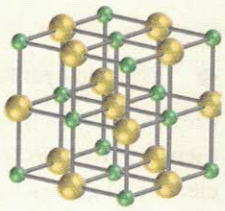
Właściwości materii

ŻNIEJSZE WIADOMOŚCI

Cząsteczkowa budowa materii

Wszystkie ciała zbudowane są z cząsteczek (albo z pojedynczych atomów, albo z jonów) i występują w trzech stanach skupienia: stałym, ciekłym i gazowym. Siły działające między cząsteczkami są największe w ciałach stałych, słabsze w cieczach, a najsłabsze w gazach. Dlatego ciało stałe zachowuje kształt i objętość, ciecz zachowuje objętość, a gaz nie zachowuje ani kształtu, ani objętości.

Wśród ciał stałych wyróżniamy kryształy, w których cząsteczki, atomy lub jony są ułożone w sposób regularny. Na ilustracji obok widzisz strukturę kryształu soli kamiennej (chlorku sodu – NaCl), w którym jony sodu i chloru ułożone są w sąsiednich wierzchołkach sześcianu. Do kryształów należą metale oraz wiele innych substancji.



W niektórych ciałach stałych, takich jak szkło, stearyna, tworzywa sztuczne cząsteczki są ułożone bezładnie. Nazywamy je ciałami bezpostaciowymi.

Napięcie powierzchniowe

Napięcie powierzchniowe to zjawisko, w którym powierzchnia cieczy kurczy się samorzutnie do jak najmniejszych rozmiarów ze względu na przyciąganie działające między cząsteczkami. Dlatego np. kropla wody utrzymuje swój kształt i nie rozlewa się swobodnie po całym podłożu.

Gęstość

Gęstość to wielkość określająca masę jednostki objętości substancji. Na przykład 1 cm^3 aluminium ma masę 2,7 g, mówimy więc, że gęstość aluminium wynosi 2,7 $\frac{g}{cm^3}$. Gęstość możemy obliczyć, dzieląc masę przez objętość. Jeśli np. 5 cm^3 żelaza waży 40 g, to 1 cm^3 waży 5 razy mniej, czyli 8 g, a więc gęstość żelaza wynosi 8 $\frac{g}{cm^3}$.

$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa}}{\text{objętość}} \qquad d = \frac{m}{V}$$

Jednostką gęstości w układzie SI jest $\frac{kg}{m^3}$. Często używamy też jednostki $\frac{g}{cm^3}$.

R

Ciśnienie

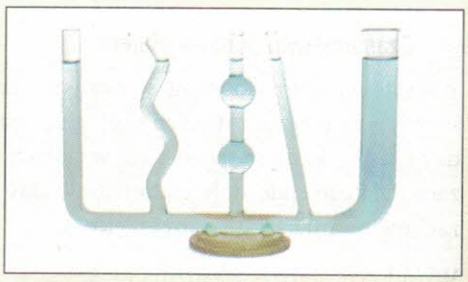
Ciśnienie to wielkość, która określa, jaka siła działa na jednostkę powierzchni.

$$\text{ciśnienie} = \frac{\text{siła nacisku (parcie)}}{\text{pole powierzchni}} \qquad p = \frac{F}{S}$$

Jednostką ciśnienia jest paskal (1 Pa = 1 $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$). Na przykład, jeśli na powierzchnię 4 m^2 działa siła 40 N, to na 1 m^2 przypada 10 N. Mówimy wtedy, że ciśnienie wynosi 10 Pa.

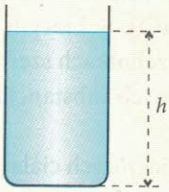
Prawo naczyń połączonych

Jeśli w naczyniach połączonych znajduje się jeden rodzaj cieczy, poziom płynu we wszystkich naczyniach jest jednakowy. Zauważ, że jeśli naczynia mają różną grubość, to mniejsza ilość cieczy może zrównoważyć większą!



Ciśnienie hydrostatyczne

Ciecz w naczyniu wywiera na dno ciśnienie zwane ciśnieniem hydrostatycznym, które zależy od wysokości słupa cieczy i jej gęstości, ale nie zależy od powierzchni dna. Gdy powierzchnia dna zwiększy się np. dwa razy, a wysokość słupa cieczy pozostanie bez zmian, to siła nacisku cieczy na dno także się podwoi i ciśnienie się nie zmieni.



Ciśnienie hydrostatyczne obliczamy za pomocą wzoru:

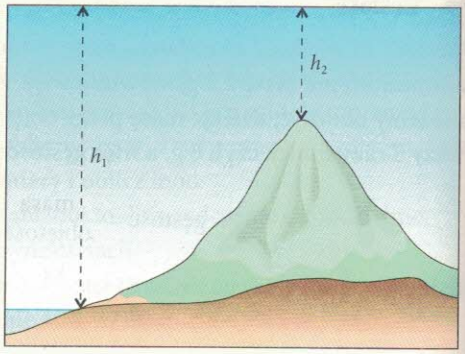
$$\text{ciśnienie} = \text{gęstość cieczy} \cdot \text{przyspieszenie grawitacyjne} \cdot \text{wysokość słupa cieczy}$$

$$p = d \cdot g \cdot h$$

Uwaga. Aby otrzymać ciśnienie w paskalach, wszystkie wielkości musimy wyrazić w układzie SI (gęstość w $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a wysokość w metrach).

Ciśnienie atmosferyczne

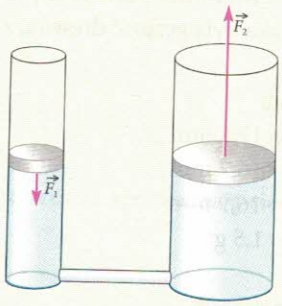
Powietrze ma niewielką gęstość, ale wysokość słupa powietrza nad nami wynosi wiele kilometrów. Dlatego powietrze wywiera na nas dość wysokie ciśnienie (około 1000 hPa, co odpowiada naciskowi ciała o masie 10 t na powierzchnię 1 m^2). Ciśnienie atmosferyczne jest niższe w górach, gdyż słup powietrza nad nami jest tam mniejszy.



Prawo Pascala

Zarówno ciecz, jak i gaz wywierają ciśnienie nie tylko na dno, ale także na ścianki naczynia i na wszystko, co się w nim znajduje. Ciśnienie działa także „pod górę", na dolne powierzchnie ciał zanurzonych w cieczy lub gazie. Ciecz i gaz przenoszą wywierane na nie ciśnienie równo we wszystkich kierunkach.

Urządzenia hydrauliczne



Prawo Pascala wykorzystujemy w urządzeniach hydraulicznych, takich jak hamulce samochodów, prasy hydrauliczne, siłowniki (np. w niektórych podnośnikach do samochodów i windach).

Jeśli tłoki przesuwają się w połączonych cylindrach o różnej średnicy, to naciskając na jeden tłok, możemy poruszyć drugi. Ciśnienie w obu cylindrach na ilustracji obok jest jednakowe, ale ponieważ prawy tłok ma większą powierzchnię, działa na niego odpowiednio większa siła. W ten sposób możemy za pomocą małej siły F_1 zrównoważyć dużą siłę F_2. Podobnie jak w wypadku dźwigni, nie możemy jednak zaoszczędzić na pracy, gdyż lewy tłok musi pokonać odpowiednio większą drogę niż prawy.

Prawo Archimedesa

Na ciało zanurzone w cieczy (lub gazie) działa siła wyporu. Jest ona skierowana do góry i równa ciężarowi wypartej cieczy:

$$F_w = m_{\text{wypartej cieczy}} \cdot g = d_{\text{wypartej cieczy}} \cdot V_{\text{wypartej cieczy}} \cdot g$$

Jeśli ciało jest całkowicie zanurzone, wyparta ciecz ma taką objętość jak to ciało. Jeśli ciało jest zanurzone częściowo, wyparta ciecz ma taką objętość jak zanurzona część ciała.

- Jeśli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, to siła wyporu jest mniejsza od ciężaru ciała i ciało tonie.
- Jeśli gęstość ciała jest równa gęstości cieczy, to siła wyporu jest równa ciężarowi ciała i ciało może swobodnie unosić się w cieczy, nie tonąc ani nie wynurzając się.
- Jeśli gęstość ciała jest mniejsza od gęstości cieczy, to siła wyporu działająca na całkowicie zanurzone ciało jest większa od jego ciężaru i ciało zaczyna się wynurzać. Kiedy zmniejsza się zanurzenie ciała, zmniejsza się także siła wyporu do momentu, aż siła wyporu i ciężar wyrównają się. Kiedy ciało pływa po powierzchni, jest zanurzone w takim stopniu, że siła wyporu i ciężar równoważą się.

Przykład 1

Trzej uczniowie mierzyli suwmiarką średnicę drewnianej kulki. Otrzymali wyniki: 17,3 mm, 16,7 mm, 16,9 mm. Po zważeniu kulki na wadze laboratoryjnej okazało się, że jej masa wynosi 1,5 g.
a) Niepewność pomiaru za pomocą suwmiarki wynosi 0,1 mm. Skąd więc takie różnice w pomiarze średnicy?
b) Jaka była gęstość drewna, z którego wykonano kulkę?

Dane:
$D_1 = 17{,}3$ mm
$D_2 = 16{,}7$ mm
$D_3 = 16{,}9$ mm
$m = 1{,}5$ g

Szukane:
$d = ?$

Rozwiązanie

Ad a) Niepewność przyrządu to tylko jedno ze źródeł niepewności pomiarowej. Być może suwmiarka nie była ustawiona w płaszczyźnie „równika" kulki. Sama kulka także nie jest idealną geometryczną kulą, ale materialnym przedmiotem, i jej średnice mogą mieć nieco różną długość.

Ad b) Obliczmy średnią wartość średnicy kulki:

$$D = (17{,}3\ \text{mm} + 16{,}7\ \text{mm} + 16{,}9\ \text{mm}) : 3 \approx 16{,}97\ \text{mm}$$

Wobec tego jej promień wynosi:

$$r = \frac{1}{2} D \approx 16{,}97\ \text{mm} : 2 \approx 8{,}48\ \text{mm} = 0{,}848\ \text{cm}$$

Znajdujemy w tabelach na końcu zbioru wzór na objętość kuli:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Podstawiamy dane:

$$V \approx \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}848\ \text{cm})^3 \approx 2{,}55\ \text{cm}^3$$

Znając masę kulki i jej objętość, obliczamy jej gęstość:

$$d = \frac{m}{V} \approx \frac{1{,}5\ \text{g}}{2{,}55\ \text{cm}^3} \approx 0{,}59\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Odpowiedź: Gęstość drewna, z którego wykonano kulkę, wynosi $0{,}59\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Przykład 2

Sześcian wykonany ze stali ma masę 2 kg. Jaka jest długość jego krawędzi? Narysuj odcinek takiej długości.

Dane:
$m = 2\ \text{kg} = 2000\ \text{g}$

Szukane:
$a = ?$

Rozwiązanie

Gęstość stali sprawdzamy w tabelach na końcu zbioru:

$$d = 7{,}8\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Objętość sześcianu można obliczyć na kilka sposobów, które zresztą sprowadzają się do wykonania takich samych obliczeń.

Sposób I

Obliczmy, ile razy masa danego sześcianu jest większa od 7,8 g:

$$2000\ \text{g} : 7{,}8\ \text{g} \approx 256$$

Skoro nasz sześcian ma masę 256 razy większą niż masa 1 cm^3 stali, to jego objętość wynosi 256 cm^3. Objętość sześcianu o krawędzi a obliczamy ze wzoru:

$$V = a^3$$

W naszym przypadku:

$$a^3 = 256\ \text{cm}^3$$

$$a = \sqrt[3]{256\ \text{cm}^3} \approx 6{,}3\ \text{cm}$$

Sposób II

Ułóżmy proporcję:

$$1\ \text{cm}^3 — 7{,}8\ \text{g}$$
$$V — 2000\ \text{g}$$

Czyli:

$$\frac{1\ \text{cm}^3}{V} = \frac{7{,}8\ \text{g}}{2000\ \text{g}}$$

Wobec tego:

$$V = \frac{1\ \text{cm}^3 \cdot 2000\ \text{g}}{7{,}8\ \text{g}} \approx 256\ \text{cm}^3$$

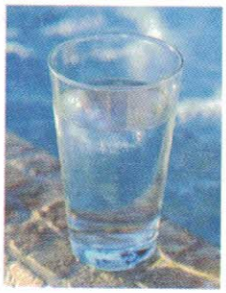
Długość krawędzi obliczamy tak, jak w sposobie I.

Sposób III

Wzór $d = \frac{m}{V}$ przekształcamy do postaci $V = \frac{m}{d}$. Podstawiamy dane i wykonujemy obliczenia. Długość krawędzi obliczamy tak, jak w sposobie I.

Odpowiedź: Sześcian ma krawędź o długości 6,3 cm. O, taką:

Przykład 3



Jeden mol to tyle gramów substancji, ile wynosi masa cząsteczkowa substancji. W molu jest zawsze tyle samo cząsteczek (około $6 \cdot 10^{23}$). Ile cząsteczek zawiera szklanka wody? Porównaj z liczbą ludzi żyjących na Ziemi. Obliczenia wykonuj w przybliżeniu.

Rozwiązanie

Sprawdzamy w układzie okresowym pierwiastków masę atomową wodoru (1) oraz tlenu (16) i obliczamy masę cząsteczkową wody (H_2O): $2 \cdot 1 + 16 = 18$. Mol wody waży więc 18 g.

Szklanka zawiera około 250 g wody, czyli $250 : 18 \approx 14$ moli. A więc znajduje się w niej:

$$14 \cdot 6 \cdot 10^{23} \approx 80 \cdot 10^{23} = 8 \cdot 10^{24} \text{ cząsteczek.}$$

Dzieląc liczbę cząsteczek wody w szklance przez przybliżoną liczbę mieszkańców Ziemi, otrzymamy wynik:

$$8 \cdot 10^{24} : (7 \cdot 10^{9}) = (8 : 7) \cdot 10^{24-9} \approx 10^{15}$$

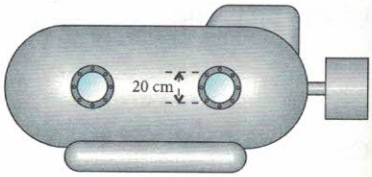
Odpowiedź: Szklanka wody zawiera około $8 \cdot 10^{24}$ cząsteczek, ponad 10^{15} razy (biliard razy) więcej niż ludzi na Ziemi.

Przykład 4

Batyskaf jest zanurzony na głębokość 3 km, a całkowita głębokość morza w tym miejscu wynosi 8 km. Jaką siłą woda naciska na okno batyskafu? Jaką masę musiałoby mieć ciało, aby jego ciężar był równy tej sile?

Dane:
$h = 3$ km
$h_{morze} = 8$ km
$r_{okno} = 10$ cm

Szukane:
$F = ?$



Rozwiązanie

Słup wody nad batyskafem ma wysokość 3 km. Całkowita głębokość morza nie jest potrzebna do rozwiązania zadania. Tak więc głębokość zanurzenia:

$$h = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$$

Gęstość wody morskiej wynosi:

$$d = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Możemy więc obliczyć ciśnienie panujące na głębokości, na której znajduje się batyskaf:

$$p = d \cdot g \cdot h$$

$$p = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3000 \text{ m} = 30\,900\,000 \text{ Pa} = 30{,}9 \text{ MPa}$$

Okno batyskafu ma kształt koła o promieniu 0,1 m, a więc jego powierzchnia wynosi:

$$S = \pi r^2$$

$$S \approx 3{,}14 \cdot (0{,}1\ \text{m})^2 = 3{,}14 \cdot 0{,}01\ \text{m}^2 = 0{,}0314\ \text{m}^2$$

Skoro na 1 m² woda naciska siłą 30 900 000 N, to na 0,0314 m² naciska ona siłą:

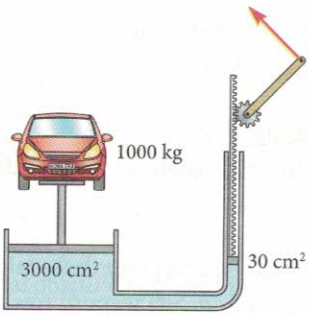
$$F = 0{,}0314 \cdot 30\,900\,000\ \text{N} \approx 970\,000\ \text{N} = 0{,}97\ \text{MN}$$

Ponieważ ciężar 10 N przypada na 1 kg masy, 970 000 N to ciężar ciała o masie 97 000 kg.

Odpowiedź: Woda naciska na okno siłą 0,97 MN, równą ciężarowi ciała o masie 97 t.

Przykład 5

Duży tłok podnośnika hydraulicznego ma powierzchnię 3000 cm², a mały 30 cm². Mały tłok jest wciskany za pośrednictwem drążka z zębatką, poruszanego przez kółko zębate o promieniu 10 cm, połączone z korbą o długości 40 cm. Jaką siłą trzeba działać na korbę, aby podnieść umieszczony na dużym tłoku samochód o masie 1000 kg?



Dane:
$S = 3000\ \text{cm}^2$
$s = 30\ \text{cm}^2$
$R_{korba} = 40\ \text{cm}$
$r_{zębatka} = 10\ \text{cm}$
$m = 1000\ \text{kg}$

Szukane:
$F = ?$

Rozwiązanie

Najpierw obliczymy ciężar samochodu:

$$Q = mg$$

$$Q = 1000\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10\,000\ \text{N}$$

Korba z zębatką stanowi rodzaj kołowrotu zwiększającego siłę 4 razy (bo promień korby jest 4 razy dłuższy niż promień koła zębatego). Układ hydrauliczny pozwala zwiększyć siłę kolejne 100 razy (bo powierzchnia dużego tłoka jest 100 razy większa niż małego). W sumie więc urządzenie pozwala zwiększyć siłę aż 400 razy.
W takim razie na korbę wystarczy działać siłą:

$$F = \frac{10\,000\ \text{N}}{400} = 25\ \text{N}$$

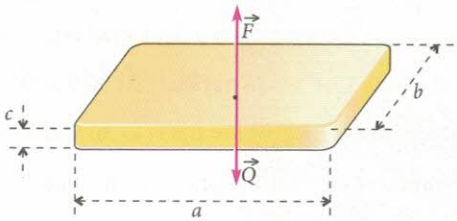
Odpowiedź: Aby podnieść samochód umieszczony na dużym tłoku, należy działać na korbę siłą 25 N.

Przykład 6

Deska do nauki pływania ma kształt zbliżony do prostopadłościanu. Jej wymiary wynoszą 40 cm × 30 cm × 4 cm, a masa równa jest 300 g.

a) Jakie maksymalne obciążenie utrzyma ta deska?

b) Czy osoba korzystająca z deski musi mieć masę mniejszą od obliczonej w punkcie a)?



Dane:

$a = 40$ cm $= 4$ dm

$b = 30$ cm $= 3$ dm

$c = 4$ cm $= 0{,}4$ dm

$m_d = 300$ g

Szukane:

$m = ?$

Rozwiązanie

Obliczmy najpierw objętość deski:

$$V = 4\ \text{dm} \cdot 3\ \text{dm} \cdot 0{,}4\ \text{dm} = 4{,}8\ \text{dm}^3$$

Woda wyparta przez deskę także ma objętość 4,8 dm^3, czyli 4,8 litra, a więc jej masa wynosi $m_w = 4{,}8$ kg. Siła wyporu równa jest ciężarowi wypartej wody, jej wartość wynosi więc:

$$F = Q_w = m_w \cdot g$$

$$F = 4{,}8\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 48\ \text{N}$$

Sama deska ma ciężar:

$$Q_d = m_d \cdot g$$

$$Q_d = 0{,}3\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3\ \text{N}$$

Wypadkowa sił wyporu i ciężaru deski ma wartość:

$$F - Q_d = 48\ \text{N} - 3\ \text{N} = 45\ \text{N}$$

Taki ciężar ma ciało o masie $m = \dfrac{45\ \text{N}}{10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4{,}5$ kg.

Taką masą możemy obciążyć deskę, aby nie zatonęła. Jednak masa osoby korzystającej z deski nie musi być tak mała. Na tę osobę także działa siła wyporu, która równoważy znaczną część jej ciężaru. Deska ma tylko zrównoważyć pozostałą różnicę.

Odpowiedź: Deskę można obciążyć masą 4,5 kg, jednak masa osoby korzystającej z deski może być znacznie większa.

Przykład 7

Klocek drewna pływa po powierzchni wody. Zanurzona część klocka stanowi 80% jego objętości. Jaka jest gęstość drewna?

A. 0,2 $\frac{g}{cm^3}$ B. 0,8 $\frac{g}{cm^3}$ C. 20 $\frac{g}{cm^3}$ D. 80 $\frac{g}{cm^3}$

Rozwiązanie

Klocek pływa po powierzchni, więc siła wyporu równoważy jego ciężar. Siła wyporu jest równa ciężarowi wypartej wody, więc ciężar wypartej wody jest równy ciężarowi klocka:

$$Q_w = Q_k$$

W takim razie również masa wypartej wody jest równa masie klocka:

$$m_w = m_k$$

Sposób I

Klocek o gęstości większej od gęstości wody nie pływa, ale tonie, więc odpowiedzi C i D nie są poprawne. Gdyby klocek pływał zanurzony w 100%, to jego gęstość byłaby równa gęstości wody. Ponieważ pływa zanurzony prawie w 100%, to możemy szacować, że jego gęstość jest zbliżona do gęstości wody (1 $\frac{g}{cm^3}$). Spośród podanych odpowiedzi ten warunek spełnia tylko liczba 0,8 $\frac{g}{cm^3}$, czyli odpowiedź B.

Sposób II

Rozwiązanie nie zależy od objętości klocka. Gdyby klocek miał objętość większą np. 2 razy, proporcjonalnie wzrosłyby jego masa i ciężar, a więc i siła wyporu potrzebna do jego utrzymania na wodzie. Objętość wypartej wody również zwiększyłaby się wówczas 2 razy, ale nadal stanowiłaby ten sam procent objętości klocka.

Skoro odpowiedź nie zależy od objętości klocka, możemy przyjąć dowolną jego objętość, np. 1 cm^3. Zanurzona część klocka ma wówczas objętość 0,8 cm^3, a więc klocek wypiera 0,8 cm^3 wody. Taka ilość wody ma masę 0,8 g, a więc i masa klocka wynosi 0,8 g.

W takim razie gęstość klocka wynosi:

$$d_k = \frac{0{,}8\ g}{1\ cm^3} = 0{,}8\ \frac{g}{cm^3}$$

Sposób III

Objętość wypartej wody równa jest objętości zanurzonej części klocka, czyli 80% objętości klocka.

$$V_w = 0{,}8\ V_k$$
$$V_k = 1{,}25\ V_w$$

Obliczmy gęstość klocka:

$$d_k = \frac{m_k}{V_k} = \frac{m_w}{1{,}25\ V_w} = 0{,}8\ \frac{m_w}{V_w} = 0{,}8\ d_w = 0{,}8 \cdot 1\ \frac{g}{cm^3} = 0{,}8\ \frac{g}{cm^3}$$

Odpowiedź: Poprawna jest odpowiedź B.

31. Budowa materii

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.8 [Uczeń] opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego; ilustruje istnienie sił spójności i w tym kontekście tłumaczy formowanie się kropli.

Spotkania z fizyką: VII 7–9
To jest fizyka: VII 27–28

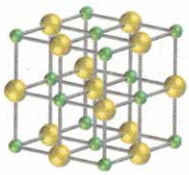
31.1 Najmniejsza ilość wody to:
A. kropelka, B. 1 mg, C. 1 cząsteczka, D. 1 atom.

31.2 Najmniejsza ilość żelaza to:
A. opiłek, B. 1 mg, C. 1 cząsteczka, D. 1 atom.

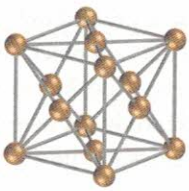
31.3 Jaka substancja ma w stanie stałym strukturą krystaliczną?
A. drewno B. srebro C. guma D. szkło

31.4 Na rysunkach 31.1a–b przedstawiono ułożenie atomów dwóch ciał stałych. Który z nich przedstawia ciało o strukturze kryształu?
A. Tylko rysunek a).
B. Tylko rysunek b).
C. Oba rysunki.
D. Żaden z rysunków.

a)



b)



Rys. 31.1

31.5 W jakim stanie skupienia znajduje się substancja, która:
a) łatwo zmienia swoją objętość i kształt, a jej cząsteczki są w ciągłym i bezładnym ruchu,
b) objętość zmienia trudno, a jej cząsteczki drgają i bardzo silnie na siebie oddziałują,
c) łatwo zmienia kształt, dostosowując się do naczynia, w którym się znajduje, a objętość zmienia trudno, ponieważ odległości pomiędzy cząsteczkami są małe.

31.6 W strzykawce znajduje się pewna substancja. Jaki jest jej stan skupienia, jeśli naciśnięcie tłoka powoduje znaczne zmniejszenie się objętości zajmowanej przez tę substancję?

31.7 Ile litrów powietrza znajduje się w dwulitrowej butelce? Czy taka ilość powietrza zmieściłaby się w butelce o pojemności 1 litra?

31.8 Siły przyciągania międzycząsteczkowego są:
A. najsłabsze w gazach,
B. najsilniejsze w gazach,
C. najsłabsze w cieczach,
D. najsilniejsze w cieczach.

31.9 Wodę w stanie ciekłym trudno sprężyć, gdyż jej cząsteczki:
A. przyciągają się nawzajem,
B. odpychają się, gdy próbujemy je zbliżyć do siebie,
C. nie mogą się poruszać względem siebie,
D. są od siebie bardzo odległe.

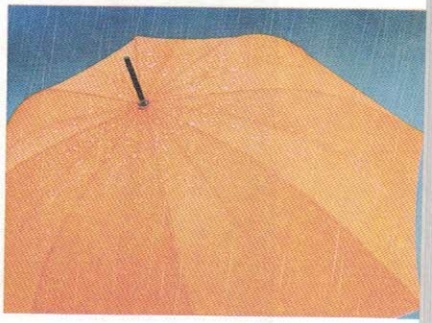
31.10 Jakie zjawiska fizyczne przedstawiono na fotografiach? Wybierz odpowiedzi spośród podanych w ramce i zaznacz odpowiednie kwadraty.

☐ A ☐ B ☐ C ☐ A ☐ B ☐ C ☐ A ☐ B ☐ C

A. dyfuzja B. ściśliwość gazu C. napięcie powierzchniowe

31.11 Wyjaśnij, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii, dlaczego:
a) ciała stałe trudno zmieniają kształt,
b) gazy wypełniają całą dostępną im objętość,
c) ciecze łatwo zmieniają kształt,
d) gazy łatwo zmieniają objętość,
e) trudno zmienić objętość ciał stałych,
f) trudno zmienić objętość cieczy.

31.12 Parasol przeciwdeszczowy wykonany jest z tkaniny.
a) Dlaczego parasol nie przemaka? Przecież ubranie wykonane z takiej samej tkaniny przemaka bardzo szybko.
b) Dlaczego siedząc w namiocie w czasie deszczu, nie należy dotykać ścianek namiotu?

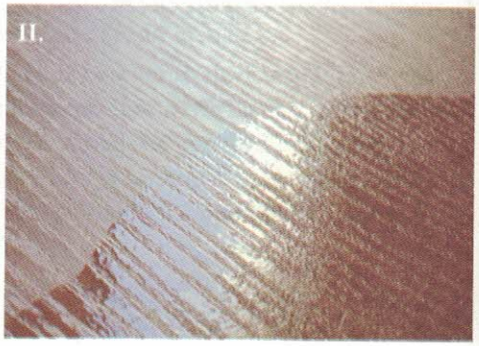


31.13 Przeczytaj informacje w ramce i odpowiedz na pytania.

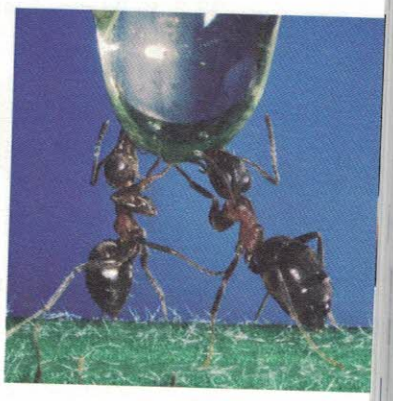
Cząsteczki moich dłoni przyciągają cząsteczki ściany i sufitu, dlaczego więc nie mogę chodzić ani po ścianie, ani po suficie? Otóż powierzchnia dłoni ma inny kształt niż powierzchnia ściany i stykają się one na niewielkiej powierzchni. Zbyt mało cząsteczek dłoni znajduje się na tyle blisko cząsteczek ściany, aby siła przyciągania miała jakiekolwiek znaczenie.
Zwierzęta, którym natura pozwoliła rozwiązać ten problem, to gekony – jaszczurki swobodnie biegające po ścianach, a nawet po suficie. Ich łapki pokryte są drobnymi włoskami. Każdy włosek ma średnicę około 5 μm i rozgałęzia się na kilkaset wąskich nitek zwanych, ze względu na swój kształt, szpatułkami. Szpatułki mają średnicę kilkudziesięciu nanometrów, a więc są porównywalne z rozmiarami cząsteczek. Każda z nich jest przyciągana przez cząsteczki ściany lub sufitu. Siła przyciągania jednej szpatułki jest niewielka, ale szpatułek jest bardzo dużo i wszystkie razem zapewniają wystarczającą siłę: na jeden włosek przypada około 200 μN, a jest ich ponad 14 tys. na 1 mm^2 skóry gekona.
Gekon nie potrzebuje kleju, wilgoci ani najmniejszych nawet nierówności powierzchni do zaczepienia. Może chodzić nie tylko po otynkowanej ścianie, ale i po szkle. Jedynym materiałem, na który nie umie się wdrapać, jest... teflon – substancja specjalnie tak zaprojektowana, aby nic do niej nie przywierało.

a) Dlaczego człowiek nie może chodzić po ścianie?
b) Dlaczego szpatułki są tak małe?
c) Zapisz średnicę jednego włoska i jednej szpatułki jako ułamek milimetra (przyjmij, że średnica szpatułki wynosi 50 nm).
d) Jaką w przybliżeniu siłę wytrzymuje pojedyncza szpatułka?
e) Gekon toko (na zdjęciu) ma masę 300 g. Jaka musi być powierzchnia styku jego łapki z sufitem, aby utrzymać ciężar gada?

31.14 Oba zdjęcia przedstawiają podłogę przetartą mopem. W pierwszym przypadku mop zmoczony był samą wodą, w drugim – wodą z dodatkiem płynu do mycia naczyń. Jak zmienia się napięcie powierzchniowe wody, gdy dodamy do niej takiego płynu?



31.15 Na zdjęciu widzisz mrówki podtrzymujące w łapkach kroplę wody. Dlaczego mrówka może tak pić? Dlaczego my nie możemy?



31.16 W pewien upalny średniowieczny dzień rycerz oblał się wiadrem wody, aby się ochłodzić. Od tego czasu minęło wiele wieków i woda z wiadra zdążyła się wymieszać z całą resztą wody na Ziemi. Nabieramy wiadro wody z oceanu. Ile średnio cząsteczek wody pochodzi z wiadra naszego rycerza?
Wiadro wody zawiera około 10 litrów, czyli 10 kg wody. Jedna cząsteczka wody ma masę około $3 \cdot 10^{-23}$ g, a na Ziemi jest prawie półtora miliarda kilometrów sześciennych wody.

DOŚWIADCZENIE 20

1. W denku plastikowego kubka zrób szpilką dwie dziurki jedną obok drugiej.
2. Ustaw kubek nad zlewem i wlej do niego wody. Woda będzie wyciekała przez dziurki.
3. Spróbuj połączyć strugi wody w jedną.
4. Czy gdy oddalisz palec, strugi się rozłączą? Dlaczego tak się dzieje?

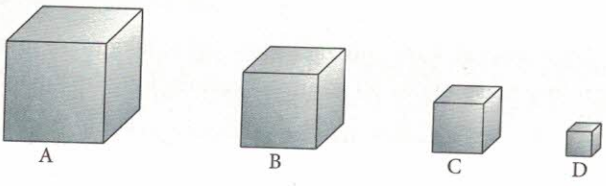
32. Gęstość

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.1 [Uczeń] posługuje się pojęciami masy i gęstości oraz ich jednostkami; analizuje różnice gęstości substancji w różnych stanach skupienia wynikające z budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów.
5.2 [Uczeń] stosuje do obliczeń związek gęstości z masą i objętością.

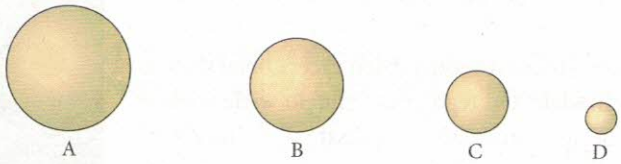
Spotkania z fizyką: VII 12–13
To jest fizyka: VII 36–37

32.1 Klocki przedstawione na rysunku 32.1 wykonano z tego samego materiału. Który z nich ma największą masę?



Rys. 32.1

32.2 Kulki przedstawione na rysunku 32.2 mają taką samą masę. Która z nich ma największą gęstość?



Rys. 32.2

32.3 Jaką gęstość ma drewniany sześcian o objętości 10 cm^3 i masie 4 g?

A. 0,4 $\frac{g}{cm^3}$ B. 2,5 $\frac{g}{cm^3}$ C. 4 $\frac{g}{cm^3}$ D. 25 $\frac{g}{cm^3}$

32.4 Jaką masę ma miedziany prostopadłościan o objętości 0,09 m^3?

A. 81 kg B. 100 kg C. 810 kg D. 1000 kg

32.5 Kostka sześcienna o krawędzi 2 cm ma masę 18 g. Z którego z podanych materiałów mogła zostać wykonana?

A. ze srebra B. z drewna C. z żelaza D. ze szkła

32.6 Masa klocka o objętości 0,2 m^3 wykonanego z pewnej substancji wynosi 2200 kg. Oblicz gęstość tej substancji.

A. 440 $\frac{kg}{m^3}$ B. 1100 $\frac{kg}{m^3}$ C. 4400 $\frac{kg}{m^3}$ D. 11 000 $\frac{kg}{m^3}$

32.7 Z jakich substancji można wykonać kulkę o masie 220 g i objętości 20 cm^3?

☐ lód ☐ aluminium ☐ żelazo ☐ ołów ☐ srebro ☐ złoto ☐ platyna

32.8 Drewniany prostopadłościenny klocek ma wymiary 8 cm × 25 cm × 20 cm. Jego masa jest równa 2 kg. Jaka jest gęstość drewna, z którego wykonano ten klocek?

A. 0,5 $\frac{kg}{m^3}$ B. 2000 $\frac{kg}{m^3}$ C. 0,5 $\frac{g}{cm^3}$ D. 2000 $\frac{g}{cm^3}$

32.9 Oblicz objętość kilograma:

a) powietrza,

b) wody,

c) złota.

32.10 Sześcienna kostka z drewna o gęstości 550 $\frac{kg}{m^3}$ ma masę 0,55 kg. Oblicz długość krawędzi tej kostki.

32.11 W pierścionku znajduje się diamentowe oczko o ciężarze 5 mN. Jaka jest objętość tego oczka? Podaj wynik w centymetrach sześciennych.

32.12 W bajkach możemy spotkać kurę znoszącą złote jajka. Jaką masę miałoby takie jajko? Zwykłe jajo kurze ma masę około 50 g, a jego gęstość jest zbliżona do gęstości wody.

32.13 Znajdź informacje na temat substancji o bardzo ciekawych właściwościach, zwanej aerożelem.

a) Jakie ma zastosowanie ta substancja?

b) Jaka jest najniższa gęstość aerożelu?

c) W jaki sposób udało się uzyskać tak niską gęstość?

d) Oblicz, jaką objętość i jaką długość krawędzi miałby sześcian o masie 1 kg wykonany z aerożelu. Porównaj wynik z odpowiedziami w zadaniu 32.9.

32.14 Uzupełnij puste miejsca, przeliczając jednostki.

a) $1\ \frac{g}{cm^3} = \ldots\ldots\ \frac{kg}{m^3}$

b) $0{,}78\ \frac{g}{cm^3} = \ldots\ldots\ \frac{kg}{m^3}$

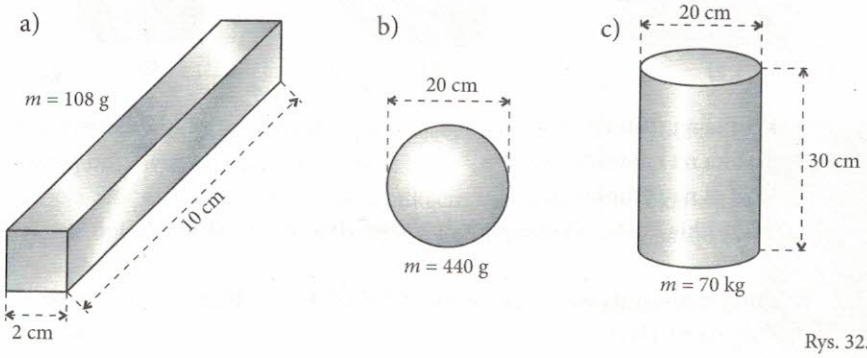
c) $1\ \frac{kg}{m^3} = \ldots\ldots\ \frac{g}{cm^3}$

d) $23\ \frac{kg}{m^3} = \ldots\ldots\ \frac{g}{cm^3}$

e) $1\ \frac{kg}{l} = \ldots\ldots\ \frac{g}{cm^3}$

f) $8{,}35\ \frac{kg}{l} = \ldots\ldots\ \frac{g}{cm^3}$

32.15 Oblicz gęstość ciał przedstawionych na rysunku 32.3.



Rys. 32.3

32.16 Znajdź w odpowiednich źródłach dane o wymiarach i masie planet Układu Słonecznego. Oblicz ich gęstości. Które planety mają podobną gęstość jak Ziemia?

32.17 Sześcian o krawędzi 10 cm wykonano ze stalowej blachy o grubości 5 mm. Jaka jest gęstość tego sześcianu?

Wskazówka. Sumowanie objętości poszczególnych ścianek nie jest najprostszą metodą obliczenia objętości użytej stali.

32.18 Sześcian o krawędzi 10 cm wykonano ze stalowej blachy. Przy jakiej grubości blachy gęstość sześcianu jest równa gęstości wody?

DOŚWIADCZENIE 21

Zmierz wymiary i masę, a następnie wyznacz gęstość kilku przedmiotów codziennego użytku. Przedmioty powinny mieć kształt brył, których objętość umiesz obliczać (np. prostopadłościenne pudełko, puszka w kształcie walca).

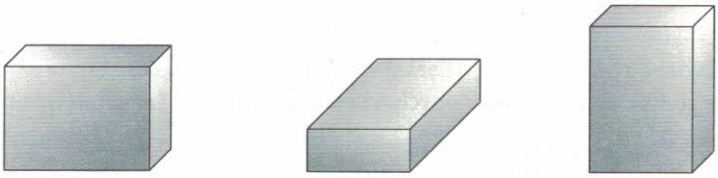
33. Ciśnienie

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.3 [Uczeń] posługuje się pojęciem parcia (nacisku) oraz pojęciem ciśnienia w cieczach i gazach wraz z jego jednostką; stosuje do obliczeń związek między parciem a ciśnieniem.

Spotkania z fizyką: VII 14
To jest fizyka: VII 38

33.1 Na stole leżą trzy identyczne kostki prostopadłościenne. Która z nich wywiera największe ciśnienie na stół?



Rys. 33.1

A. Kostka na rysunku a).
B. Kostka na rysunku b).
C. Kostka na rysunku c).
D. Wszystkie kostki wywierają jednakowe ciśnienie na stół.

33.2 W której sytuacji wywierasz największy nacisk na podłogę?
A. Gdy na niej leżysz.
B. Gdy stoisz na niej na jednej nodze.
C. Gdy stoisz na niej na obu nogach.
D. W każdej z wymienionych sytuacji nacisk jest taki sam.

33.3 Wyjaśnij:
a) dlaczego człowiek stojący na nartach nie zapada się w śniegu,
b) dlaczego osoby ratujące tonącego w przerębli nie chodzą bezpośrednio po lodzie, ale kładą na nim dużą deskę,
c) po co przykleja się na nogach krzeseł filcowe podkładki,
d) dlaczego w fotelu siedzi się wygodniej niż na taborecie,
e) dlaczego spychacze mają gąsienice.

33.4 Duża ciężarówka ma nawet 18 kół. Czy dzięki temu zmniejsza się siła nacisku samochodu na drogę?

33.5 Betonowa płyta o powierzchni 4 m^2 ma ciężar 20 000 N. Jakie ciśnienie wywiera na podłoże, na którym leży?

33.6 Drewniany klocek w kształcie sześcianu o krawędzi 10 cm ma masę 0,5 kg. Jakie ciśnienie wywiera na podłoże?

33.7 Zamień jednostki.

a) 1013 hPa = ... Pa
b) 101 hPa = ... MPa
c) 0,056 hPa = ... mPa
d) 2,45 MPa = ... Pa
e) 250 Pa = ... hPa
f) 35 hPa = ... kPa

33.8 Oszacuj i zaznacz znakiem × w odpowiednich rubrykach tabeli przybliżoną wartość ciśnienia wywieranego przez siłę *F* na powierzchnię *S*.

F [N]	*S* [m²]	Przybliżone ciśnienie *p*				
		16 Pa	200 Pa	470 Pa	1,1 kPa	12,5 kPa
1918	4,07					
137	0,12					
15	0,93					
2518	12,3					
504	0,04					

33.9 Odpowiedz na poniższe pytania. Brakujące dane oszacuj samodzielnie. Porównaj odpowiedzi w punktach a) i b).

a) Pani Aneta jest szczupła i chodzi w szpilkach. Gdy idzie, przez chwilę cały jej ciężar opiera się na jednym obcasie. Jaką siłą pani Aneta naciska wówczas na podłoże? Jakie wywiera ciśnienie?

b) Duży spychacz jeździ na gąsienicach. Jaką siłą naciska na podłoże? Jakie wywiera ciśnienie?

33.10 Woda w wazonie wywiera na dno ciśnienie 800 Pa. Powierzchnia dna wynosi 40 cm². Jaką siłą woda naciska na dno?

33.11 Stojąca na podłodze sześcienna paczka o masie 10 kg wywiera na podłogę ciśnienie 400 Pa. Oblicz powierzchnię podstawy paczki i długość jej krawędzi.

33.12 Ciśnienie powietrza w oponach roweru jest równe ciśnieniu, które opona wywiera na podłoże.

a) Dlaczego opona się ugina, gdy siadamy na rowerze?

b) Dlaczego gdy koła są słabo napompowane, zwiększają się opory ruchu?

33.13 Prostopadłościenne naczynie o podstawie kwadratowej zawiera oliwę.

a) Jak się zmieni siła nacisku wywierana przez oliwę na dno, jeśli przelejemy ją do innego prostopadłościennego naczynia, również o podstawie kwadratowej, ale o 2 razy krótszej krawędzi podstawy?

b) Jak zmieni się wówczas ciśnienie wywierane przez oliwę na dno naczynia?

33.14 Znajdź błąd w rozumowaniu przedstawionym w ramce.

Okrąg styczny do prostej ma z nią tylko jeden punkt wspólny. Podobnie jest z kulą styczną do płaszczyzny. Gdy więc metalowa kula leży na płaskim podłożu, to styka się z nim tylko w jednym punkcie, a więc cały jej ciężar naciska na jeden punkt. W takim razie kula ta wywiera nieskończone ciśnienie na podłoże.

34. Ciśnienie hydrostatyczne i atmosferyczne

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.4 [Uczeń] posługuje się pojęciem ciśnienia atmosferycznego.
5.6 [Uczeń] stosuje do obliczeń związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością.

Spotkania z fizyką: VII 15
To jest fizyka: VII 39, 42

34.1 Oceń prawdziwość zdań.

a) Ciśnienie hydrostatyczne zależy od wysokości słupa cieczy. ☐ PRAWDA ☐ FAŁSZ
b) Ciśnienie hydrostatyczne zależy od przyspieszenia ziemskiego. ☐ PRAWDA ☐ FAŁSZ
c) Na większych głębokościach ciśnienie jest mniejsze. ☐ PRAWDA ☐ FAŁSZ
d) Im większa gęstość cieczy, tym większe jest ciśnienie hydrostatyczne. ☐ PRAWDA ☐ FAŁSZ

34.2 Oblicz ciśnienie, które wywiera ciecz o ciężarze 10 N, znajdująca się w naczyniu prostopadłościennym, na dno o polu powierzchni 40 cm^2.

A. 0,0004 Pa B. 0,25 Pa C. 4 Pa D. 2,5 kPa

34.3 Jakie ciśnienie wywiera na dno naczynia słup wody o wysokości 20 cm?

A. 20 Pa B. 200 Pa C. 2 kPa D. 20 kPa

34.4 Pojemnik o polu podstawy 30 cm^2 i wysokości 20 cm napełniono rtęcią. Jaką siłą rtęć naciska na dno tego pojemnika?

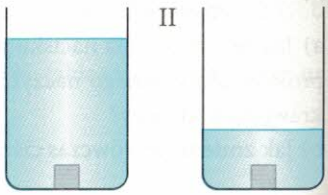
A. 28 N B. 84 N C. 28 kN D. 84 kN

34.5 Jaka jest wysokość słupa gliceryny, który wywiera na dno naczynia ciśnienie 1430 Pa?

A. 5 cm B. 11 cm C. 30 cm D. 8 cm

34.6 W którym naczyniu woda wywiera większe ciśnienie na górną powierzchnię sześcianu?

A. W naczyniu I.
B. W naczyniu II.
C. W obu naczyniach ciśnienie jest jednakowe.

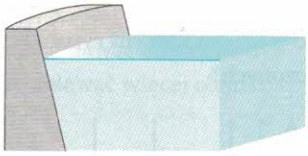


Rys. 34.1

34.7 Dwa naczynia różnią się powierzchnią dna. Do każdego z nich nalewamy tyle samo wody. W którym z nich woda będzie wywierać na dno większe ciśnienie? A może ciśnienia będą jednakowe? A co można powiedzieć o sile nacisku wody na dno naczynia?

34.8 Do naczynia wlano rtęć o ciężarze 100 N, a następnie, po jej wylaniu, wodę również o ciężarze 100 N.
a) W którym przypadku parcie na dno naczynia było większe? Wyjaśnij dlaczego.
b) W którym przypadku ciśnienie wywierane na dno naczynia było większe? Dlaczego?

34.9 Rysunek 34.2 przedstawia przekrój zapory wodnej. Dlaczego jej ściany nie są pionowe?



Rys. 34.2

34.10 Do trzech kolejnych jednakowych naczyń o wysokości 10 cm nalano do pełna wody, benzyny i rtęci. Oblicz ciśnienie wywierane przez ciecze na dno naczyń. Przed wykonaniem obliczeń oszacuj, w którym naczyniu ciśnienie będzie najmniejsze, a w którym największe.

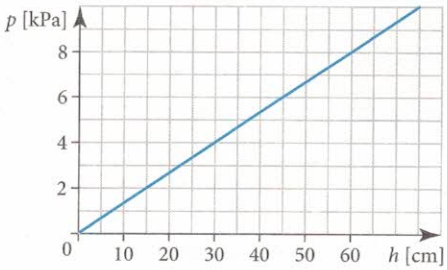
34.11 Do naczynia wlano rtęć i wodę (ciecze nie mieszają się ze sobą). Oblicz ciśnienie wywierane na dno naczynia, jeżeli wysokość słupa rtęci wynosi 5 cm, a wody 20 cm.

34.12 Jakie ciśnienie musi mieć woda w rurach wodociągu, aby wpływała na czwarte piętro?

34.13 Ciśnienie wywierane przez olej słonecznikowy na dno naczynia wynosi 1354 Pa. Jaka jest wysokość słupa oleju?

34.14 Przeczytaj informacje o rekordach zanurzenia. Oblicz ciśnienie wody na podanych głębokościach.
a) Załogowa łódź podwodna: 10 915 m.
b) Płetwonurek – kobieta: 221 m.
c) Ptak (pingwin cesarski): 534 m.

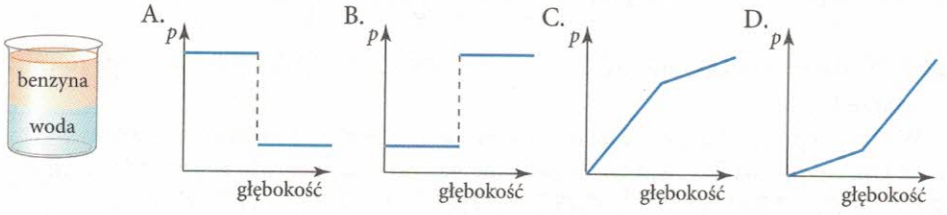
34.15 Wykres na rysunku 34.3 przedstawia zależność ciśnienia wywieranego przez ciecz od głębokości, na jakiej się znajdujemy. Odczytaj z niego gęstość tej cieczy. Jaka to może być ciecz?



Rys. 34.3

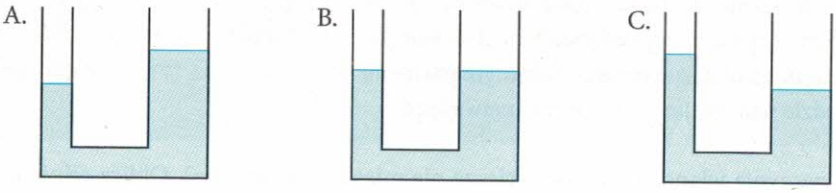
R

34.16 W naczyniu znajdują się dwie niemieszające się ciecze – woda i benzyna. Jak wygląda szkic wykresu ciśnienia w zależności od głębokości?



Rys. 34.4

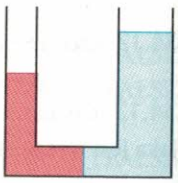
34.17 Na którym rysunku prawidłowo przedstawiono poziom wody w naczyniach połączonych?



Rys. 34.5

34.18 Na rysunku widzisz dwie ciecze w naczyniach połączonych. Z rysunku wynika, że:

A. Ilustrator się pomylił – poziom cieczy powinien być równy.
B. Ciecze mają jednakową gęstość.
C. Ciecz w lewym naczyniu ma większą gęstość niż w prawym.
D. Ciecz w prawym naczyniu ma większą gęstość niż w lewym.

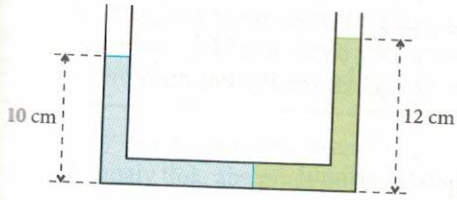


Rys. 34.6

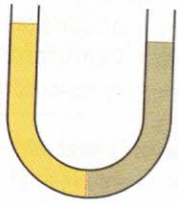
34.19 Czy w wymienionych niżej urządzeniach ma zastosowanie zasada naczyń połączonych? Zaznacz odpowiednie kwadraty.

a) śluza wodna ☐ TAK ☐ NIE
b) podnośnik hydrauliczny ☐ TAK ☐ NIE
c) konewka ☐ TAK ☐ NIE
d) rurka wodowskazowa w czajniku elektrycznym ☐ TAK ☐ NIE
e) studnia artezyjska ☐ TAK ☐ NIE
f) studnia głębinowa ☐ TAK ☐ NIE
g) wieża ciśnień ☐ TAK ☐ NIE
h) hamulec hydrauliczny ☐ TAK ☐ NIE
i) manometr ☐ TAK ☐ NIE
j) prasa hydrauliczna ☐ TAK ☐ NIE

34.20 W lewym ramieniu rurki przedstawionej na rysunku 34.7 znajduje się woda. Oblicz gęstość cieczy w prawym ramieniu.



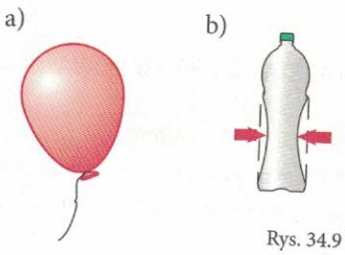
Rys. 34.7



Rys. 34.8

34.21 Na rysunku 34.8 widzisz rurkę w kształcie litery U wypełnioną olejem i wodą.
a) W którym ramieniu rurki znajduje się woda, a w którym olej?
b) Co się stanie, gdy do ramienia zawierającego wodę zaczniemy dolewać więcej wody?
c) Co się stanie, gdy do ramienia zawierającego olej zaczniemy dolewać więcej oleju?

34.22 Czy ciśnienie gazu znajdującego się w zamkniętych naczyniach przedstawionych na rysunku 34.9 jest większe czy mniejsze od ciśnienia atmosferycznego?



Rys. 34.9

34.23 Gdy nalewasz do szklanki sok z kartonu, może on płynąć nierówno i wylewać się na boki. Aby tego uniknąć, warto w górnej ściance kartonu zrobić dodatkowy otwór. Dlaczego?

34.24 Jaką głębokość ma studnia przedstawiona na rysunku 34.10?

Rys. 34.10

34.25 Zdrowy człowiek może wstrzymać oddech na pół minuty. Czy mógłby przez pół minuty wytrzymać w próżni, np. w przestrzeni kosmicznej, bez specjalnego skafandra?

34.26 Szyba okna wystawowego ma wymiary 2 m × 3 m.
a) Jaką siłą powietrze naciska na tę szybę?
b) Wyobraź sobie, że szybę razem z ramą okienną ustawiamy poziomo i wjeżdżamy na nią samochodem o masie 1000 kg. Jaka siła działałaby wtedy na szybę?
c) Która z tych sił jest większa? Ile razy?
d) Dlaczego pod naciskiem samochodu szyba na pewno by pękła, a wytrzymuje nacisk powietrza?

34.27 Jaki promień musi mieć okrągła przyssawka, aby się nie odczepiła, gdy odrywamy ją od szyby siłą 100 N?

34.28 Przeczytaj tekst w ramce i odpowiedz na poniższe pytania.

Wśród wynalazków, które zmieniły historię ludzkości, wymienia się ogień, koło, maszynę parową czy komputery, ewentualnie żarówkę. Tymczasem wielkie zasługi ma urządzenie tak niepozorne, jak syfon kanalizacyjny. To on pozwolił budować łazienki w mieszkaniach, odcinając je od wyziewów kanalizacji. Poprawa higieny spowodowała znaczny spadek śmiertelności, zwłaszcza wśród dzieci.

a) Naszkicuj syfon kanalizacyjny.
b) Na jakim prawie fizyki opiera się zasada działania syfonu?
c) Dlaczego przed wynalezieniem syfonu nie można było budować skanalizowanych łazienek wewnątrz budynków?
d) Dlaczego powszechne zastosowanie syfonu tak bardzo wpłynęło na życie ludzi?

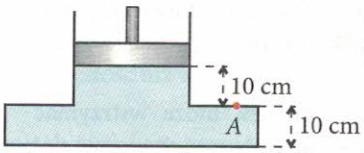
35. Prawo Pascala

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.5 [Uczeń] posługuje się prawem Pascala, zgodnie z którym zwiększenie ciśnienia zewnętrznego powoduje jednakowy przyrost ciśnienia w całej objętości cieczy lub gazu.

Spotkania z fizyką: VII 16
To jest fizyka: VII 40

Informacja do zadań 35.1–35.2
Tłok przedstawiony na ilustracji 35.1 wywiera na wodę ciśnienie 10 kPa.

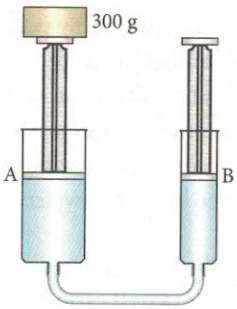


Rys. 35.1

35.1 Jakie ciśnienie wywiera woda na dno naczynia?
A. 10 kPa B. 12 kPa C. 20 kPa D. 22 kPa

35.2 Jakie ciśnienie wywiera woda na ściankę naczynia w punkcie A?
A. 0 Pa B. 10 kPa C. 11 kPa D. 21 kPa

35.3 Dwie strzykawki (zobacz rysunek 35.2) napełniono częściowo wodą i połączono wężykiem. Strzykawka A ma powierzchnię przekroju poprzecznego 3 razy większą niż strzykawka B. Jaką siłą trzeba naciskać na tłoczek strzykawki B, aby tłoczek strzykawki A mógł podnieść obciążnik? Pomiń opory ruchu i ciśnienie hydrostatyczne wody w strzykawkach.
A. 1 N B. 3 N C. 9 N D. 27 N



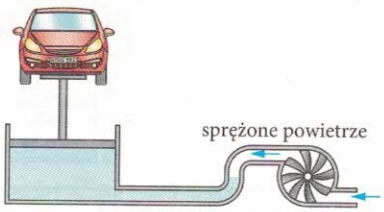
Rys. 35.2

35.4 Odpowiedz na pytania.
a) Dlaczego pompując koło roweru, musimy działać coraz większą siłą?
b) Gdy kończymy pompowanie, ciśnienie powietrza w oponie jest o 2500 hPa wyższe niż ciśnienie powietrza na zewnątrz. Tłoczek pompki rowerowej ma średnicę 2 cm. Jaką siłą trzeba go naciskać, pompując pod sam koniec?

35.5 Duży tłok prasy hydraulicznej ma powierzchnię 1000 cm^2. Jaką powierzchnię powinien mieć mały tłok, aby prasa pozwalała na stukrotne zwiększenie siły?

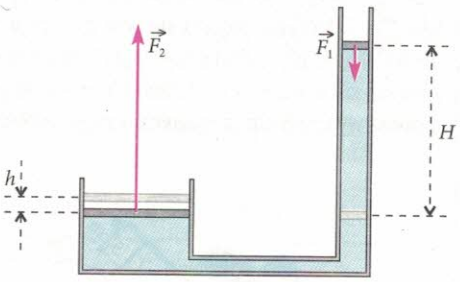
35.6 Tłoki w prasie hydraulicznej mają przekrój w kształcie koła. Większy ma średnicę 5 razy większą od mniejszego. Ile razy można zwiększyć działającą siłę?

35.7 W wielu współczesnych urządzeniach hydraulicznych ciśnienie uzyskuje się nie poprzez działanie siły na tłok, ale dzięki pompie sprężającej powietrze. Na rysunku 35.3 widzisz schemat takiego urządzenia – podnośnika do samochodów. Tłoczy ono powietrze pod ciśnieniem 1 MPa. Jaka musi być powierzchnia tłoka, aby podnośnik mógł unieść samochód o masie 2 t?



Rys. 35.3

35.8 Duży tłok prasy hydraulicznej przedstawionej na rysunku 35.4 przemieszcza się w jednym suwie o 2 cm, a mały – o 30 cm. Oblicz wartość siły, którą duży tłok działa na ciało, jeśli na mały działa siła 300 N.



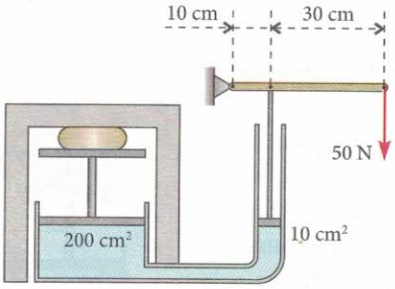
Rys. 35.4

35.9 Duży tłok prasy hydraulicznej ma powierzchnię 800 cm^2, a mały 4 cm^2.
a) Jaką siłą może działać prasa, jeśli mały tłok wciskamy siłą 40 N?
b) Jaką siłą trzeba działać na mały tłok, aby prasa działała siłą 5000 N?
c) O ile centymetrów przemieści się duży tłok, jeśli mały przesuniemy o 20 cm?

35.10 Duży tłok w prasie hydraulicznej przesuwa się w jednym suwie o 1 cm, a mały tłok – o 20 cm. Pole powierzchni małego tłoka wynosi 25 cm^2, a siła działająca na niego ma wartość 250 N. Oblicz:
a) pole powierzchni dużego tłoka,
b) siłę wywieraną przez duży tłok.

35.11 Rysunek 35.5 przedstawia schemat prasy hydraulicznej. Odpowiedz na pytania, wiedząc, że koniec dźwigni naciskamy siłą 50 N.

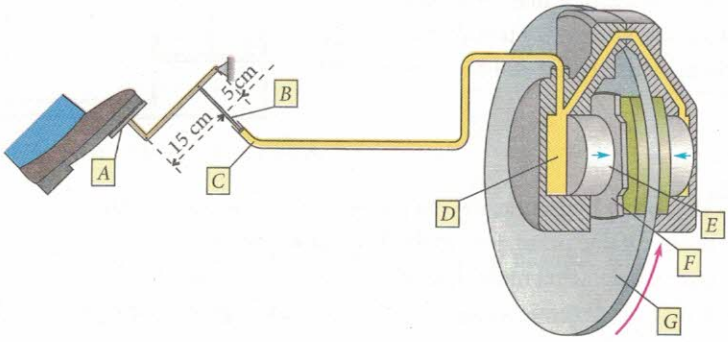
a) Jaka siła działa na mały tłok?
b) Jakie ciśnienie cieczy wytwarza ta siła?
c) Jaką siłą działa ciecz na duży tłok?
d) Jaką siłą prasa może działać na prasowane ciało?
e) O ile centymetrów trzeba przesunąć mały tłok, aby duży tłok przemieścił się o 1 cm?
f) O ile centymetrów trzeba wówczas przesunąć koniec rączki?



Rys. 35.5

Informacja do zadania 35.12

Na rysunku poniżej przedstawiono uproszczony schemat układu hamulcowego samochodu (bez wspomagania). Gdy kierowca wciska pedał (A), przymocowany do dźwigni pedału tłok (B) pompy hamulcowej (C) popycha znajdujący się w niej płyn hamulcowy. Płyn przemieszcza się do cylinderków (D), w których znajdują się tłoki (E) z przymocowanymi klockami hamulcowymi (F). Pod wpływem ciśnienia płynu tłoki dopychają klocki do tarczy (G). W pewnym samochodzie hamulce tarczowe znajdują się w każdym z czterech kół, w sumie jest więc osiem cylinderków hamulcowych. Średnica cylindra wynosi 5 cm, a średnica pompy hamulcowej 1 cm.



Rys. 35.6

35.12 Załóżmy, że kierowca naciska pedał hamulca siłą 20 N.

a) Wskaż siłę, którą naciskany jest tłok w pompie hamulcowej.

A. 5 N B. 20 N C. 60 N D. 80 N

b) Wskaż siłę, którą każdy z klocków jest dociskany do tarczy hamulcowej.

A. 2000 N B. 400 N C. 200 N D. 40 N

DOŚWIADCZENIE 22

Postaw naczynie z wodą na elektronicznej wadze kuchennej. Jak myślisz, czy wskazanie wagi się zmieni, gdy włożysz do naczynia rękę, ale nie będziesz dotykać dna ani ścianek? Sprawdź doświadczalnie swoje przypuszczenia.

36. Prawo Archimedesa

PODSTAWA PROGRAMOWA

5.7 [Uczeń] analizuje siły działające na ciała zanurzone w cieczach lub gazach, posługując się pojęciem siły wyporu i prawem Archimedesa.

Spotkania z fizyką: VII 17–18
To jest fizyka: VII 41, D
„Prawo Archimedesa – trudniejsze zagadnienia"

36.1 Do naczynia z wodą wrzucono kulkę. Kulka utrzymuje się na powierzchni wody. Wybierz prawidłowe uzupełnienie zdania.

Gęstość substancji, z której zbudowana jest kulka, jest ☐ A / ☐ B / ☐ C gęstości wody.

A. mniejsza od	B. większa od	C. równa

36.2 Uzupełnij tabelę, wpisując w jej pola odpowiednio „tonie" lub „pływa".

	Drewno sosnowe	Lód	Stal	Złoto
W alkoholu etylowym				
W wodzie				
W rtęci				

36.3 Metalowa miska pływa po wodzie, natomiast tonie po zgnieceniu i sprasowaniu do małego kawałka. Dzieje się tak dlatego, że:

A. miska wypiera mniej wody niż sprasowany blok,
B. miska wypiera więcej wody niż sprasowany blok,
C. powierzchnia styku miski z powierzchnią wody jest większa niż sprasowanego bloku,
D. parcie miski na wodę jest mniejsze niż parcie sprasowanego bloku.

36.4 Jaka jest gęstość ciała, które pływa całkowicie zanurzone w glicerynie?

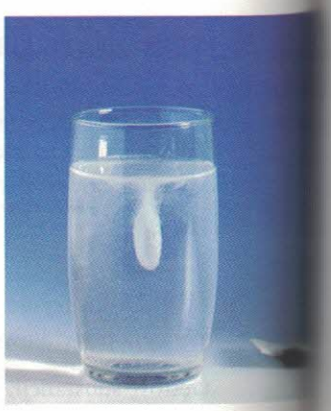
36.5 Woda i olej nie mieszają się ze sobą. Która z tych cieczy utworzy dolną, a która górną warstwę, gdy wlejemy je do tego samego naczynia? Zaznacz odpowiednie kwadraty.

Woda: ☐ GÓRNA WARSTWA ☐ DOLNA WARSTWA
Olej: ☐ GÓRNA WARSTWA ☐ DOLNA WARSTWA

36.6 Dlaczego łatwiej unosisz się na wodzie, gdy nabierzesz do płuc dużo powietrza?

36.7 a) Okręty podwodne nabierają wody do specjalnych zbiorników, gdy chcą się zanurzyć. Wyjaśnij dlaczego.
b) Czym okręty podwodne napełniają swoje zbiorniki, aby się wynurzyć?

36.8 Wyjaśnij, dlaczego jajko włożone do naczynia z czystą wodą tonie, a z wodą słoną – pływa. Czy warto solić wodę, w której gotujemy jajka?



36.9 Jeśli wrzucisz do wody tabletkę musującą, zauważysz, że tabletka najpierw tonie, następnie zaczyna się intensywnie wydzielać gaz (CO_2), a po chwili tabletka wypływa na powierzchnię. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

36.10 Gdy stoisz w rzece, twoje nogi mogą grzęznąć w mule. Czy bardziej grzęzną, gdy woda sięga ci po kolana, czy gdy sięga po szyję?

36.11 Na piłeczkę pingpongową pływającą w wodzie działa siła wyporu F_1. Gdy pływa ona w alkoholu, działa na nią siła wyporu F_2. Wstaw w miejsce kropek znak <, > lub =.

$$F_1 \ldots F_2$$

36.12 Kawałek drewna pływał w spirytusie, a potem został przełożony do naczynia z wodą.
a) Czy zmieniło się jego zanurzenie?
b) Czy zmieniła się działająca na niego siła wyporu?

36.13 Klocek w kształcie sześcianu pływał w wodzie, a potem został przełożony do naczynia ze spirytusem. Co się z nim stanie?

A. Będzie nadal pływać. B. Zatonie. C. Nie wiadomo.

36.14 a) Czy szklana butelka pełna wody tonie w wodzie?
b) Czy szklana butelka pełna rtęci tonie w rtęci?
c) Dlaczego odpowiedzi na pytania a) i b) nie są jednakowe? Wydawałoby się, że pytania są analogiczne!

36.15 Balon unosi się do góry, zwiększając swoją energię potencjalną. Skąd bierze się potrzebna do tego energia?

36.16 Pusta butelka szklana, szczelnie zakręcona, pływa po wodzie. Druga, identyczna butelka, także zakręcona, ale wypełniona wodą, leży na dnie. Na którą z tych butelek działa większa siła wyporu? Odpowiedź uzasadnij.

36.17 Czerwony Kapturek niósł bańkę mleka dla babci i woreczek hufnali dla dziadka, który był kowalem. Dziewczynka pomyślała: „Wrzucę hufnale do mleka, wówczas zgodnie z prawem Archimedesa stracą część swojego ciężaru i lżej mi będzie je nieść". Czy Czerwony Kapturek ma rację?

36.18 Na dnie naczynia z wodą leży stalowy klocek o objętości 200 cm^3 i ciężarze 16 N. Jaką wartość ma działająca na niego siła wyporu?

A. 2 N B. 8 N C. 16 N D. 32 N

36.19 Po powierzchni wody pływa drewniany klocek o objętości 200 cm^3 i ciężarze 1 N. Jaką wartość ma działająca na niego siła wyporu?

A. 1 N B. 2 N C. 4 N D. 200 N

36.20 Jaka siła wyporu działa na miedziane ciało o objętości 100 cm^3 zanurzone całkowicie w wodzie, a jaka na takie samo ciało zanurzone w benzynie?

36.21 Oblicz siłę wyporu, która działa na całkowicie zanurzoną w glicerynie stalową kostkę o masie 800 g.

36.22 Bojka ratownicza to urządzenie służące ratownikom WOPR-u. Tonący może chwycić się bojki, wynurzyć głowę nad wodę i poczekać, aż ratownik dopłynie i pomoże mu wrócić na brzeg. Na zdjęciu widzisz bojkę o masie 1,2 kg i objętości 15 dm^3.

a) Jaką masą można obciążyć bojkę, zanim całkiem się zanurzy?

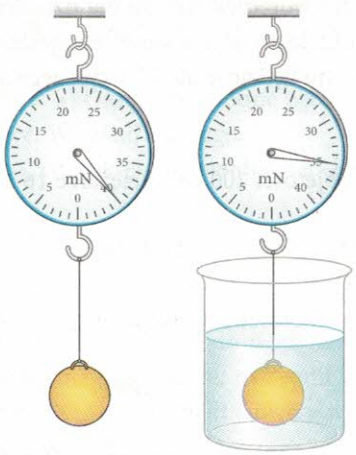
b) Czy masa ratowanej osoby musi być mniejsza od masy obliczonej w punkcie a)? Dlaczego?

36.23 a) Na dnie szklanki z wodą leży metalowa śruba o objętości 1 cm^3. Czy na podstawie tych informacji możesz obliczyć wartość siły wyporu działającej na śrubę? Jeśli tak – podaj ją. Jeśli nie – wyjaśnij, jakich danych brakuje.

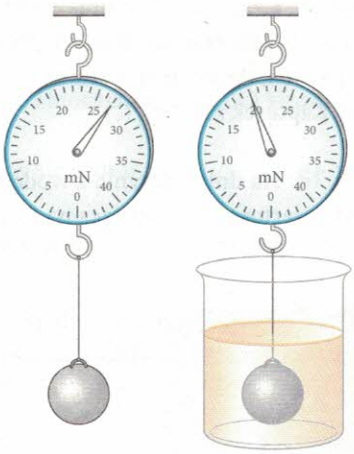
b) Na powierzchni wody pływa drewniany klocek o objętości 1 cm^3. Czy na podstawie tych informacji możesz ustalić wartość siły wyporu działającej na klocek? Jeśli tak – podaj ją. Jeśli nie – wyjaśnij, jakich danych brakuje.

c) Czym różnią się sytuacje opisane w punktach a) i b)?

36.24 Na rysunku 36.1 widzisz, jak za pomocą siłomierza mierzymy ciężar kulki i jej pozorny ciężar w wodzie. Odczytaj wskazania siłomierzy i oblicz:
a) siłę wyporu działającą na kulkę,
b) objętość wypartej wody,
c) objętość ciała,
d) masę ciała,
e) gęstość ciała.



Rys. 36.1



Rys. 36.2

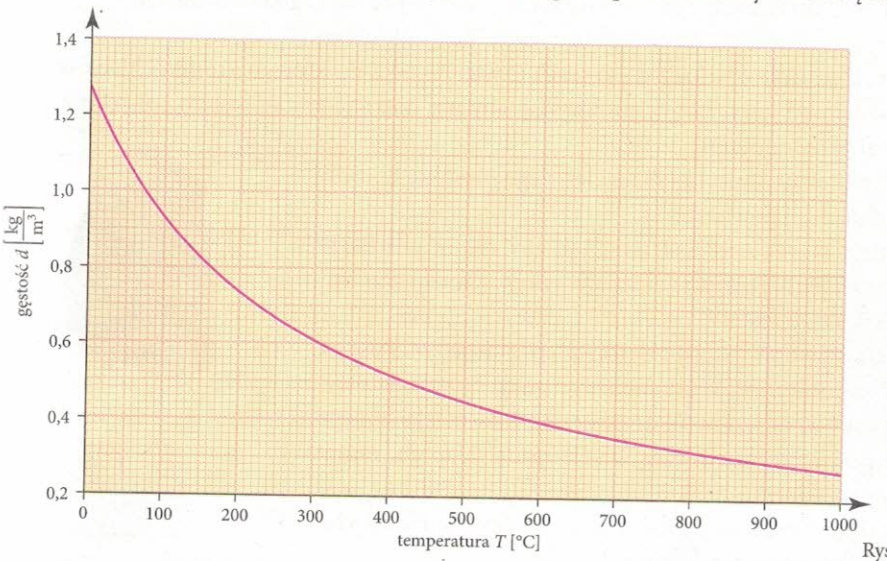
36.25 Na rysunku 36.2 widzisz, jak za pomocą siłomierza mierzymy ciężar kulki aluminiowej i jej pozorny ciężar w pewnej cieczy. Odczytaj wskazania siłomierzy i oblicz:
a) masę kulki,
b) objętość kulki,
c) objętość wypartej cieczy,
d) siłę wyporu działającą na kulkę,
e) masę wypartej cieczy,
f) gęstość cieczy.

36.26 W naczyniu z wodą pływają trzy klocki o jednakowej objętości. Pierwszy klocek zanurzony jest do połowy swojej objętości, drugi – do $\frac{1}{3}$ swojej objętości, a trzeci zanurzony jest całkowicie. Porównaj siły wyporu działające na te klocki.

36.27 Balonik wypełniony helem ma masę 5 g (wraz z gazem), a jego objętość wynosi 5 dm^3. Czy balonik wznosi się w powietrzu, czy opada? Jeśli się wznosi – jaki dodatkowy ciężar może jeszcze unieść? Jeśli opada – jaka siła jest potrzebna, aby utrzymać go w powietrzu?

36.28 Worek foliowy ma masę 4 g i pojemność 35 l. Ile wodoru trzeba wpuścić do worka, aby uniósł się w górę?

36.29 Wykres poniżej przedstawia zależność gęstości powietrza od temperatury. Masa nienapompowanego balonu wraz z załogą i obciążeniem wynosi 900 kg. W balonie mieści się 3000 m³ powietrza. Do jakiej temperatury trzeba rozgrzać powietrze, aby balon się uniósł?



Rys. 36.3

36.30 Hel ma gęstość w przybliżeniu dwukrotnie większą od wodoru. Czy wynika stąd, że nośność balonu zmniejsza się dwukrotnie, gdy zamienimy wypełniający go wodór na hel? Jeśli tak – wyjaśnij, dlaczego. Jeśli nie – oblicz, ile razy zmniejsza się ona w rzeczywistości.

36.31 Drewniana kulka o gęstości 700 $\frac{kg}{m^3}$ pływa częściowo zanurzona w:
a) wodzie, b) glicerynie, c) rtęci.
Jaka część jej całkowitej objętości jest zanurzona w każdej z tych cieczy?

36.32 Oblicz gęstość cieczy, wiedząc, że zanurzony w niej drewniany klocek o gęstości 700 $\frac{kg}{m^3}$ wystaje ponad powierzchnię cieczy $\frac{1}{4}$ swej całkowitej objętości.

36.33 Pewne ciało pływa częściowo zanurzone w wodzie, tak że część zanurzona stanowi $\frac{2}{3}$ całej objętości. Oblicz gęstość tego ciała. Z jakiej substancji może być ono wykonane?

36.34 Na jednej szalce wagi zawieszono na nici kawałek żelaza, a na drugiej – kawałek ołowiu o takim samym ciężarze. Czy równowaga zostanie naruszona, gdy oba kawałki metalu zanurzymy w wodzie, trzymając naczynia z wodą w rękach? Jeżeli tak, to która szalka wagi się obniży?

36.35 a) W szklance wody pływa kostka lodu. Jak się zmieni poziom wody, gdy lód się stopi?
b) W oceanie pływa góra lodowa. Jak się zmieni poziom wody, gdy lód się stopi?
c) Czym różnią się sytuacje w punktach a) i b)?
d) Czy w którymś z tych przypadków zmieni się ciśnienie wywierane na dno? Jeśli tak, to czy wzrośnie, czy się zmniejszy?

DOŚWIADCZENIE 23

Uwaga! To doświadczenie możesz wykonać tylko za wiedzą i zgodą dorosłych.

1. Postaw na stole opiekacz do grzanek (toster) – taki, do którego kromki chleba wkłada się pionowo od góry. Włącz go. Uważaj, aby nie dotknąć spirali tostera ani rękoma, ani żadnymi przedmiotami!

2. Weź worek na śmieci z jak najcieńszego plastiku. Rozwiń go i wdmuchnij powietrze.

3. Umieść worek nad tosterem, tak aby ciepłe powietrze unoszące się znad niego wypełniało worek. Uważaj, aby worek nie dotknął tostera!

4. Po chwili worek będzie pełen ciepłego powietrza. Puść go wówczas i obserwuj, jak unosi się do góry. Zwykle na pewnej wysokości odwraca się do góry nogami i ucieka z niego ciepłe powietrze, a wówczas worek spada. Złap go, zanim spadnie na toster!

5. Spróbuj udoskonalić swój „balon", tak aby się nie odwracał i dłużej unosił w powietrzu.

PROJEKT 4

Jak zbudować w domu fontannę Herona?

1. Dowiedz się, co to jest i jak działa fontanna Herona.

2. Zaprojektuj jak najprostszy działający model takiej fontanny i wykonaj go. Możesz poszukać projektu w różnych źródłach. Pamiętaj, aby je wymienić w swoim opisie urządzenia.

3. Woda w fontannie tryska na poziom wyższy niż poziom w którymkolwiek ze zbiorników. Jak to pogodzić z prawem naczyń połączonych? Co z zasadą zachowania energii?

4. Dowiedz się, kim był Heron i co wymyślił poza swoją fontanną.