

Wyznaczanie gęstości ciał stałych za pomocą wagi i linijki

Wstęp do realizacji tematu: Wyznaczanie gęstości ciał stałych za pomocą wagi i linijki. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: wskazówkę dotyczącą wyznaczania objętości brył o regularnych kształtach (należy wykorzystać wzory matematyczne); zadanie tekstowe dotyczące obliczania gęstości gumowej piłeczki (podana masa i średnica); zadanie wyboru odpowiedzi dotyczące pomiaru średnicy kuli i walca; zadanie tekstowe dotyczące obliczania objętość walca prostego (podana wysokość i średnica); polecenie obliczenia objętości bryły o regularnym kształcie (odwrócony grzybek) na podstawie rysunku. Zasób przydatny na lekcjach matematyki.

Materiał zawiera: wzór na gęstość $d=m/v$ z objaśnieniem i jednostkami; aplikację do wyznaczania gęstości; polecenie wyznaczenia gęstości monety i ciekawostkę dotyczącą wyznaczenia gęstości.

Materiał bazuje na wzorze na gęstość $d=m/v$. Zawiera aplikację do ćwiczenia przekształcania wzoru na gęstość oraz 3 polecenia (zadania tekstowe) dotyczące wykorzystania tego wzoru: zadanie 1. dotyczy wyznaczenia masy powietrza w sali lekcyjnej, zadanie 2. dotyczy masy zakupionej przez kierowcę benzyny, zadanie 3. dotyczy obliczenia objętości płuc pływaka.

Zasób zawiera: opis doświadczenia do wykonania (pomiar długości stołu za pomocą linijki o długości 20 cm); wyjaśnienie zagadnienia niepewności pomiaru; zestawienie w tabeli wyznaczania minimalnej i maksymalnej gęstości; zadanie wyboru odpowiedzi dotyczące dokładności pomiaru.

Materiał zawiera podsumowanie związane ze wzorem na gęstość oraz opis doświadczenia dla ucznia dotyczącego wyznaczenia gęstości mleka.

Zestaw dwóch zadań dotyczących ciała stałego. Zadanie 1. zawiera trzy sformułowania, należy zaznaczyć prawidłowe; zadanie 2. zawiera trzy sformułowania, należy określić, czy są prawdziwe czy fałszywe.

Słownik zawiera wyjaśnienie pojęcia: niepewność pomiaru.

Wyznaczanie gęstości ciał stałych za pomocą wagi i linijki

Czy można wyznaczyć gęstość za pomocą wagi i linijki? Czy jest to możliwe w przypadku każdego ciała o dowolnym kształcie, np. takiego, jakie widzisz na poniższym zdjęciu? Jeśli chcesz poznać odpowiedzi na te pytania, czytaj dalej.



Wyznaczanie gęstości ciał o regularnych kształtach wymaga jedynie wyznaczenia ich masy i zmierzenia wymiarów oraz wykorzystania podstawowych wzorów geometrycznych. Na zdjęciu kula, będąca dekoracyjnym zakończeniem słupka balustrady

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.pxfuel.com/> [dostęp 6.01.2022], domena publiczna.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- co jest miarą ilości materii;
- określenie objętości ciała;
- definicję gęstości ciała;
- gdzie można znaleźć wartości gęstości różnych ciał.

Nauczysz się

- wyznaczać eksperymentalnie gęstość ciał o regularnych kształtach, np. prostopadłościanu, walca i kuli.

Przygotuj przed lekcją:

- kauczkową piłeczkę o średnicy nie większej niż 10 cm;
- monetę jednozłotową.

Wyznaczanie objętości brył

Jeśli badamy ciała o regularnych kształtach, procedurę wyznaczania ich objętości możemy uprościć. W tym celu należy skorzystać z zależności matematycznych, wiążących objętość z wymiarami liniowymi badanego ciała.

Ćwiczenie 1



Ile wynosi gęstość gumowej piłeczki, której masa wynosi 15 g, a jej średnica to 3 cm? Wskaż odpowiedź zawierającą prawidłowe rozwiązanie.

☐ $d = 1,03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

☐ $d = 1,06 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

☐ $d = 1,09 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

☐ $d = 1,11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 2



Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe. Zaznacz wszystkie stwierdzenia prawdziwe.

☐ Średnicę kulki lub walca można wyznaczyć za pomocą suwmiarki.

☐ Średnicę kulki lub walca można wyznaczyć przy użyciu trzech klocków i linijki.

☐ Średnicę kulki można łatwo zmierzyć linijką.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 3



Ile wynosi objętość walca prostego o wysokości 0,2 m i średnicy 10 cm? Zaznacz poprawną odpowiedź.

☐ 1280 cm³

☐ 1570 cm³

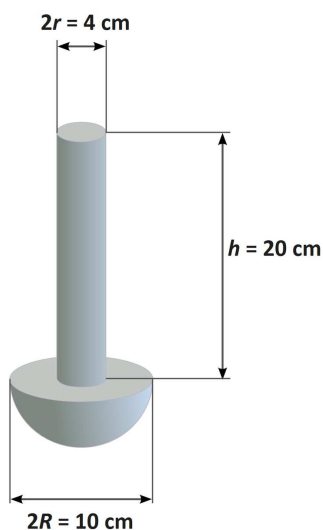
☐ 157 cm³

☐ 125 cm³

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Z dołączonego rysunku odczytaj wymiary poszczególnych części ciała i oblicz jego objętość.



Wyznaczanie objętości ciał na podstawie ich wymiarów

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Wyznaczanie gęstości ciał o kształtach regularnych

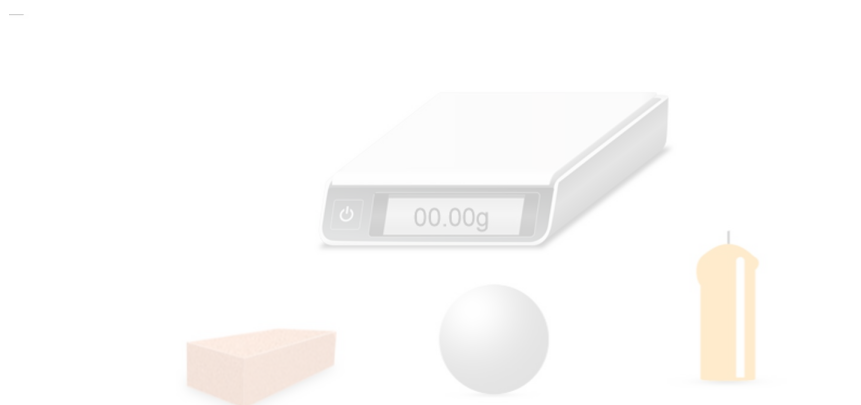
Gęstość ciała wyznaczamy na podstawie znajomości jego masy i objętości. Objętość otrzymujemy metodą rachunkową – do wzoru podstawiamy uzyskane w wyniku pomiarów wymiary ciała. Waga laboratoryjna lub mniej dokładna waga kuchenna pozwalają wyznaczyć masę ciała.

$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa}}{\text{objętość}},$$

$$d = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right].$$

Ćwiczenie 5

Za pomocą poniższej aplikacji sprawdź masę ciał, po czym oblicz ich gęstości. Uzupełnij komórki tabeli, wpisując odpowiednie wartości, zaokrąglając do dwóch cyfr znaczących.



—

Cegła ceramiczna
25,0 cm x 12,0 cm x 6,5 cm
V = 1950 cm³

Kulka stalowa
średnica 10 cm
V = 65,5 cm³

Świeca parafinowa
średnica 2 cm, wysokość 10 cm
V = 31,42 cm³

Materiał	Objętość [cm ³]	Masa [g]	Gęstość [g/cm ³]
cegła	_____	_____	_____
Kulka stalowa	_____	_____	_____
Świeca parafinowa	_____	_____	_____

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/b/Pmhvye74>

Symulacja pomiaru gęstości ciał o kształtach regularnych

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Wyznacz gęstość monety jednozłotowej.

Ciekawostka

Nawet jeśli nie znasz budowy wewnętrznej ciała, a chcesz wyznaczyć jego gęstość, wystarczy, że posłużysz się jedynie linijką i wagą. Otrzymasz wtedy wielkość nazywaną średnią gęstością ciała. Wnętrze przedmiotu może być niejednorodne.

Oznacza to, że w jego wnętrzu mogą znajdować się wolne przestrzenie (kawerny) wypełnione gazem, które są przyczyną odchylenia pomiędzy rzeczywistą a przewidywaną masą ciała.

Obliczanie objętości i masy

$$m = d \cdot V,$$

$$[\text{kg}] = \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \right].$$

W jaki sposób możesz wyznaczyć objętość ciała, jeśli znasz jego gęstość?

$$V = \frac{m}{d},$$
$$\left[\frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \right] = \left[\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right] = [\text{m}^3],$$

gdzie:

m – masa;

d – gęstość;

V – objętość.

Ćwiczenie 7



Wstaw odpowiednie symbole we wzorach. Spróbuj przekształcić jeden z dwóch wzorów podanych powyżej: na masę m lub na objętość V .

$$\begin{aligned} m &= \boxed{} \cdot \boxed{} \\ V &= \boxed{} / \boxed{} \\ d &= \boxed{} / \boxed{} \end{aligned}$$

m d V m d V

Zródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Wyznacz masę powietrza w swojej sali lekcyjnej. Jeśli nie jesteś w stanie wyznaczyć jej wymiarów, poproś o pomoc nauczyciela.

Ćwiczenie 9

Pewien kierowca zapłacił za tankowanie samochodu 65 zł. Cena benzyny, którą nalał do baku auta, wynosiła 5,20 zł za litr.

Odpowiedz na poniższe pytania i uzupełnij luki w odpowiedzi, wpisując poprawne wartości.

1. Na ile litrów benzyny starczyło kierowcy pieniędzy?

Odpowiedź: Kierowcy starczyło pieniędzy na zakup litrów benzyny.

2. Jaka jest masa zakupionej benzyny, jeżeli jej gęstość wynosi $720 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$?

Odpowiedź: Masa zakupionej benzyny jest równa $m =$ kg.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 10

Jeśli pływak ma płuca wypełnione powietrzem, może unosić się swobodnie tuż pod powierzchnią wody (np. w basenie). Gdy wydycha powietrze, zaczyna się zanurzać. Oblicz pojemność płuc pływaka. Przyjmij, że zmiana masy jego ciała wyniosła 3,87 g.



Niepewność wyniku pomiaru

Wykonaj z kolegami i koleżankami z klasy następujące doświadczenie: za pomocą linijki o długości 20 cm zmierzcie długość stołu. Niech każda z osób zapisze wynik swojego pomiaru i nie informuje pozostałych kolegów o zanotowanej wartości. Gdy wykonacie zadanie, wypiszcie wyniki na tablicy. Zwróćcie uwagę, że różnią się one od siebie. Dlaczego tak się stało?

Wynik każdego pomiaru różni się od rzeczywistej wartości wielkości mierzonej. Mówimy, że wynik każdego pomiaru fizycznego obarczony jest **niepewnością pomiarową**. Wynika ona zarówno z metody samego pomiaru, jak i z dokładności użytego przyrządu.

Zastanów się, dlaczego uzyskane wyniki nie są jednakowe. Zaproponuj sposób, który dałby mniejsze rozbieżności.

Wiesz już, że wyniki wszystkich pomiarów są odczytywane z pewną dokładnością. Pomiar długości lub średnicy, wykonywany za pomocą linijki ze skalą milimetrową daje wynik z dokładnością do 1 milimetra. Jeżeli oceniasz, że średnica kulki wynosi 2,5 cm, to tak naprawdę mieści się ona w granicach od 2,4 cm do 2,6 cm. Podobny problem wystąpi przy pomiarze masy. Powiedzmy, że waga kuchenna ma podziałkę, w której odległości między sąsiednimi kreskami odpowiadają 2 g. W tej sytuacji można przyjąć, że niepewność wyznaczenia masy wynosi 2 g. Czyli masa np. kulki mieści się w granicach między 68 g a 64 g. Jeśli podczas obliczania gęstości kulki przyjmiesz, że średnica kulki jest **równa 2,5 cm**, a masa – 66 g, nie uzyskasz prawdziwego wyniku. W jakich granicach zawiera się prawidłowy wynik gęstości kulki? Wzór na gęstość to $d = \frac{m}{V}$. Jest to ułamek, którego maksymalna wartość osiągana jest wtedy, gdy jego licznik jest maksymalny, a mianownik minimalny. Jeżeli zatem chcemy wyznaczyć maksymalną wartość gęstości, to do obliczeń podstawiamy maksymalną wartość wyznaczonej masy i minimalną wartość wyznaczonej

objętości (czyli bierzemy pod uwagę minimalny promień). Przedstawiono to w poniższej tabelce:

Wyznaczanie minimalnej i maksymalnej gęstości

Minimalny promień	Maksymalny promień	Minimalna masa	Maksymalna masa	Minimalna objętość	Maksymalna objętość
1,2 cm	1,3 cm	64 g	68 g	7,2 cm ³	9,2 cm ³
minimalna gęstość = $\frac{\text{minimalna masa}}{\text{maksymalna objętość}}$			maksymalna gęstość = $\frac{\text{maksymalna masa}}{\text{minimalna objętość}}$		
$d_{\min} = \frac{64 \text{ g}}{9,2 \text{ cm}^3} = 7,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$			$d_{\max} = \frac{68 \text{ g}}{7,2 \text{ cm}^3} = 9,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$		

Jak zatem wynika z naszych obliczeń (koniecznie je sprawdź!), prawdziwa wartość gęstości kulki mieści się w granicach od $7,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ do $9,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Zwróć uwagę, że wszystkie dane oraz wyniki zapisywaliśmy z jednakową dokładnością – dokładnością do 2 cyfr znaczących.

Ćwiczenie 11



Które odpowiedzi są prawdziwe, a które fałszywe? Zaznacz wszystkie prawdziwe sformułowania.

☐

Przy użyciu bardzo dokładnej linijki jesteśmy w stanie otrzymać bezbłędny wynik pomiaru.

☐

Nigdy nie jesteśmy w stanie przeprowadzić idealnie dokładnego pomiaru fizycznego.

☐

Niepewność pomiaru wszystkich użytych przyrządów pomiarowych w danym eksperymencie będzie miała wpływ na końcowy wynik eksperymentu.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- W przypadku ciał o regularnych kształtach procedurę wyznaczania objętości można uprościć. W tym celu należy skorzystać z zależności matematycznych, wiążących objętość z wymiarami liniowymi badanego ciała.

- Chcąc wyznaczyć gęstość ciała, musimy zmierzyć jego masę i objętość oraz skorzystać ze wzoru:

$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa}}{\text{objętość}}$$

$$[d] = \left[\frac{m}{V} \right] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Jeśli znamy gęstość i objętość ciała, możemy obliczyć jego masę. W tym celu korzystamy ze wzoru:

$$m = d \cdot V$$

$$\text{kg} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3$$

- Objętość ciała o znanej masie i gęstości obliczamy za pomocą wzoru:

$$V = \frac{m}{d}$$

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

- Wynik pomiaru różni się od rzeczywistej wartości wielkości mierzonej. Mówimy, że wynik każdego pomiaru fizycznego obarczony jest **niepewnością pomiarową**. Ta niepewność wynika zarówno z metody samego pomiaru, jak i dokładności użytego przyrządu. Przyczyną może być także niedokładne odczytanie wyników na skali przyrządu.

Na niepewność pomiaru mają także wpływ cechy przedmiotu badań.

Ćwiczenie 12



Wyznacz doświadczalnie gęstość mleka. W razie potrzeby, poproś kogoś o pomoc przy wykonywaniu pomiarów.

Zadania

Ćwiczenie 13



Arek, Justyna i Monika rozmawiają o tym, czym jest objętość. Zapoznaj się z opinią każdej z osób i zaznacz wszystkie poprawne odpowiedzi.

- ☐ Justyna: objętość to ilość płynu, jaka może zmieścić się w środku bryły
- ☐ Monika: objętość to ilość powietrza, jaka może zmieścić się wewnątrz ciała
- ☐ Arek: objętość to wielkość przestrzeni zajmowanej przez ciało

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 14



Które informacje są prawdziwe, a które fałszywe? Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Nie da się wyznaczyć gęstości ciała o regularnych kształtach przy użyciu wagi i linijki.	☐	☐
Objętość ciała o regularnych kształtach można wyznaczyć mierząc objętość wypartej przez to ciało cieczy.	☐	☐
Bez użycia skomplikowanej aparatury badawczej nie jesteśmy w stanie wyznaczyć gęstości ciała o regularnych kształtach.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

niepewność pomiaru

mówimy, że wynik każdego pomiaru fizycznego obarczony jest niepewnością pomiarową. Ta niepewność wynika zarówno z metody samego pomiaru, jak i dokładności użytego przyrządu. Przyczyną może być także niedokładne odczytanie wyników na skali przyrządu. Na niepewność pomiaru mają także wpływ cechy przedmiotu badań, takie jak sprężystość bądź plastyczność.