

### 3.5. ПЛИВАЊЕ И ТОЊЕЊЕ ТЕЛА

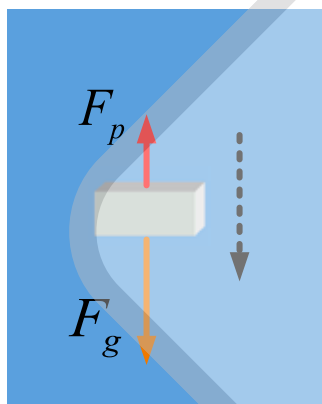
Из искуства знамо да нека тела, кад их потопимо у воду и пустимо - потону ( камен, ексер, кликер, новчић... ), док друга испливају ( оловка, лопта, запушач од плуте, комад стиропора...). Од чега зависи да ли ће тело пливати на површини неке течности или ће потонути?

На тело потопљено у течност делују две силе: сила Земљине теже и сила потиска. Те две силе имају исти правац ( вертикалан ), али супротне смерове ( сила теже делује наниже, а сила потиска навише ). У зависности од интензитета ових сила могу се десити три случаја:

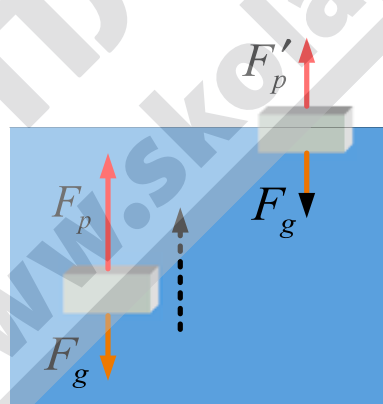
1. Ако је сила Земљине теже већа од силе потиска, тело се креће наниже, тоне и зауставља се на дну (сл. 3.61).

2. Ако је сила потиска већа од силе Земљине теже, тело се креће навише и испливава на површину. При изласку из течности смањује се запремина потопљеног дела тела тј. запремина истиснуте течности, па се смањује и сила потиска. Тело ће бити у равнотежи, пливати, када се интензитети ових сила изједначе. При томе ће један део тела бити потопљен, а други део изнад течности (сл. 3.62).

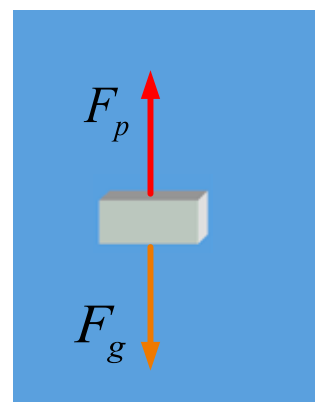
3. Ако је сила потиска једнака сила Земљине теже, тело се неће кретати ни надоле ни нагоре. Кажемо да тело тада лебди (сл. 3.63).



сл. 3.61



сл. 3.62



сл. 3.63

Сила Земљине теже је:

$$F_g = m \cdot g = \rho_t \cdot V \cdot g \quad \text{где је } \rho_t = \frac{m}{V} \text{ густина тела,}$$

а сила потиска која делује на тело када је цело потопљено у течност:

$$F_p = \rho \cdot V \cdot g \quad \text{где је } \rho \text{ - густина течности.}$$

Тело тоне ако је:  $F_p < F_g \Rightarrow \rho \cdot V \cdot g < \rho_t \cdot V \cdot g \Rightarrow \rho < \rho_t$

Тело испливава ако је:  $F_p > F_g \Rightarrow \rho \cdot V \cdot g > \rho_t \cdot V \cdot g \Rightarrow \rho > \rho_t$

Тело лебди ако је:  $F_p = F_g \Rightarrow \rho \cdot V \cdot g = \rho_t \cdot V \cdot g \Rightarrow \rho = \rho_t$

**1. Тело тоне у течности ако је густина тела већа од густине течности;**

**2. Тело плива у течности ако је густина тела мања од густине течности;**

**3. Тело лебди у течности ако је густина тела једнака густини течности.**

Дакле, ако знамо густину тела и густину воде, онда ћемо знати да ли ће тело пливати или потонути. Густина гвожђа је већа од густине воде и зато ексер тоне у води. Густина дрвета је мања од густине воде, па дрво плива у води. Али гвожђе плива у живи јер је њена густина већа од густине живе, а у живи тоне злато јер има већу густину од ње. Дрво плива у води, али тоне у бензину.

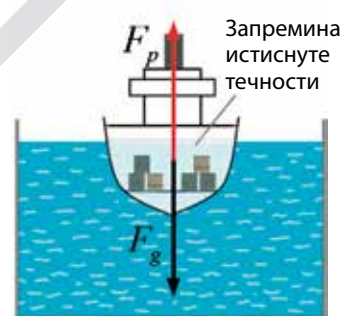
Празна лимена конзерва, међутим, плива у води иако је густина гвожђа већа него густина воде. Куглица пластелина тоне у води, али чамчић направљен од пластелина не. Ексер закуцан у даску ће пливати. У сва три случаја за густину тела треба узети средњу густину ( ексер и даску, лим и ваздух, пластелин и ваздух).

Из истих разлога брод не тоне иако је направљен углавном од челика. Већи део унутрашњости брода је испуњен ваздухом, па је средња густина мања од густине воде (сл. 3.64).

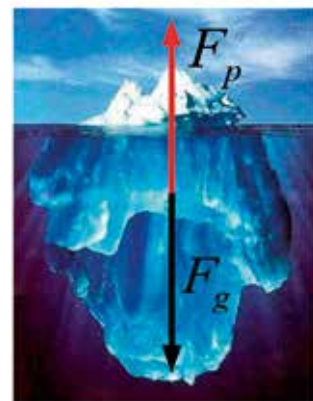
Густина обичне воде је мања од густине слане воде. Јаје има већу густину од обичне воде и тоне у њој, а мању од слане воде и у њој плива.

Густина човека је за око 1% већа од густине обичне воде и човек у језеру мора машући рукама и ногама да надокнади ту малу разлику између силе потиска и силе теже. Али густина слане, морске воде је већа и човек много лакше плива у мору него у језеру. Вештији могу да легну на леђа тако да је већи део тела и главе под водом, увуку што више ваздуха у плућа, и тако пливају без померања руку и ногу. Вода Мртвог мора садржи десет пута више соли него остала мора, густина је велика и човек неће потонути чак и ако не уме да плива.

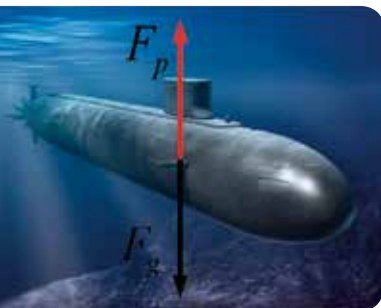
Густина леда је за један десети део мања од густине воде. Због тога лед плива на води тако да је већи део његове запремине испод површине воде ( запремина потопљеног дела је девет пута већа од оне изнад површине воде, сл. 3.65).



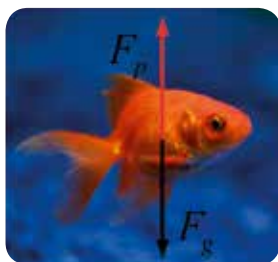
сл. 3.64



сл. 3.65



сл. 3.66



сл. 3.67



сл. 3.68



сл. 3.69

**Подморница** може и да лебди и да тоне и да израња и плива на води. То се постиже променом средње густине подморнице. Када треба да зарони, подморница усиса извесну количину воде у специјалне коморе, а приликом израњања избаци се одређена количина воде сабијеним ваздухом.

**Риба** такође може да лебди, тоне и израња мењајући запремину мехура, а тиме и силу потиска.

**Ареометар** је инструмент за мерење густине течности (сл. 3. 68). То је стаклена цев са проширењем на једном крају у којем се налазе оловна зрнца да би цев имала већу масу и да би усправно пливала. До које дубине ће ареометар уронити у неку течност, зависи од њене густине. Што је течност веће густине, ареометар ће мање уронити. На ужем горњем делу цеви је направљена скала са које се директно читава густина течности. Ареометар за мерење процента шећера у раствору назива се сахарометар, алкохола у пићу – алкохолметар, а масноће млека - лактометар.

## СИЛА ПОТИСКА У ГАСОВИМА

На свако тело које се налази у гасу такође делује сила потиска која је, по Архимедовом закону, једнака тежини истиснутог гаса. Како је густина гасова мала, то је и сила потиска у гасовима много мања него у течности. Сила потиска у ваздуху је најчешће много мања од силе теже која делује на тело, па је можемо занемарити и онда сматрамо да је тежина тела једнака сили Земљине теже, као да се тело налази у вакууму.

Али ако тело има велику запремину а малу масу, онда сила потиска у гасу није занемарљива и може чак бити и већа од силе теже. То је случај код ваздушних балона (сл. 3. 69). Густина хелијума којим је напуњен балон, при атмосферском притиску, износи око  $0,18 \frac{kg}{m^3}$ , а густина ваздуха  $1,29 \frac{kg}{m^3}$ . То значи да је сила потиска око седам пута већа од силе теже која делује на хелијум, па може да подиже и балон и корпу заједно са теретом и људима у њој. Са повећањем висине смањује се густина ваздуха, па се смањује и сила потиска и балон се зауставља. Подизање се може наставити ако се избаци део терета, а да би се балон спуштао, избаци се одређена количина хелијума чиме се смањује запремина а тиме и сила потиска.

**Пример:** Комад њлуџе зајремине  $0,01\text{m}^3$  и њусџине  $240\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  њлива у води њусџине  $1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Колики део зајремине њлуџе се налази њод во-дом, а колика је зајремина дела њлуџе изнад воде?

Познато нам је

$$V = 0,01\text{m}^3$$

$$\rho_p = 240\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho = 1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Пошто плута плива, онда је  $F_g = F_p$ .

Ако са  $V$  означимо запремину целог комада плуте, имаћемо да је:

$$F_g = m \cdot g = \rho_p \cdot V \cdot g$$

Ако са  $V_1$  означимо запремину дела комада плуте у води, имаћемо за

силу потиска:  $F_p = \rho \cdot V_1 \cdot g$ .

Следи да је  $\rho_p \cdot V \cdot g = \rho \cdot V_1 \cdot g$ .

Одатле добијамо

$$V_1 = \frac{\rho_p \cdot V}{\rho} = \frac{240\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,01\text{m}^3}{1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,0024\text{m}^3$$

Део запремене изнад воде биће .

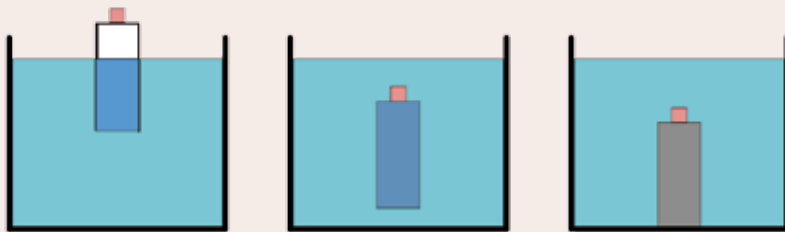
$$V - V_1 = 0,01\text{m}^3 - 0,0024\text{m}^3 = 0,0076\text{m}^3$$

### ИЗВЕДИ ОГЛЕД:

Мању пластичну флашу напуни водом преко половине њене запре-мине и спусти у већи суд са водом. Флаша ће пливати, а испод површине воде ће бити тачно део флаше испуњен водом. Зашто?

Флашу напунити водом да врха и потопити у суд са водом. Флаша ће сада лебдети. Зашто?

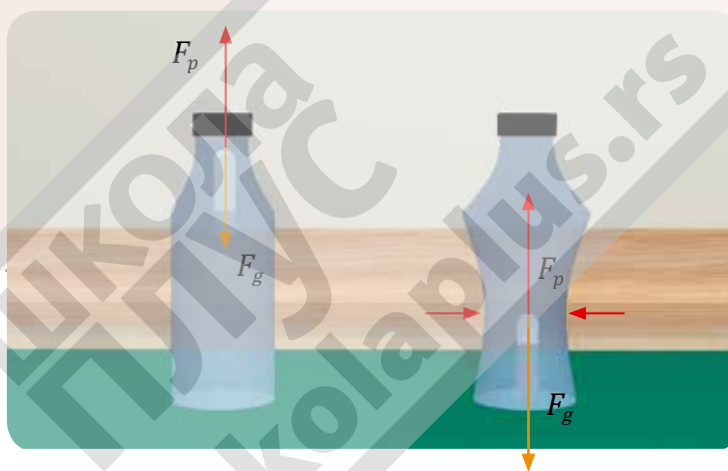
Уместо водом, флашу напунити песком и спустити у воду. Овог пута флаша ће потонути. Зашто?



сл. 3.70

**ИЗВЕДИ ОГЛЕД:**

**Картезијски гњурац** је интересантна играчка која једноставно илуструје како од густине тела зависи да ли ће оно зараћати или испливати. Мању епрувету (или сличну стаклену посуду) напунити водом толико да она плива на води али тако да само мали део вири изнад воде. Тако напуњену епрувету заронити, са отвором надоле, у пластичну флашу са водом. Доњи део епрувете је испуњен водом, а горњи ваздухом тако да је њена средња густина мања од густине воде, тј. сила потиска је већа од силе теже, па ће она изронити. Кад стегнемо флашу руком, вода ће сабити вадух и испунити већи део епрувете па средња густина постаје већа од густине воде и сила теже од силе потиска и гњурац зарања. Кад пустимо, ослаби притисак, ваздух се рашири и истисне воду па гњурац израња...



сл. 3.71

**ПРОВЕРИТЕ  
СВОЈЕ ЗНАЊЕ**

1. Шта је сила потиска? Који правац и смер има?
2. Колики је интнзитет силе потиска?
3. Упореди силе потиска када лопту уронимо једном на дубину 4m, а други пут на дубину 8m?
4. Објасни улогу туменог појаса при обучавању непливача.
5. У води се налазе куле од твожђа и олова једнаких маса. На коју делује веће сила потиска?
6. Лаки ексер тоне, а тешки брод плива. Како се то може објаснити?
7. Како се мења дубина роњења брода када из реке улови у море?

## ЗА ОНЕ КОЈИ ЖЕЛЕ ДА САЗНАЈУ ВИШЕ:

### АРХИМЕД

Архимед је један од највећих математичара свих времена, али и велики геометар, мајстор, инжењер-конструктор, мудрац... Живео је у трећем веку пре нове ере ( 287 – 212 ) у древној грчкој колонији Сиракуза, на Сицилији. Његов отац је био Фидија, астроном и математичар, па је Архимед основна знања стекао од оца, а затим је отишао на школовање у Александрију која је у то време била средиште природних наука. У Александрији је срео свестраног научника Ератостена, будућег пријатеља.

Током свог богатог и истраживању посвећеног живота, Архимед је имао доста радова. Најзначајнији допринос је дао математици. Сам се највише поносио одређењем површине и запремине лопте и ваљка, али исто тако важан резултат је и израчунавање броја  $\pi$ .

Дао је значајан допринос у механици и астрономији. Открио је закон полуге, први доказао законе равнотеже, открио закон потиска и утврдио принципе хидростатике.

Бавио се обичним, практичним проблемима, који су били применљиви на многим местима, од поља и рудника до ратишта. Изумео је хидростатички завртањ за подизање велике количине воде на већу висину.

Имао је концентрацију генија – заборављао је на јело, на купање, цртао по пепелу градског купатила... За скоро целу Сиракузу он је био луд, али он ће многе од тих људи спасити смрти која им је претила од Римљана.

Да би одбранио свој град од напада Римљана, Архимед је конструисао моћне катапулте који су из даљине лансирали тешко камење на римске легије или лакшим камењем засипали римске бродове. Огромне дизалице хватале су кљунове бродова гвозденим кукама и извртале их, користећи законе полуге и равнотеже. Легенда каже да је Архимед правио параболична огледала која су концентрисала сунчеву енергију и тако палио непријатељске бродове на растојањима до 50 метара.

Занет неким геометријским проблемом, Архимед није ни приметио да су Римљани продрли у град. Кад се римски војник зауставио и захтевао да одмах пође са њим, Архимед је одговорио: „Не кварите моје кругове.“ Војник се разбеснео, извукао мач и седамдесетпетогодишњем научнику, који је задужио човечанство, одсекао главу. На Архимедовом споменику је урезана фигура сфере уписане унутар цилиндра и однос њихових запремина 2 : 3 који је он открио.



сл. 3.72



сл. 3.73



сл. 3.74