

MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ.

Co už víme o plynech?

Vlastnosti plynů:

- 1) jsou snadno stlačitelné a rozpínavé
- 2) nemají vlastní tvar ani vlastní objem
- 3) jsou tekuté
- 4) jsou složeny z částic, které se neustále a neuspořádaně pohybují
- 5) mají teplotu uhnutí a tání

Atmosféra Země. Atmosférický tlak.

Atmosféra je vzduchový obal Země, kterého tloušťka je několik set kilometrů. V atmosférickém vzduchu je 21% kyslíku, 78% dusíku a 1% jiných plynů (hlavně oxid uhličitý a argon). Ve vzduchu je i vodní pára, částčky prachu, mikroorganismy apod.

Atmosférický tlak vzniká tím, že horní vrstvy atmosféry Země působí v gravitačním poli Země tlakovou silou na spodní vrstvy atmosféry. Značíme ho p_a .

Na libovolnou plochu o obsahu S v atmosférickém vzduchu působí kolmo tlaková síla, kterou vypočítáme ze vztahu:

$$F = p_a \cdot S$$

Atmosférický tlak se liší od tlaku hydrostatického. Kapaliny jsou téměř nestlačitelné, proto se jejich hustota s hloubkou téměř nemění. Vzduch je stlačitelný, proto má ve vrstvě při povrchu Země větší hustotu než ve výše položených vrstvách. Atmosférický tlak nemůžeme vypočítat, ale můžeme ho změřit.

Měření atmosférického tlaku.

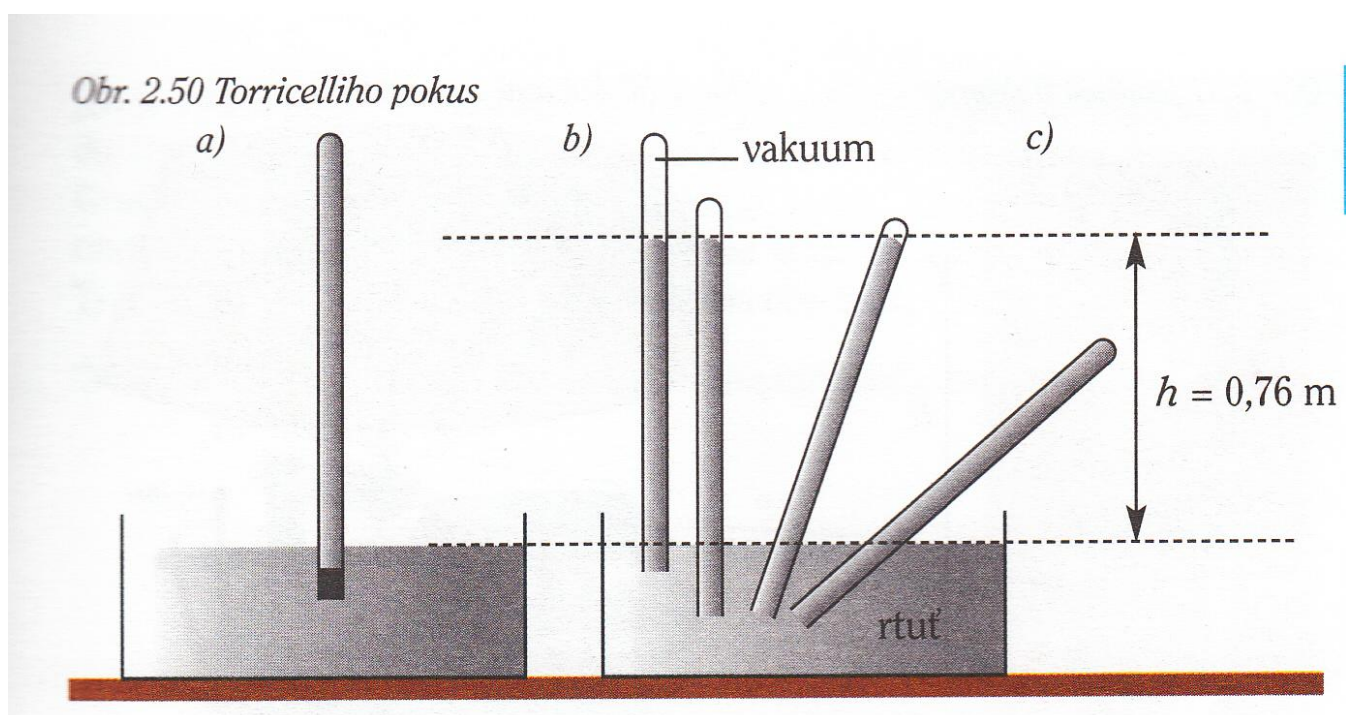
Tlaková síla atmosférického vzduchu je tak velká, že udrží sloupec vody do výšky **h**. Mohli bychom tento sloupec vody pořád zvětšovat. Takový pokus byl učiněn s hadicí s vodou. Hladina vody se usáhlí přibližně na 10 m, a tudíž musí být atmosférický tlak stejný jako hydrostatický:

$$p_a = p_h = h \cdot \rho \cdot g = 10 \cdot 1\,000 \cdot 10 = 100\,000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$$

Poprvé byl atmosférický tlak přesně změřen v roce 1643 pokusem, který prováděl E. Torricelli, a proto se nazývá

Torricelliho pokus. Místo vody použil rtuť.

Rtuť má 13,5krát větší hustotu než voda, takže k vyrovnání atmosférického tlaku vzduchu stačí hydrostatický tlak sloupce rtuti 13,5krát kratší, tedy kolem 76 cm.



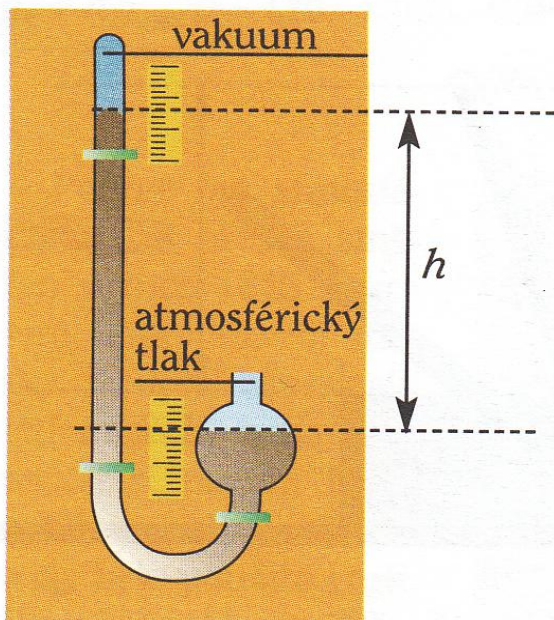
Když porovnáme výsledek Torricelliho pokusu s pokusem s vodou zjistíme, že atmosférický tlak je přibližně stejný:

$$p_a = p_h = h \cdot \rho \cdot g = 0,76 \cdot 13\,500 \cdot 10 = 102\,600 = 1\,00 \text{ kPa}$$

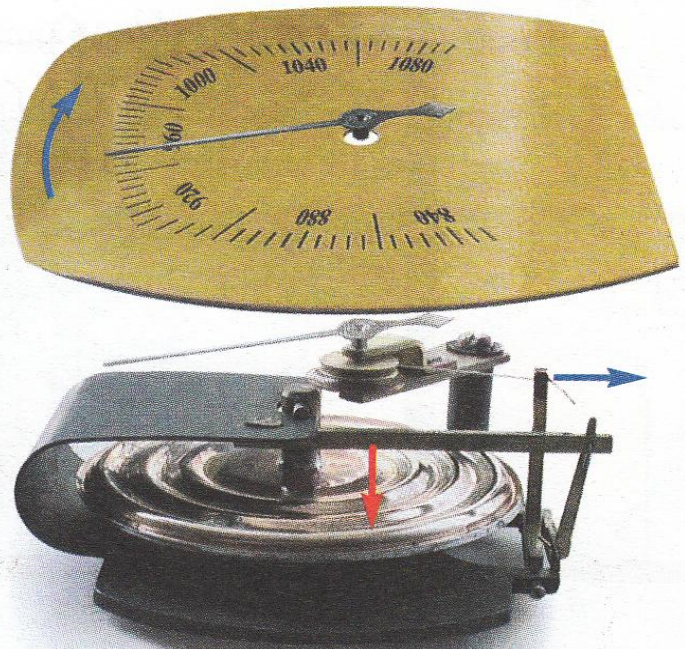
Atmosférický tlak vzduchu je $p_a = 100 \text{ kPa}$

Podle Torricelliho pokusu byl pro měření atmosférického tlaku sestaven **rtuťový tlakoměr (barometr)**. Častěji se však pro měření atmosférického tlaku používá tlakoměr, který se nazývá **aneroid**. Jeho hlavní součástí je krabička, ze které je vyčerpán vzduch. Na pružné zvlněné stěny krabičky působí zvnějšku tlaková síla vzduchu a promáčkne je tím víc, čím je atmosférický tlak větší. Změny tlaku se přenášejí na ručku, které poloha na stupnici (zpravidla v hPa) určuje atmosférický tlak.

Obr. 2.51 Rtuťový tlakoměr

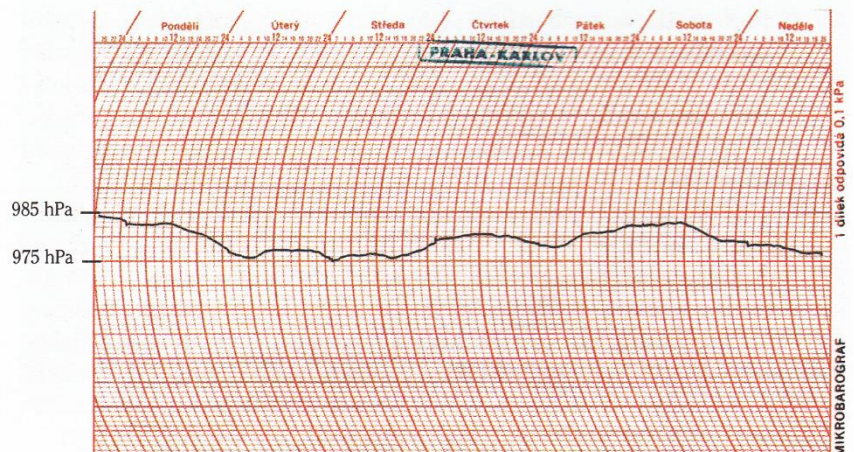
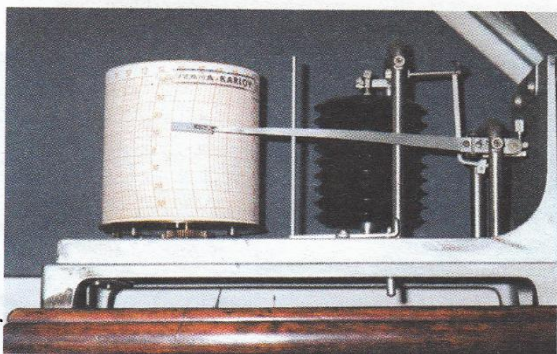


Obr. 2.52 Aneroid



K automatickému záznamu hodnot atmosférického tlaku během týdne se na meteorologických stanicích používá **barograf** (jeho princip je podobný jako u aneroidu).

Obr. 2.54 Týdenní záznam průběhu hodnot atmosférického tlaku získaný barografem v Praze na Karlově



Změny atmosférického tlaku.

! S nadmořskou výškou je hustota vzduchu menší. Atmosférický tlak se stoupající nadmořskou výškou klesá. Největší atmosférický tlak je u hladiny moře, asi 1 013 hPa. !

Změny atmosférického tlaku se stoupající nadmořskou výškou byly podrobně proměřeny. Podle těchto měření byly sestrojeny přístroje, které se nazývají výškoměry. Jsou to aneroidy upravené tak, že na stupnici je místo hodnot atmosférického tlaku přímo uvedena nadmořská výška místa měření (jsou důležité při řízení letadel).

Obr. 2.55 Výškoměr



Vzduch v atmosféře je v neustálém pohybu vzhledem k povrchu Země, mění se jeho teplota a vlhkost a proto se *na téže místě atmosférický tlak během času mění*. Výkyvy jsou ovšem velmi malé (u nás cca 935 hPa – 1 055 hPa).

Normální tlak byl stanoven mezinárodní dohodou:

$$p_n = 101\,325 \text{ Pa (přesně)} = 101 \text{ kPa}$$

Vztlaková síla působící na těleso v atmosféře Země.

Na každé těleso v atmosférickém vzduchu působí **aerostatická vztlaková síla.**

Podle Archimédova zákona platí:

$$F_{vz} = V \cdot \rho_{vz} \cdot g \quad F_g = m \cdot g$$

Kde V je objem tělesa, ρ_{vz} je hustota vzduchu, $g = 10 \text{ N/Kg}$.

Hustota vzduchu ve vrstvě u povrchu Země je $1,29 \text{ kg/m}^3$.

Na volné těleso v atmosféře Země působí tedy vztlaková síla F_{vz} svisle vzhůru a gravitační síla Země F_g svisle dolů.

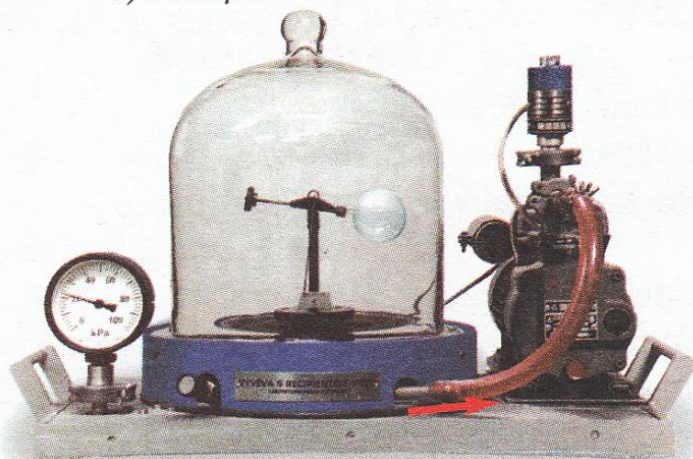
Je-li F_{vz} větší než F_g , směřuje výslednice těchto sil vzhůru a těleso ve vzduchu stoupá:

Obr. 2.56 Pokusné ověření existence vztlakové síly ve vzduchu

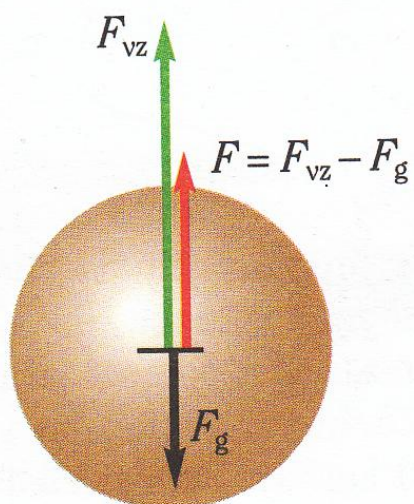
a) normální tlak vzduchu



b) odčerpávání vzduchu



Obr. 2.57 Je-li vztlaková síla ve vzduchu větší než gravitační síla, směruje výslednice těchto sil vzhůru a těleso ve vzduchu stoupá.



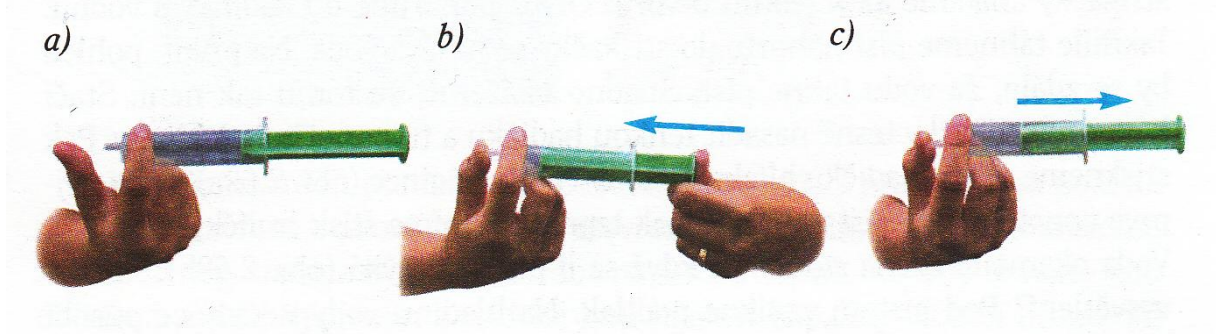
Obr. 2.58 Balon stoupající ve vzduchu



Tlak plynu v uzavřené nádobě. Manometr.

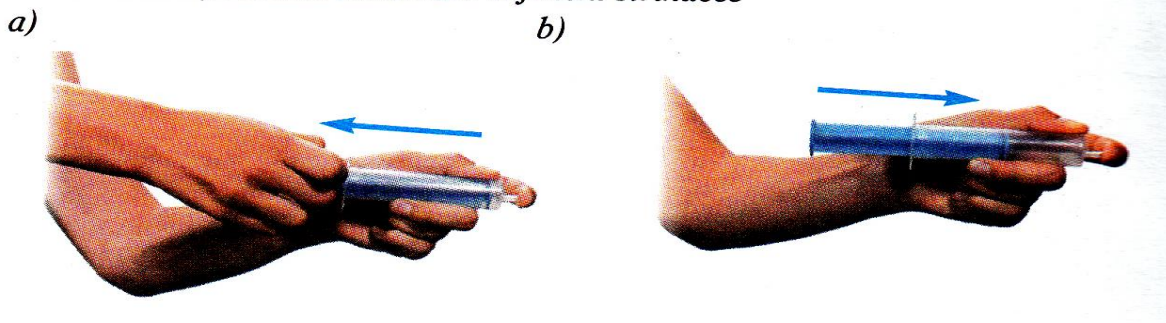
Tlak stlačeného vzduchu v uzavřené nádobě *je větší než atmosférický tlak* okolního vzduchu. Říkáme, že v uzavřené nádobě vznikl přetlak vzduchu.

Obr. 2.60 Vznik přetlaku vzduchu v injekční stříkačce



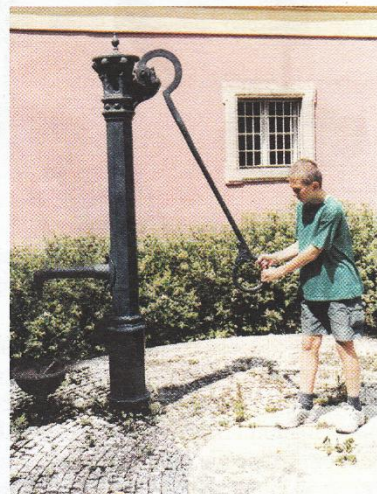
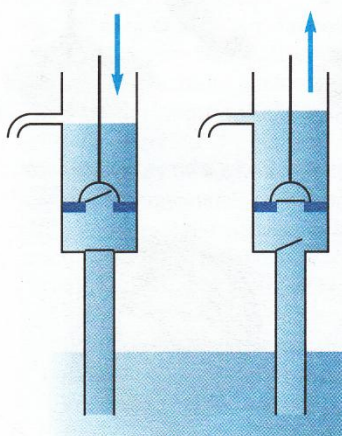
Tlak zředěného vzduchu pod pístem v uzavřené nádobě *je menší než atmosférický tlak* okolního vzduchu. Říkáme, že v uzavřené nádobě vznikl podtlak vzduchu.

Obr. 2.61 Vznik podtlaku vzduchu v injekční stříkačce



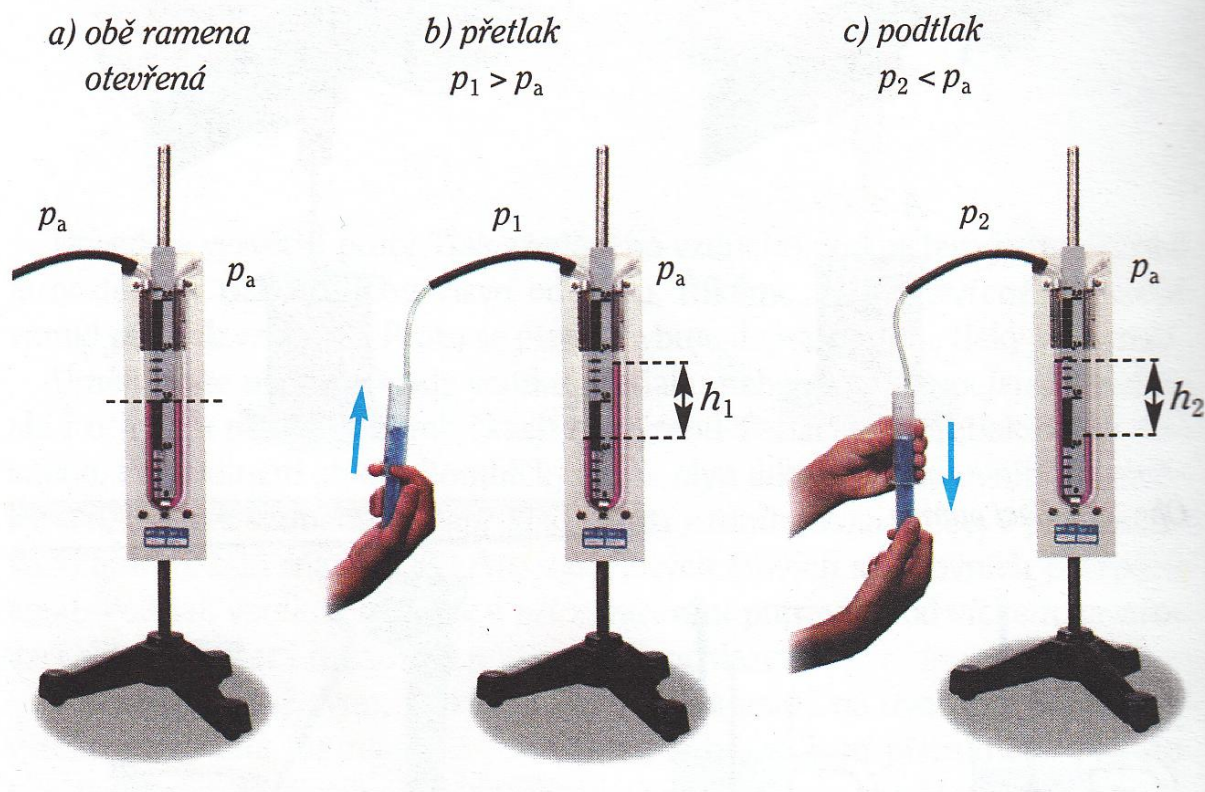
Vznik podtlaku je základem činnosti nejrůznějších pump, které mohou čerpat např. vodu ze studně, vývěv odsávacích vzduch apod.

Obr. 2.63 Sací pumpa



Přetlak nebo podtlak plynu můžeme měřit **otevřeným kapalinovým manometrem**.

Obr. 2.64 Otevřený kapalinový manometr:



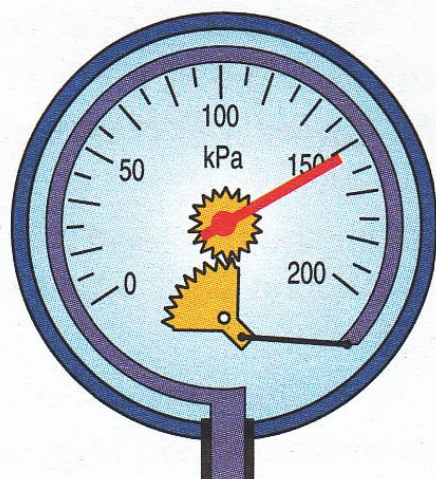
Obr. 2.65 Deformační manometr



V technické praxi se měří velké přetlaky **deformačními manometry**. Jejich hlavní součástí je pružná kovová trubice ohnutá do oblouku. Otevřený konec trubice je spojen s vnitřkem nádoby, např. kotle, ve kterém se měří přetlak páry. Uzavřený konec trubice je připojen k ručce, jejíž poloha udává přetlak na stupnici, např. v kPa.

Obr. 2.66 Činnost deformačního manometru

a)



b)

