly jsou pevně vázány v krystalové mřížce.

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## C. Pevná látka

### Vlastnosti

- tělesa z pevných látek drží svůj tvar, ke změně tohoto tvaru je třeba na těleso působit silou
- mají svůj objem
- střední vzdálenost mezi částicemi 0,2 – 0,3 nm
- elektrický proud ve vodivých látkách je způsoben elektrony, ionty
- teplo se v pevných látkách nemůže šířit prouděním



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

**Rozdělení pevných látek** podle uspořádání částic:

**krystalické** látky (krystaly) - jsou obecně anizotropní.  
(Fyzikální vlastnosti závisí na volbě směru).

Molekuly vytváří v krystalech pravidelné struktury.

**amorfní** (beztvaré) látky - amorfní látky jsou izotropní.  
(nezávisí na směru)

**Celková vnitřní  $E_p$  soustavy částic pevného tělesa  
je větší než celková vnitřní  $E_k$  těchto částic  
konajících kmitavý pohyb.**

# 1. 3. MODELÝ STRUKTURY LÁTEK

## krystalické látky

Obr. 14



Obr. 15



Obr. 16 - sádrovec





# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## krystalické látky



Obr. 17 - ametyst



Obr. 18 - fluorit (kazivec)



Obr. 19 - sůl kamenná



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## krystalické látky

Obr. 21 - skalice modrá



Obr. 20 - křišťál



Obr. 22 - pyrop



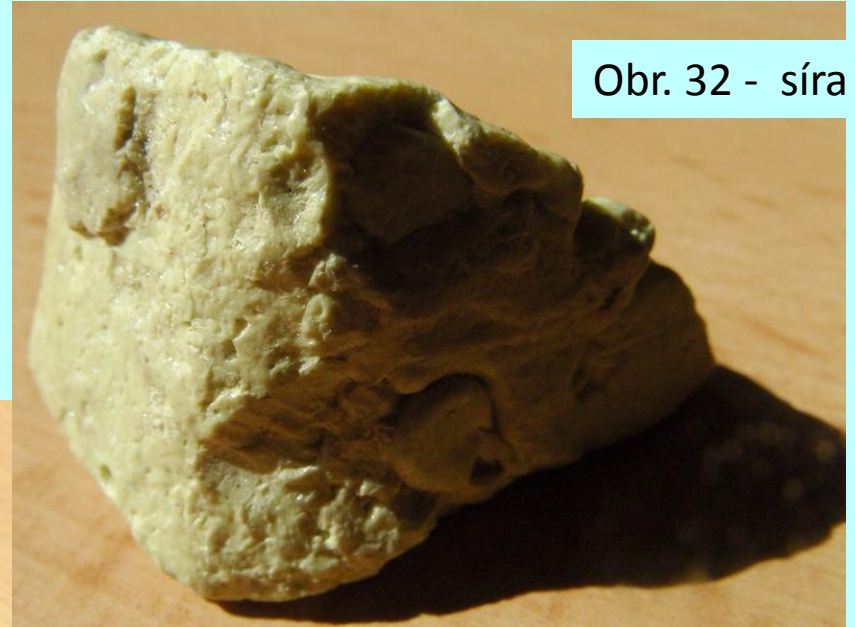


# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## krystalické látky



Obr. 31 - sádrovec



Obr. 32 - síra

# 1. 3. MODELÝ STRUKTURY LÁTEK

amorfní látky



Obr. 23 - vosk



Obr. 24 - sklo



# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## amorfní látky



Obr. 25 - opál



Obr. 26 - asfalt



Obr. 27- pryskyřice

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## D. Plazma

Soustava elektricky nabitých částic (iontů, volných elektronů) a neutrálních částic (atomů, molekul).

Plazma existuje v různých, často velmi odlišných formách.

- blesk
- plamen
- polární záře
- uvnitř zářivek a tzv. neonů,
- plazma hvězd
- sluneční vítr
- mlhoviny



Obr. 2

Parametry plazmatu v těchto formách se velmi liší.



# 1. 3. MODELNY STRUKTURY LÁTEK

## D. Plazma



Obr. 28



Obr. 29

# 1. 3. MODELY STRUKTURY LÁTEK

## D. Plazma

Obr. 30



# 1.4. ROVNOVÁŽNÝ STAV SOUSTAVY

## **Termodynamická soustava**

je těleso nebo soustava zkoumaných těles.

## **Stavové veličiny**

veličiny, které charakterizují stav soustavy - **p, V, T**.

## **Stavová změna**

nastává při interakci soustavy s okolím.

Dochází při ní ke změně stavových veličin.

## **Izolovaná soustava**

nedochází k výměně energie

ani k výměně částic s okolím.

## **Adiabaticky izolovaná soustava**

nedochází k tepelné výměně s okolím.

# 1.4. ROVNOVÁŽNÝ STAV SOUSTAVY

## **Rovnovážný stav – RS**

stav, v němž zůstávají stavové veličiny konstantní.

Každá soustava, která je od určitého okamžiku v neměnných vnějších podmínkách, přejde samovolně do RS.

## **Rovnovážný děj**

děj, při kterém soustava prochází řadou na sebe navazujících rovnovážných stavů.

Př.: Pomalé stlačování plynu.

Skutečné děje jsou nerovnovážné.

Rovnovážný stav je stav s největší pravděpodobností výskytu.

## 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

Teplota souvisí s průměrnou kinetickou energií částic látky.

Tělesa, mají **stejnou teplotu**, jestliže při vzájemném dotyku nemění své rovnovážné stavy.

Tělesa, mají **různou teplotu**, jestliže při vzájemném dotyku mění své rovnovážné stavy.

Teplotu měříme teploměrem.

Musíme sestrojít teplotní stupnici a stanovit jednotku.

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

**Celsiova teplotní stupnice 1742**

**Anders Celsius** (Švéd)

referenční body

**0 °C** – teplota varu vody

**100 °C** – teplotu tání ledu

obojí při tlaku vzduchu 1013,25 hPa.

$$[t] = ^\circ\text{C}$$



Obr. 3



# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Celsiova teplotní stupnice 1742

Anders Celsius (Švéd)

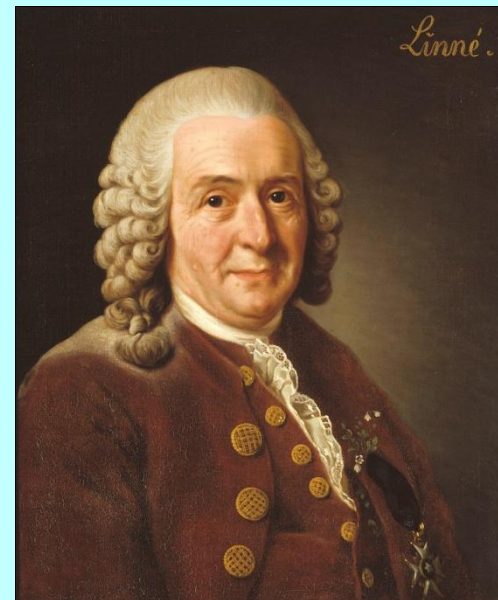
referenční body

**0 °C** – teplota varu vody

**100 °C** – teplotu tání ledu

obojí při tlaku vzduchu 1013,25 hPa.

$$[t] = ^\circ\text{C}$$



**Carl Linné** (Švéd) stupnici později otočil, a proto je dnes Obr. 4

**0° C** – RS vody a ledu při normálním tlaku – bod tání

**100° C** – RS vody a její syté páry – bod varu

Dnes je Celsiova stupnice (vedlejší jednotka soustavy SI)

definována pomocí trojného bodu vody,

kterému je přiřazena teplota 0,01 °C a tím,

že absolutní velikost jednoho dílku teplotní stupnice (1 °C) je rovna 1 K.

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Termodynamická teplota

Jednotkou je **Kelvin** (SI).

$$[T] = K$$

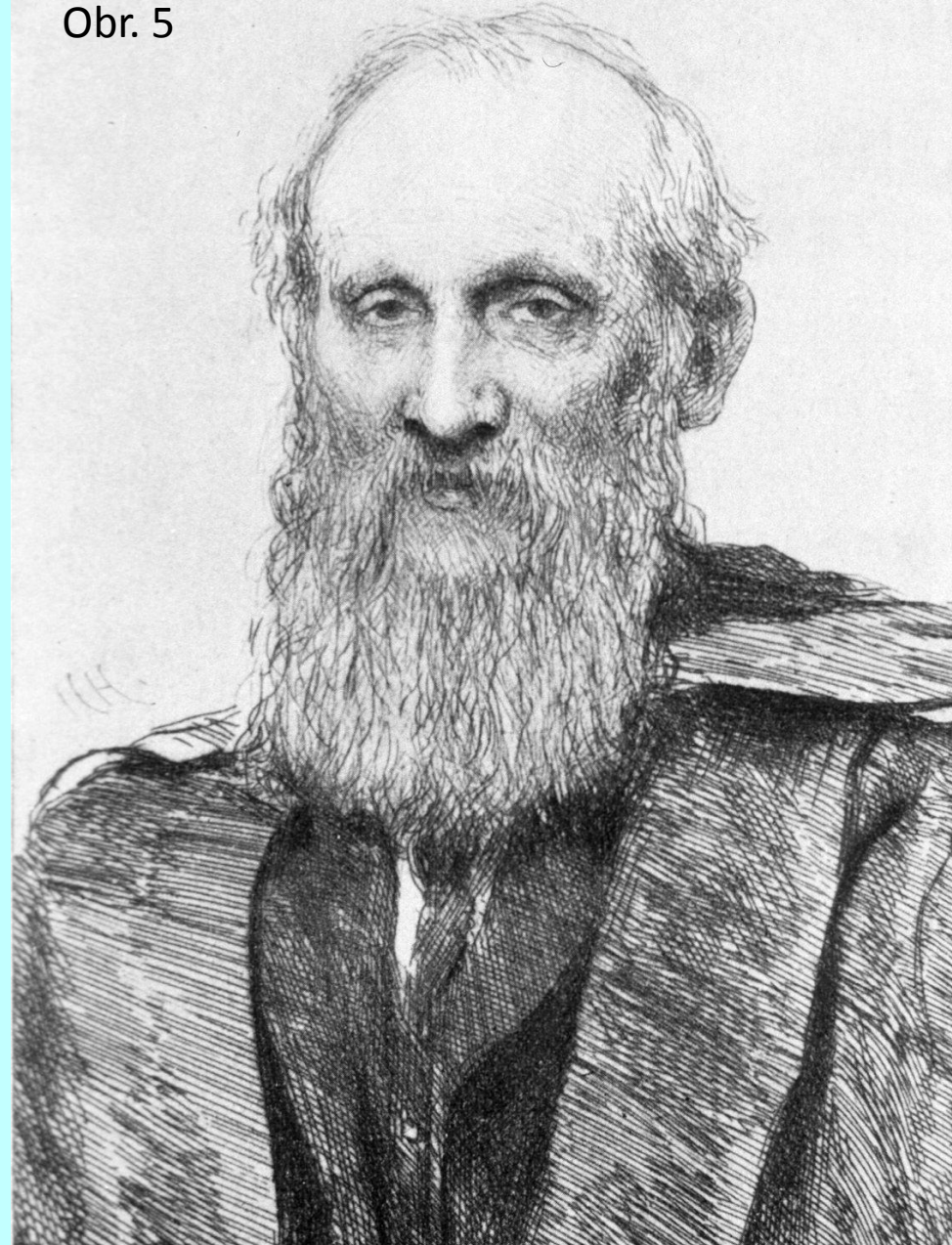
Termodynamická teplotní stupnice není závislá na náplni teploměru. Navrhl ji skotský fyzik

**William Thomson.**

Povýšen do šlechtického stavu jako **lord Kelvin.**

**1 K** je  $1/273,15$  díl termodynamické teploty trojného bodu vody.

Obr. 5





# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Termodynamická teplota

### referenční body

#### **0 K**

- teplota tzv. absolutní nuly
- naprosto nejnižší teplota, která je fyzikálně definována
- $E_k$  je nejnižší, ale ne nulová, mění se vlastnosti látek

#### **273,15 K**

- je teplota trojného bodu vody - RS ledu, vody a syté páry

Do roku 1967 se používal „stupeň Kelvina“ a označení °K.

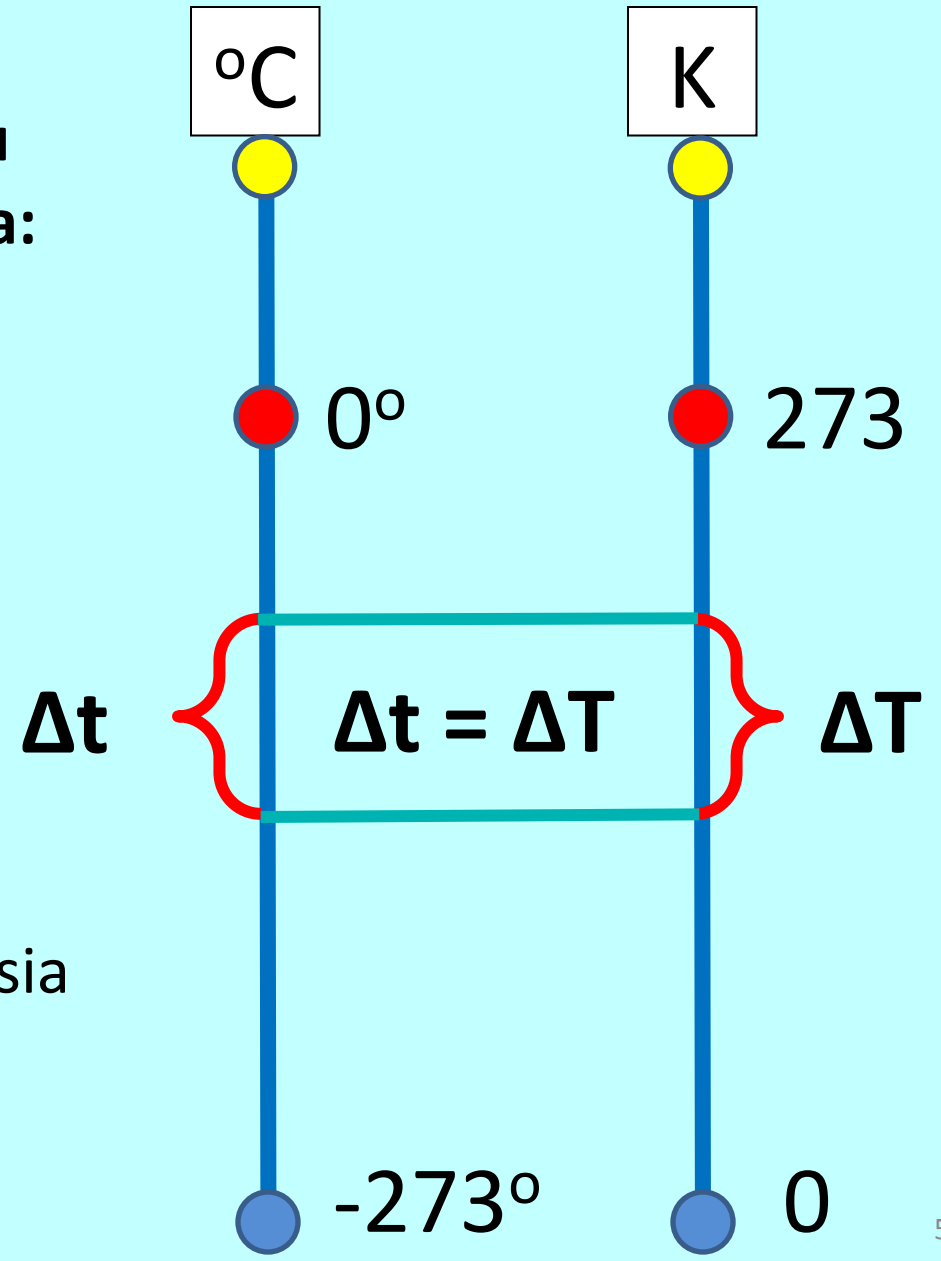
# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

Přepoččet mezi  
termodynamickou teplotou  
a teplotou ve stupních Celsia:

$$\{t\} = \{T\} - 273$$

$$\{T\} = \{t\} + 273$$

Teplotní rozdíl ve stupních Celsia  
je stejný jako v Kelvinech!



# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Další teplotní stupnice:

Stupeň Fahrenheita (značka °F)

**Gabriel Fahrenheit** (N) 1724.

Dnes se používá hlavně v USA.

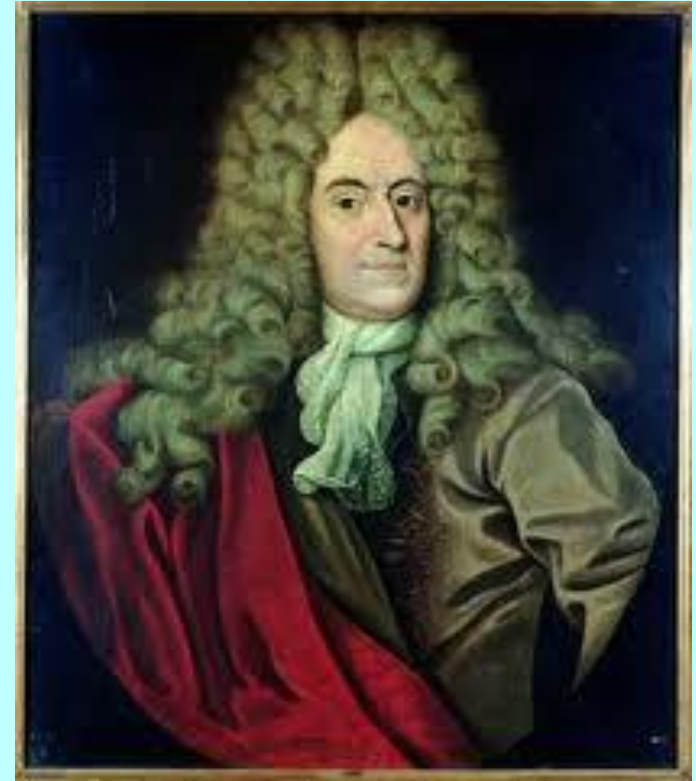
### referenční body

**0 °F** nejnižší teplota, jaké se podařilo Fahrenheitovi dosáhnout smícháním chloridu amonného, vody a ledu

**96 °F** teplota lidského těla.

Později byly body upraveny na:

2 °F pro bod mrazu vody  
212 °F bod varu vody.

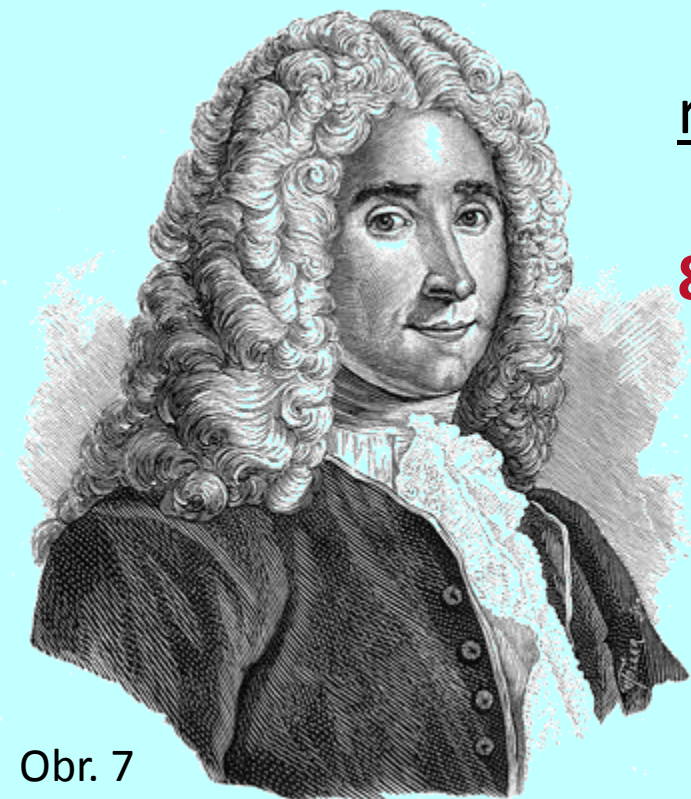


Obr. 6

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Další teplotní stupnice:

Stupeň Réaumura (značka °R) **René Réamur** (F) 1730.



referenční body

**0 °R** je bod mrazu vody (jiný teplotní interval)

**80 °R** je bod varu vody  
při normálním atmosférickém tlaku

Réaumurova stupnice byla velmi rozšířená, ale během 19. století byla nahrazena jinými systémy. Dnes se již nepoužívá.

$$R = \frac{4}{5} C$$

$$C = \frac{5}{4} R$$

Obr. 7

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

Přepočet Fahrenheitovy stupnice na jiné stupně:

Kelvinova stupnice

$$K = \frac{5(F + 459,67)}{9}$$

$$F = \frac{9K}{5} - 459,67$$

Celsiova stupnice

$$C = \frac{5(F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

Réaumurova stupnice

$$R = \frac{4(F - 32)}{9}$$

$$F = \frac{9R}{4} + 32$$

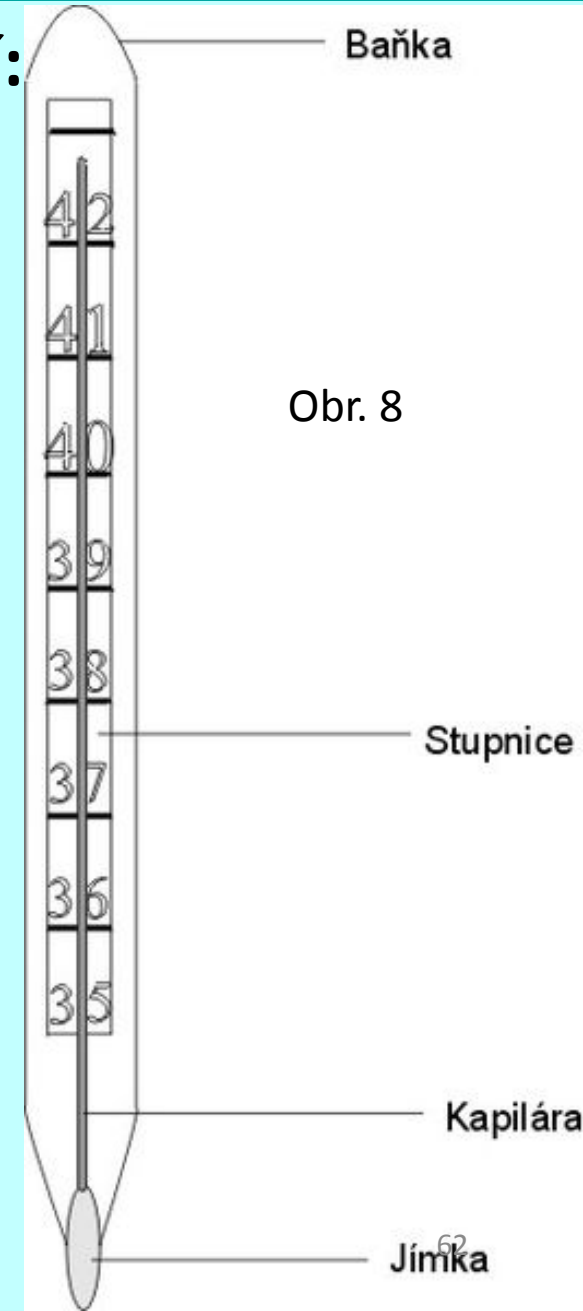
# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

### 1. Kapalinový teploměr

k měření teploty využívá teplotní roztažnosti teploměrné kapaliny.

- **rtuť**  
od  $-30^{\circ}\text{C}$  do  $300^{\circ}\text{C}$   
( $-39^{\circ}\text{C}$  tuhne,  $357^{\circ}\text{C}$  vře)
- **rtuť a nad ní dusík**  
(brání vypařování Hg) – do  $700^{\circ}\text{C}$
- **líh**  
od  $-110^{\circ}\text{C}$  do  $70^{\circ}\text{C}$



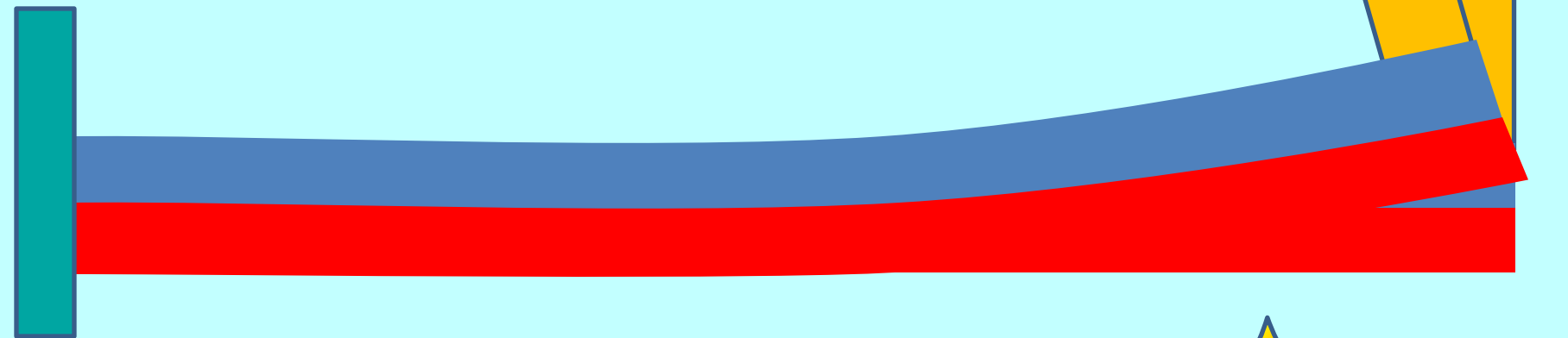
# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

### 2. **Bimetalový** teploměr

využívá bimetalový (dvojkový) pásek složený ze dvou kovů s různými teplotními součiniteli délkové roztažnosti.

Při změně teploty se pásek ohýbá a tento pohyb se přenáší na ručku přístroje.



Červeně znázorněný kov má teplotní roztažnost než kov znázorněný modře.

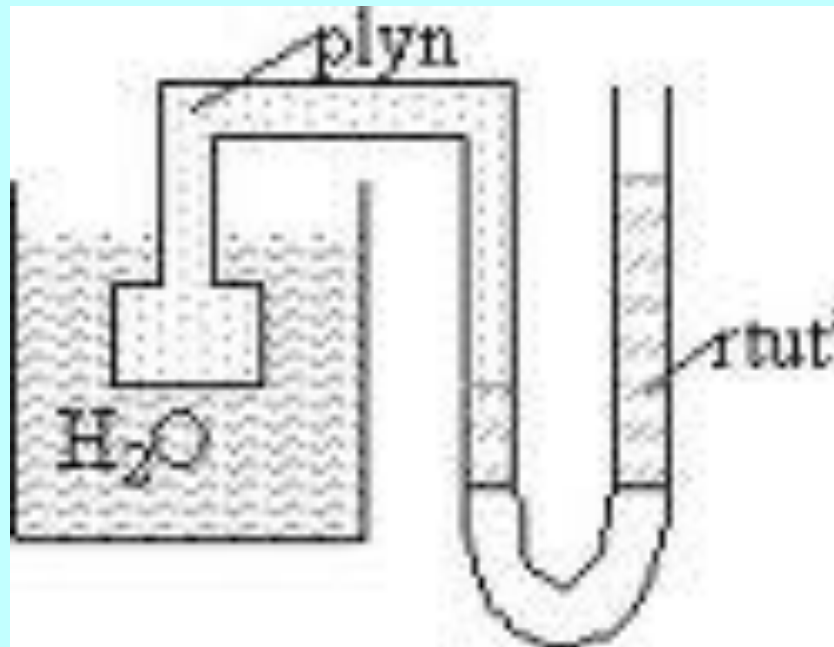


# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

### 3. Plynový teploměr

využívá závislost tlaku plynu na teplotě při stálém objemu plynu, popř. závislost objemu plynu na teplotě při stálém tlaku.



Obr. 31



# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

### 4. **Odporový** teploměr

využívá závislost elektrického odporu vodiče nebo polovodiče



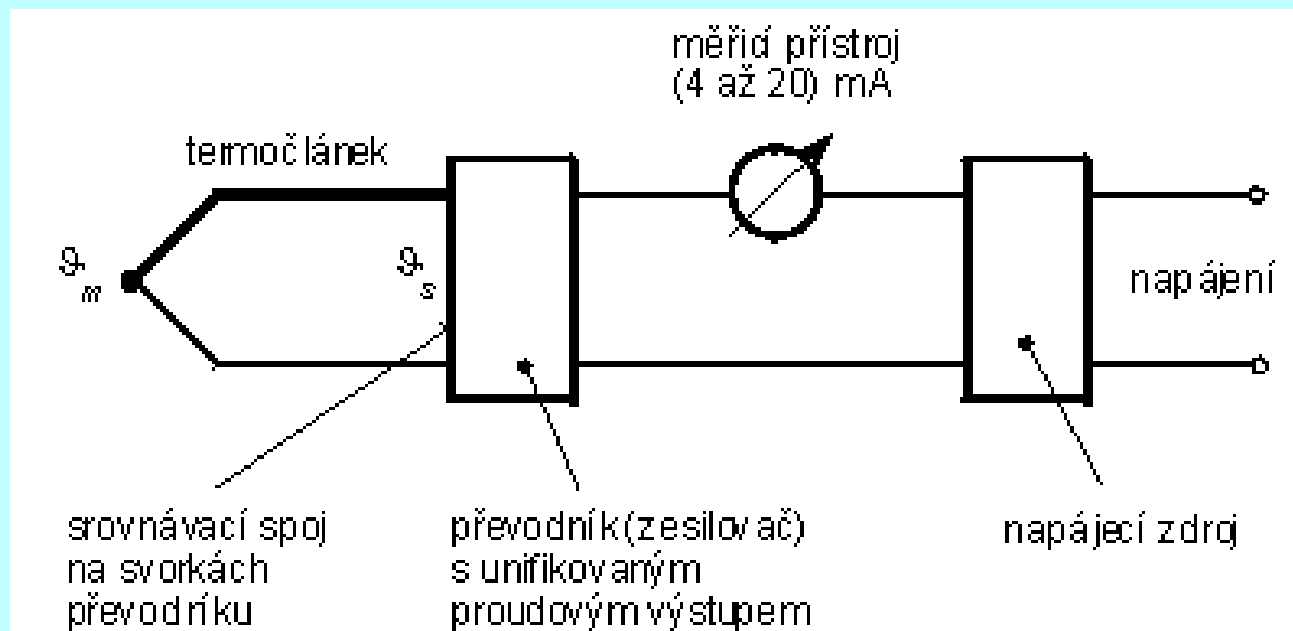
Obr. 32

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

5. **Termoelektrický** teploměr (také termočlánek) využívá termoelektrický jev.

Změnou teploty spoje dvou různých kovů se mění vzniklé termoelektrické napětí.



Obr. 33

# 1.5. TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

## Druhy teploměrů podle principu fungování:

### 6. **Radiační** teploměr (Infrateploměr)

Teploměr určený k měření vysokých teplot založený na zákonech tepelného záření:

- Planckův vyzařovací zákon,
- Wienův zákon,
- Stefanův-Bolcmanův zákon.

Měří záření vysílané tělesy do okolí (na stejném principu pracují i světelná infračidla či naváděné střely).

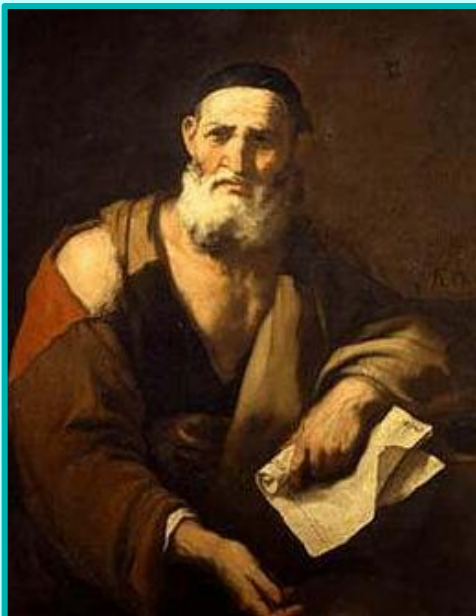
# 1.6. HISTORICKÝ PŘEHLED VÝVOJE NÁZORŮ NA STAVBU HMOTY

## ŘECKO – ATOMISTÉ

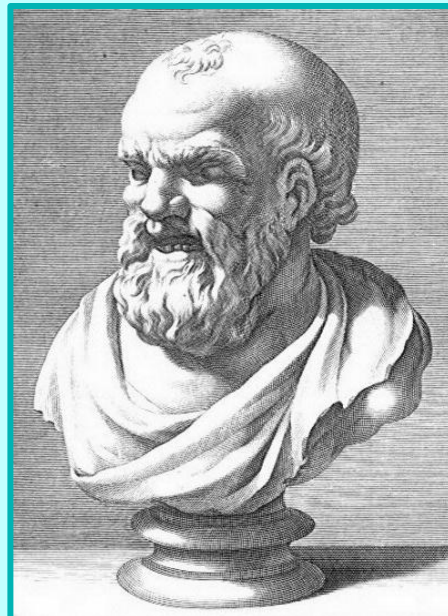
- LEUKIPPOS (500 – 440 př.n.l.)
- DEMOKRITOS (460 – 370 př.n.l.)
- EPIKUROSOV (341 – 270)

Vlastnosti těles a některé jevy vysvětlovali uspořádáním a pohybem jednoduchých a dále nedělitelných částíček – atomů. Byly to jen spekulace založené na pozorování či pokusech.

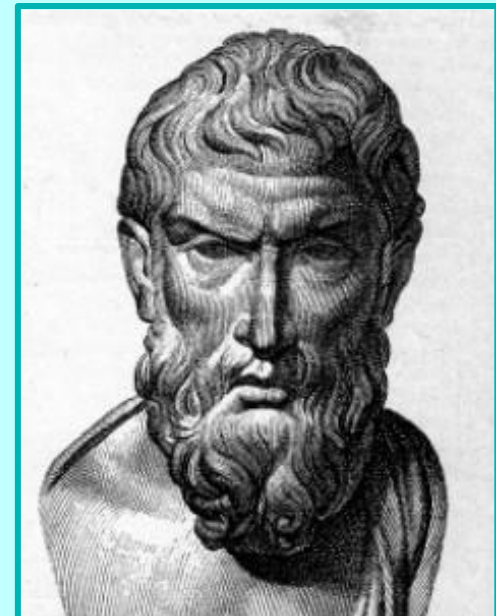
## ŘÍM – LUCRETIUS (99 – 55)



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11

# 1.6. HISTORICKÝ PŘEHLED VÝVOJE NÁZORŮ NA STAVBU HMOTY

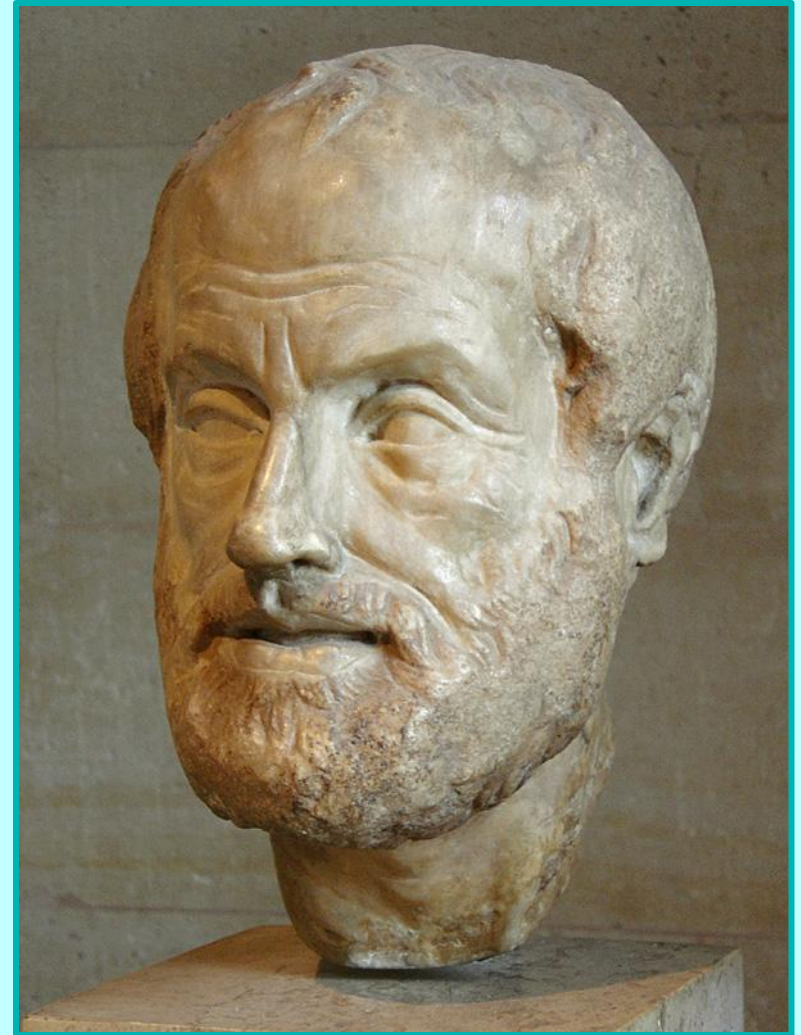
## ARISTOTELES

Řek (384 – 322 př.n.l.)

Každá látka je tvořena  
z pěti základních pralátek:

- země
- voda
- vzduch
- oheň
- éter

Obr. 12



# Použitá literatura

## Literatura

BARTUŠKA, K., SVOBODA, E. *Molekulová fyzika a termika, Fyzika pro gymnázia*. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-200-7

LEPIL, O. *Sbírka úloh pro střední školy. Fyzika* Praha: Prometheus, 2010. ISBN 978-80-7196-266-3

## Obrázky:

[1] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Robert\\_Brown\\_%28young\\_-\\_larousse%29.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Robert_Brown_%28young_-_larousse%29.jpg)

[2] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/aa/Polarlicht\\_2.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/aa/Polarlicht_2.jpg)

[3] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Anders-Celsius-Head.jpg>

[4] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Carl\\_von\\_Linn%C3%A9.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/68/Carl_von_Linn%C3%A9.jpg)

[5] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/William\\_Thomson\\_1st\\_Baron\\_Kelvin.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/William_Thomson_1st_Baron_Kelvin.jpg)

[6] - [http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTe3zO1IADLRojfF-1GDzceexS5Cy3yB5ARAYOy2-t\\_c2UAcj\\_Wi-YeNzj3Ow](http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTe3zO1IADLRojfF-1GDzceexS5Cy3yB5ARAYOy2-t_c2UAcj_Wi-YeNzj3Ow)

[7] - [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Reaumur\\_1683-1757.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Reaumur_1683-1757.jpg)

[8] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Teplomer.jpg>

[9] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Leucippe\\_%28portrait%29.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Leucippe_%28portrait%29.jpg)

[10] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Democritus2.jpg>

[11] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4e/Epikur.jpg>

[12] - [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Aristoteles\\_Louvre.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Aristoteles_Louvre.jpg)

[31] - [http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ3xTvu\\_mWhkYgULi1ELvdW7RSWmthIIZ9FuALxCoSnkeF1N7r4Cd8sSFaS](http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ3xTvu_mWhkYgULi1ELvdW7RSWmthIIZ9FuALxCoSnkeF1N7r4Cd8sSFaS)

[32] - <http://www.ivar.cz/Technologie/Obrázky/Gefran/tc1.gif>

[33] - <http://uprt.vscht.cz/ucebnice/mrt/F4/F4k43-o435.gif>

[34] - [http://nd05.jxs.cz/921/555/131aa1f4ae\\_77229534\\_o2.jpg](http://nd05.jxs.cz/921/555/131aa1f4ae_77229534_o2.jpg)

[35] - <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Osm%C3%B3za.svg>

[36] - [http://www.omalovanky-k-vytisknuti.cz/w/omalovanky/cache/06\\_pes\\_cura\\_190x144o13.jpg](http://www.omalovanky-k-vytisknuti.cz/w/omalovanky/cache/06_pes_cura_190x144o13.jpg)

Obrázky č. 13 – 30 jsou vlastní.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tato prezentace vznikla na základě řešení projektu OPVK, registrační číslo: CZ.1.07/1.1.24/01.0114  
s názvem  
„PODPORA CHEMICKÉHO A FYZIKÁLNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ NA GYMNÁZIUM KOMENSKÉHO V HAVÍŘOVĚ“

**Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.**