

## Temat: Warunki pływania

### Prawo Archimedesesa

Na każde ciało zanurzone w cieczy (gazie) działa siła wyporu zwrócona ku górze i równa ciężarowi wypartej cieczy.

Siła wyporu = ciężar ciał

Siła wyporu = ciężar wypartej cieczy

ciężar ciała = ciężar wypartej cieczy

#### DOŚWIADCZENIE 34

1. Przygotuj naczynie z wodą, metalową śrubę lub nakrętkę do śruby i drewniany klocek.
2. Połóż na powierzchni wody śrubę lub nakrętkę i obserwuj, co się stanie.
3. Połóż na wodzie drewniany klocek. Wepchnij klocek pod wodę. Co obserwujesz?

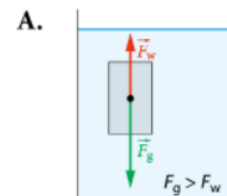


Stalowa nakrętka opada na dno naczynia, a drewniany klocek pływa częściowo zanurzony.

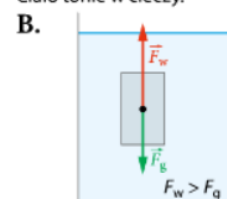
**Tonięcie** nakrętki oznacza, że wartość jej ciężaru  $F_g$  jest większa niż wartość siły wyporu  $F_w$  (rys. A). Wypadkowa obu sił jest zwrócona w dół, a jej wartość jest równa różnicy wartości sił  $F_g$  i  $F_w$ . Siła wyporu ma wartość mniejszą od ciężaru nakrętki, ponieważ **gęstość wody jest mniejsza niż gęstość stali**.

Gdy nakrętka opadnie na dno, zatrzymuje się i pozostaje w spoczynku. Dzieje się tak dlatego, że od tego momentu działa jeszcze jedna siła, która gwarantuje równowagę – siła reakcji (sprężystości) podłoża, w tym wypadku dna naczynia.

Drewniany klocek po zanurzeniu **wypływa**, gdyż siła wyporu ma większą wartość niż ciężar klocka (rys. B).



Ciało tonie w cieczy.



Ciało wypływa.

Wypadkowa obu sił ma zwrot ku górze, a jej wartość jest równa różnicy wartości sił  $F_w$  i  $F_g$ .

Siła wyporu ma wartość większą niż ciężar ciała, ponieważ **gęstość wody jest większa niż gęstość drewna**.

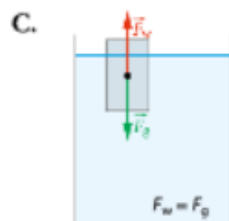
Po wypłynięciu na powierzchnię klocek zatrzymuje się częściowo w niej zanurzony, co oznacza, że siły działające na niego równoważą się. Dzieje się tak dlatego, że wartość siły wyporu zależy tylko od objętości zanurzonej części klocka – jest więc mniejsza niż wtedy, gdy w całości był pod wodą (rys. C).

To, czy ciało tonie w cieczy, czy wypływa na jej powierzchnię, zależy od relacji gęstości ciała i gęstości cieczy.

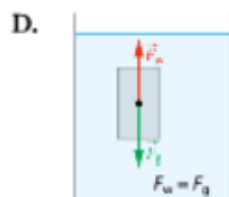
Jeżeli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, ciało **tonie**. Jeżeli jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy, to po zanurzeniu **wypływa** ono na powierzchnię.

Nietrudno się domyślić, że ciało **tkwi zanurzone** w cieczy na takiej głębokości, na jakiej się je umieści, gdy siły wyporu i ciężkości równoważą się (rys. D). Jest tak, gdy **gęstość ciała i gęstość cieczy są sobie równe**.

Ciało pozostaje **całkowicie zanurzone** w cieczy (nie wypływa na jej powierzchnię i nie opada na dno), jeżeli jego gęstość i gęstość cieczy są sobie równe.



Ciało częściowo zanurzone.



Ciało całkowicie zanurzone.



Wielotonowy statek przewożący ogromne ilości ładunku nie tonie dzięki sile wyporu.

## Zadania z lekcji

**ĆWICZENIE 6.** Korek o objętości  $10 \text{ cm}^3$  pływa w wodzie tak, że nad wodę wystaje  $\frac{3}{4}$  jego objętości. Jaka jest gęstość korka?

$$V = 10 \text{ cm}^3 = 0,00001 \text{ m}^3$$
$$\text{Ciężar ciała} = \text{Siła wyporu}$$

$$\text{Ciężar} = \text{siła wyporu} = V \cdot d \cdot 10 = 0,00001 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 = 0,1 \text{ N}$$

$$\text{Ciężar ciała to } 1/4 \text{ z } 0,1 \text{ N} = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025 \text{ N}$$
$$m = 0,0025 \text{ kg}$$

$$d = m/V = 0,0025 \text{ kg} / 0,00001 \text{ m}^3 = 250 \text{ kg/m}^3$$

1. Jacek i Wacek płyną po jeziorze łódką. Masa łódki wraz z chłopcami wynosi 200 kg. Objętość zanurzonej części kadłuba łódki jest równa:

- A. 200 dm<sup>3</sup>      C. 20 dm<sup>3</sup>  
 B. 50 dm<sup>3</sup>      D. 5 dm<sup>3</sup>

Siła wyporu = Ciężar ciała = 2000N

$$F_w = V \cdot d \cdot 10$$

$$2000\text{N} = x \cdot 1000\text{kg/m}^3 \cdot 10$$

$$2000 = x \cdot 10\,000$$

$$x = 2000/10000$$

$$V = 0,2\text{m}^3 = 200\text{dm}^3$$

**Tabela 2. Gęstości niektórych substancji w temperaturze pokojowej (20°C)**

Substancja	Gęstość $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$	Substancja	Gęstość $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
aluminium	2700	sól kamienna	2160
cynk	7131	alkohol etylowy	791
drewno	400–900	azot (–196°C)	808
duraluminium	2790	benzen	878
kwarc	2300–2700	gliceryna	1260
miedź	8960	nafta	680–720
mosiądz	8440	oliwa	920
nikiel	8910	roztwór nasycony soli kamiennej w wodzie	1150
olów	11 336	rtęć	13 550
platyna	21 410	woda	998
srebro	10 490	wodór (–253°C, ciecz)	71
stal	7500–7900	argon	1,784
szkło	2600–5900	azot	1,251
tytan	4507	chlor	3,214
węgiel (diament)	3520	dwutlenek węgla	1,977
węgiel (grafit)	2250	hel	0,178
wolfram	19 270	neon	0,900
złoto	19 320	powietrze	1,293
żelazo kute	7800–7900	tlen	1,429
lód (0°C)	920	wodór (gaz)	0,09
cukier	1520		

przy ciśnieniu  $p = 1013 \text{ hPa}$