

# ARCHIMÉDŮV ZÁKON

**Mgr. Zdeněk Hromádka, Ph.D.**

*Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Zdeněk Hromádka.  
Dostupné z Metodického portálu [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz); ISSN 1802-4785.  
Provozuje Národní pedagogický institut České republiky (NPI ČR).*

# ARCHIMÉDÉS

- Jeden z nejvýznamnějších učenců starověkého Řecka (žák Euklida, objevitele základů moderní geometrie).
- Zabýval se mimo jiné optikou a vynalézáním strojů, které využívaly páky a kladkostroje.
- Vedle svých fyzikálních objevů týkajících se plovoucích a ponořených těles se proslavil odhalením podvrhu s královskou korunou, když vyzkoumal, že materiál koruny má menší hustotu než zlato. Podařilo se mu totiž určit objem koruny na základě množství kapaliny vytlačené z nádoby, do které byla koruna ponořena. Koruna měla menší hmotnost, než jakou by měla mít, kdyby byla ze zlata.
- Zemřel, když Římané dobyli město (tehdy řecké) Syrakusy. Byl zabit vojákem ve chvíli, kdy řešil geometrický problém. Jeho poslední slova se zapsala do historie: „**Neruš mi mé kruhy**“.

# ARCHIMÉDŮV ZÁKON

## Formulace Archimédova zákona:

Na těleso ponořené v kapalině působí svisle vzhůru vztlaková síla ( $F_{vz}$ ), jejíž velikost je stejná, jako je velikost tíhové síly ( $F_G$ ) působící na kapalinu, která má stejný objem jako ponořené těleso (popř. jeho ponořená část).

## Poznámky:

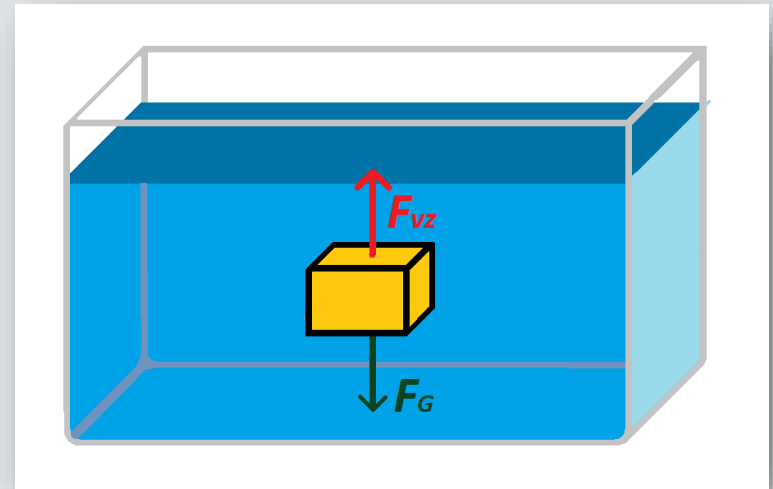
- Jelikož Archimédův zákon platí i v plynech (v atmosféře), mohli bychom ve formulaci Archimédova zákona nahradit slova „v kapalině“ slovy „v tekutině“.
- Původní formulace Archimédova zákona byla mírně odlišná. Neznal totiž ještě newtonovský koncept síly.

# ROZBOR FORMULACE ARCHIMÉDOVA ZÁKONA

První část:

Na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru vztlaková síla  $F_{vz}$ , ...

- Archimédův zákon tedy hovoří o síle, která nadnáší tělesa (činí je zdánlivě lehčími) v kapalině.
- Na těleso ovšem nepřestává působit tíhová síla  $F_G$ .
- Představme si kvádr ponořený v kapalině.

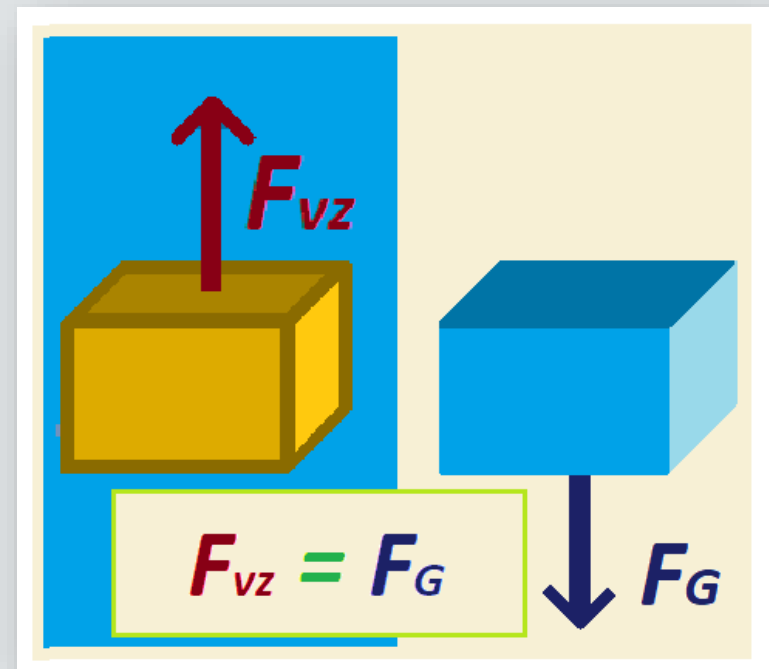


# ROZBOR FORMULACE ARCHIMÉDOVA ZÁKONA

Druhá část:

...jejíž velikost je stejná, jako je velikost tíhové síly ( $F_G$ ) působící na kapalinu, která má stejný objem jako ponořené těleso (popř. jeho ponořená část).

- Na velikost vztlakové síly působící na těleso v kapalině tedy usuzujeme z velikosti tíhové síly působící na kapalinu stejného objemu.



# MATEMATICKÉ VYJÁDŘENÍ ARCHIMÉDOVA ZÁKONA

$$F_{VZ} = V \cdot \rho \cdot g$$

$F_{VZ}$	Vztlaková síla (nahnáší tělesa v kapalině); jednotka N
$V$	Objem tělesa (ponořené části tělesa); jednotka $m^3$
$\rho$	Hustota kapaliny; jednotka $kg/m^3$
$g$	Tíhové zrychlení; jednotka $m/s^2$

# MATEMATICKÉ VYJÁDŘENÍ ARCHIMÉDOVA ZÁKONA

$$F_{VZ} = V \cdot \rho \cdot g$$

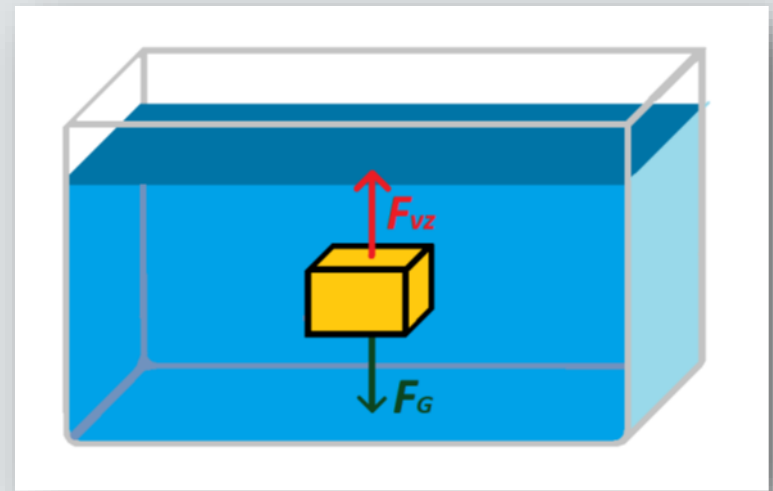
Proč je tento vztah matematickým vyjádřením Archimédova zákona?

- Součin objemu ponořené části tělesa a hustoty kapaliny se rovná hmotnosti kapaliny (o stejném objemu, jako má ponořená část tělesa).
- Součin hmotnosti kapaliny a tíhového zrychlení se rovná velikosti tíhové síly.

$$F_{VZ} = V \cdot \rho \cdot g = V \cdot \frac{m}{V} \cdot g = m \cdot g = F_G$$

# CHOVÁNÍ TĚLESA V KAPALINĚ

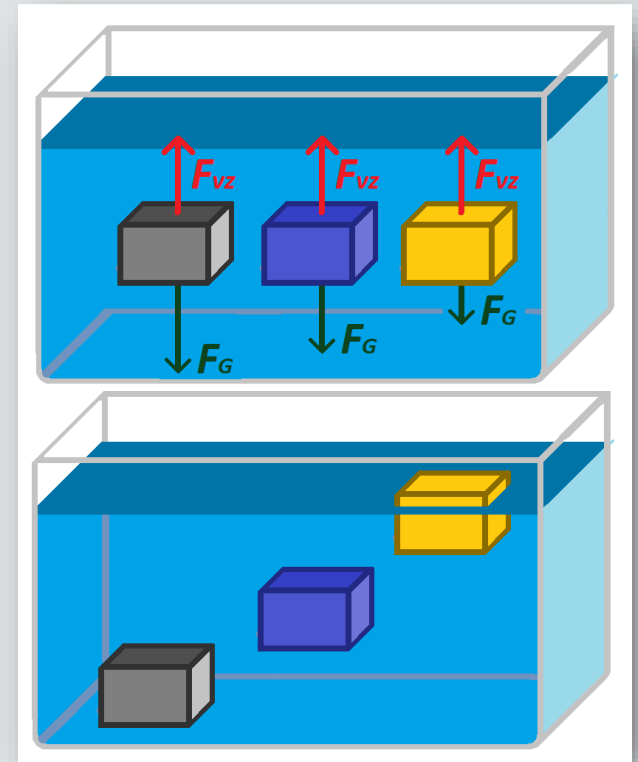
- Na těleso v kapalině současně působí vztlaková síla, která tlačí těleso nahoru, a tíhová síla, která ho táhne dolů.
- Na těleso tedy působí současně dvě síly v opačném směru. Těleso se chová podle toho, kam míří výslednice těchto sil.





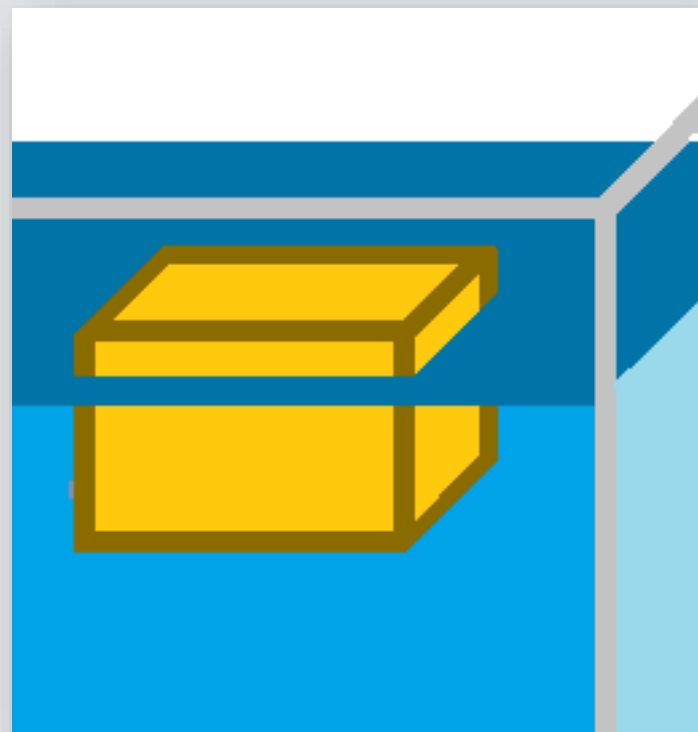
# CHOVÁNÍ TĚLESA V KAPALINĚ

- Těleso, které je z látky, která má větší hustotu než kapalina (například těleso z oceli vodě), se v kapalině potápí.
- Těleso, které je z látky, která má stejnou hustotu jako kapalina (např. některé vodní organismy ve vodě), se v kapalině vznáší.
- Těleso, které je z látky, která má menší hustotu než kapalina, plove na hladině (např. těleso z pěnového polystyrenu ve vodě).



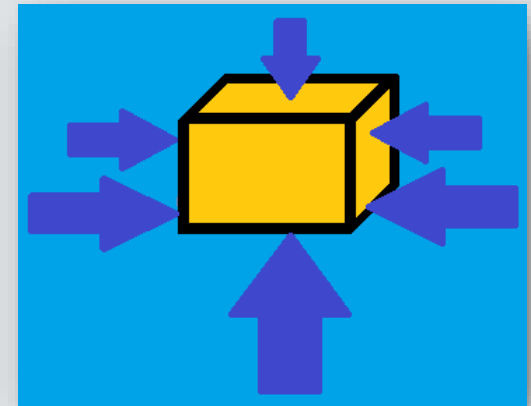
# CHOVÁNÍ TĚLESA V KAPALINĚ

- Těleso, které plove na hladině, je vynořené přesně tak, aby tíhová síla působící na celé těleso byla v rovnováze se vztlakovou silou působící pouze na ponořenou část tělesa.



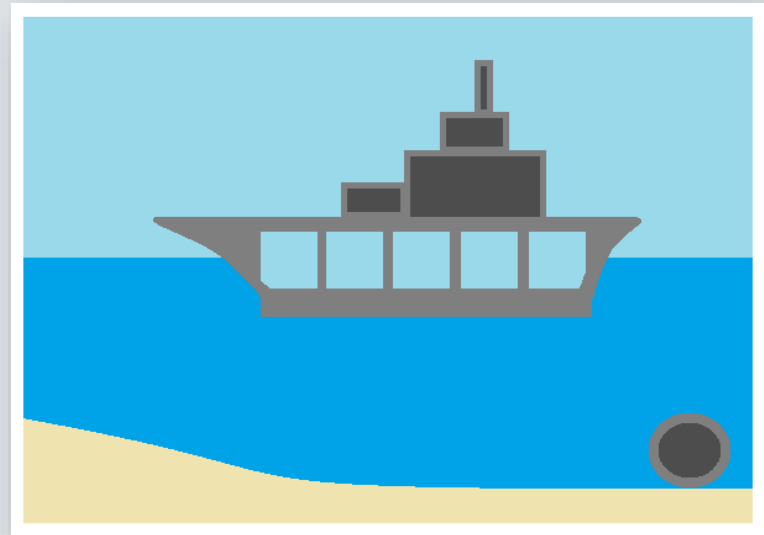
# KDE SE VZALA VZTLAKOVÁ SÍLA A PROČ VŽDY MÍŘÍ VZHŮRU?

- Vztlaková síla velmi souvisí s hydrostatickou silou  $F_h$  působící na těleso v kapalině.
- Hydrostatická síla působí kolmo na všechny plochy v kapalině a zvětšuje se s hloubkou.
- Hydrostatická síla, která působí na těleso shora, je vždy menší než ta, co působí zespodu (ta je ve větší hloubce). Síly působící z boku se navzájem vyruší.
- Vztlaková síla je výslednicí hydrostatických sil působících na těleso v kapalině.



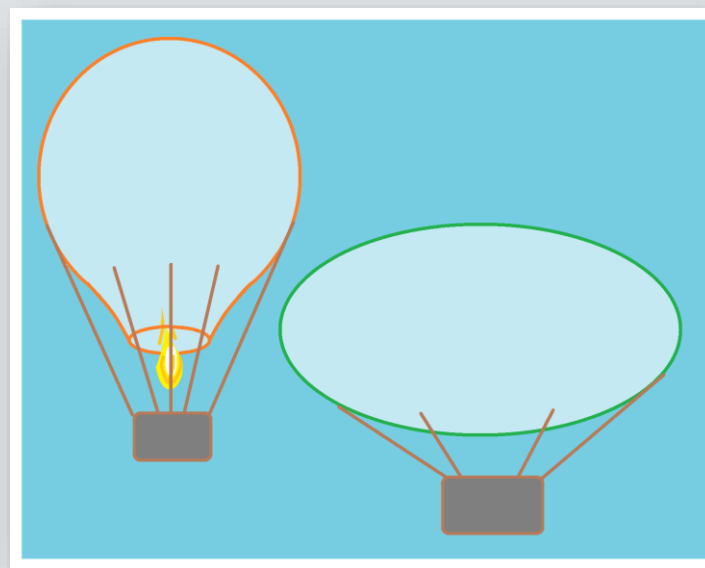
# PLOVÁNÍ NESTEJNORODÝCH TĚLES

- Proč se nepotopí plavidla vyrobená z materiálu, který má větší hustotu než voda?
- Tato plavidla v sobě mají dutiny, takže jejich objem je částečně vyplněn vzduchem a „celková hustota“ tělesa je nakonec menší než hustota vody.



# ARCHIMÉDŮV ZÁKON V ATMOSFÉŘE

- Horkovzdušné balóny a vzducholodě stoupají v atmosféře vzhůru ze stejného důvodu jako pěnový polystyren ve vodě. „Celková hustota“ balónu či vzducholodi je menší než hustota okolního vzduchu.
- Balóny se plní horkým vzduchem (má menší hustotu než chladný vzduch).
- Vzducholodě se obvykle plní heliem (i chladné má menší hustotu než vzduch).



# ARCHIMÉDŮV ZÁKON A VZTLAKOVÁ SÍLA – ÚLOHY

- Nyní přejdeme do aplikace Microsoft Excel, kde máme snadné úlohy na vyzkoušení vztahu pro výpočet vztlakové síly (matematického vyjádření Archimédova zákona) aj. A kvíz s otázkami týkajícími se Archiméda, Archimédova zákona a vztlakové síly.

Stejnorodé těleso, které má objem  $0,02 \text{ m}^3$  je z materiálu, který má hustotu  $1600 \text{ kg/m}^3$ .

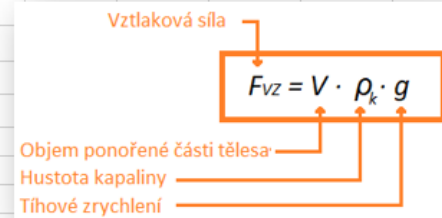
## Úloha 1

Urči velikost vztlakové síly působící na výše uvedené těleso ve sladké vodě. Hustota sladké vody je přibližně  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Tíhové zrychlení je přibližně  $10 \text{ m/s}^2$ .

$$\rho_k \approx 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$V = 0,02 \text{ m}^3$$



Výsledek napiš do zelené buňky (pak klikni na jinou prázdnou buňku):