

Objevení Archimédova zákona

Vítězslav Nečas

Výstup RVP: žák měří vybrané veličiny vhodnými metodami, na základě výsledků měření se pokusí formulovat Archimédův zákon

Klíčová slova: tíhová síla, vztlaková síla

Příprava na hodinu

Doba na přípravu:

10 min

Doba na provedení:

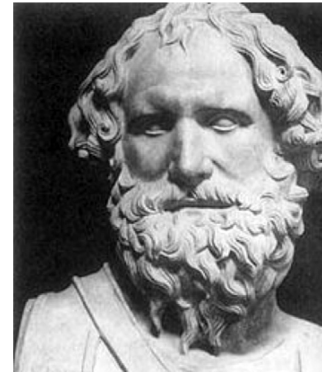
90 min

Obtížnost:

střední

Úkol Objevíte Archimédův zákon, tedy experimentálně zjistíte, na čem závisí velikost vztlakové síly působící na těleso ponořené do kapaliny.

Pomůcky Siloměr Vernier, LabQuest, voda, líh, kádinka, dvě větší tělesa o stejném objemu a různé hustotě, jedno těleso menšího objemu (stejně hmotnosti, jako je hmotnost většího tělesa s menší hustotou), plastová nádobka s vnitřním objemem stejným, jako je objem většího tělesa



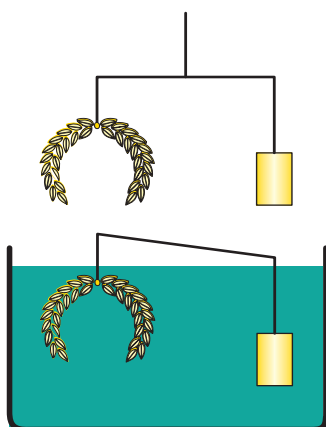
Teoretický úvod Archimédés ze Syrakus (287 př. n. l. – 212 př. n. l. Syrakusy), byl řecký matematik, fyzik, filozof, vynálezce a astronom.

Archimédés je považován za zakladatele hydrostatiky. Jeho objevy týkající se hustoty a vztlaku jsou tradovány i v anekdotické historce o zlaté koruně syrakuského krále:

Král Hierón II. si nechal zhotovit novou zlatou korunu ve tvaru vavřínového věnce a požádal Archiméda, aby zjistil, je-li vyrobena z ryzího zlata a zda do ní nepoctivý zlatník nepřidal méně ušlechtilé kovy. Archimédés musel vyřešit problém bez poškození koruny, takže ji nemohl přetavit do pravidelného geometrického tvaru, u kterého by mohl spočítat objem, z hmotnosti pak určit i jeho hustotu a porovnat s hustotou zlata. Řešení ho prý napadlo při koupeli, když si všiml, že hladina stoupla, když se ponořil do vody.

Uvědomil si, že může využít nestlačitelnost vody; ponoří-li korunu do nádoby naplněné vodou až po okraj, bude objem přeteklé vody rovný objemu koruny. Podle legendy vyskočil z koupele, zcela nahý probíhal syrakuskými ulicemi a volal *Heuréka!* (což znamená *Nalezl jsem!*). Poté zjistil, že koruna byla vyrobena převážně ze zlata, ale bylo do ní přidáno i stříbro.

Objevení Archimédova zákona



Proveditelnost popsané metody bývá zpochybňována vzhledem k extrémní přesnosti, se kterou by musel být změřen objem přeteklé vody. Spekuluje se, že Archimédés mohl namísto toho použít jiné řešení založené na Archimédově zákonu, který se pokusíme sami objevit.

Studenty tímto k objevu tohoto zákona motivujeme. Po provedení měření se vrátíme k Archimédovu úkolu a vysvětlíme, že

– podle Archimédova zákona je těleso ponořené do kapaliny nadlehčováno silou rovnou tíze kapaliny tělesem vytlačené (neboli tíze kapaliny o stejném objemu, jako je objem ponořené části tělesa). Mohl tedy např. na vzduchu vyvážit na pákových vahách korunu ryzím zlatem a ponořit korunu i zlaté závaží do vody. Kdyby koruna měla menší hustotu, měla by větší objem a byla více nadlehčována. Taková metoda by přitom byla dostatečně citlivá. Již Galileo Galilei považoval za pravděpodobnější, že právě tuto metodu Archimédés použil, neboť kromě její velké přesnosti je navíc založena na zákoně objeveném a popsaném Archimédem.

Postup Student obdrží Labquest a siloměr, tento připojí do kanálu CH 1. V případě použití počítače připojíme LabQuest k počítači za pomoci USB kabelu. Není třeba nic nastavovat, systém budeme používat pouze jako velmi přesný siloměr.

Pouze je nutné provést nulování siloměru před zahájením měření (v počítači volba **Experiment** → **Nulovat...**, případně na LabQuestu volba **Vynulovat**) a před určováním tíhové síly působící na kapalinu (zavěsíme nádobku, nulujeme a teprve poté nalijeme kapalinu). Zvolíme vhodnou motivaci studentů (např. komu prvním se podaří vyslovit Archimédův zákon, tedy vyzkoumat, na čem závisí vztlaková síla a toto experimentálně dokázat, dostává jedničku).

V případě, že si delší dobu studenti neví rady, podáváme následující nápovědy v tomto pořadí:

1. Určete velikost tíhové síly působící na všechna tělesa, která máte k dispozici.
2. Určete velikost vztlakové síly, která působí na všechna tělesa, která máte k dispozici. Jako kapalinu použijte nejprve vodu, poté líh.
3. Určete velikost tíhové síly působící na vodu v plastové nádobce a tíhovou sílu působící na líh v plastové nádobě.

Poté, co se podaří studentům vyslovit Archimédův zákon, vrátíme se k úvodní historice a necháme studenty přemýšlet, jak Archimédés mohl nejlépe a nejpřesněji pravost klentu ověřit.

Naměřené hodnoty *Velikost tíhové síly (tělesa ve vzduchu):*

Malé těleso železné:	$F_G = 0,55 \text{ N}$
Velké těleso z hliníku:	$F_G = 0,57 \text{ N}$
Velké těleso železné:	$F_G = 1,57 \text{ N}$

Naměřená výslednice tíhové a vztlakové síly ve vodě:

Malé těleso železné:	$F = 0,48 \text{ N}$
Velké těleso z hliníku:	$F = 0,37 \text{ N}$
Velké těleso železné:	$F = 1,37 \text{ N}$

Naměřená výslednice tíhové a vztlakové síly v lihu:

Malé těleso železné:	$F = 0,53 \text{ N}$
Velké těleso z hliníku:	$F = 0,52 \text{ N}$
Velké těleso železné:	$F = 1,52 \text{ N}$

Tedy vztlaková síla působící na tělesa ve vodě ($F_{vz} = F_G - F$):

Malé těleso železné:	$F_{vz} = 0,07 \text{ N}$
Velké těleso z hliníku:	$F_{vz} = 0,20 \text{ N}$
Velké těleso železné:	$F_{vz} = 0,20 \text{ N}$

Vztlaková síla působící na tělesa v lihu ($F_{vz} = F_G - F$):

Malé těleso železné:	$F_{vz} = 0,02 \text{ N}$
Velké těleso z hliníku:	$F_{vz} = 0,05 \text{ N}$
Velké těleso železné:	$F_{vz} = 0,05 \text{ N}$

Velikost tíhové síly působící na vodu v nádobce o stejném objemu, jako je objem většího tělesa:

$$F_G = 0,20 \text{ N}$$

Velikost tíhové síly působící na líh v nádobce o stejném objemu, jako je objem většího tělesa:

$$F_G = 0,05 \text{ N}$$

Závěr Těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou, jejíž velikost je rovna tíze kapaliny o stejném objemu, jako je objem ponořené části tělesa.

Velikost vztlakové síly závisí tedy na objemu tělesa a hustotě kapaliny.

Poznámka Použitý zdroj: <http://cs.wikipedia.org>