

# Instrukce ke studiu

---

Projděte si prezentaci a provedte si zápis **JEN textu, který je zeleně**

Navštivte uvedené odkazy, nechte si povyprávět příběhy a objasnit funkce některých přístrojů, které vás denně obklopují

# MECHANICKÉ VLASTNOSTI PLYNŮ – ATMOSFÉRICKÝ TLAK

---

FYZIKA 7.A

# Vlastnosti plynů

---

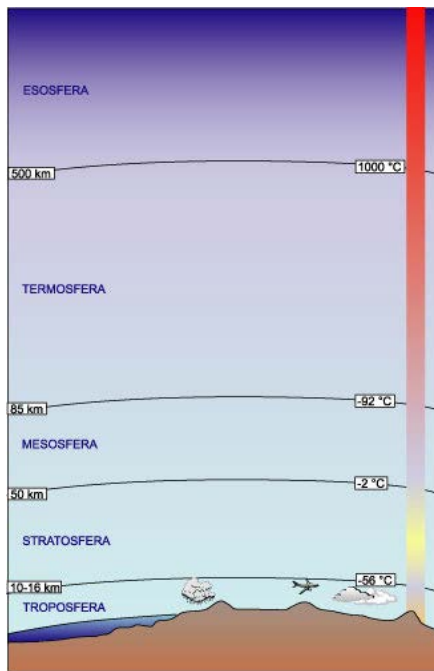
## Základní vlastnosti:

- Nemají vlastní tvar ani objem
- jsou tekuté
- jsou dělitelné
- jsou stlačitelné
- jsou rozpínavé, vždy vyplní celý prostor nádoby



# Atmosféra

• vzduchový - plynný obal Země, který je k Zemi připoután gravitační silou



- **složení:** 21% kyslíku  
78% dusíku  
1% jiné plynné látky  
vodní pára  
částičky prachu  
mikroorganismy

- **celková hmotnost atmosféry:**

**5 137 000 000 000 000 000 kg**

90% hmotnosti je soustředěna do výšky 16 km nad zemským povrchem.  
Hustota vzduchu s rostoucí vzdáleností od povrchu Země klesá.

Atmosféra se dělí ve vertikálním směru na pět soustředných částí – sfér, které se od sebe liší různými fyzikálními vlastnostmi.

# Atmosférický tlak

---

Horní vrstvy atmosféry Země působí v gravitačním poli Země tlakovou silou na spodní vrstvy atmosféry – tím vzniká ve vzduchu tlak.

Tomuto tlaku říkáme **atmosférický tlak**.

**$p_a$  – atmosférický tlak - Pa**

Jednotky: Pa (pascal)

**1 hPa = 100 Pa**

**1 kPa = 1000 Pa**

**Dříve používaná jednotka milibar – 1mbar = 1 hPa**

**Velikost atmosférického tlaku zjišťujeme měřením, nelze jej vypočítat.**

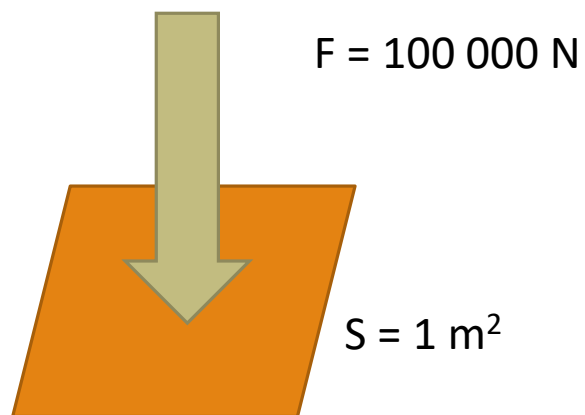
Sloupec vzduchu má v gravitačním poli svou tíhu, která se projevuje jako **atmosférický tlak  $p_a$**  - je to obdoba hydrostatického tlaku v kapalině.

Přítomnost atmosférického tlaku si neuvědomujeme, pro život je nezbytný, protože nám umožňuje dýchat, pít, pumpovat vodu, ovlivňuje počasí i naši náladu a zdravotní stav



## ***Jaká síla působí na 1 m<sup>2</sup> Země?***

Je to vlastně tíhová síla vzduchového sloupce nad touto plochou. Odtud dostaneme, že síla působící **na každý metr čtvereční Země je 100 000 N.**



## Proč nás takový velký tlak nerozmačká?

Síla působící na pokožku je způsobena tlakem 100 kPa. Pokud má naše tělo povrch  $1 \text{ m}^2$ , pak na nás působí síla 100 kN. Tato síla nás ale nerozmačká, protože stejná síla působí i z druhé strany a jejich výslednice je nulová. Obdobně atmosférický tlak nerozmačká okna.

## Jak se přesvědčíme, že atmosféra kolem nás způsobuje tlak

**Pokus 1:** Vezmi si sklenici a naplň ji po okraj vodou. Potom přiklop horní otvor kartonem. Karton přidržuj a sklenici i s kartonem otoč dnem vzhůru. Karton přestaň přidržovat. Karton z lahve nespadne, neboť ho drží tlak vzduchu kolem nás.

**Pokus 2:** Vezmi si starou injekční stříkačku a ucpi otvor modelínou. Pokus se vytáhnout píst. Nejde to, neboť vzduch tlačí na píst.

**Pokus 3:** Vezmi si plastovou láhev a udělej v dolní části láhve dva otvory. Láhev naplň vodou. Voda vytéká oběma otvory. Vezmi zátku a láhev zavíčkuj. Voda přestane vytékat, neboť do láhve se do prázdného místa netlačí nový vzduch a vzduch kolem láhve nepustí vodu ven.





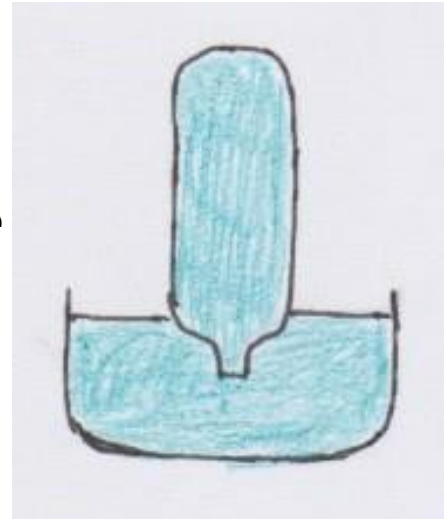
## Jak velký sloupec vody udrží atmosférický tlak

**Pokus 1:** Naplň plastovou láhev obarvenou vodou (pro lepší viditelnost) až po okraj. Vezmi umyvadlo nebo jinou otevřenou nádobu s vodou. Plastovou láhev ponoř otvorem do otevřené nádoby. Při ponořování otvor ucpi tak, aby voda nemohla vytékat. Tento otvor uvolni až po potopení. Pozoruj, zda voda z láhve vyteče?

**Závěr:** Voda z láhve nevyteče, protože je tam „drží“ atmosférický tlak. Atmosférický tlak v okolí tlačí na hladinu vody v otevřené nádobě, to způsobí, že voda z láhve nemůže vytékat.

**Pokus 2:** Připravte si hadici dlouhou 10,5 m, kterou naplníme vodou, aby v ní nebyly bubliny. Oba konce uzavřeme zátkami, aby do hadice nemohl vnikat vzduch. Hadici spustíme z okna tak, aby byla na zemi spodním koncem ponořena do nádoby s vodou. Po ponoření dolního konce do nádoby s vodou uvolníme pod vodou spodní zátku. Část vody vyteče, ale většina zůstane v hadici. Změříme, jak vysoký sloupec vody hadice udrží.

**Závěr:** Hladina vody se ustálí přibližně na 10 metrech, tzn. že atmosférický tlak udrží sloupec vody vysoký 10 m. Atmosférický tlak je tedy stejně velký jako hydrostatický tlak ve vodě v hloubce 10 m. Odtud bychom spočítali, že atmosférický tlak je  $100\,000\text{ Pa} = 1\,000\text{ hPa}$ .



## Měření atmosférického tlaku

Atmosférický tlak není stále stejný, může se mírně měnit. Podle změn tlaku se například předpovídá počasí. **Na měření tlaku se používají různé přístroje.**

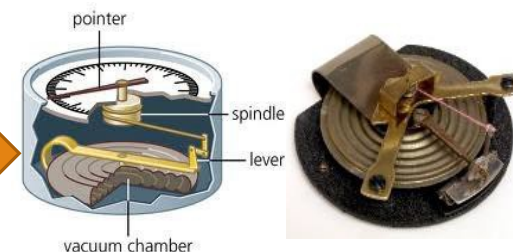
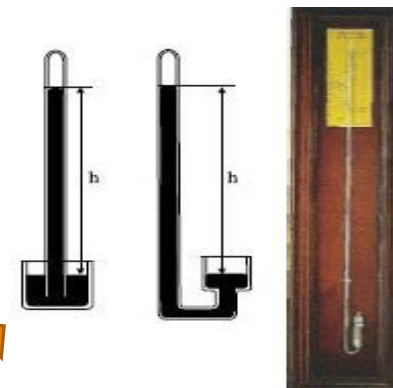
**Rtuťový tlakoměr:** Nejstarší přístroj na měření tlaku, který funguje přesně podle Torricelliho pokusu- viz dále. Dnes se tento tlakoměr používá pouze v laboratořích.

**Aneroid:** Není tak přesný jako rtuťový tlakoměr. Hlavní součástí je krabička, ze které je vyčerpán vzduch. Na pružné stěny krabičky působí atmosférický tlak a prohýbá je. Deformace stěn krabičky je potom přenášena na ručičku, která ukazuje vlastní tlak.

**Barograf:** Jedná se přístroj, který jednak atmosférický tlak měří, ale také zaznamenává graficky. Princip je stejný jako u aneroidu, jen krabiček je tam více nad sebou, aby se docílilo většího pohybu ručičky, která zaznamenává tlak graficky na papír.

Shlédni princip měření tlaku a vytváření přetlaku a podtlaku:

[měření tlaku animace](#)



# Existenci atmosférického tlaku dokázal svým slavným pokusem **Otto von Guericke**

## Magdeburské polokoule

Německý fyzik Otto von Guericke, starosta města Magdeburgu, v roce 1654 předvedl dramatický experiment, ve kterém ukázal sílu vakua a dokázal existenci atmosféry Země. Guericke spojil dvě duté měděné polokoule o průměru 51 cm s úchyty (Magdeburské polokoule), a ze vzniklé dutiny vypumpoval vzduch. Pak nechal zapřáhnout ke každé polokouli 4 páry koní a ukazoval, že ani 16 koní není schopno od sebe polokoule oddělit. Poté, co nechal do dutiny opět vniknout vzduch, se od sebe obě polokoule oddělily samovolně. Polokoule u sebe držely díky působení atmosférického tlaku.

**TÍM TAKÉ PROKÁZAL I TZV. VAKUUM - VZDUCHOPRÁZDNO**



# Vakuum – vzduchoprázdno

**Vakuum znamená prázdný prostor. To je prostor, ve kterém je tlak plynu podstatně nižší než normální atmosférický tlak.** V ideálním případě je vyčerpáván vzduch. Je zde tlak podstatně nižší než atmosférický tlak.

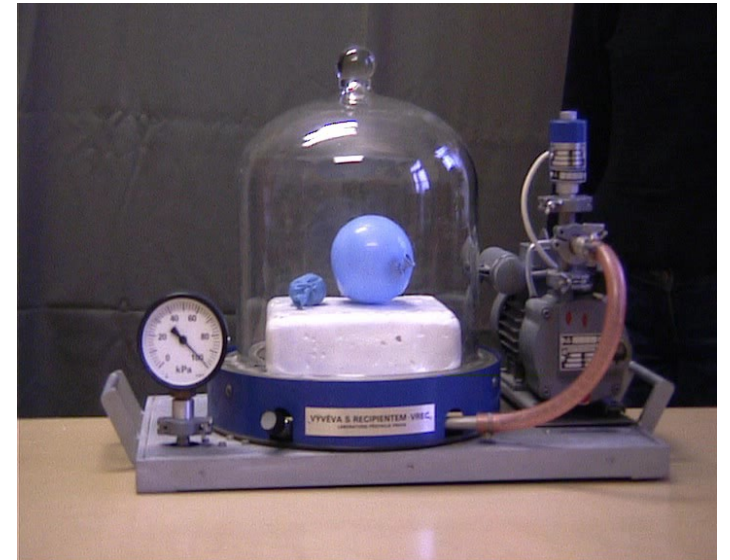
**Zařízení na jeho vytvoření se nazývá vývěva.**

**Pokus:** Dej pod poklop vývěvy balonek, který není nafouknutý, ale je v něm nějaký vzduch. Balonek musí být zavázaný. Začneme vyčerpávat vzduch a pozorujeme, jak se mění balonek.

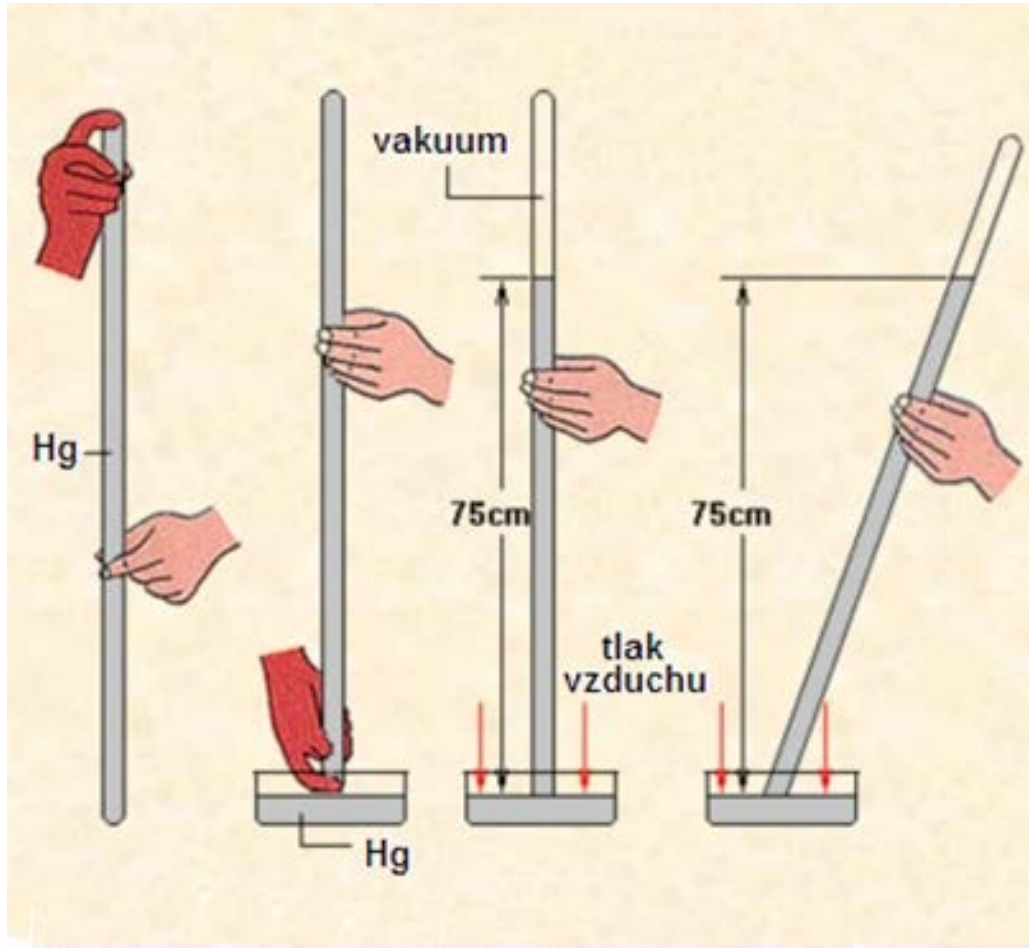
**Závěr:** Balonek zvětšuje svůj objem. Je to způsobeno tím, že v okolí je menší tlak, který působí na stěny balonku a plyn v balonku se rozpíná, aby jeho tlak byl stejný jako v jeho okolí. Pozn. Pokus funguje i s jablkem, sáčkem, obalem od potravin.

Více zde : [https://www.youtube.com/watch?v=l6575\\_coKGU](https://www.youtube.com/watch?v=l6575_coKGU)

nebo zde : <https://www.youtube.com/watch?v=POgAKZHHVBg>



Měření atmosférického tlaku - **atmosférický tlak byl změřen a dokázán i pomocí Torricelliho pokusu.**



Torricelli

Torricelliho pokus ( 5 min )

<http://www.youtube.com/watch?v=i4oTwkS3EXM>

## Torricelliho pokus

Vzhledem k velké výšce sloupce vody, je komplikované tento pokus dělat a výpočet je také nepřesný. Italský fyzik Torricelli proto v roce 1643 navrhl místo vody použít rtuť, která má mnohem větší hustotu. K pokusu postačí trubice dlouhá 1 m. Trubice se naplní rtutí a ponoří se do nádoby se rtutí. Hladina rtuti se ustálí asi na 75 cm. V prostoru nad rtutí vznikne vakuum. Atmosférický tlak se potom spočítá jako hydrostatický tlak ve rtuti v hloubce 75 cm.

### Výpočet:

$$h = 75 \text{ cm} = 0,75 \text{ m}$$

$$\rho = 13\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$p = ? \text{ [Pa]}$$

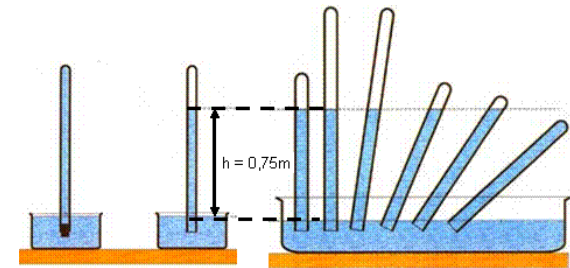
---

$$p = h \cdot \rho \cdot g$$

$$p = 0,75 \cdot 13\,500 \cdot 10$$

$$p = 101\,250 \text{ Pa} = 1\,012,5 \text{ hPa}$$

Atmosférický tlak vzduchu je roven hydrostatickému tlaku ve sloupci rtuti, je přibližně 1 000 hPa.



## Změny atmosférického tlaku

*Nejvyšší atmosférický tlak je u hladiny moře.  
S rostoucí výškou atm. tlak klesá (menší sloupec  
vzduchu, vzduch řídne). Teplý vzduch má menší hustotu =>  
i menší tlak => stoupá směrem vzhůru*

*Využití: výškoměry* – aneroid se stupnicí výšky např.  
v letadlech



Na daném místě se atm. tlak během času také mění – neustále kolísá kolem hodnoty zvané **normální tlak (101 325 Pa )**

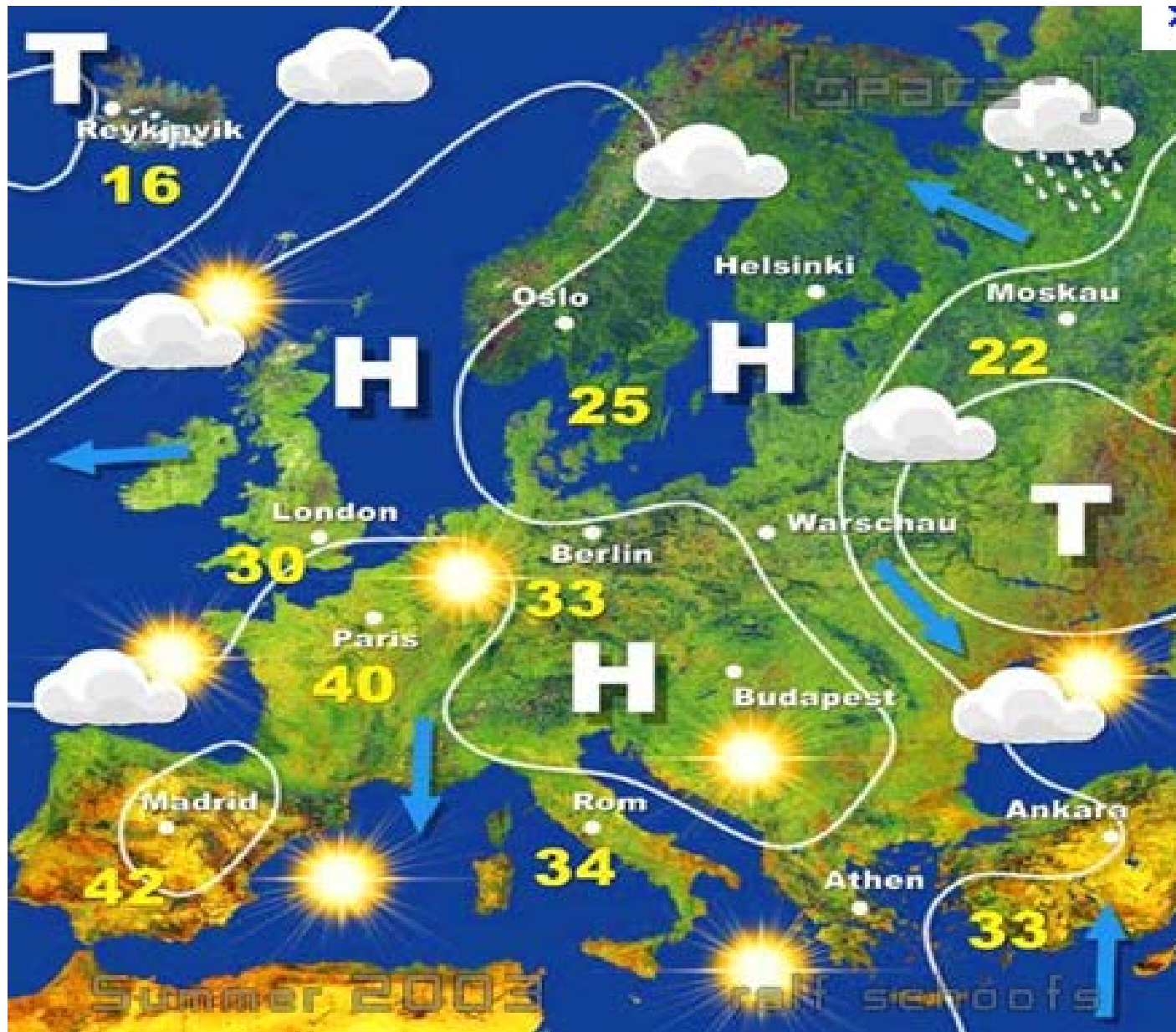
### **Atmosférický tlak ovlivňuje počasí.**

Při vyšším tlaku ( tlaková výše ) – slunečno, bez srážek

Při nižším tlaku ( tlaková níže ) - zataženo, srážky







**Měření atmosférického tlaku v praxi –  
znáš tyto věci ze svého okolí, domu ?**



V atmosféře působí na těleso svisle vzhůru vztlaková síla.  
(podobně jako v kapalinách) – platí Archimedův zákon.

Těleso padá dolů, když je jeho hustota vyšší než hustota vzduchu.

Těleso se vznáší, když je jeho hustota stejná jako hustota vzduchu.

Těleso stoupá vzhůru, když je jeho hustota menší než hustota vzduchu

Menší hustotu než vzduch mají : vodík, helium, horký vzduch

Užití: vzducholodě, balony



## Kdy těleso létá nebo spadne na zem?

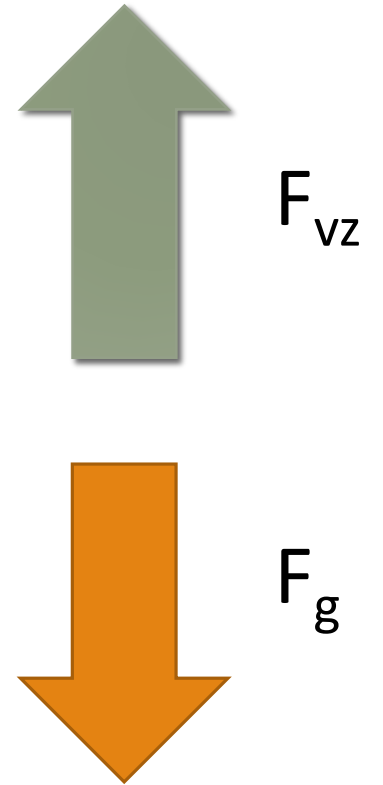
Na každé těleso v atmosféře působí dvě síly, gravitační směrem dolů a vztlaková směrem nahoru.

Těleso létá, jestliže:

Gravitační síla, která působí na těleso je menší, než vztlaková síla ( $F_g < F_{vz}$ ).  
Hustota tělesa je menší než hustota vzduchu.

Těleso spadne, jestliže:

Gravitační síla, která působí na těleso je větší, než vztlaková síla ( $F_g > F_{vz}$ ).  
Hustota tělesa je větší než hustota vzduchu.



**Přetlak a jeho využití :**

**Přetlak je tlak větší než atmosférický tlak.**

Přetlak měříme manometrem. Hlavní součástí je kovová trubička částečně naplněná kapalinou ohnutá do oblouku. Jeden konec je připojen k nádobě, ve které měříme tlak. Druhý uzavřený konec je připojen k ručičce. Při zvětšení tlaku se zakřivení trubičky zmenší ručička ukazuje větší přetlak.

Přetlak se využívá v nafouknutých pneumatikách, nafukovacích halách, potápěči mají stlačený kyslík v tlakových lahvích.

**K vytvoření přetlaku se používá např. hustilka, kompresor.**

Shlédni si hezké video : <https://www.youtube.com/watch?v=ZiHpsg6wksc>



## Podtlak a jeho využití

Podtlak je tlak menší než atmosférický tlak.

Příklady užití :

**Pití brčkem** – sáním vytvoříme v brčku podtlak a na toto místo se tlačí tekutina.

Pití z láhve, pití zvířat – pomocí vytvoření podtlaku.

**Příchytky** – háčky v koupelně, GPS navigace na sklo – pod gumovou přísavkou se vytvoří podtlak.

**Gumový zvon na čištění odpadu** – při stlačení se vytlačí vzduch, zvon se přisaje a pohybem nahoru vzniká pod zvonem podtlak.

**Vysavač** – v hadici se vytvoří podtlak, který odnese nečistoty ( i vodu)



## Sací pumpa

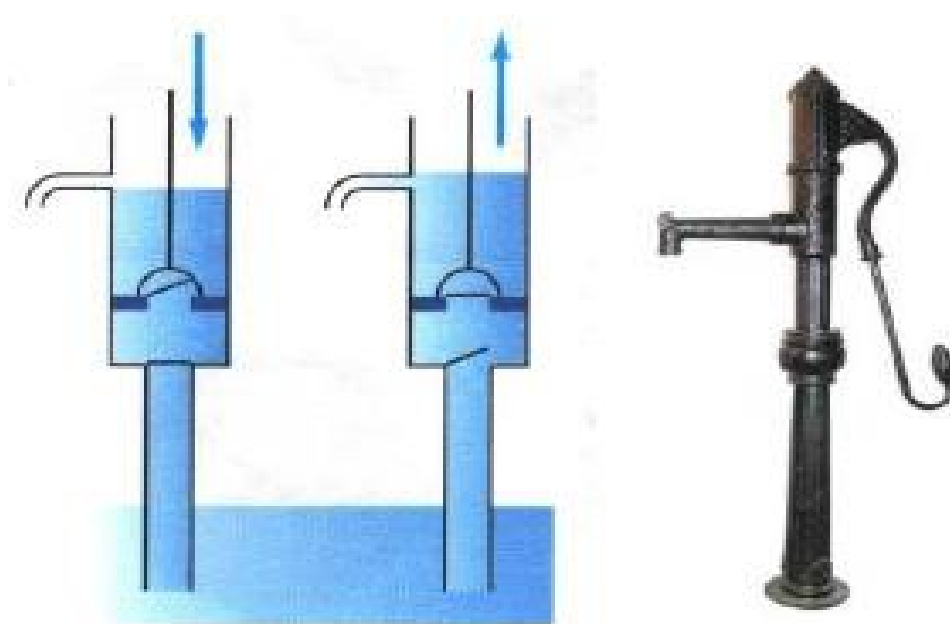
Princip sací pumpy lze demonstrovat pomocí injekční stříkačky. Píst stříkačky máme u otvoru a ponoříme do kapaliny a natahujeme vodu. Vypadá to tak, že píst natahuje vodu, ale ve skutečnosti vytváříme pomocí pístu podtlak, který způsobí, že atmosférický tlak z okolí tlačí kapalinu do injekční stříkačky. Sací pumpa má dvě záklopký, jednu v sací trubici, druhou v pístu.

Závěrka sacího potrubí je uzavřená, píst jde dolů a závěrka v pístu je otevřená.

Píst jde nahoru, záklopka v pístu je uzavřená, záklopka v sacím potrubí je otevřená a atmosférický tlak tlačí vodu ven.

Funkci objasní názorné video zde :

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_pumpa&l=cz](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pumpa&l=cz)



## Proč musí mít kosmonauti skafandr?

Dalo by se říci, že kosmonauti se pohybují ve vakuu, tzn. že na jejich tělo nepůsobí žádný vnější tlak. Není tady vnější tlak jako u potápěčů.

Uvnitř těla naopak přetlak, neboť tlak krve je zvýšen o tlak vzduchu, který kosmonaut používá na dýchání. Velkým rozdílem tlaku mezi vnitřkem a vnějškem kosmonauta, by docházelo k praskání vlásečnic a prosakování krve. Tělo je tedy nutné chránit skafandrem.

