

11 Gęstość. Jednostki gęstości



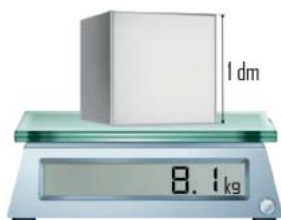
Na zdjęciu widać rtęć – jedyny metal, który w normalnych warunkach jest cieczą. Jaką masę ma litr rtęci? A dwa litry? Od czego zależy masa litra substancji?

Cel lekcji 8

Poznasz pojęcie gęstości i jej jednostki. Dowiesz się, jak wyznaczyć gęstość cieczy.



Sześcienna kostka z drewna.



Sześcienna kostka ze stali.

Co to jest gęstość?

Na ilustracjach przedstawiono dwa sześciany o dokładnie takich samym wymiarach. Każdy ma jednak inną masę. Dlaczego tak jest? Od czego zależy masa tych sześcianów?

Sama objętość nie wystarczy, żeby dowiedzieć się, jaka jest masa przedmiotu. Stalowa kostka ma większą masę niż kostka drewniana, mimo że mają identyczny rozmiar. Wielkością, która opisuje, ile masy przypada na jednostkę objętości, jest **gęstość**.

Oba sześciany na fotografiach mają krawędzie długości 1 dm, czyli objętość każdego z nich wynosi 1 dm^3 . Drewniany sześcian ma masę 0,8 kg. Jego gęstość to $0,8 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, co czytamy: *0,8 kilograma na decymetr sześcienny*.

PRZYKŁAD 1. Na podstawie informacji przedstawionych na fotografii odpowiedz na pytania.

a) Jaką masę ma 1 dm^3 stali?

b) Jaka jest gęstość stali?

Odp. a) 8,1 kg, b) $8,1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.

ĆWICZENIE 1. Zważono sześcienny betonowy blok o krawędzi 1 m (zob. fotografia).

- Jaką masę ma 1 m^3 tego betonu?
- Jaka jest gęstość tego betonu?



Sześcienny betonowy blok.

Gęstość oznaczamy literą d , od angielskiego słowa *density* (czyt. densyti).

$$\begin{array}{c}
 \text{gęstość} \longrightarrow d = \frac{m}{V} \longleftarrow \text{masa porcji substancji} \\
 \uparrow \\
 \text{objętość porcji substancji}
 \end{array}$$

Gęstość najczęściej wyrażamy w jednostkach: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

PRZYKŁAD 2. W cysternie znajduje się mleko o objętości 20 m^3 i masie $20\,600 \text{ kg}$. Oblicz jego gęstość.

Dane:

$m = 20\,600 \text{ kg}$ — masa mleka

$V = 20 \text{ m}^3$ — objętość mleka

Szukane:

$d = ?$ — gęstość mleka

Rozwiązanie: $d = \frac{m}{V}$

$$d = \frac{20\,600 \text{ kg}}{20 \text{ m}^3} = \frac{20\,600}{20} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Odp. Mleko ma gęstość $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

ĆWICZENIE 2. Cegły poukładano tak, że utworzyły prostopadłościan o wymiarach $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$. Masa tej prostopadłościennej konstrukcji to 3200 kg . Oblicz gęstość cegieł.

Na końcu podręcznika znajdziesz tablice przybliżonych gęstości różnych substancji. Poniżej przedstawiono fragment tych tablic. Dla której z poniższych substancji jej porcja o objętości 1 m^3 ma największą masę, a dla której — najmniejszą?

	woda (4°C)	gliceryna	ręć	aluminium	lód	ołów	stal nierdzewna	złoto
Gęstość [$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$]	1000	1260	13 500	2700	917	11 300	8100	19 300

Znane gęstość i objętość, szukana masa

Jeśli znamy gęstość i objętość danego ciała, możemy wyznaczyć jego masę. Wiedząc, że woda ma gęstość $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, łatwo można ustalić, że w zbiorniku o objętości 5 m^3 zmieści się 5000 kg wody. W bardziej skomplikowanych przypadkach można skorzystać ze wzoru $d = \frac{m}{V}$.

PRZYKŁAD 3. Oblicz masę 30 m^3 płynnej czekolady o gęstości $1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Dane: $V = 30 \text{ m}^3$ — objętość czekolady
 $d = 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ — gęstość czekolady

Szukane: $m = ?$ — masa czekolady

Rozwiązanie:

I sposób:

$$\begin{aligned}d &= \frac{m}{V} \\1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} &= \frac{m}{30 \text{ m}^3} \quad | \cdot 30 \text{ m}^3 \\1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 30 \text{ m}^3 &= \frac{m}{30 \text{ m}^3} \cdot 30 \text{ m}^3 \\39\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 &= m \\m &= 39\,000 \text{ kg}\end{aligned}$$

II sposób:

$$\begin{aligned}d &= \frac{m}{V} \quad | \cdot V \\d \cdot V &= \frac{m}{V} \cdot V \\m &= d \cdot V \\m &= 1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 30 \text{ m}^3 \\m &= 39\,000 \text{ kg}\end{aligned}$$

Odp. 30 m^3 czekolady o gęstości $1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ma masę $39\,000 \text{ kg}$.

ĆWICZENIE 3. Oblicz masę 2 m^3 lodu o gęstości $920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Warto wiedzieć

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Każda z tych wartości to **gęstość wody** wyrażona w różnych jednostkach (w ziemskich warunkach w temperaturze 4°C).

Jednostki gęstości

Podstawowymi jednostkami układu SI są kilogram i metr, więc najczęściej gęstości są podawane w $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Gęstość można wyrażać też w innych jednostkach, na przykład $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$, $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Do zamiany jednostek gęstości potrzebna jest znajomość podstawowych zależności dla jednostek masy i długości, np. $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$, $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$.

PRZYKŁAD 4. Gęstość benzyny to około $750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Wyraż tę gęstość w $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Rozwiązanie: $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$

$$1 \text{ m}^3 = 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$

$$750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{750 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = \frac{750\,000 \text{ g}}{1\,000\,000 \text{ cm}^3} = \frac{750}{1000} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

ĆWICZENIE 4. Gęstość złota to około $19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Wyraż tę gęstość w $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ oraz w $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

[KN]

Doświadczenie

Wyznaczenie gęstości cieczy

- ① Przygotuj ciecz inną niż woda (np. mleko, słoną wodę, olej), wagę oraz cylinder miarowy. Przerysuj tabelę do zeszytu.
- ② Wykonaj pomiary i obliczenia według poniższego planu i zapisz wyniki w tabeli.
- ③ Zmierz masę cylindra miarowego.
- ④ Nalej do cylindra 100 ml cieczy. Zmierz masę cylindra z cieczą.
- ⑤ Oblicz masę 100 ml cieczy.
- ⑥ Wyraź objętość cieczy w cm^3 . **i** $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$
- ⑦ Oblicz gęstość cieczy.



Wielkość	Jednostka	Wynik pomiaru lub obliczeń
m_{naczynia} , masa cylindra miarowego	g	
$m_{\text{całości}}$, masa cylindra z 100 ml cieczy	g	
$m = m_{\text{całości}} - m_{\text{naczynia}}$, masa 100 ml cieczy	g	
V , objętość cieczy	cm^3	
$d = \frac{m}{V}$, gęstość cieczy	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	

- Jaka jest niepewność pomiaru masy, a jaka — objętości?
- Czy gęstość cieczy jest mniejsza od gęstości wody, która wynosi $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

Czas na zadania!

Zadanie 1. Gliceryna, ciekły azot i platyna

Oblicz gęstość podanych substancji, wiedząc, że:

- a) 2000 dm^3 gliceryny ma masę 2520 kg,
- b) 5 dm^3 ciekłego azotu ma masę 4 kg,
- c) 20 cm^3 platyny ma masę 428 g.

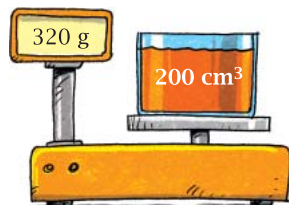
Zadanie 2. Drewniany klocek

Oblicz gęstość sześciennego drewnianego klocka o krawędzi 20 cm i masie 4 kg. Wyraź ją w $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.



Zadanie 3. Syrop

W naczyniu, stojącym na wadze, znajduje się syrop o objętości 200 cm^3 . Układ pomiarowy oraz wskazania przyrządów przedstawiono na rysunku. Masa pustego naczynia to 90 g. Oblicz gęstość syropu.



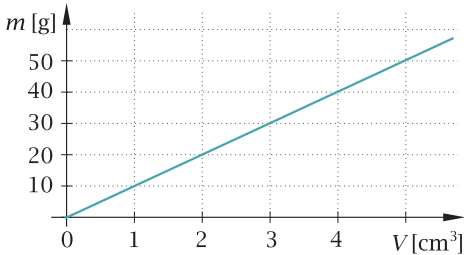
Zadanie 4. Aluminium i żelazo

Gęstość aluminium to $2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a gęstość żelaza to $7,87 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Który z tych metali ma większą gęstość?

Zadanie 5. Srebro

Wykres przedstawia zależność między objętością srebra (V) a jego masą (m).

- Jaką masę mają 4 cm^3 srebra?
- Jaką gęstość ma srebro?



Zadanie 6. Kostki na wadze

Na wadze szalkowej położono sześciennie kostki: na lewej — stalową kostkę o krawędzi 4 cm i gęstości $8,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, a na prawej — ołowianą kostkę o krawędzi 2 cm i gęstości $11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

- Oblicz masy tych kostek.
- Opisz zachowanie szalek wagi.

Zadanie 7. Woda w oceanie

Gęstość wody przy powierzchni Oceanu Atlantyckiego to około $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

- Wyraż tę gęstość w $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
- Spróbuj wyjaśnić, z czego wynika różnica między gęstością wody w Atlantyku a gęstością czystej wody.



Zadanie 8. Masa powietrza w klasie

Oblicz masę powietrza znajdującego się w twojej klasie. Przyjmij, że powietrze przy powierzchni Ziemi ma gęstość $1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.



Zadanie 9. Zmiany gęstości wody

Gęstość wody zależy między innymi od temperatury. Woda jest najgęstsza w temperaturze 4°C . Korzystając z informacji podanych w tabeli na str. 270, oblicz, o ile różni się masa 1000 dm^3 wody w temperaturze 4°C od masy 1000 dm^3 wody w temperaturze 25°C .



Zadanie 10. Filmowe złoto

Weritka i Hasto oglądają film, w którym złodzieje wywożą sztabki złota ze skarbca.

— *Wzięli tych sztabek ze 300 sztuk — mówi Weritka.*

— *Ale to jest niemożliwe... dach samochodu by się zarwał — odpowiada Hasto.*



Oszacuj masę 300 sztabek złota i oceń, czy omawiana scena filmowa jest realistyczna. Przyjmij, że objętość sztabki złota to $0,7 \text{ dm}^3$, a gęstość złota to około $19,3 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$.



Jak myślisz?

- Dlaczego gęstość ludzkiego ciała jest bliska gęstości wody?
- Jak dosypywanie soli lub cukru do wody zmienia jej gęstość?
- Co należy dodać do wody, by mieszanina miała mniejszą gęstość niż woda?
- Jak zmierzyć gęstość złotego łańcuszka?