

1.5.4 Archimédův zákon II

Předpoklady: 010503

Pomůcky: akvárium, míček (nebo kus polystyrenu), souprava na demonstraci Archimédova zákona, čerstvé vejce, sklenička, sůl

Př. 1: V nádobě je nalitá voda a v ní na dně zcela ponořené syrové vajíčko. Najdi způsob, jak zajistit, aby vajíčko začalo plavat.

Lépe se plave v moři (ve slané vodě) \Rightarrow dosypeme do vody sůl \Rightarrow vajíčko začne plavat.

Pedagogická poznámka: Zatím vždy vajíčko doopravdy plavat začalo, ale většinou je třeba dosypat soli opravdu značné množství, navíc je nutné chvíli počkat, než se rozpustí.

Př. 2: Proč vajíčko vystoupalo po přisypání soli k hladině?

Neměnil se Archimédův objem (vajíčko je neustále ponořené celé). Přisypáním soli se zvětšila hustota vody (zvětšila se hmotnost kapaliny, ale nezvětšil se znatelně její objem) \Rightarrow zvětšila se hmotnost vody, která by byla na místě vajíčka \Rightarrow zvětšila se i vztlačová síla vody.

Př. 3: Proč se v moři plave lépe?

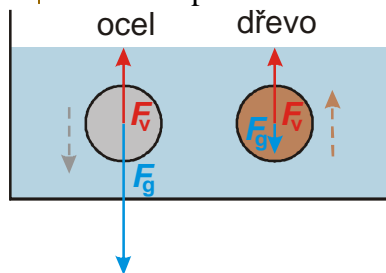
Každý kousek Archimédova tělesa je těžší, my vážíme stále stejně \Rightarrow Archimédovo těleso může být menší \Rightarrow nemusíme být tak moc ponořeni do vody.

Př. 4: Ve vodě jsou zcela ponořeny dvě stejně velké kuličky. Jedna železná, druhá dřevěná. Působí na obě stejně velká vztlačová síla vody? Co se stane, když je pustíme? Proč?

Kuličky jsou stejné \Rightarrow jejich Archimédovo těleso je stejné \Rightarrow působí na ně stejně velká vztlačová síla.

Když je pustíme:

- železná kulička klesne ke dnu (je těžká \Rightarrow působí na ní velká gravitační síla, která přemůže vztlačovou sílu vody),
- dřevěná kulička vyplave na hladinu (je lehká \Rightarrow působí na ní malá gravitační síla, kterou přemůže vztlačová síla).



Při ponoření předmětů do kapalin začne probíhat souboj dvou sil

- vztlačová síla F_{vz} chce vytlačit kuličku z vody ven vzhůru,

- gravitační síla F_g chce kuličku stáhnout ke dnu.

Výsledek jejich vzájemného souboje závisí na to, která z nich je větší.

Př. 5: Když nastoupíme do kánoe, loď se více ponoří do vody. Proč?

Nastoupíme do kánoe \Rightarrow na kánoi začneme kvůli přitahování gravitací působit silou ("kánoe je těžší") \Rightarrow síly táhnoucí kánoi dolů jsou větší než vztlaková síla vody \Rightarrow kánoe se začne pohybovat směrem dolů \Rightarrow zvětšuje se ponořený objem kánoe \Rightarrow zvětšuje se její Archimédovo těleso a tím i vztlaková síla vody \Rightarrow ponoření se zvětší tak, aby opět nastala rovnováha a kánoe přestala klesat.

Př. 6: Hodíme do vody dvě stejně velké kuličky. První je dřevěná, druhá železná. Co se s nimi stane? Na kterou kuličku působí větší vztlaková síla?

- Dřevěná kulička vyplave na hladinu: je lehká \Rightarrow působí na ní malá gravitační síla \Rightarrow stačí malá vztlaková síla vody (z malého ponořeného objemu) na její vyrovnaní.
- Železná kulička klesne ke dnu: je těžká \Rightarrow působí na ní velká gravitační síla \Rightarrow ani největší možná vztlaková síla (z celého ponořeného objemu) vody ji nedokáže udržet.

Větší vztlaková síla působí na železnou kuličku (na rozdíl od dřevěné je zcela ponořená a má tedy větší ponořený objem).

Př. 7: Na hladině plavou dvě stejně velké kuličky. Druhá je ponořená méně než první. Která z nich má menší hmotnost?

Obě kuličky plavou \Rightarrow u obou musí panovat rovnováha mezi gravitační silou a vztlakovou silou.

Druhá kulička je ponořená méně \Rightarrow má menší ponořený objem \Rightarrow menší Archimédovo těleso \Rightarrow menší vztlaková síla \Rightarrow menší gravitační síla (obě síly se musí rovnat).

Menší hmotnost má druhá kulička.

Př. 8: Klesla by železná kulička ve vodě ke dnu i na Měsíci, kde je šestkrát menší gravitace?

Vztlaková síla vody vzniká tím, že voda se musí navzájem udržet \Rightarrow velikost vztlakové síly se rovná velikosti gravitační síly na Archimédovo těleso \Rightarrow na Měsíci bude gravitační síla na Archimédovo těleso 6 krát menší \Rightarrow i vztlaková bude síla 6 krát menší \Rightarrow železná kulička klesne ve vodě ke dnu i na Měsíci.

Př. 9: Která z následujících vlastností svou hodnotou samostatně rozhoduje o tom, zda bude předmět plavat nebo klesne ve vodě ke dnu:

- a) hmotnost, b) objem, c) hustota.

a) hmotnost

Samotná hmotnost nerozhoduje:

- Lehká kulička ze železa klesne ke dnu, těžká kláda plave.
- Lehká kulička ze dřeva plave, těžký betonový panel klesne ke dnu.

b) objem

Samotný objem nerozhoduje:

- Malá železná kulička klesne ke dnu, velká kláda plave.
- Malá dřevěná kulička plave, velký betonový panel klesne ke dnu.

c) hustota

Samotná hustota rozhoduje:

- dřevo má menší hustotu než voda \Rightarrow dřevěné věci plavou (každý kousek dřeva má menší hmotnost než kus vody stejného objemu a proto nadlehčování vody překoná gravitaci táhnoucí dřevo dolů),
- železo má větší hustotu než voda \Rightarrow železné věci plavou (každý kousek železa má větší hmotnost než kus vody stejného objemu a proto nadlehčování vody prohraje s gravitaci táhnoucí železo dolů).

Př. 10: Do vody jsme vhodili dvě koule. První koule plave, druhá se potopí. Rozhodni, které z následujících vět je možné na základě této zkušenosti označit za pravdivé, které za nepravdivé a o kterých z nich se nedá rozhodnout zda jsou pravdivé nebo ne.

Rozhoduj pouze na základě první věty zadání ne na základě své zkušenosti.

- a) Na první kouli působí větší vztlaková síla než na druhou.
- b) Hustota druhé koule je větší než hustota vody.
- c) Na druhou kouli působí větší gravitační síla než na první.
- d) První koule má menší hustotu než druhá.

a) Na první kouli působí větší vztlaková síla než na druhou.

Nejde rozhodnout. Nevíme, jak jsou koule velké (první může být malá a druhá velká a pak by na potopenou působila větší vztlaková síla).

b) Hustota druhé koule je větší než hustota vody.

Pravda. Když se druhá koule potopí, musí mít větší hustotu než voda (vztlaková síla je menší než gravitace a proto je i hmotnost vytlačené vody menší než hmotnost kuličky).

c) Na druhou kouli působí větší gravitační síla než na první.

Nejde rozhodnout. Nevíme, jakou mají koule hmotnost (plavat i klesat ke dnu mohou jak lehké tak těžké koule - záleží na poměru hmotnosti a objemu).

d) První koule má menší hustotu než druhá.

Pravda. První koule má menší hustotu než je hustota vody (protože plave) \Rightarrow má menší hustotu než druhá (ta má větší hustotu než voda, protože klesla ke dnu).

Př. 11: Na fotografii je souprava pro důkaz Archimédova zákona. Jak se tento důkaz (pokus) pomocí této soupravy provádí?



- Zavěsíme soupravu na siloměr \Rightarrow siloměr ukáže velikost síly (kterou si zapamatujeme).
- Soupravu strčíme do vody tak, aby se ponořil celý váleček \Rightarrow siloměr ukáže menší velikost síly (voda nadlehčuje váleček silou, která se rovná gravitační síle na jeho Archimédovo těleso).
- Do nádoby nad válečkem nalijeme vodu \Rightarrow siloměr ukáže stejnou výchylku jako na začátku pokusu (objem vody nalité do nádoby je stejný jako objem vody vytlačené válečkem, gravitační síla táhnoucí vodu dolů je tedy stejně velká jako vztlaková síla na váleček).

Shrnutí: Ve vodě plavou předměty, které mají menší hustotu než voda.