

Schéma přednášky 1:

Vlastnosti plynů

Tabule 1: Typické vlastnosti plynů?

- Tekutost (spolu s kapalinami) ... volný tok
- Nízká hustota
- **Snadná stlačitelnost**
- Vždy zaujmou plný objem nádoby
- Mohou být zkapalněny stlačením a ochlazením
- **Mísitelnost (pokud plyny nereagují)**
- *Pára* = plyn vzniklý odpařením kapaliny nebo sublimací pevné látky

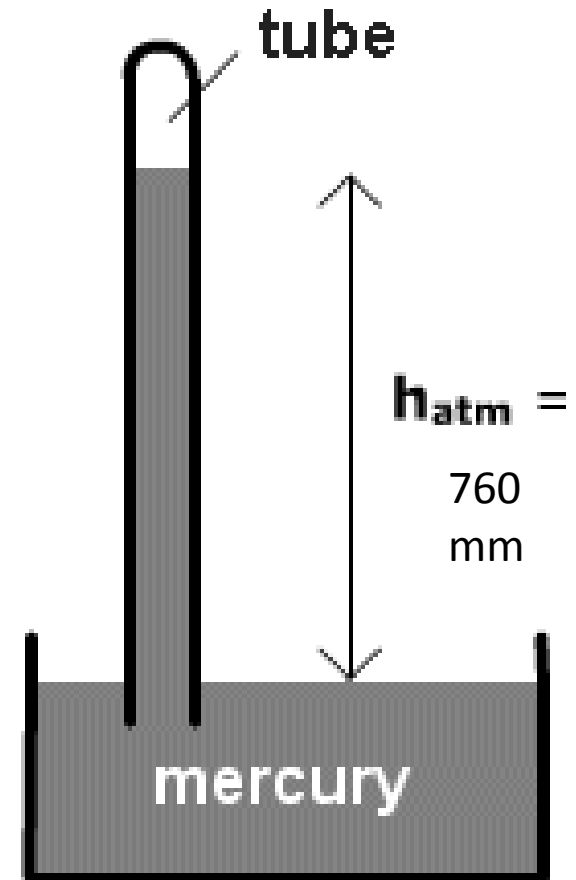
- Snímek 1: Čím jde vysvětlit tyto vlastnosti?
- velmi slabé, až zanedbatelné mezičásticové interakce
- tudíž volné pohyblivosti částic.
- Tato představa není zcela samozřejmá!
- Isaac Newton (17. stol) zastával ve své době progresivní atomovou hypotézu
- ! jinak byl vzduch = jeden ze čtyř živlů !
- Ale Newtonova představa: nepohyblivé částice silně se odpuzující navzájem
- proto tlak na stěny nádoby.

- Snímek 2: Tlak a objem.
- Proč se Newton zajímal o strukturu plynů?
- Přátelil se s Irským přírodovědцем, o 15 let starším Robertem Boylem.
- Zřejmě v souvislosti s tím jej zajímal vztah mezi objemem a tlakem vzduchu, viz obrázek.

- Snímek 3. V té době tedy již musel být tlak měřitelnou veličinou.
- Bylo tomu tak od r. 1643, kdy tzv. Torricelliho pokus vedl k sestavení prvního barometru.
- Fungoval na principu zahnuté trubice, porovnávající tlak vzorku s tlakem atmosféry pomocí výšky sloupce rtuti vytlačené vzorkem a-nebo atmosférou na místo nižšího tlaku.
- Jak vlastně Torricelli k tomuto nápadu dospěl?

Tabule 2 - Torricelliho pokus

- VV Toskánský: zavlažování, vysoušení dolů, fontány: čerpání vody do ≥ 12 m
- Pomocí sacích pump: max=10 metrů
- Torricelli – nápad udělat pokus se rtutí (14x hustší než H_2O)
- výpočet: tlak 10 m $H_2O \sim$ tlaku 0.75 m Hg
- Pokus potvrdil, navíc: výška hladiny Hg mírně kolísala
- Závěr: p_{atm} nedokáže vytlačit, či udržet sloupec vody vyšší, než 10 metrů.
- Tehdejší představa: vodu pod píst při jeho pohybu vzhůru vhání tzv. strach přírody z prázdnoty (horror vacui).
- Torricelli: *Žijeme potopeni na dně oceánu vzduchu.*



Tabule 3: **Pojem tlaku**, jednotky

- Jak je ve fyzice definován tlak? *Jako síla na plochu.*

$$\text{tlak} \leftarrow p[\text{Pa}] = \frac{F[\text{N}] \rightarrow \text{síla}}{S[\text{m}^2] \rightarrow \text{plocha}}$$

- *Pa, N jsou odvozené jednotky SI*
- *V základních jednotkách SI:*
- $F = m \cdot a \dots 1\text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
- $S \dots \text{m}^2$
- $p \dots 1\text{Pa} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Snímek 4

- V současnosti používané jednotky tlaku
- Podobnost kapalin a plynů (Bernoulliho zákony pro kapaliny)... volný tok
- Proto společný název tekutiny

Snímek 5

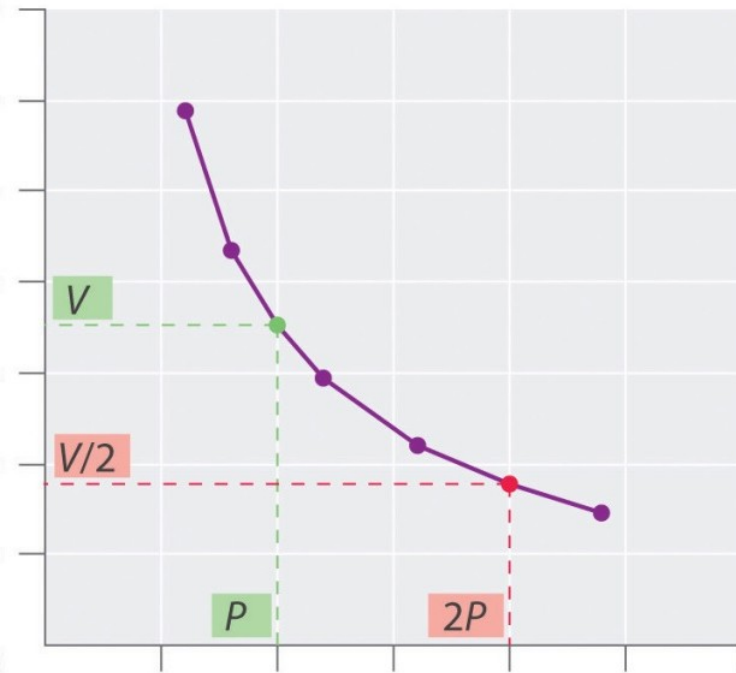
- Co hraje roli kromě tlaku (analogie s počasím)?
(Teplota)
- Proč by měl tlak s teplotou růst?
- Protože je mírou kinetické energie molekul ...
Kinetická teorie plynů, Daniel Bernoulli,
Hydrodynamica, 1738

Snímek 6

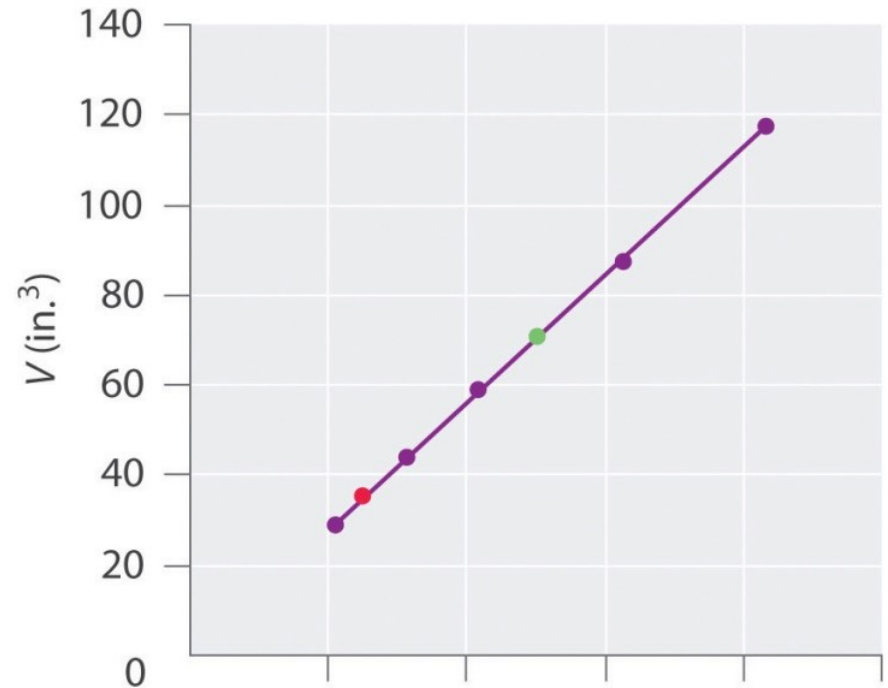
- Proč se začal zkoumat vliv teploty?
- Ve druhém letu (sólo výstup) rekord 7 km
- Cílem bylo získávání vzorků vzduchu v různých výškách, zaznamenání rozdílů teploty a vlhkosti a měření magnetismu. Při těchto výstupech byla vyvrácena Daltonova domněnka, že složení vzduchu je v různých výškách atmosféry rozdílné. Bylo prokázáno, že vzduch má i v těchto výškách stejné složení jako na povrchu Země.

Tabule 4: Robert Boyle: Výsledky pokusů se vzduchem (1662):

Boyle chtěl pravděpodobně pochopit, proč je vzduch základním elementem života a publikoval práce o růstu rostlin bez volného přístupu vzduchu.



$$V = \frac{k}{P}$$



$$V = k \frac{1}{P}$$

V těchto grafech je objem funkcí jedné proměnné, konkrétně tlaku.

Tabule 5: Boyleův(-Mariottův) zákon

- $p \cdot V = \text{konst}$
- pro neměnnou teplotu a látkové množství plynu.
- Konkrétní data, s nimiž Boyle pracoval? Viz snímek 7.

Snímek 7: Boyleův exp - rozsah dat

- Jednotky historické
- Jiné zakreslení téhož ... Je-li V lineární funkce $1/p$, pak $1/p$ bude lineární funkce V (záměna os x a y)
- ? Kolika mm Hg odpovídal minimální a maximální tlak, jehož Boyle dosáhl, a kolika atm to odpovídá? (ca $1/0.01 = 100$ mm Hg až ca $1/0.04 = 25$ mm Hg, tj. ca. $1/3 - 1.5$ atm)
- Technicky obtížné ... Hg ve skleněné trubici, tlak tříštil
- Pojem ideálního plynu: takový, který splňuje přesně Boyleův zákon (nejenom). Bude objem skutečně klesat k nule pro tlak jdoucí k ∞ ?