

### A Zopakujte si

- Ako vyzerá a na čo sa používa
- uzavretý ortuťový tlakomer,
  - otvorený tlakomer vodný či ortuťový,
  - aneroid,
  - kovový manometer?

### B Viete vypočítať?

1. Na stupni ortuťového tlakomera, ktorý je nakreslený na s. 26, sú dieliky po 1 kPa. Ako ďaleko sú od seba?

### C Viete odpovedať?

2. Na stupni vodného tlakomera, ktorý je nakreslený na s. 27, sú dieliky po 100 Pa. Ako ďaleko sú od seba? Dávajte pozor, v tejto úlohe je jeden háčik. Dobre si prezrite obrázky ortuťového a vodného tlakomera a všimnite si, čím sa odlišujú.
3. Čo sa stane, keď ortuťový tlakomer nakloníme? Bude ukazovať tlak vzduchu správne, alebo nie?

### D Viete zistiť?

4. Vezmite si návod na použitie vysávača. Nájdete tam časť s nadpisom *Technické údaje*. Zistite, aký podtlak vysávač pri použití vyvinie. Ak bude tento údaj v jednotkách *milimetre vodného stlpca*, premeňte ho na jednotky Pa. Urobte si otvorený vodný tlakomer a podtlak odmerajte.
5. Zistite, pod akým tlakom sa v tlakových fľašiach uskladňuje kyslík a acetylén. Vypočítajte, akou tlakovou silou pôsobí kyslík na dno fľaše.
6. Pri zváraní sú na každej tlakovej fľaši *dva* manometre. Zistite, prečo.

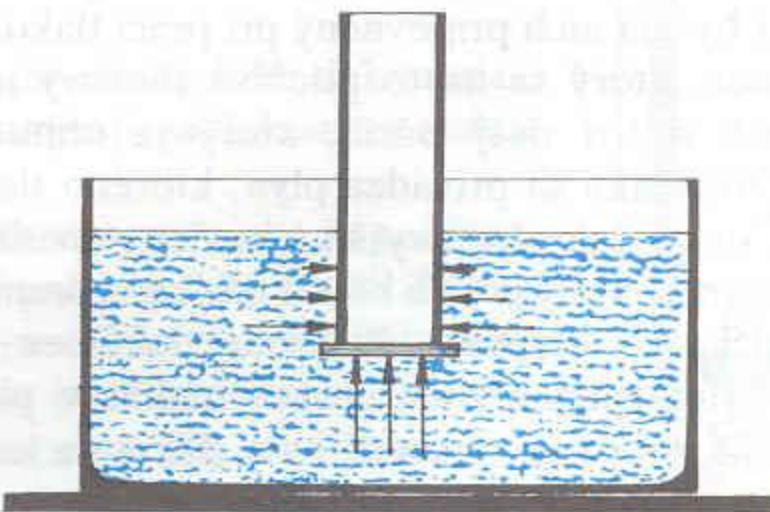
6



## VZTLAKOVÁ SILA

Pamäťate sa na ten pokus, ktorým sme nedávno dokazovali pôsobenie hydrostatického tlaku? Do vody sme ponorili sklený valec, ktorý mal namiesto dna kúsok lepenky. Voda tlačila na lepenku zdola nahor.

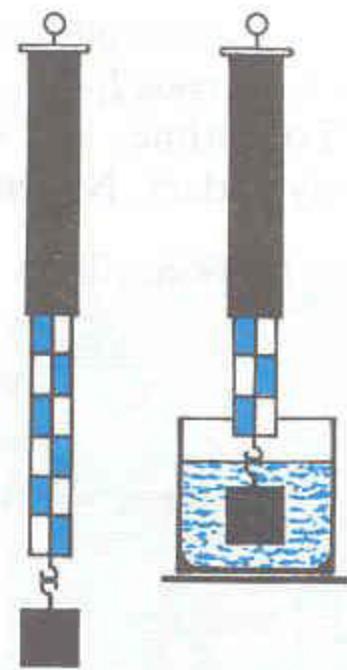
Pozrite na obrázok a povedzte, aký smer má sila, ktorá pôsobí na celý valec aj s lepenkou. Môžete ju cítiť, keď valec držíte rukou?



Ponorte do vody aj iné telesá, napríklad tenisovú loptičku, kus dreva. Cíteť silu, ktorou na ne pôsobí voda?

Zaveste na silomer závažie a napíšte, akou silou je pritahované k zemi. Potom závažie ponorte do vody a napíšte, aká sila teraz pôsobí na silomer. Vypočítajte, akou veľkou silou pôsobí na závažie voda. Aký smer má táto sila?

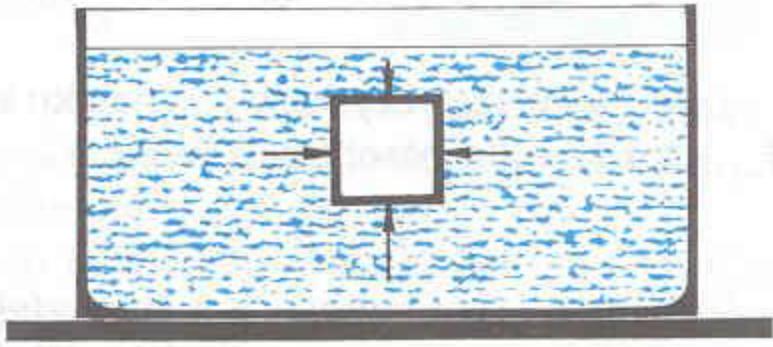
**Ked' teleso ponoríme do kvapaliny,  
pôsobí naň sila smerom nahor.  
Táto sila sa nazýva vztlaková.**



## ODKIAL SA BERIE VZTLAKOVÁ SILA?

Ako vieme, hydrostatický tlak je tým väčší, čím hlbšie sme pod hladinou. Ked' ponoríme do vody kocku ako na obrázku, pôsobí voda silou na všetky jej steny.

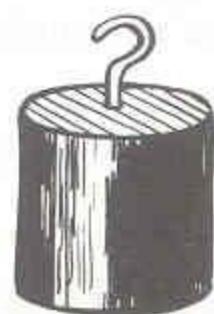
Sily, ktoré pôsobia na bočné steny, sa navzájom vyrovnávajú – sú v rovnováhe.



Sily, ktoré pôsobia na hornú stenu a na dolnú stenu, však nie sú v rovnováhe. Tlak dole je väčší ako hore. Preto sa všetky sily, ktorými voda na kocku pôsobí, skladajú do výslednice smerujúcej nahor.

## AKÁ VEĽKÁ JE VZTLAKOVÁ SILA?

Vieme vypočítať hydrostatický tlak v určitej hĺbke pod hladinou vody. Preto vieme vypočítať aj vztlakovú silu, ktorá pôsobí na hornú a dolnú stenu závažia. Urobte to pre závažie, ktoré máte v kabinete fyziky, a vypočítajte vztlakovú silu, ktorá pôsobí na závažie ponorené do vody. Potom vztlakovú silu odmerajte. Porovnajte výsledok výpočtu s výsledkom merania.



## ARCHIMEDOV ZÁKON

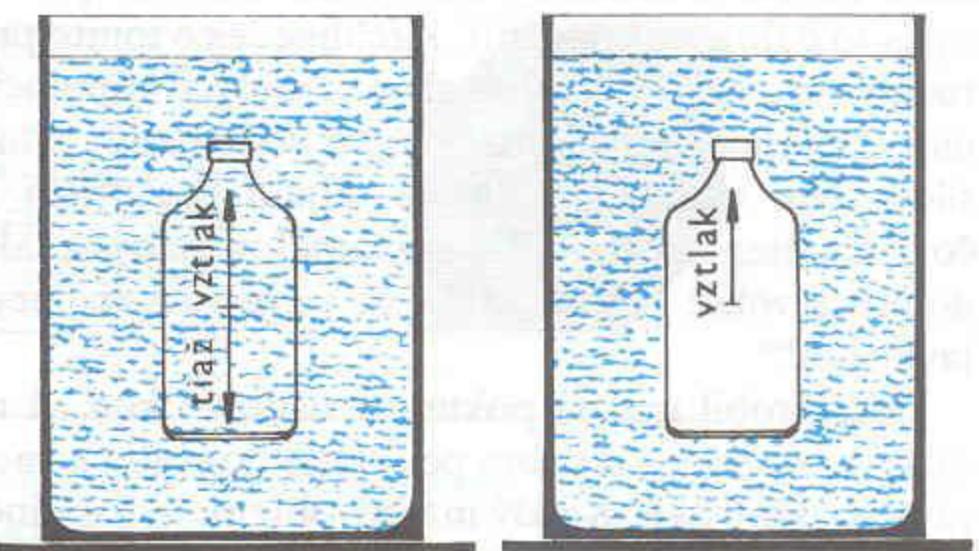
Vztlakovú silu môžeme vypočítať aj jednoduchšie. Aby sme videli ako, urobíme si najskôr tento pokus.

Vezmite si ľahkú plastikovú fľašu s tenkými stenami a celú ju naplňte vodou. Potom ju ponorte pod hladinu vody vo väčšej nádobe. Pridržte ju rukou. Akú silu cíteť?

Samozrejme, že nijakú – vedľ voda sa vo vode voľne vznáša. To však znamená, že vztlaková sila je presne rovnako veľká ako tiaž vody vo fľaši. (Tiaž samotnej fľaše je veľmi malá a môžeme ju zanedbať.)

Teraz vodu z fľaše vylejte, fľašu uzavrite a znova ju ponorte pod hladinu. Cíteť, že na ňu pôsobí vztlaková sila. Aká je veľká?

Je to rovnaká vztlaková sila, aká pôsobila v predchádzajúcom pokuse. Je teda zase *rovnako veľká ako tiaž vody, ktorá sa zmestí do fľaše*. Túto tiaž ľahko vypočítame, keď poznáme objem



fľaše. To isté platí aj pre kovové závažie. Aká veľká vztlaková sila naň teda pôsobí, keď je ponorené vo vode?

To zistíme, keď odmeriame jeho objem. Ponoríme závažie do pohára a pozorujeme, koľko vody vytlačí. Napríklad keby sme mali závažie, ktorého objem  $V = 13 \text{ cm}^3 = 0,013 \text{ dm}^3$ , a celé sme ho ponorili do vody (ktorá má hustotu  $\rho = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ), bude hmotnosť vytlačenej vody

$$m = V \cdot \rho$$

$$m = 0,013 \text{ dm}^3 \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,013 \text{ kg}$$

a jej tiaž

$$G = m \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$$

$$G = 0,013 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0,13 \text{ N}$$

Táto tiaž vytlačenej vody je rovnako veľká ako vztlaková sila  $F_{vz}$ , ktorou voda pôsobí na závažie

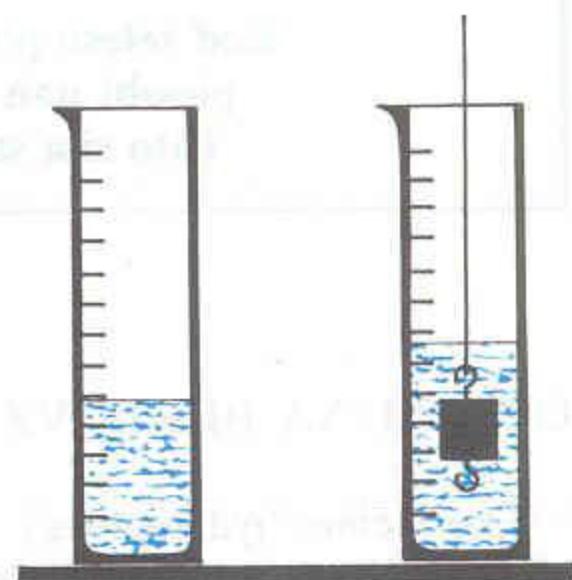
$$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$

Ešte raz si pripomeňme: V tomto vzťahu znamená  $V$  objem vytlačenej kvapaliny, teda aj objem telesa (keď je celé ponorené) alebo jeho časti (keď je ponorená iba táto časť). Ďalej  $\rho$  je hustota kvapaliny a  $g \doteq 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ .

Takýto zákon platí pre všetky telesá (nielen pre fľašu alebo závažie) a pre všetky kvapaliny (nielen pre vodu). Objavil ho starogrécky matematik a fyzik Archimedes zo Syrakúz, a preto sa nazýva **Archimedov zákon**. Aj keď sú pre fyziku významnejšie Newtonove zákony pohybu, Archimedov zákon je určite známejší medzi ľuďmi. V knižkách, novinách, televízii alebo rozhlase sa isto niekedy stretnete s jeho znením:

**Teleso ponorené do kvapaliny je nadťahované silou  $F_{vz}$ , ktorá sa rovná tiaži kvapaliny telesom vytlačenej:**

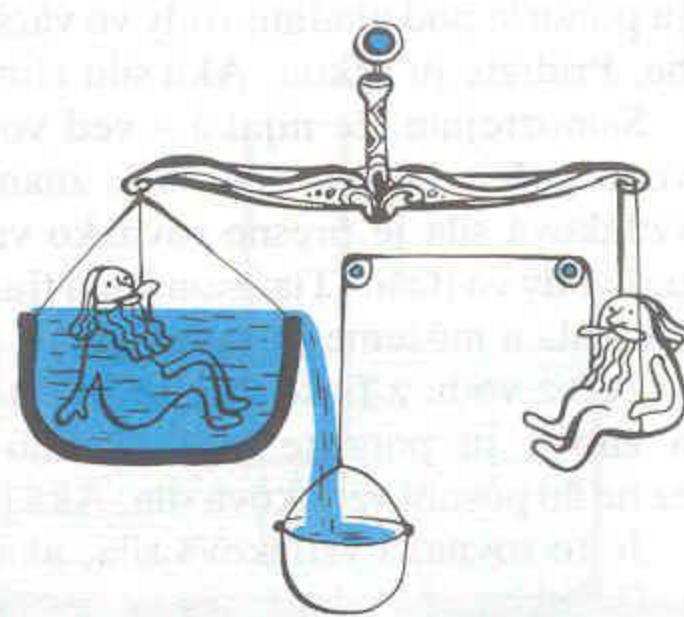
$$F_{vz} = V \cdot \rho \cdot g$$



### Viete, ako

Archimedes prišiel na tento zákon? Vládca mesta Syrakúz dal raz jednému zlatníkovi kus zlata, aby mu z neho urobil kráľovskú korunu. Keď potom korunu dostal, zdalo sa mu, že zlatník časť zlata zobrajal a nahradil striebrom. Pretože poznal Archimedovu učenosť, opýtal sa ho, ako by sa to dalo s istotou zistiť. Archimedes o tomto probléme rozmýšľal a raz, keď sa kúpal vo verejných kúpeľoch, si všimol, že jeho telo je vytláčané vo vode nahor tým väčšou silou, čím viac je ponorené. Hned mu prišlo na um, čo to znamená. Vybehol vraj z kúpeľov, nahý bežal ulicami domov a volal: „Heuréka!“ – čo v gréctine znamená „Objavil som!“

Doma robil presné pokusy a zistil, že keď sú rovnako ľahké kusy zlata a striebra ponorené do vody, už nevyzerajú rovnako ľahké. Každý má iný objem, vytlačí iné množstvo vody, a preto na každý kus pôsobí iná vztlaková sila. Pretože striebro má väčší objem ako zlato, je pod vodou viac vytláčané a zdá sa tam ľahšie.



Ked' teda kráľ vyváži na váhach korunu zlatom a potom všetko ponorí do vody, zlato preváži korunu, ak sa pri jej výrobe použilo aj striebro. Pokus urobili a vraj sa ukázalo, že zlatník je vinný.

## AKO ZACHRÁNIŤ TOPIACEHO SA

Viete, že človek nemusí plávať, a predsa sa neutopí? Stačí, keď sa dobре nadýchne. Objem jeho tela sa potom zväčší, a tým sa zväčší aj vztaková sila, až vyrovná jeho tiaž. Človek sa nehybne vznáša.

Čím menší je objem ponorený vo vode, tým menšia je vztaková sila. Preto je dôležité, aby bolo ponorené nielen celé telo, ale aj časť hlavy. Musíte teda mať asi takú polohu, ako vidíte na obrázku. Keby ste nezakláňali hlavu, nemohli by ste dýchať.

Ak viete dobre plávať, vyskúšajte si to. Pozor, keď vydýchnete, začnete sa ponárať. Keď však ste krátky čas vo výdychu a dlho v nádychu, udržíte sa bez plávania aj päť minút.

Ked' sa dostane do hlbokej vody neplavec, usiluje sa dostať nad hladinu celú hlavu a často aj ruky. Tým však zmenšuje vztakovú silu. Jeho tiaž preváži a on začne klesať pod vodu. Pritom sa môže stať, že vdýchne vodu do plúc a potom sa už môže potopiť až ku dnu.

Ked' zachraňujete topiaceho sa človeka, nesnažte sa čo najviac ho vystrčiť nad hladinu. Čím viac je vynorený, tým väčšou silou vás tlačí dolu, a to by mohlo byť nebezpečné pre obidvoch. Držte ho zozadu za hlavu tak, aby mal nad hladinou iba nos a ústa. Nesmie nad hladinu zdvíhať ruky. Najhoršie je, keď sa o vás chce oprietať a polovicu tela vynoriť z vody.

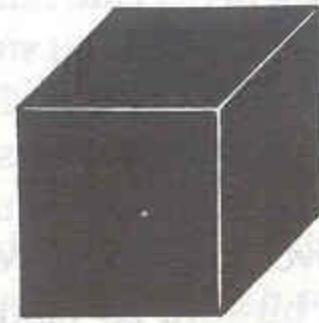
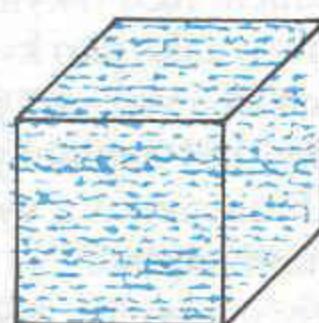
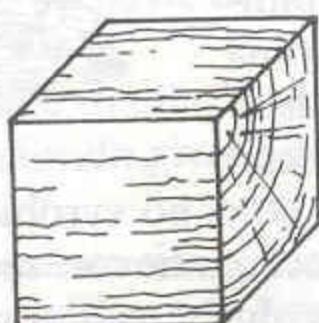
Vypočítajte, o čo väčšia vztaková sila na vás pôsobí, keď máte ponorené obidve ruky a  $\frac{2}{3}$  hľavy, ako keď máte obidve ruky a celú hlavu nad hladinou. Objem ruky a hlavy odhadnite, alebo odmerajte pomocou väčšej nádoby s vodou.

## ČO PLÁVA A ČO KLESÁ KU DNU

Ponorte do vody kus železa a kus dreva. Keby ste pustili železo, spadne ku dnu, keby ste pustili drevo, vypláva na hladinu. Viete vysvetliť, prečo?

Postupne odpovedzte na tieto otázky:

- Na obrázku vidíte rovnaké kocky z dreva, „z vody“ a zo železa. Ktorá z nich má najväčšiu a ktorá najmenšiu tiaž?
- Ked' ich ponoríte do vody, bude na ne pôsobiť vztaková sila. Bude rovnako veľká pre všetky tri kocky, alebo nie?
- Porovnajte pre každú kocku veľkosť vztakovovej sily a tiaže. Potom povedzte, ktorá kocka sa ponorí ku dnu, ktorá vypláva na hladinu a ktorá sa bude vznášať.



**Ked' má teleso väčšiu hustotu ako kvapalina,  
potopí sa a klesne na dno.**

**Ked' má rovnakú hustotu, vznáša sa v nej.  
Ked' má menšiu hustotu, pláva pri hladine.**

