7

Spotkania z fizyką

Bartłomiej Piotrowski

Zeszyt ćwiczeń

DO FIZYKI
DLA KLASY SIÓDMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ

nowa era
Twoje mocne strony

Druga Nowa Ero,

Nigdy bym nie publikowała publicznie książek wydawnictw, które działają na uczciwych zasadach.

Wasza firma jednak promuje masowy dodruk, całkowicie niepotrzebnych książek, które mogłyby zastąpione wersjami elektronicznymi!

Co prawda e-booki są dostępne na waszej stronie, jednak:

- W przeciwieństwie do fizycznej książki, licencja na e-book kończy się po roku. Oznacza to, że jeżeli moja córka chciałaby powtórzyć sobie całą wiedzę do matury, musiałabym jej kupić wszystkie wasze książki od nowa.
- Waszych e-booków nie da się pobrać! Wymagają one dostęp do internetu, co uniemożliwia ich użycie na naszej wsi, gdzie zasięg jest ograniczony.
- Wasze e-booki sprzedawane są po tej samej (albo wyższej) cenie co regularne książki. Cena e-booka powinna być niższa, gdyż e-booki wymagają elektronicznego czytnika (tabletu)!

Czas rozpocząć nową erę (o ironio), w której papier nie jest bezczelnie marnowany dla pieniędzy. Przedstawiam e-book, który spełnia wszystkie oczekiwania uczniów.

Dbajmy o środowisko, zróbmy to dla młodych pokoleń.

SPIS TREŚCI

Korzystaj z dodatkowych materiałów ukrytych pod kodami QR zamieszczonymi w publikacji.

I Pierwsze spotkanie z fizyką

1. Czym zajmuje się fizyka 5
2. Wielkości fizyczne, jednostki i pomiary 7
3. Jak przeprowadzać doświadczenia 9
4. Rodzaje oddziaływań i ich wzajemność 11
5. Siła i jej cechy 14
6. Siły wypadkowa i równoważąca 16

Dziennik laboratoryjny 18
Sposób na zadanie 19
Sprawdź, czy potrafisz 20

II Właściwości i budowa materii

7. Atomy i cząsteczki 21
8. Oddziaływania międzycząsteczkowe 23
9. Badanie napięcia powierzchniowego 25
10. Stany skupienia. Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów 27
11. Masa a siła ciężkości 29
12. Gęstość substancji 33
13. Wyznaczanie gęstości 36

Dziennik laboratoryjny 38
Sposób na zadanie 39
Sprawdź, czy potrafisz 40

III Hydrostatyka i aerostatyka

14. Siła nacisku na podłoże. Parcie i ciśnienie 41
15. Ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie atmosferyczne 43
16. Prawo Pascala 47
17. Prawo Archimedesa 50
18. Prawo Archimedesa a pływanie ciał 52

Dziennik laboratoryjny 54
Sposób na zadanie 55
Sprawdź, czy potrafisz 56

IV Kinematyka

19. Ruch i jego względność 57
20. Ruch jednostajny prostoliniowy 59
21. Ruch prostoliniowy zmienny 63
22. Badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego 66
23. Analiza wykresów ruchów prostoliniowych: jednostajnego i jednostajnie zmiennego ... 68

Dziennik laboratoryjny 70
Sposób na zadanie 71
Sprawdź, czy potrafisz 72

V Dynamika

24. Pierwsza zasada dynamiki Newtona – bezwładność 73
25. Druga zasada dynamiki Newtona 75
26. Swobodne spadanie ciał 77
27. Trzecia zasada dynamiki Newtona. Zjawisko odrzutu 80
28. Opory ruchu 82

Dziennik laboratoryjny 84
Sposób na zadanie 85
Sprawdź, czy potrafisz 86

VI Praca, moc, energia

29. Energia i praca 87
30. Moc i jej jednostki 92
31. Energia potencjalna grawitacji i potencjalna sprężystości 95
32. Energia kinetyczna, zasada zachowania energii mechanicznej 98

Dziennik laboratoryjny 102
Sposób na zadanie 103
Sprawdź, czy potrafisz 104

VII Termodynamika

33. Energia wewnętrzna i temperatura 105
34. Zmiana energii wewnętrznej w wyniku pracy i przepływu ciepła 109
35. Sposoby przekazywania ciepła 111
36. Ciepło właściwe 113
37. Zmiany stanu skupienia ciał 116
38. Topnienie i krzepnięcie 117
39. Parowanie i skraplanie 119

Dziennik laboratoryjny 120
Sposób na zadanie 121
Sprawdź, czy potrafisz 122

Dodatki matematyczne z przykładami 123

Odpowiedzi do wybranych zadań obliczeniowych 128

Karta wzorów

Karta wzorów
docwiczenia.pl
Kod: F76MHD

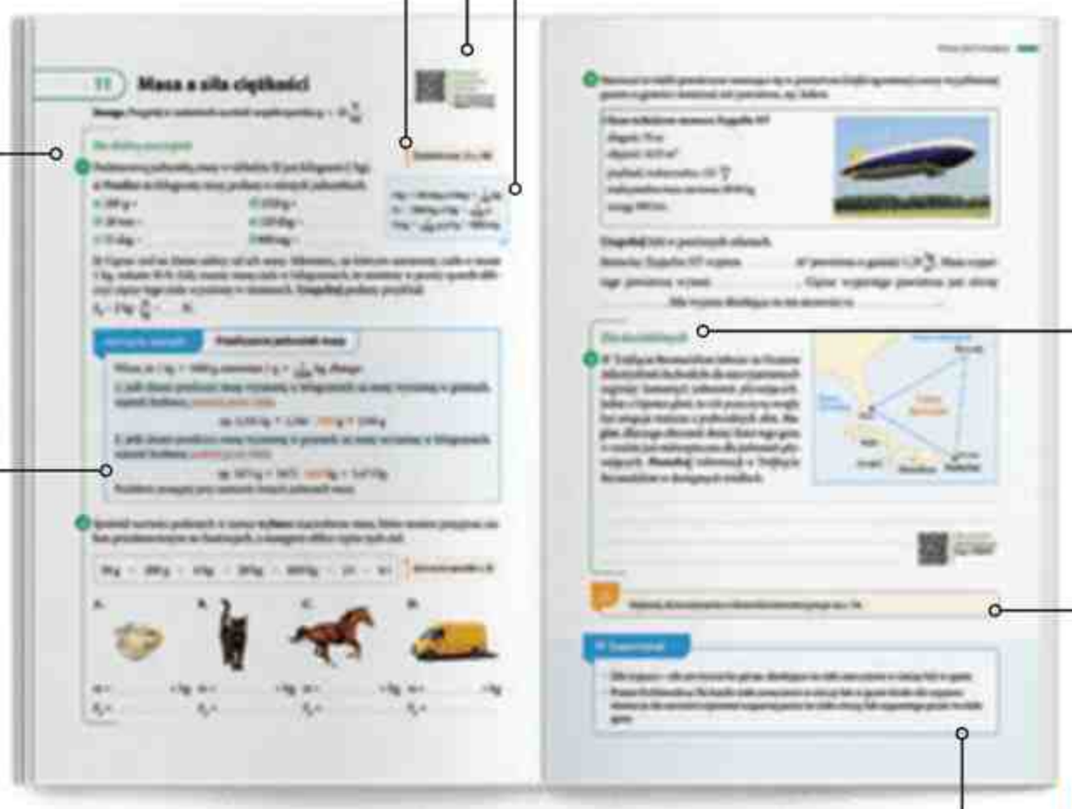
Jak korzystać z zeszytu ćwiczeń

Na poniższym rysunku wyróżniono i omówiono elementy ułatwiające pracę z zeszytem ćwiczeń. Podczas rozwiązywania zadań przydatna będzie również karta wzorów, która znajduje się pod kodem QR (patrz *Spis treści*). Warto ją wydrukować i włożyć do zeszytu.

Kody QR, pod którymi zamieszczono dodatkowe zadania, przykłady, doświadczenia, filmy z doświadczeń, testy i kartę wzorów

Odsyłacze do dodatku matematycznego znajdującego się na końcu zeszytu

Na niebieskich karteczkach zamieszczono wskazówki do zadań



Na dobry początek

Proste zadania wprowadzające w temat

Dla dociekliwych

Zadania dla bardziej zainteresowanych fizyką

Jest na to sposób!

Praktyczne wskazówki o charakterze matematycznym

Odsyłacze do dziennika laboratoryjnego zamieszczonego na końcu działu lub pod kodami QR

E Sprawdź, czy potrafisz

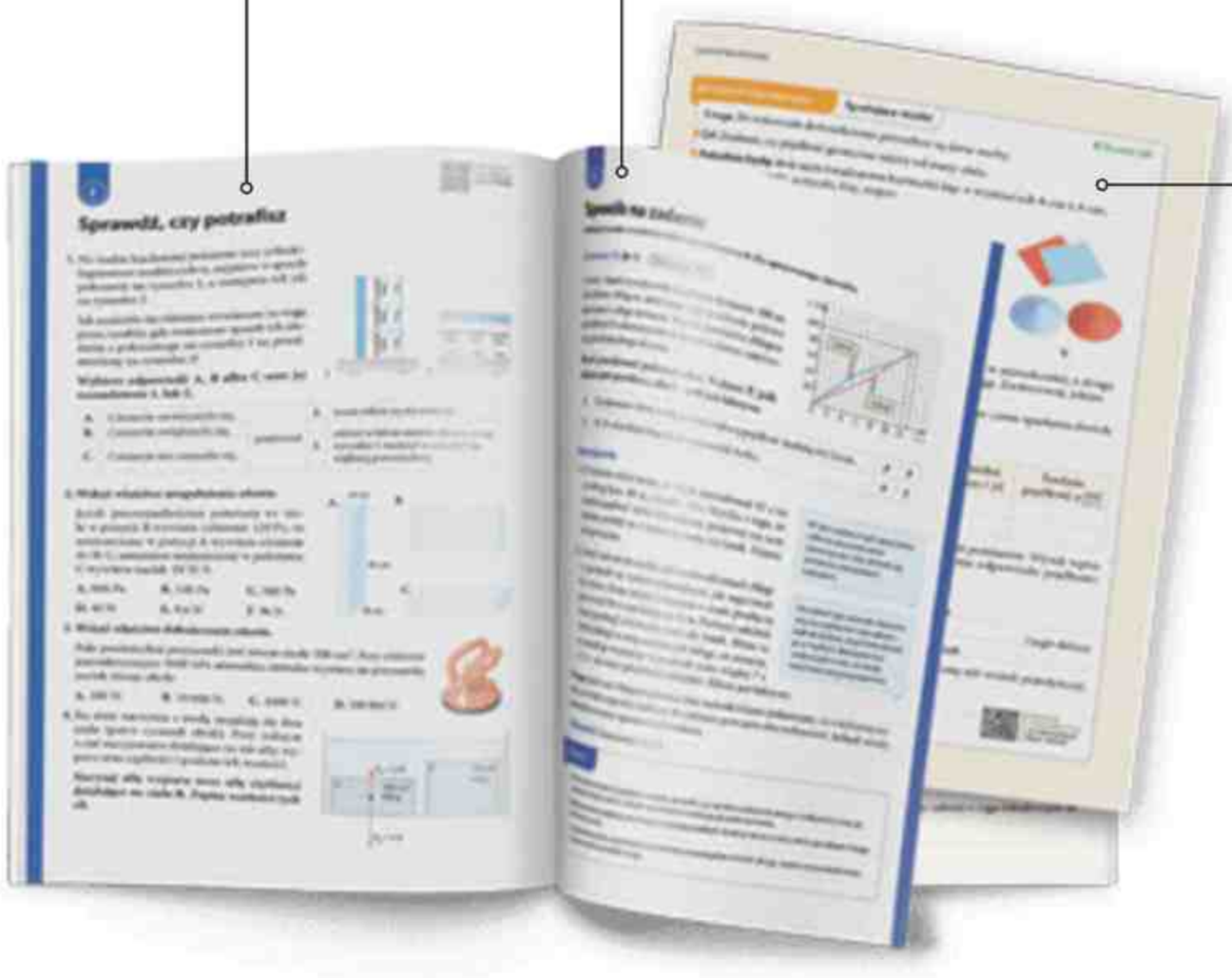
Na końcu każdego działu zamieszczono zadania sprawdzające

E Sposób na zadanie

Szczegółowo rozwiązane zadanie, wzbogacone o wskazówki i ważne treści

Zapamiętaj!

Najważniejsze wiadomości ujęte skrótowo



Dziennik laboratoryjny

Propozycje doświadczeń, które warto wykonać i przeanalizować. **Doświadczenia obowiązkowe** oznaczono dwiema kropkami

I. Pierwsze spotkanie z fizyką

1 Czym zajmuje się fizyka

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7HK7C

Na dobry początek

1 Z lekcji przyrody i z życia codziennego znasz różne zjawiska zachodzące w otaczającym nas świecie. Teraz będziesz uczyć się o nich na: fizyce, geografii, biologii i chemii. Poniżej zilustrowano zjawiska i zagadnienia, którymi zajmują się te nauki przyrodnicze. **Przyporządkuj** do ilustracji nazwy nauk: *fizyka*, *geografia*, *biologia*, *chemia*.

Uwaga. Nazwy nauk przyrodniczych mogą się powtarzać.

A



B



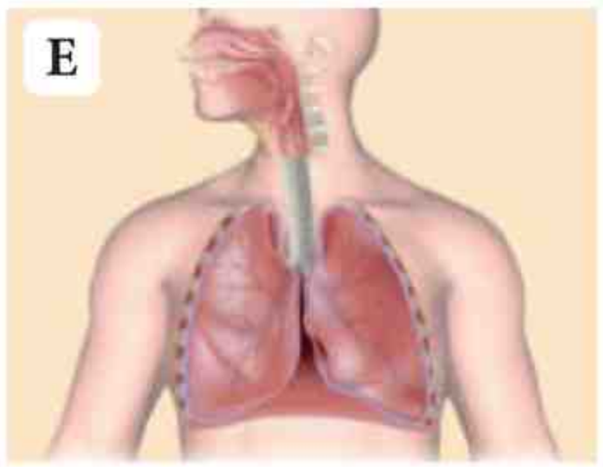
C



D



E



F



2 W poniższym tekście **podkreśl** fragmenty, które dotyczą zjawisk fizycznych.

W umiarkowanej strefie klimatycznej jesienią liście na drzewach zmieniają barwę na różne odcienie żółci, brązu i czerwieni. Liście ze względu na swój kształt opadają wolniej niż spadająca z takiej samej wysokości gruba gałąź. Gdy grabimy je plastikowymi grabiami z drewnianym trzonkiem, zęby grabi odkształcają się, ale ich twardy drewniany trzonek nie zmienia kształtu. Zgrabione liście można spalić, zachowując odpowiednie środki bezpieczeństwa.

Jesienią, pomimo deszczowej pogody, rzadko obserwujemy wyładowania atmosferyczne (błyskawice), natomiast często pojawiają się mgły (powstające podczas skraplania pary wodnej w niskiej temperaturze) utrudniające jazdę kierowcom. Mgła jest niekorzystna, ponieważ silnie rozprasza światło reflektorów samochodowych.

3 **Dopasuj** do opisów A–D pojęcia spośród I–VI. **Uwaga.** Nie wszystkie pojęcia trzeba wykorzystać.

A. Sformułowane na podstawie wielokrotnie powtarzanych obserwacji i doświadczeń, ściśle opisane (często w postaci matematycznej), słuszne w ściśle określonych warunkach.

B. Każdy przedmiot lub organizm żywy stanowiący obiekt zainteresowania fizyków.

C. Nauka zajmująca się wyjaśnianiem podstawowych praw przyrody, badaniem zjawisk w niej zachodzących oraz właściwości materii.

D. Odtworzenie zjawiska zachodzącego w przyrodzie w warunkach laboratoryjnych w celu dokładnej obserwacji i sformułowania wniosków dotyczących tego zjawiska.

I. fizyka

II. substancja

III. eksperyment

IV. biologia

V. prawo fizyczne

VI. ciało fizyczne

Dla dociekliwych

4 Korzystając z dostępnych źródeł, znajdź informacje o różnych sposobach komunikacji na odległość, jakie były stosowane od najdawniejszych czasów.

a) **Podpisz** ilustracje właściwymi określeniami z ramki.









telegraf optyczny • znaki dymne • telegraf elektryczny • telefon • przekaz satelitarny

b) **Uporządkuj** sposoby komunikacji podane w ramce w kolejności od tego, który był stosowany jako pierwszy, do tego, który zaczął być używany najpóźniej.

Zapamiętaj!

- Ciało fizyczne – każdy przedmiot, a także organizm żywy mogący stanowić obiekt badania fizyki.
- Substancja – materiał, z którego zbudowane jest ciało fizyczne.
- Fizyka – nauka, która bada i wyjaśnia podstawowe prawa przyrody oraz właściwości materii.

2 Wielkości fizyczne, jednostki i pomiary

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F73NEC

Na dobry początek

Dodatek mat. 1 s. 123

1 Proste pomiary wielkości fizycznych można wykonywać w domu za pomocą dostępnych przyrządów, takich jak: waga łazienkowa lub kuchenna, metr krawiecki albo taśma miernicza, stoper, np. w smartfonie. **Wykonaj** pomiary i **zapisz** ich wyniki wraz z jednostką.

a) Masa butelki z wodą mineralną wynosi _____.

b) Masa wszystkich podręczników do 7 klasy wynosi _____.

c) Czas, w którym czajnik zagotuje wodę, wynosi _____.

d) Czas 30 uderzeń serca wynosi _____.

e) Szerokość pokoju wynosi _____.

f) Wysokość biurka wynosi _____.



2 **Wpisz** do tabeli jednostki podanych wielkości fizycznych oraz nazwy przyrządów, którymi zmierzysz daną wielkość fizyczną.

Wielkość fizyczna	Długość	Masa	Czas	Temperatura	Objętość
Jednostka podstawowa					
Przyrząd pomiarowy					

3 Wśród jednostek wymienionych w ramce **wskaż** i **podkreśl** jednostki układu SI.

gram • metr • kilogram • minuta • sekunda • centymetr • godzina • stopień Celsjusza

4 **Zamień** jednostki długości, masy i czasu.

Dodatek mat. 1 s. 123

a) 150 cm = 1,5 m = 0,0015 km

370 cm = _____ m = _____ km

11 230 cm = _____ m = _____ km

b) 2,3 km = 2300 m = 23 000 dm

9,95 km = _____ m = _____ dm

0,51 km = _____ m = _____ dm

c) 235 μm = 0,235 mm = 0,000235 m

27 μm = _____ mm = _____ m

3 μm = _____ mm = _____ m

d) 276 mg = 0,276 g = 0,000276 kg

5 mg = _____ g = _____ kg

0,83 mg = _____ g = _____ kg

e) 1540 g = 1,54 kg

125 g = _____ kg

42 g = _____ kg

f) 3960 s = 66 min = 1,1 h

3600 s = _____ min = _____ h

90 min = _____ s = _____ h

g) 15 h = _____ min

24 h = _____ min

45 min = _____ h

h) 20 µs = _____ s

1200 ms = _____ s

2 s = _____ µs

Dla dociekliwych

5 W Polsce zużycie paliwa podaje się w litrach na 100 km (np. spalanie 6 l na 100 km oznacza, że samochód zużywa średnio 6 litrów paliwa na przejechanie każdych 100 kilometrów). Im mniejsze spalanie, tym samochód jest bardziej ekonomiczny.

W USA wielkość określająca zużycie paliwa może być myląca, gdyż im większa jej wartość, tym lepiej. Oznacza się ją symbolem MPG (*Miles Per Gallon* – mil na jeden galon). Wielkość ta określa liczbę mil przejechanych na jednym galonie paliwa. Mila to odległość 1,61 kilometra, natomiast jeden galon to objętość 3,79 litra.



Oblicz, ile litrów paliwa na 100 km zużywa samochód, dla którego spalanie wynosi 30 MPG.

Zapamiętaj!

- Pomiar polega na porównywaniu wartości mierzonej wielkości z wzorcem.
- Wielkości fizyczne służą do ilościowego opisu cech ciał i zjawisk (są to np. masa, długość).
- Wartości wielkości fizycznych podaje się wraz z ich jednostkami.
- Układ SI to Międzynarodowy Układ Jednostek Miar.

3 Jak przeprowadzać doświadczenia

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F76TZZ

Na dobry początek

1 Dlaczego wykonujemy doświadczenia? Aby znaleźć odpowiedź na interesujące nas pytania, takie jak np.: *Czy czas spadania gumowej piłeczki z dwa razy większej wysokości będzie dwa razy dłuższy?*

Napisz, jakie przyrządy pomiarowe są niezbędne do przeprowadzenia doświadczenia, które pozwoli Ci udzielić odpowiedzi na postawione wyżej pytanie.

1) _____

2) _____

Zastanów się, czy lepiej wykonać pomiary czasu spadania piłki z wysokości 10 cm i 20 cm czy z wysokości 1 m i 2 m.

Zapisz swoją odpowiedź i jej uzasadnienie. _____

W wyniku przeprowadzenia w laboratorium pomiarów czasu spadania piłki z wysokości h i z wysokości $2h$ uzyskano wyniki 0,56 s oraz 0,79 s. Na podstawie tych wyników odpowiedz na pytanie postawione na początku zadania: *Czy czas spadania gumowej piłeczki z dwa razy większej wysokości będzie dwa razy dłuższy?*

Wykonaj samodzielnie takie doświadczenie, **zapisz** wyniki i wniosek.

Wysokość h = _____ czas spadania: _____

Wysokość $2h$ = _____ czas spadania: _____

Wniosek: _____

2 **Zaokrąglij** wyniki pomiarów do dwóch i do trzech cyfr znaczących.

Dodatek mat. 3 s. 125

Wynik pomiaru	Zaokrąglenie do dwóch cyfr znaczących	Zaokrąglenie do trzech cyfr znaczących
5,863 km		
0,00143527 m		
26,291 kg		
562,4 g		
21,72 kg		

3 **Przeanalizuj** przykład opisany poniżej i **uzupełnij** tekst obok zamieszczonej ilustracji.

W celu wyznaczenia grubości jednej kartki papieru zmierzono grubość ryzy 500 kartek papieru – patrz zdjęcie A.

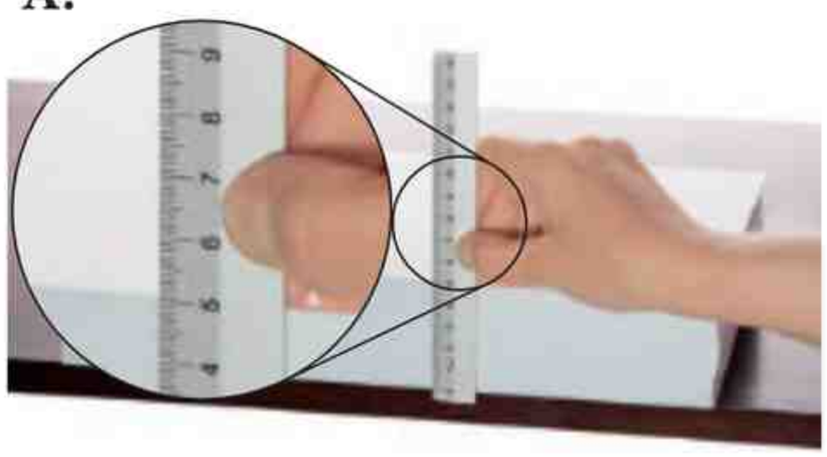
Grubość 500 kartek papieru wynosi 51 mm z dokładnością do 1 mm. Jeżeli przyjmiemy, że wszystkie kartki mają jednakową grubość, to grubość jednej kartki wynosi 0,102 mm z dokładnością do 0,002 mm, co możemy zapisać:

$l = 0{,}102$ mm $\pm$ $0{,}002$ mm

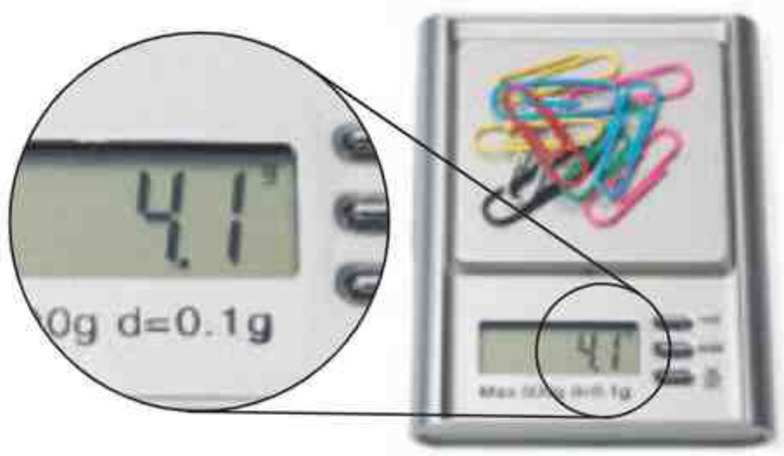
W celu wyznaczenia masy jednego spinacza zważono 10 spinaczy – patrz zdjęcie B.

Masa 10 spinaczy wynosi _____ z dokładnością do _____. Jeżeli przyjmiemy, że wszystkie spinacze mają jednakową masę, to masa jednego spinacza wynosi _____ z dokładnością do _____, co możemy zapisać m = _____.

A.



B.



Dla dociekliwych

4 Dwa zespoły uczniów – Tomek i Krzysiek oraz Marta i Weronika – miały zmierzyć długość szkolnej bieżni za pomocą 25-metrowej taśmy mierniczej.

Tomek i Krzysiek uzyskali wynik 59,73 m. Marta i Weronika uzyskały wynik 60,49 m. Wiadomo, że bieżnia ma długość dokładnie 60 m (jest używana do biegów na 60 metrów). **Wyjaśnij**, jakie mogły być powody otrzymania zbyt dużego, a jakie – zbyt małego wyniku. Możesz sporządzić w tym celu rysunek pomocniczy.

Zapamiętaj!

- Żaden pomiar nie jest idealnie dokładny. Wynik pomiaru należy podawać wraz z niepewnością pomiarową.
- Dokładność wyniku nie może być większa niż dokładność przyrządu pomiarowego.
- Wyniki pomiarów i ich niepewności należy podawać z taką samą dokładnością.
- Liczba cyfr znaczących oznacza dokładność, z jaką należy podać wynik.

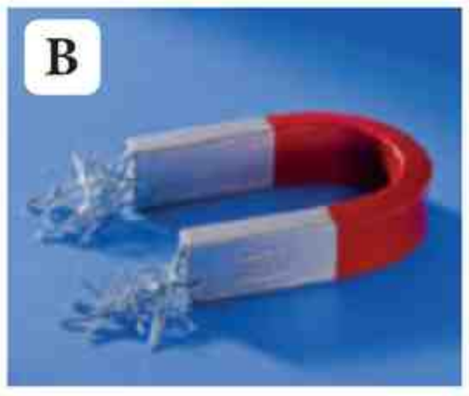
4 Rodzaje oddziaływań i ich wzajemność

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7CNPS

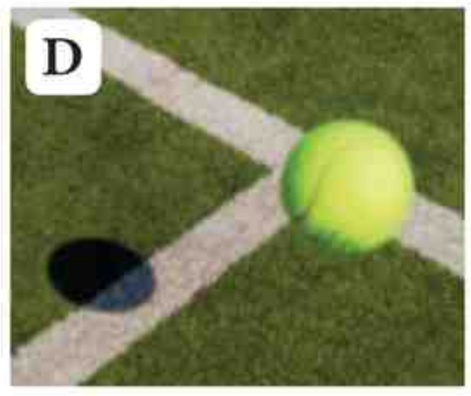
Na dobry początek

1 **Podpisz** zilustrowane poniżej rodzaje oddziaływań i **zapisz**, między jakimi ciałami zachodzą.









_____ _____ _____ _____

_____ _____ _____ _____

2 Dwaj chłopcy o jednakowych masach stojący na deskorolkach trzymają końce naprężonej liny. **Przeanalizuj** sytuację i **uzupełnij** tekst dotyczący właściwości oddziaływań w przyrodzie.



Jeżeli chłopiec A działa na chłopca B siłą o pewnej wartości, to chłopiec B działa na chłopca A siłą _____. Oznacza to, że oddziaływania są _____.

3 **Napisz**, na jakie inne ciało oddziałują ciała w sytuacjach a)–c). **Ustal**, czy dane oddziaływanie ma skutek dynamiczny, statyczny, czy oba skutki. **Opisz** w tabeli, na czym polegają te skutki.

a) Piłka podrzucona do góry wznosi się.

Poruszająca się piłka oddziałuje na _____.

b) Dziecko wchodzi na trampolinę ogrodową i siada na niej.

Trampolina oddziałuje na _____.

c) Spadająca z pewnej wysokości kulka z plasteliny uderza o podłogę.

W chwili zderzenia kulka oddziałuje na _____.

Sytuacja	Skutek dynamiczny	Trwały skutek statyczny
a)		
b)		
c)		

Podstawowe rodzaje oddziaływań

Każde oddziaływanie, które obserwujemy wokół nas, jest jednym z czterech **oddziaływań podstawowych** (inaczej fundamentalnych) występujących w przyrodzie: elektromagnetycznym, grawitacyjnym, silnym lub słabym, albo ich pochodną.



Oddziaływanie grawitacyjne

Dzięki niemu nie tylko ludzie, lecz także otaczające ich powietrze nie ulatują w przestrzeń kosmiczną, ciała spadają na Ziemię, a Ziemia wraz z innymi planetami porusza się wokół Słońca. Jest najsłabsze ze wszystkich znanych oddziaływań i choć ma nieskończony zasięg, maleje wraz z odległością. Gdyby przedmiot o masie 5 kg znalazł się na wysokości 10 km, siła, z jaką przyciągałaby go Ziemia, zmalałaby tylko o około 0,3%. Jednak gdyby umieścić go na wysokości 2640 km nad powierzchnią Ziemi, to siła grawitacji zmalałaby już dwukrotnie.



Oddziaływania elektromagnetyczne

Odpowiadają m.in. za elektryzowanie się suchych włosów, przyleganie magnesu do drzwi lodówki i błyskawice. Są tak powszechne, ponieważ występują między cząsteczkami, atomami oraz wewnątrz samych atomów. Podobnie jak oddziaływanie grawitacyjne, mają nieskończenie daleki zasięg. Dzięki temu, że ludzie ponad sto lat temu zrozumieli, w jaki sposób obiekty mogą oddziaływać elektromagnetycznie na odległość, dziś możemy przesyłać informacje poprzez radio, telewizję czy telefonię komórkową.

Oddziaływania silne są około 100 razy silniejsze niż oddziaływania elektromagnetyczne, ale ich zasięg jest niezwykle mały – mniejszy niż 0,00001 średnicy atomu. Występują w jądrach atomowych, które dzięki nim się nie rozpadają. Żeby rozbić jądro na pojedyncze cząstki (nukleony), potrzeba nieporównywalnie więcej energii, niż żeby oddzielić od siebie atomy tworzące cząsteczkę.

Oddziaływania słabe są silniejsze niż oddziaływania grawitacyjne, ale słabsze niż elektromagnetyczne i podobnie jak oddziaływania silne mają bardzo niewielki zasięg. Odgrywają ważną rolę w tzw. rozpadach promieniotwórczych, czyli przemianach jąder atomów w inne jądra, którym towarzyszy emitowanie różnego rodzaju promieniowania.



Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

4 **a)** **Uporządkuj** opisane w tekście oddziaływania od najsilniejszego do najsłabszego.

b) **Oceń** prawdziwość zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeżeli jest fałszywe.

1.	Oddziaływania silne oraz słabe mają bardzo duży zasięg.	**P**	**F**
2.	Zarówno elektryzowanie się wełnianego swetra, jak i ruch igły kompasu są przejawem tego samego oddziaływania, zwanego elektromagnetycznym.	**P**	**F**
3.	Oddziaływania silne występują w jądrach atomów.	**P**	**F**
4.	Oddziaływanie grawitacyjne jest najsłabszym ze znanych oddziaływań, ale ma nieskończony zasięg.	**P**	**F**

c) **Wybierz** takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

Gdy himalaista wejdzie na najwyższy szczyt na Ziemi, Mount Everest (8848 m n.p.m.), to siła, jaką przyciąga go Ziemia, w porównaniu z siłą, jaką przyciągałaby go na poziomie morza (0 m n.p.m.), **A/ B** o **C/ D** niż 1%.

A. wzrośnie **B.** zmaleje **C.** mniej **D.** więcej

d) **Podaj** przykłady dwóch domowych urządzeń, które wykorzystują oddziaływania elektromagnetyczne.

e) Poniżej podano opisy oddziaływań. Obok opisu oddziaływania **wpisz** jego nazwę.

A. Zasięg tych oddziaływań jest bardzo niewielki, dzięki nim jądra atomów są stabilne i nie rozpadają się na pojedyncze nukleony. _____

B. Dzięki tym oddziaływaniom zachodzą rozpady promieniotwórcze. _____

C. Dzięki temu, że oddziaływania tego typu mają nieograniczony zasięg, możemy odbierać sygnały z satelitów krążących wokół Ziemi (np. sygnał GPS). _____

Zapamiętaj!

- W przyrodzie można zaobserwować m.in. oddziaływania, które zachodzą na odległość – grawitacyjne, elektrostatyczne, magnetyczne – oraz przy bezpośrednim kontakcie ciał – mechaniczne.
- Wszystkie oddziaływania są wzajemne.
- Statyczny skutek oddziaływań związany jest z odkształceniem ciała.
- Dynamiczny skutek oddziaływań związany jest ze zmianą prędkości ciała.

5 Siła i jej cechy

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7D4LM

Na dobry początek

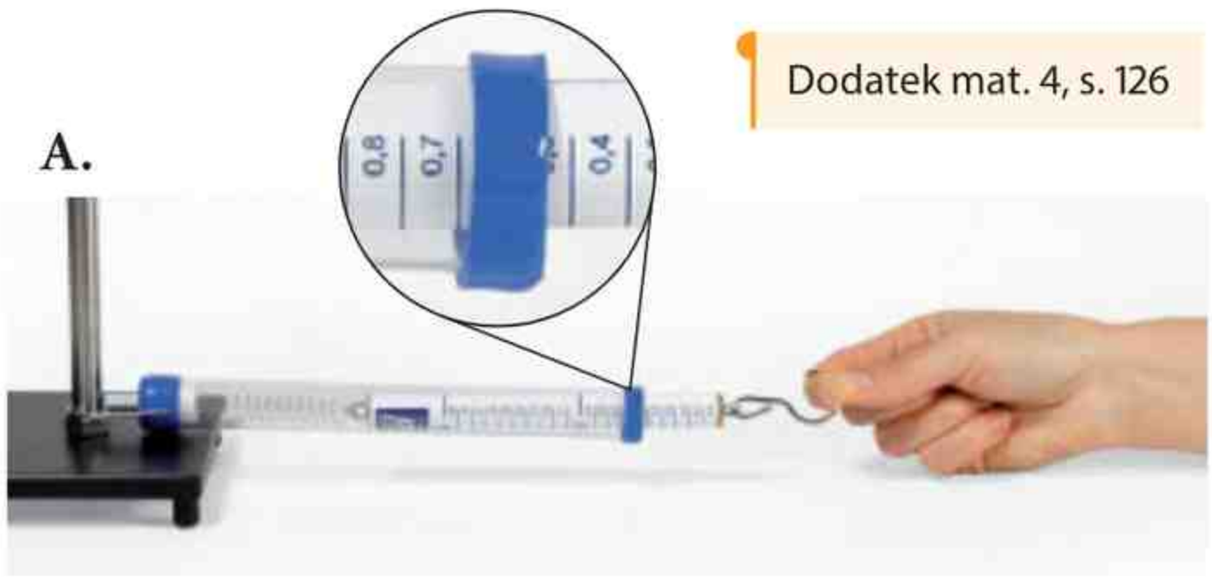
1 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeżeli jest fałszywe.

1.	Siła jest miarą wzajemnego oddziaływania ciał.	**P**	**F**
2.	Jednostką siły jest kilogram.	**P**	**F**
3.	Punkt przyłożenia, kierunek, zwrot i wartość to cechy każdego wektora.	**P**	**F**
4.	Siła jest wielkością liczbową (czyli skalarną).	**P**	**F**
5.	Siłomierz służy do pomiaru wartości siły.	**P**	**F**

2 **Zapisz** wartości sił wskazywane przez siłomierze oraz niepewność każdego z pomiarów.

Dodatek mat. 4, s. 126

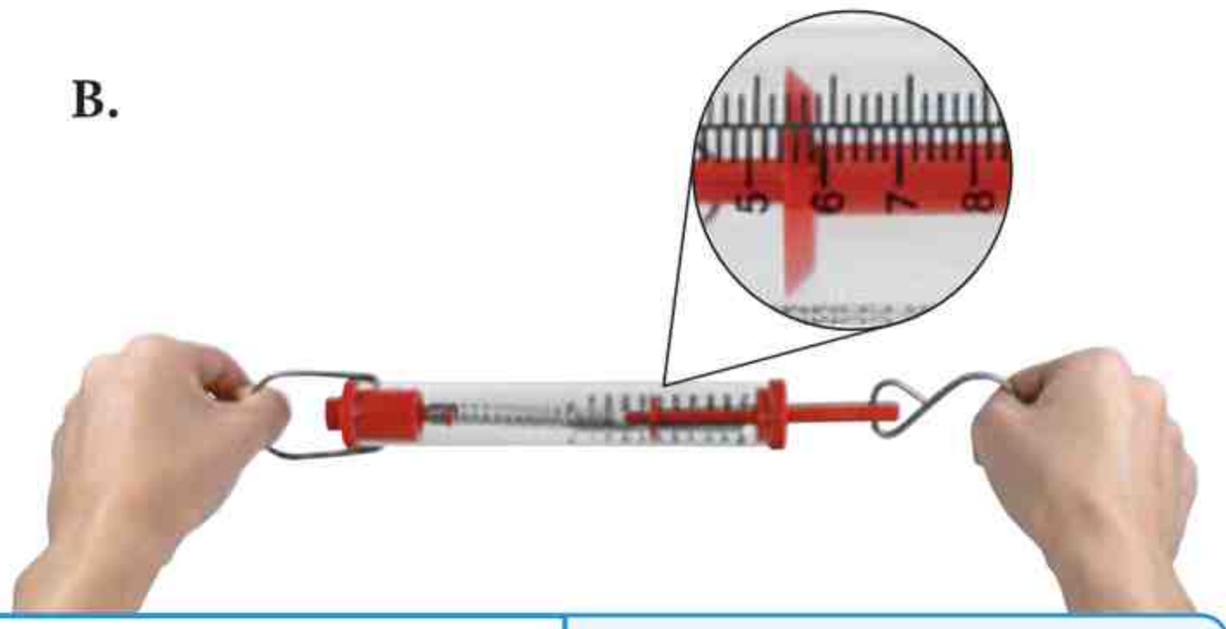
A.



wartość siły wskazywana przez siłomierz A: _____

niepewność pomiaru: _____

B.



wartość siły wskazywana przez siłomierz B: _____

niepewność pomiaru: _____

Jest na to sposób! **Określenie niepewności pomiaru siły**

Niepewność pomiaru siły jest równa najmniejszej podziałce na skali użytego siłomierza. Odczytaj ją!

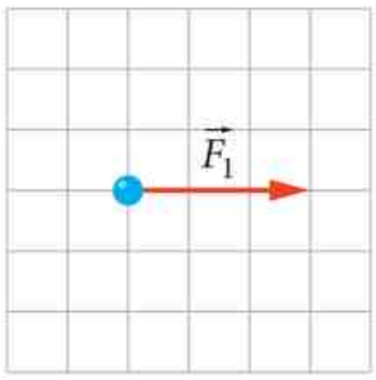
np. dla pomiaru ze zdjęcia:

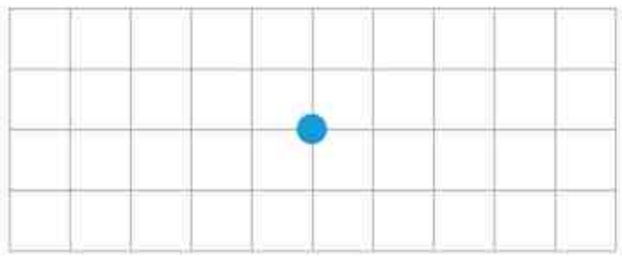
$$F \pm \Delta F = (1{,}3 \pm 0{,}1)\ \mathrm{N}$$



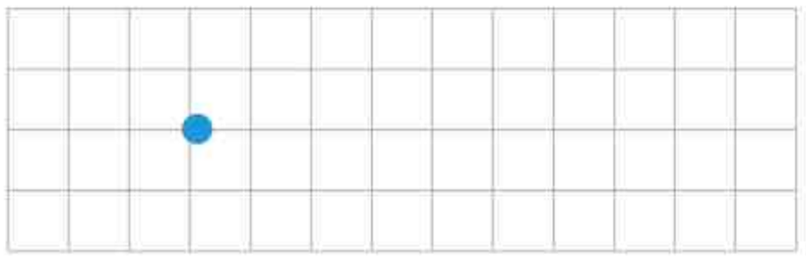
3 Na ilustracjach A, B i C pokazano wektory sił działających na ciało. **Narysuj** kolejne wektory sił działających na każde z tych ciał zgodnie z opisem.

A.



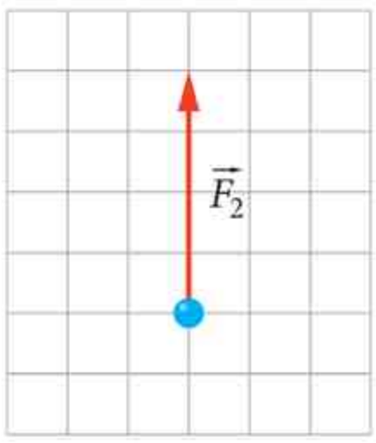


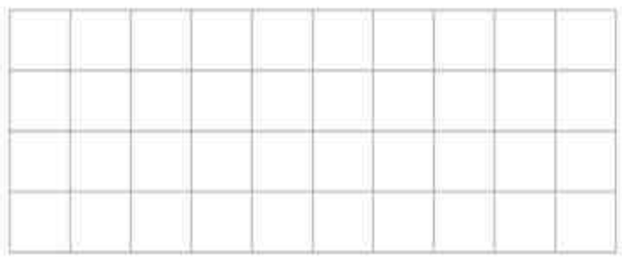
wektor siły o takim samym kierunku i wartości jak siła $\vec{F}_1$, ale o przeciwnym zwrocie



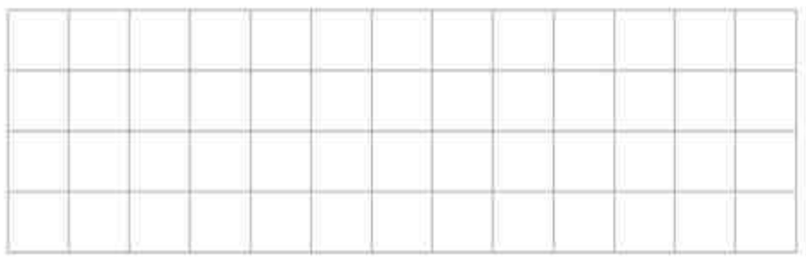
wektor siły o takim samym kierunku i zwrocie jak siła $\vec{F}_1$, ale o trzykrotnie większej wartości

B.



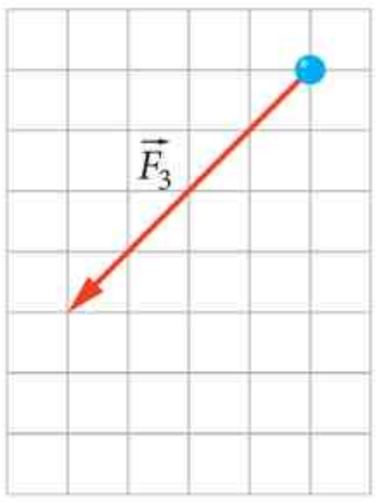


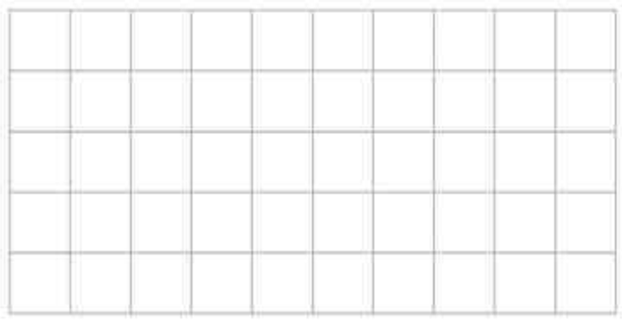
wektor siły o takim samym kierunku i zwrocie jak siła $\vec{F}_2$, o dwukrotnie mniejszej wartości



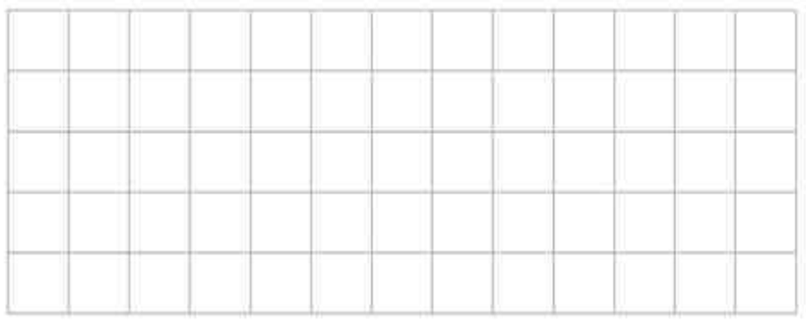
wektor siły o takiej samej wartości jak siła $\vec{F}_2$, ale kierunku innym niż siły $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ oraz $\vec{F}_3$

C.





wektor siły o takim samym kierunku i takiej samej wartości jak siła $\vec{F}_3$, ale o przeciwnym zwrocie



wektor siły działającej pionowo w dół, o wartości dwa razy mniejszej od siły $\vec{F}_3$

4 Na ilustracji poniżej zobrazowano wektory sił działających na dziecko zjeżdżające na sankach. **Zmierz** długości wektorów narysowanych sił i **zapisz** ich wartości, uwzględniając podaną podziałkę.



Zmierz długość wektora siły i długość podziałki. Dzieląc te wielkości przez siebie, obliczysz, ile razy dłuższy (lub krótszy) od podziałki jest wektor siły.

$F_1 =$ _____ N

$F_2 = \frac{2{,}0\ \text{cm}}{0{,}5\ \text{cm}} \cdot 50\ \text{N} = 200\ \text{N}$

$F_3 =$ _____ N

Zapamiętaj!

- Siła jest miarą wzajemnego oddziaływania ciał.
- Siła jest wielkością wektorową, którą cechują: kierunek, zwrot, wartość i punkt przyłożenia.
- Jednostką siły jest niuton (1 N).

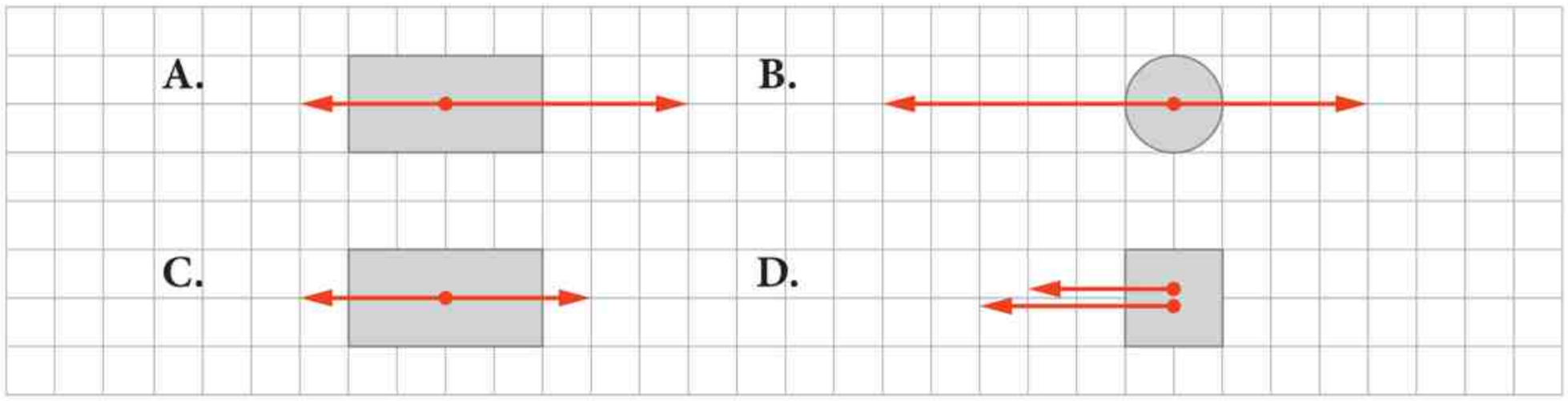
6 Siły wypadkowa i równoważąca

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7XWZW

Na dobry początek

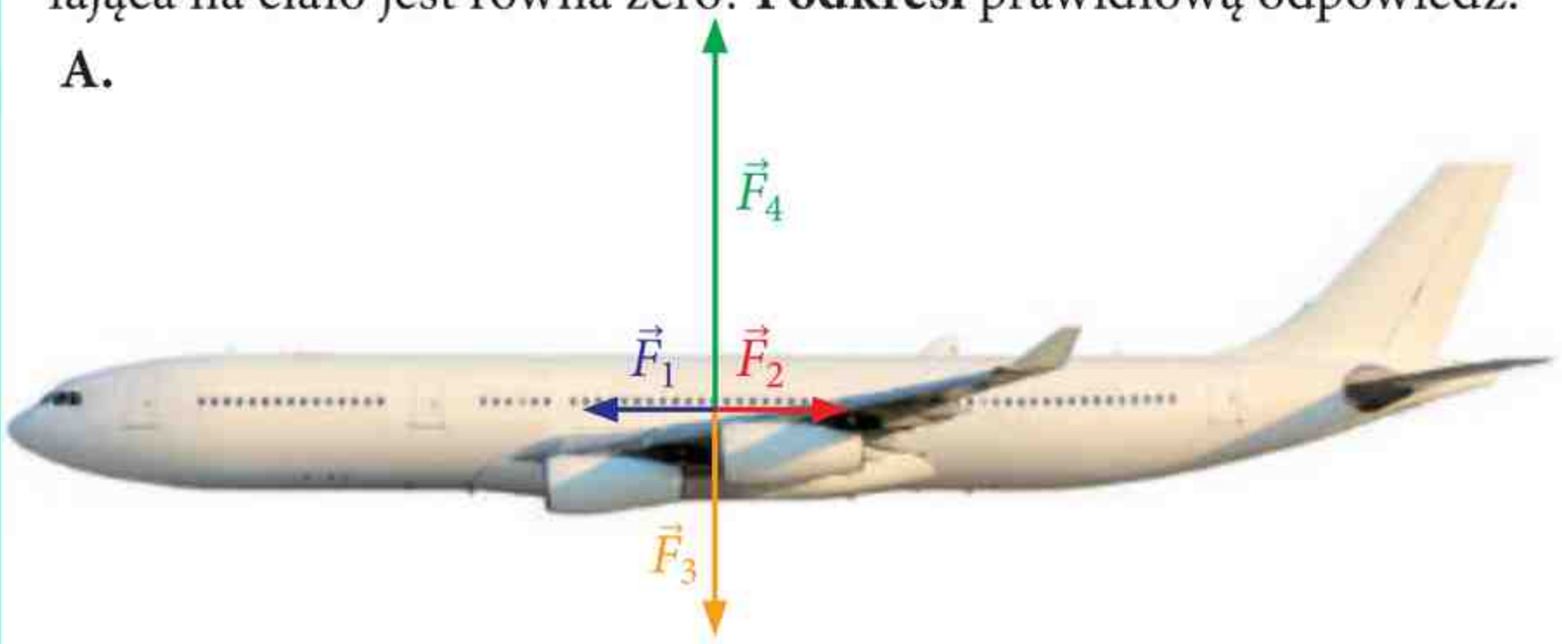
1 **Zmierz** długości wektorów sił i **narysuj** wypadkową działającą na każde z ciał A–D. Następnie **uzupełnij** zdanie, wstawiając odpowiednie litery i wartości. Przyjmij, że strzałce o długości 1 kratki na rysunku odpowiada siła o wartości 1 N.

Najmniejsza siła wypadkowa działa na ciało na rysunku _____, ma ona wartość _____. Natomiast największa siła wypadkowa działa na ciało na rysunku _____, ma ona wartość _____.



2 **Zapisz**, które pary sił na zdjęciach się równoważą. Na którym zdjęciu wypadkowa siła działająca na ciało jest równa zero? **Podkreśl** prawidłową odpowiedź.

A.



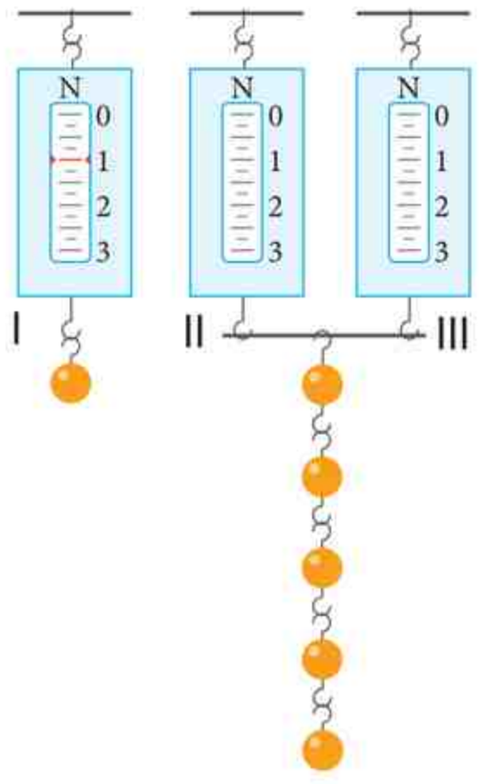
B.



Na zdjęciu A równoważą się siły _____, a siła wypadkowa *jest/ nie jest* równa zero.

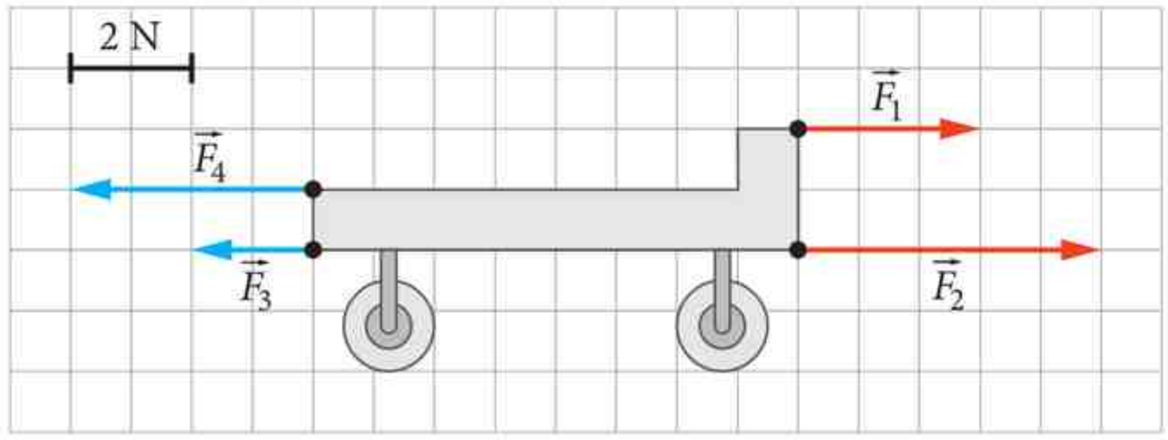
Na zdjęciu B równoważą się siły _____, a siła wypadkowa *jest/ nie jest* równa zero.

3 Gdy na siłomierzu I zawieszony jest jeden ciężarek, przyrząd wskazuje 1 N. Jakie wartości wskażą siłomierze II i III (takie same jak siłomierz I), jeśli połączy się je lekkim drutem, na którym zawiśnie pięć ciężarków, takich jak ten zawieszony na siłomierzu I? **Zapisz** wskazania tych przyrządów wraz z niepewnością pomiarową.



Siłomierz II: _____ N. Siłomierz III: _____ N.
Niepewność pomiarów wynosi _____ N.

4 **Oblicz** wartość siły wypadkowej działającej na wózek pokazany na rysunku, postępując zgodnie z instrukcją przedstawioną w krokach 1–4. **Uwaga.** Zwróć uwagę na podziałkę.



Krok 1 **Odczytaj** z rysunku wartości sił działających w prawo:

$F_1 =$ _____ N, $F_2 =$ _____ N

oraz wartości sił działających w lewo:

$F_3 =$ _____ N, $F_4 =$ _____ N.

Krok 2 **Oblicz** wypadkową sił działających w prawo:

$$F_P = F_1 + F_2 = \text{_____ N} + \text{_____ N} = \text{_____ N}$$

oraz wypadkową sił działających w lewo:

$$F_L = F_3 + F_4 = \text{_____ N} + \text{_____ N} = \text{_____ N.}$$

Krok 3 **Oblicz** całkowitą wartość wypadkowej wszystkich sił działających na wózek:

$$F_P - F_L = \text{_____ N} - \text{_____ N} = \text{_____ N.}$$

Krok 4 **Podkreśl** poprawne wyrażenia, aby powstała informacja prawdziwa.

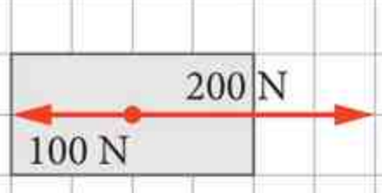
Wypadkowa siła działająca na wózek jest skierowana w *lewo/ prawo*, ponieważ wartość sił działających w lewą stronę jest *mniejsza/ większa* od wartości sił działających w prawą stronę.

5 W każdej z przedstawionych sytuacji **dorysuj** siłę równoważącą i **zapisz** jej wartość.

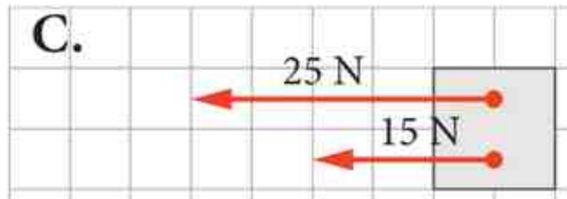
A.



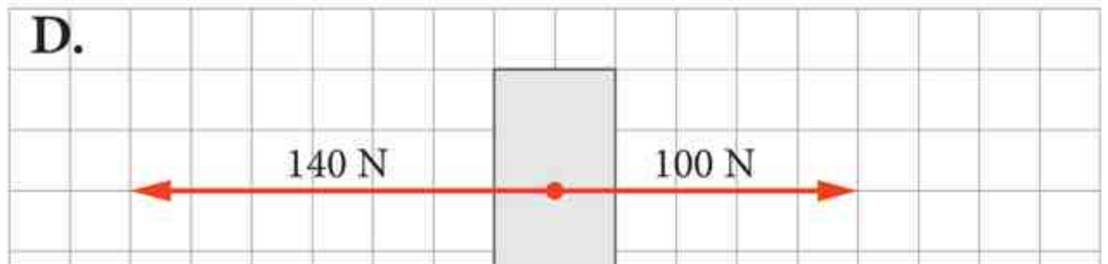
B.



C.



D.



Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F72UUB

Zapamiętaj!

- Jeśli kilka sił działających na ciało można zastąpić jedną siłą, której skutek działania jest taki sam jak sił składowych, to taką siłę nazywamy siłą wypadkową.
- Siła, która równoważy działanie jednej lub kilku sił, nosi nazwę siły równoważącej (wypadkowa tych sił wynosi 0 N).

Dziennik laboratoryjny | **Stygnięcie gorącej wody** | Temat 2

- **Cel:** Zbadanie zależności temperatury wody od czasu.

- **Potrzebne będą:** kubek z gorącą wodą z kranu (około 40°C), termometr zaokienny lub kuchenny, stoper (np. w telefonie komórkowym).

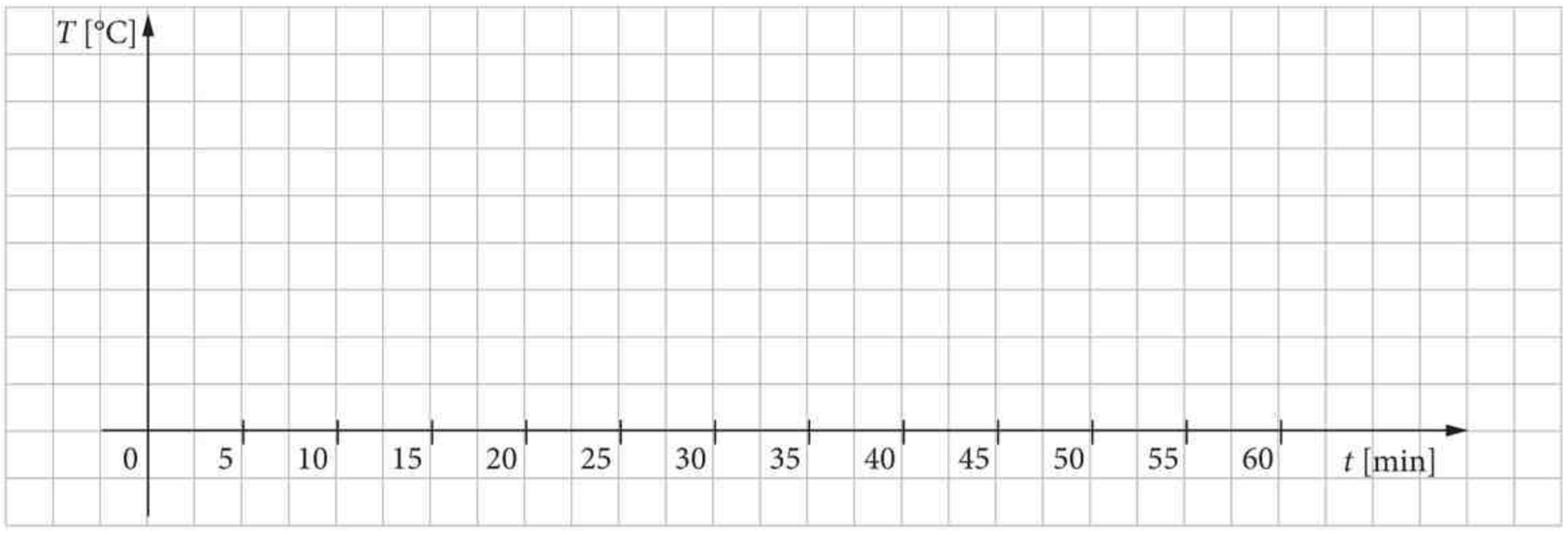


- **Przebieg doświadczenia:**

1. Włóż termometr do gorącej wody i jednocześnie włącz stoper. Wpisz do tabeli początkową temperaturę wody, następnie zapisuj temperaturę wody co 5 minut.

Czas [min]	0	5	10	15	20	25	30
Temperatura [°C]							

2. Na podstawie wyników pomiarów zapisanych w tabeli sporządź wykres zależności temperatury od czasu.



3. Określ i zapisz niepewność pojedynczego pomiaru czasu oraz pojedynczego pomiaru temperatury.

4. Czy poza ograniczoną dokładnością przyrządów inne czynniki mają wpływ na niepewność pomiaru?

5. Czy można obliczyć wartość średnią pomiaru temperatury? Odpowiedź uzasadnij.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F759JZ

- **Wniosek:**

Wraz z upływem czasu temperatura wody w naczyniu *rosła/ malała*. Największa zmiana temperatury zaszła w *pierwszych/ ostatnich* pięciu minutach trwania eksperymentu.

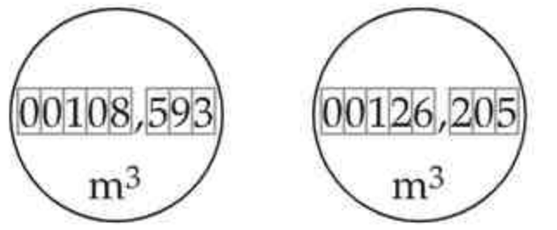
E

Sposób na zadanie

Analizowanie informacji podanych w postaci graficznej i tekstowej

Informacje do zadań 17–18

Rysunki przedstawiają wskazania wodomierza w dniach 1 września i 1 października.



1 września 1 października

Zadanie 17. (0–1) CKE Kwiecień 2017

Oblicz, zaokrąglając wynik do dwóch cyfr znaczących, ile metrów sześciennych wody zużyto od 1 września do 1 października.

A. 16 m^3 **B.** 17 m^3 **C.** 18 m^3 **D.** 22 m^3

Rozwiązanie:

1. Z rysunku odczytujemy wskazania wodomierzy wyrażone w m^3. Od wskazania wodomierza z 1 października odejmujemy wskazanie z 1 września.

$$126{,}205\ m^3 - 108{,}593\ m^3 = 17{,}612\ m^3$$

2. Wynik składa się z pięciu cyfr znaczących, a musimy go zaokrąglić do dwóch cyfr znaczących. Pierwsza pomijana cyfra to 6. Ponieważ jest większa od 5, wynik zaokrąglamy w górę: $17{,}612\ m^3 \approx 18\ m^3$.

Odpowiedź: Zaznaczamy C.

Zauważ, że wszystkie podane liczby: 12; 1,2; 0,12; 0,012 mają po dwie cyfry znaczące.

Zadanie 18. (0–1)

Pierwszego października wodomierz wskazywał 126,205 m^3. **Jakie będzie wskazanie tego wodomierza po zużyciu kolejnych 10 litrów wody?**

A. 136,205 m^3 **B.** 127,205 m^3 **C.** 126,305 m^3 **D.** 126,215 m^3

Rozwiązanie:

Wskazanie wodomierza jest wyrażone w m^3. Aby obliczyć wskazanie wodomierza po zużyciu 10 l wody, musimy wykonać działania na jednostkach. Jeden litr to $1\ dm^3 = 0{,}001\ m^3$. W takim razie $10\ l = 10\ dm^3 = 0{,}01\ m^3$.

Po zużyciu 10 l wody wskazanie wodomierza to:

$$126{,}205\ m^3 + 0{,}01\ m^3 = 126{,}215\ m^3$$

Odpowiedź: Zaznaczamy D.

Litr jest jednostką objętości spoza układu SI. W Polsce do oznaczenia tej jednostki stosuje się małą literę „l". Jednostka ta jest przeliczana na jednostki układu SI:
$1\ l = 0{,}001\ m^3 = 1\ dm^3$

Ważne!

- Jeżeli pierwsza pomijana cyfra liczby w zapisie dziesiętnym jest większa lub równa 5, to zaokrąglamy liczbę w górę; gdy cyfra ta jest mniejsza od 5 – zaokrąglamy liczbę w dół.
- Aby otrzymać poprawny wynik liczbowy, należy dodawać i odejmować wielkości fizyczne wyrażone w tych samych jednostkach.
- Wyniki pomiarów zaokrąglamy na ogół do dwóch lub trzech cyfr znaczących.

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7Q7AQ

Sprawdź, czy potrafisz

Informacje do zadań 1–2

Rysunki przedstawiają wskazania gazomierza z 15 marca oraz 15 kwietnia.



Patrz „Sposób na zadanie"

Wskaż poprawne dokończenia zdań.

1. Objętość gazu zużytego w tym okresie, po zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących, wynosi

A. 110 m^3. **B.** 120 m^3. **C.** 114,56 m^3. **D.** 100 m^3.

2. Odczytano wskazania gazomierza: 9983,427 m^3. Następnie zużyto jeszcze 834 litry gazu. Gazomierz wskaże wartość

A. 9983,510 m^3. **B.** 10066,827 m^3. **C.** 9991,767 m^3. **D.** 9984,261 m^3.

3. Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Średni wynik kilku pomiarów ma mniejszą niepewność niż jeden pomiar.	P	F
2.	Wynik pomiaru po zaokrągleniu jest bardziej dokładny.	P	F
3.	Przyrządy pomiarowe nie mają wpływu na niepewność pomiaru.	P	F
4.	Wynik $t = 1{,}732\ s \approx 1{,}7\ s$ jest zaokrąglony do dwóch cyfr znaczących.	P	F

4. Wskaż poprawne dokończenia zdań.

a) Wynik pomiaru odległości, którego nie można uzyskać za pomocą linijki szkolnej, to

A. 8 mm ± 1 mm. **B.** 1,2 cm ± 0,1 cm. **C.** 3,47 cm ± 0,1 mm. **D.** 52,4 cm ± 0,2 cm.

b) Przykładami wielkości liczbowych są

A. temperatura, długość i siła.
B. masa, temperatura i objętość.
C. siła, objętość i temperatura.
D. siła, masa i objętość.

5. Przeanalizuj sytuację przedstawioną na rysunku. **Na tej podstawie oceń prawdziwość poniższych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe lub F – jeśli jest fałszywe.**



1.	W pokazanej sytuacji siły $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$ się równoważą.	P	F
2.	Przedstawione na rysunku siły mają różne kierunki.	P	F
3.	Siły pokazane na rysunku mają przeciwne zwroty.	P	F

II. Właściwości i budowa materii

7 Atomy i cząsteczki

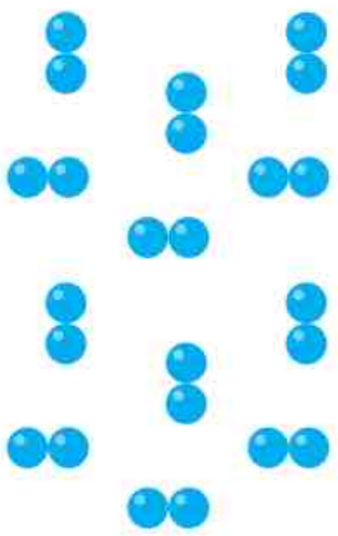
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7F7QG

Na dobry początek

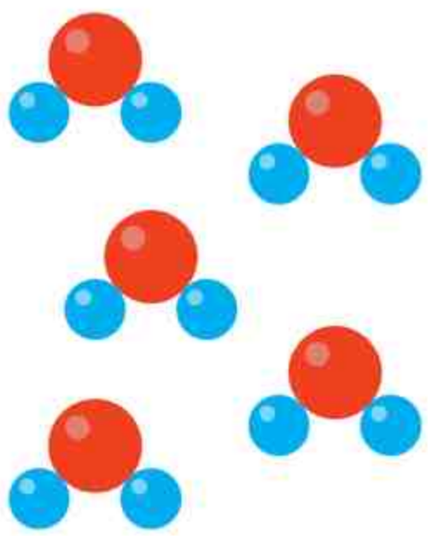
1 Spośród wyrażeń podanych w ramce **wybierz** podpisy do poszczególnych rysunków. **Wpisz** w kratkę nad rysunkiem numer odpowiedniego określenia.

1. cząsteczki zbudowane z tych samych atomów • 2. mieszanina różnych cząsteczek • 3. cząsteczki zbudowane z różnych atomów • 4. atomy • 5. mieszanina różnych atomów

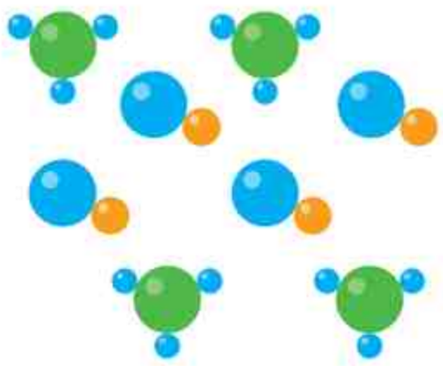
A. ☐



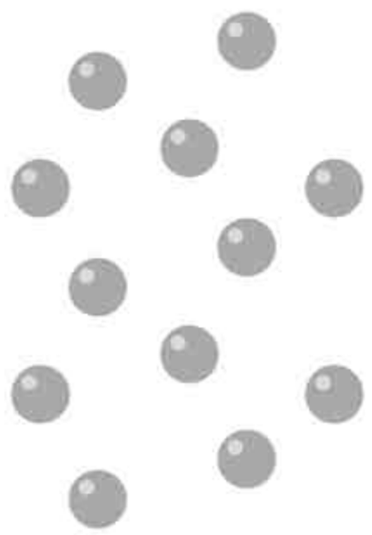
B. ☐



C. ☐

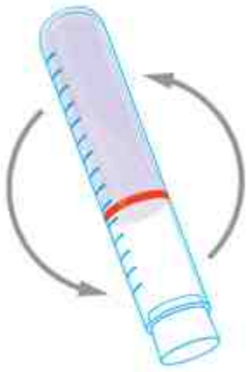


D. ☐



2 Na rysunku przedstawiono etapy doświadczenia ilustrującego cząsteczkową budowę materii.

A. Potrząsanie zamkniętą próbówką w celu dokładnego wymieszania denaturatu i wody.

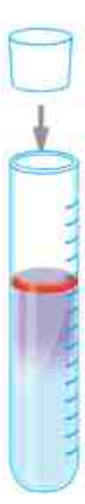


B. Zaznaczenie poziomu obu cieczy po dodaniu denaturatu.

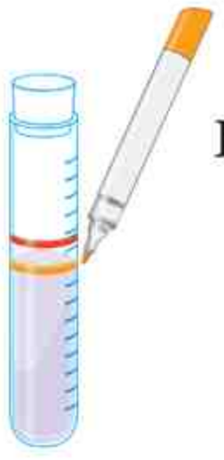


C. Przygotowanie próbówki z wodą.

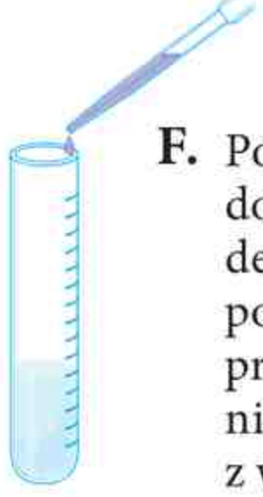




D. Szczelne zamknięcie próbówki korkiem.



E. Zaznaczenie poziomu cieczy po dokładnym wymieszaniu denaturatu z wodą.



F. Powolne dolewanie denaturatu po ściankach próbówki, aby nie zmieszał się z wodą.

Zapisz w poprawnej kolejności litery odpowiadające kolejnym etapom doświadczenia.

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____

3 **Podkreśl** fragmenty opisujące zjawiska fizyczne, które świadczą o cząsteczkowej budowie materii – parowanie, dyfuzję i powstawanie mieszaniny jednorodnej. **Przepisz** je poniżej i obok **zapisz** nazwę zjawiska fizycznego, tak jak w podanym przykładzie. **Uwaga.** Zjawiska mogą wystąpić więcej niż raz. Zapełnij wszystkie puste wiersze pod tekstem.

Gdy Olek wszedł do domu i już od progu poczuł słodki zapach cynamonu, pomyślał, że mama upiekła szarlotkę. Nie mylił się. Na stole kuchennym leżało ciasto, z którego unosiła się aromatyczna mgiełka. – Jeszcze za gorące, musisz poczekać – powiedziała mama. Olek wyszedł niezadowolony i udał się do pokoju brata. Tomek skończył właśnie malować i wrzucił brudne pędzle do słoika z wodą. Po chwili strużki farby z pędzli zabarwiły wodę. Chłopcy nie zdążyli jeszcze omówić wczorajszego meczu, kiedy mama zawołała ich, by spróbowali ciasta. Z czajnika, w którym gotowała się woda, unosiła się para. – Dzisiaj nie będzie gazowanych napojów – wybieramy to, co zdrowe – powiedziała mama. Następnie zaparzyła herbatę. Widać było, jak esencja rozpływa się w wodzie. Następnie mama dodała do herbaty soku malinowego i dokładnie zamieszała łyżeczką. – Dla mnie jest za kwaśne – stwierdził Tomek i wsypał do szklanki łyżeczkę cukru, po czym całość energicznie mieszał, aż cukier się rozpuścił.

poczuł słodki zapach — *dyfuzja*

Dla dociekliwych

4 Czyste złoto jest bardzo miękkim metalem, dającym się rozwalcować na bardzo cienkie płaty. **Oszacuj**, ile warstw atomów złota mieści się na pozłacanym przedmiocie, jeżeli pokrywa złota na tym przedmiocie ma grubość 60 μm, a atom złota ma średnicę około 0,15 nm.

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7E5XR

Zapamiętaj!

- Wszystkie ciała są zbudowane z atomów i cząsteczek.
- Zjawiska dyfuzji oraz zmniejszania się objętości przy mieszaniu się cieczy i rozpuszczaniu substancji stałych w cieczach stanowią potwierdzenie cząsteczkowej teorii budowy materii.

8 Oddziaływania międzycząsteczkowe

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F72ZAF

Na dobry początek

1 Jakie zjawiska związane z oddziaływaniami międzycząsteczkowymi są przedstawione na poniższych zdjęciach? **Podpisz** fotografie odpowiednimi wyrażeniami z ramki.

napięcie powierzchniowe • siły spójności • siły przylegania





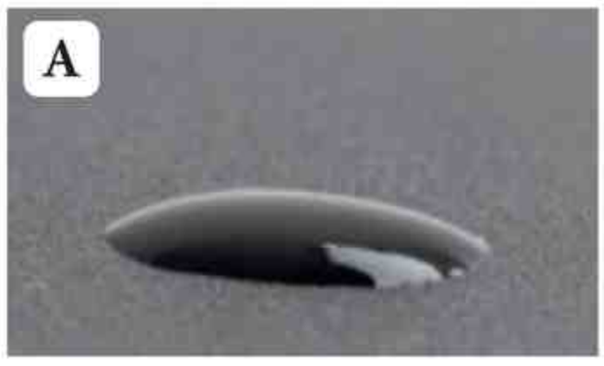


2 Przy wylewaniu wody ze szklanki strużka wody spływa po brzegu, jakby przyklejała się do szkła – patrz zdjęcie. **Zastanów się**, dlaczego tak się dzieje. **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdania będącego wyjaśnieniem tego zjawiska.



Strużka wody przykleja się do szkła, ponieważ siły przylegania między cząsteczkami wody i szkła są *mniejsze/ większe* niż siły *spójności/ przylegania* działające między cząsteczkami wody wylewającej się z naczynia.

3 Na zdjęciach pokazano kształt kropli cieczy umieszczonej odpowiednio na plastiku (zdjęcie A) i impregnowanej tkaninie (zdjęcie B). **Wskaż**, w którym przypadku siły spójności występujące wewnątrz cieczy są większe niż siły przylegania tej cieczy do podłoża. **Uzasadnij** odpowiedź.

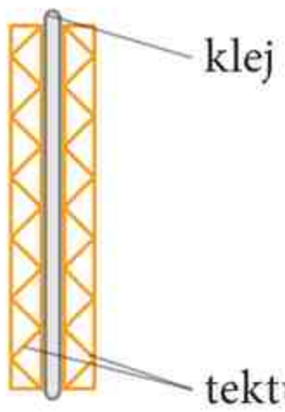




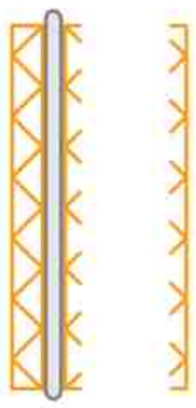
Im większe są siły spójności, tym trudniej rozdzielić poszczególne cząsteczki substancji i – co za tym idzie – zmienić kształt takiej substancji lub ją rozerwać.

4 Dwa kawałki tektury sklejono klejem (rysunek A). Gdy mocno szarpnięto za końce sklejonych kawałków, jedna z części tektury się rozerwała (rysunek B). Które siły są większe: siły spójności cząsteczek tektury czy siły przylegania kleju do tektury? **Uzasadnij** odpowiedź.

A.



B.



5 **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeżeli jest fałszywe.

1.	Kropla wody przyjmuje kulisty kształt dzięki siłom spójności.	P	F
2.	Detergenty zmniejszają napięcie powierzchniowe wody.	P	F
3.	Wraz ze wzrostem temperatury napięcie powierzchniowe wody rośnie.	P	F
4.	Napięcie powierzchniowe to zjawisko występowania cienkiej „błony” na powierzchni cieczy.	P	F

Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego ze str. 38.

Dla dociekliwych

6 Niektóre substancje wykazują bardzo niewielkie siły przylegania w porównaniu z siłami spójności (np. rtęć w szklanej próbówce). Substancje, do których woda „niechętnie przylega”, czyli takie, dla których siły przylegania F_p wody do tych substancji są niewielkie w porównaniu z siłami spójności F_s między cząsteczkami wody, nazywamy hydrofobowymi. Z kolei substancje, do których woda „chętnie przylega” ($F_p > F_s$), nazywamy hydrofilowymi. **Skorzystaj** z dostępnych źródeł informacji i uzupełnij poniższy tekst, podając po jednym przykładzie substancji hydrofobowej oraz hydrofilowej. **Uzasadnij** swój wybór.

Substancją hydrofobową jest np. _____, ponieważ _____

_____.

Substancją hydrofilową jest np. _____, ponieważ _____

_____.

Zapamiętaj!

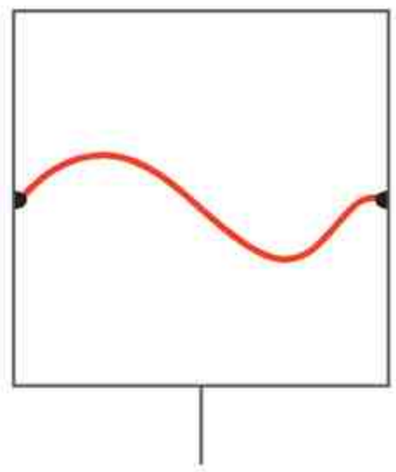
- Siły spójności odpowiadają za wzajemne przyciąganie się cząsteczek tej samej substancji.
- Siły przylegania powodują wzajemne przyciąganie się cząsteczek różnych substancji.
- Tworzenie się kropli wody świadczy o istnieniu sił napięcia powierzchniowego.

9 Badanie napięcia powierzchniowego

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7SG6N

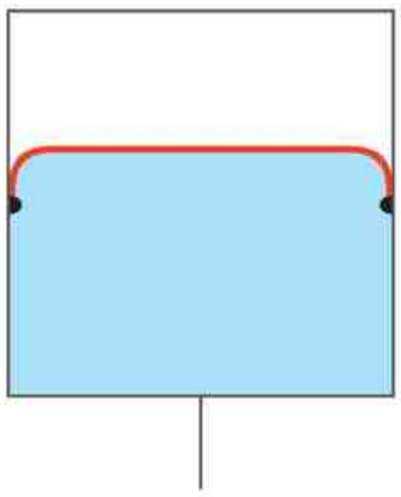
Na dobry początek

1 Na wykonanej z drutu kwadratowej ramce umieszczono czerwoną nitkę (patrz rysunek obok), a potem ramkę zanurzono w roztworze mydła z wodą, tak że na ramce powstała błona mydlana. Następnie przebito górną część błony.

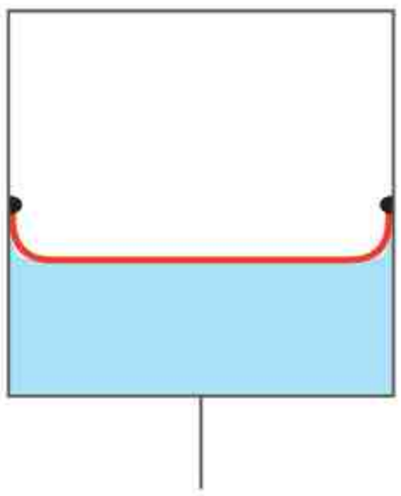


Wybierz i **podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.

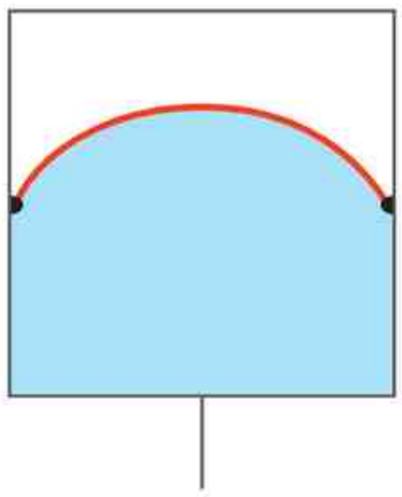
A.



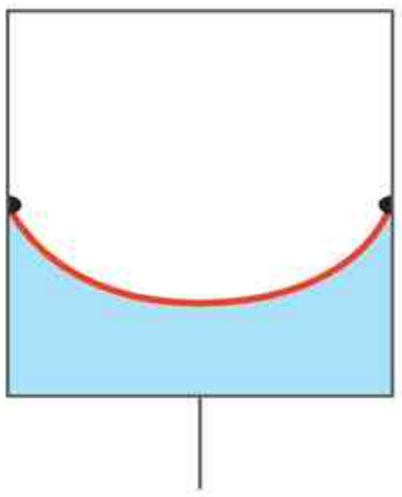
B.



C.

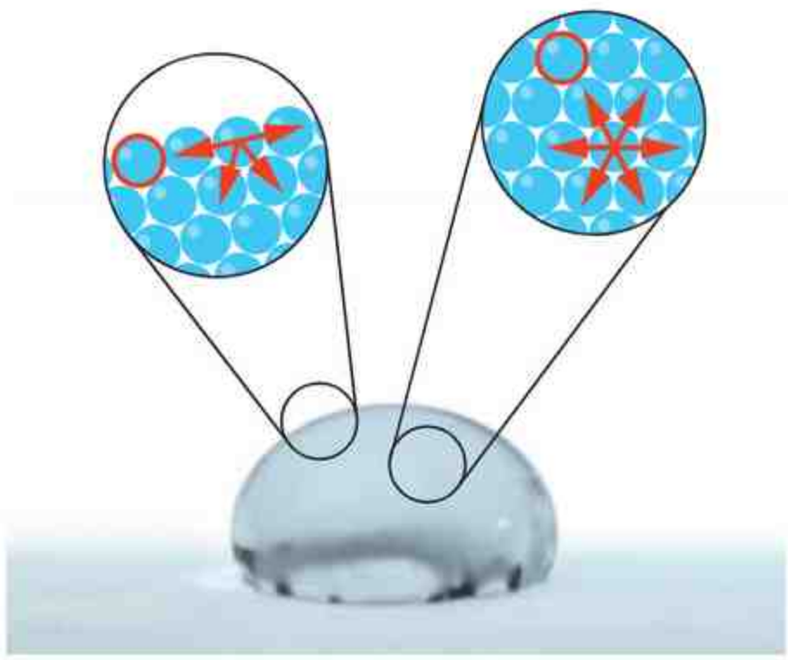


D.



Błona przyjmie kształt jak na rysunku **A/ B/ C/ D**, ponieważ cząsteczki wody *przyciągają się/ odpychają się*, co powoduje z kolei zmniejszanie powierzchni błony i naprężenie nici. Aby otrzymać taką błonę, należało użyć detergentu. Dzięki temu udało się *zwiększyć/ zmniejszyć* wzajemne siły *przylegania/ spójności* cząsteczek wody.

2 Na rysunku przedstawiono schematycznie siły działające na cząsteczkę wody na powierzchni kropli oraz w środku kropli ze strony sąsiednich cząsteczek wody. **Wskaż** właściwe dokończenia zdań.



a) Siły te są nazywane siłami

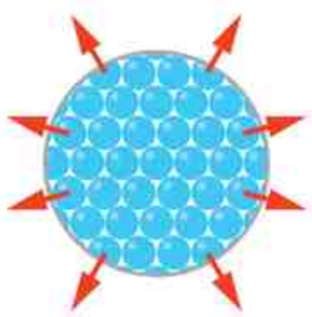
A. spójności.

B. przylegania.

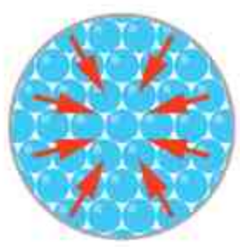
C. grawitacji.

b) Wypadkowa sił działających na cząsteczki wody na powierzchni kropli wody jest skierowana tak jak na rysunku

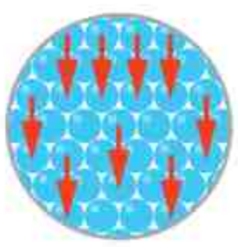
A.



B.



C.



3 Do pierwszej szklanki wlano czystą wodę, a do drugiej wodę z niewielką ilością płynu do mycia naczyń. Następnie zakraplaczem naniesiono na szklaną płytkę po jednej kropli wody z każdej szklanki. Na rysunku przedstawiono kształty kropli uzyskanych na szklanej płytce.



A. **B.**

Podkreśl wybrane uzupełnienia zdań, aby uzyskać prawdziwy wniosek z obserwacji.
Kropla wody z drugiej szklanki ma kształt **A/ B**, co świadczy o tym, że siły spójności między cząsteczkami wody po dolaniu płynu *zmniejszają się/ zwiększają się*. Kształt obu kropli wskazuje na to, że siły spójności są *mniejsze/ większe* niż siły przylegania cząsteczek do szkła.

4 Na zdjęciu przedstawiono kształt kropli trzech różnych cieczy: wody (A), rtęci (B) i oleju (C) po umieszczeniu ich na szklanej płytce.



W którym przypadku siły przylegania cząsteczek do szkła są najmniejsze w porównaniu z siłami spójności między cząsteczkami cieczy, a w którym przypadku są największe? **Uzasadnij** odpowiedź.

Wykonaj doświadczenie z Dziennika laboratoryjnego ze str. 38.

Dla dociekliwych

5 Wiesz, że podczas prania tkanin chcemy zmniejszyć napięcie powierzchniowe, aby woda dokładniej wniknęła we włókna tkaniny. W tym celu stosujemy detergenty oraz ciepłą wodę. Zastanów się, czy w niektórych przypadkach duże napięcie powierzchniowe wody w kontakcie z tkaniną może być korzystne. Jeśli tak, **podaj** chociaż jeden taki przykład.

Zapamiętaj!

- Siły spójności działające na cząsteczki wewnątrz cieczy się równoważą.
- Siły spójności działające na cząsteczki przy powierzchni cieczy nie równoważą się, dlatego powierzchnia cieczy zachowuje się jak naprężona błona.
- Im większe są siły przylegania między cieczą a podłożem, tym kropla jest bardziej spłaszczona.

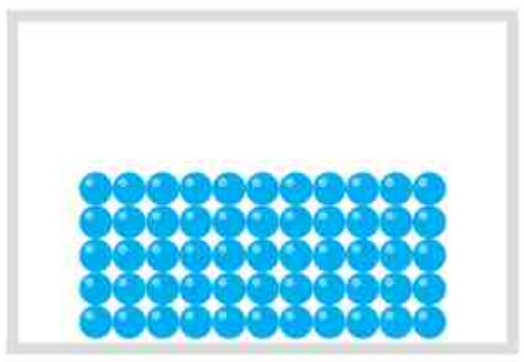
10 Stany skupienia. Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7LUJX

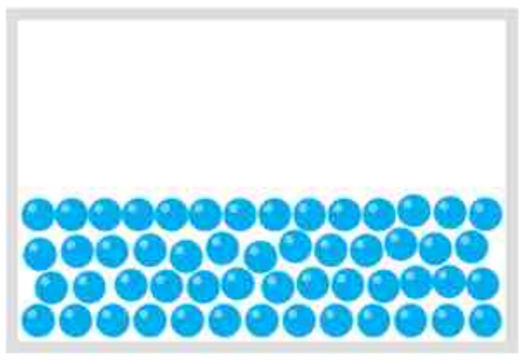
Na dobry początek

1 Na rysunkach I–III przedstawiono schematycznie rozmieszczenie cząsteczek ciał w trzech różnych stanach skupienia: ciekłym, stałym i gazowym. Do jednego ze szczelnie zamkniętych worków pokazanych na zdjęciach A–C włożono ciało stałe, do innego nalano cieczy, a do kolejnego wtłoczono dużą ilość gazu.
Połącz rysunki ze zdjęciami worków, w których cząsteczki są rozmieszczone w sposób pokazany na rysunkach. **Podpisz** zdjęcia nazwami stanów skupienia ciał zamkniętych w workach.

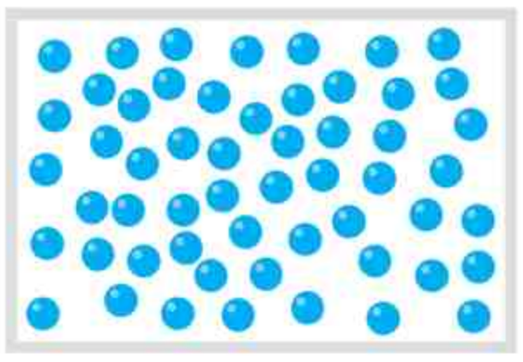
I



II



III



A.



B.



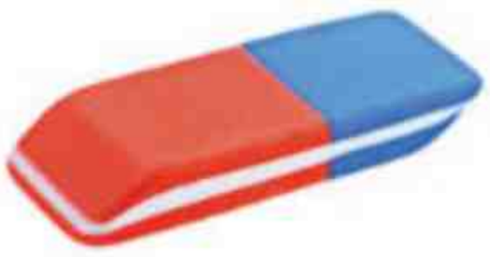
C.



_____ _____ _____

2 Które z przedstawionych ciał stałych w temperaturze pokojowej są plastyczne, które kruche, a które sprężyste? **Zapisz** pod ilustracjami właściwe określenia.

A.



B.



C.



_____ _____ _____

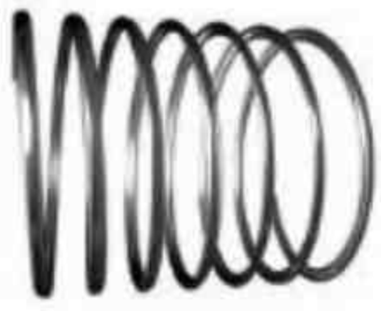
D.



E.



F.

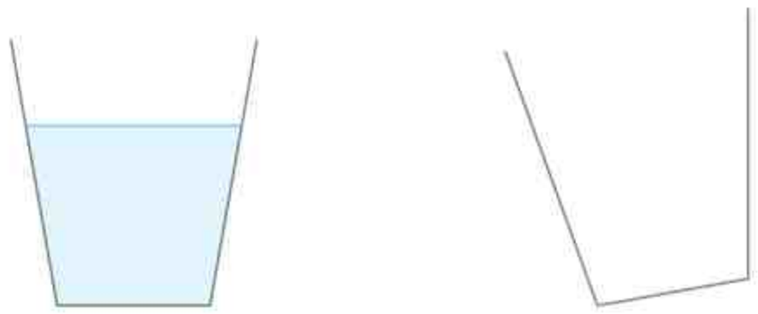


_____ _____ _____

3 Wśród właściwości wymienionych w ramce **podkreśl** te, które dotyczą ciał stałych.

mają ustalony kształt • nie mają ustalonego kształtu • trudno zmienić ich objętość • łatwo zmienić ich objętość • wypełniają całą dostępną objętość

4 **a)** **Zaznacz** schematycznie na rysunku powierzchnię cieczy po przechyleniu szklanki w pokazany sposób.



b) **Zapisz**, jak nazywamy powierzchnię cieczy.

_____

c) **Uzupełnij** zdanie.

Naczynia mogą mieć różne kształty i objętości, ale powierzchnia cieczy w każdym naczyniu zawsze jest ustawiona _____

_____ .

5 **Wpisz** do tabeli te spośród właściwości fizycznych podanych w ramce, które opisują ciecze, oraz te, które opisują gazy. **Uwaga.** Nie wszystkie właściwości muszą zostać wykorzystane, a niektóre opisują zarówno gazy, jak i ciecze.

łatwo zmienić ich objętość • trudno zmienić ich objętość • wypełniają całą dostępną objętość • mają ustalony kształt • nie mają ustalonego kształtu • tworzą powierzchnię swobodną

Właściwości fizyczne gazów	Właściwości fizyczne cieczy

Zapamiętaj!

- Ciała stałe: mają określony kształt i objętość, różnią się między sobą twardością, dzielimy je na kruche, sprężyste i plastyczne.
- Ciecze: nie mają własnego kształtu, są mało ściśliwe, wlane do naczynia tworzą powierzchnię swobodną.
- Gazy: przyjmują kształt naczynia, w którym się znajdują, są ściśliwe i rozprężliwe, samorzutnie wypełniają całą dostępną im przestrzeń.

11 Masa a siła ciężkości

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7YTVG

Uwaga. Przyjmij w zadaniach wartość współczynnika $g = 10\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Na dobry początek

Dodatek mat. 1.1, s. 123

$1\,\text{kg} = 100\,\text{dag}$, a $1\,\text{dag} = \frac{1}{100}\,\text{kg}$,
$1\,\text{t} = 1000\,\text{kg}$, a $1\,\text{kg} = \frac{1}{1000}\,\text{t}$,
$1\,\text{mg} = \frac{1}{1000}\,\text{g}$, a $1\,\text{g} = 1000\,\text{mg}$.

1 Podstawową jednostką masy w układzie SI jest kilogram (1 kg).

Przelicz na kilogramy masy podane w różnych jednostkach.

a) 280 g = _____ **d)** 1520 g = _____

b) 20 ton = _____ **e)** 120 dag = _____

c) 75 dag = _____ **f)** 900 mg = _____

2 Ciężar ciał na Ziemi zależy od ich masy. Siłomierz, na którym zawiesimy ciało o masie 1 kg, wskaże 10 N. Gdy znamy masę ciała w kilogramach, to możemy w prosty sposób obliczyć ciężar tego ciała wyrażony w niutonach. **Uzupełnij** podany przykład:

$F_g = 2\,\text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}} =$ ____ N.

Jest na to sposób! **Przeliczanie jednostek masy**

Wiesz, że $1\,\text{kg} = 1000\,\text{g}$, natomiast $1\,\text{g} = \frac{1}{1000}\,\text{kg}$, dlatego:

1. jeśli chcesz przeliczyć masę wyrażoną w kilogramach na masę wyrażoną w gramach, wartość liczbową pomnóż przez 1000;

np. $1{,}345\,\text{kg} = 1{,}345 \cdot 1000\,\text{g} = 1345\,\text{g}$

2. jeśli chcesz przeliczyć masę wyrażoną w gramach na masę wyrażoną w kilogramach, wartość liczbową podziel przez 1000;

np. $3473\,\text{g} = 3473 : 1000\,\text{kg} = 3{,}473\,\text{kg}$

Podobnie postępuj przy zamianie innych jednostek masy.

3 Spośród wartości podanych w ramce **wybierz** szacunkowe masy, które możesz przypisać ciałom przedstawionym na ilustracjach, a następnie oblicz ciężar tych ciał.

50 g • 200 g • 6 kg • 20 kg • 600 kg • 2 t • 6 t

Jest na to sposób! s. 32

A.



$m \approx$ _____ = kg

$F_g \approx$ _____

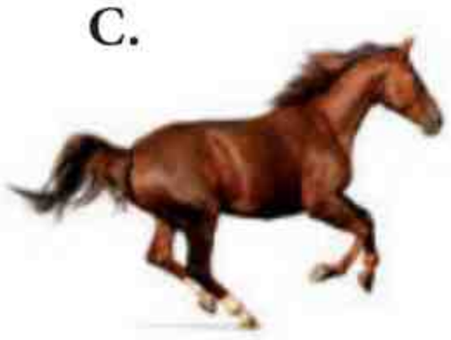
B.



$m \approx$ _____ = kg

$F_g \approx$ _____

C.



$m \approx$ _____ = kg

$F_g \approx$ _____

D.



$m \approx$ _____ = kg

$F_g \approx$ _____

Jak ważyć, aby dobrze zważyć

Wagi różnią się wielkością, kształtem i zasadą działania. Dla każdej z nich określane są jednak zawsze maksymalna dopuszczalna masa i dokładność pomiaru. Ważne jest, abyśmy, zanim coś zważymy, wybrali odpowiedni przyrząd pomiarowy. Jeżeli położymy na wadze większą masę niż podana w instrukcji lub na obudowie urządzenia, możemy zniszczyć wagę. Należy się też zastanowić, jak precyzyjnego określenia masy potrzebujemy.



Obrączki najlepiej zważyć na wadze jubilerskiej, która pozwala precyzyjnie określić masę nawet niewielkiej ilości ważonego złota. Dzięki temu można dokładnie określić np. wartość rynkową złota, które zostało użyte do wykonania ważonych przedmiotow.



Jeżeli kupujemy pomidory na użytek domowy, możemy je zważyć za pomocą wagi szalkowej, której maksymalna dopuszczalna masa sięga kilku kilogramów. Dokładność pomiaru będzie wtedy uzależniona od tego, jakimi odważnikami dysponujemy.



Do ważenia kontenerów ładowanych na statki dalekomorskie służą wielkie dźwigi wyposażone w ogromne magnesy. Masa towarów przewożonych w kontenerach jest zazwyczaj określana w tonach, więc dokładność pomiaru też nie jest zbyt duża.

Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

4 a) **Podaj** masę jabłka leżącego na wadze kuchennej (s. 31), wraz z niepewnością pomiarową.

b) **Zapisz** maksymalną masę, jaką można wyznaczyć za pomocą wagi kuchennej przedstawionej na zdjęciu na s. 31, oraz dokładność tego pomiaru.

c) **Podaj** trzy przykłady przedmiotów, których masę można wyznaczyć, korzystając z wagi szalkowej, oraz dwa przykłady przedmiotów, których absolutnie nie powinno się na niej ważyć. **Uzasadnij** swoją odpowiedź.

Maksymalną masę możliwą do umieszczenia na wagach analogowych (ze wskazówką) można odczytać ze skali.



Na tej wadze kuchennej od 400 g do 500 g jest 10 małych kreseczek, czyli podziałek.
Jeżeli podzielimy 100 g przez 10, to otrzymamy 10 g. Wychylenie wskazówki o 1 podziałkę oznacza zmianę masy o 10 g, zatem dokładność wyznaczenia masy za pomocą tej wagi wynosi 10 g.

d) **Oblicz** maksymalną masę, jaką może mieć ciało, które umieścimy na wadze szalkowej, jeżeli dysponujemy dokładnie takim zestawem odważników jak na zdjęciu.



e) **Odpowiedz**, czy za pomocą odważników ze zdjęcia powyżej precyzyjnie zważymy ciało, którego masa wynosi 37,5 g. **Uzasadnij** odpowiedź.

Jest na to sposób! **Obliczanie ciężaru ciała na Ziemi**

Pomnóż masę wyrażoną w kilogramach przez 10. Otrzymasz ciężar wyrażony w niutonach (N).

Np. dla $m = 400\ \text{g} = 0{,}4\ \text{kg}$ będzie to: $0{,}4 \cdot 10 = 4$, zatem $F_g = 4\ \text{N}$.

Dlaczego?

Ten sam wynik uzyskasz, jeżeli przeliczysz masę na kg i skorzystasz ze wzoru:

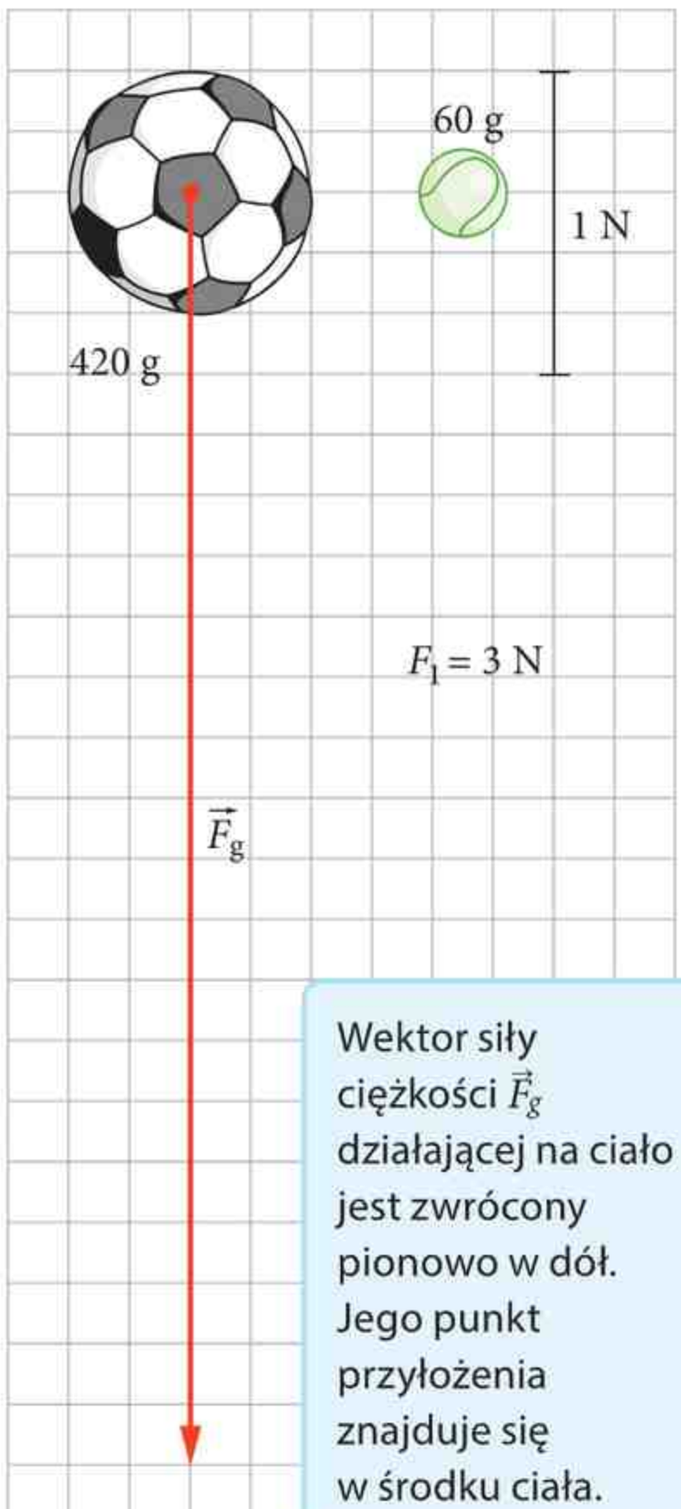
$$F_g = m \cdot g, \quad \text{gdzie } g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

np. dla $m = 400\ \text{g} = 0{,}4\ \text{kg}$ będzie to: $F_g = 0{,}4\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 4\ \text{N}$

Uwaga. Gdy mnożymy dwie wielkości fizyczne, to jednostki można skracać tak jak liczby: $5 \cdot \frac{3}{5} = \cancel{5} \cdot \frac{3}{\cancel{5}} = 3$. W powyższym przykładzie mamy: $F_g = 0{,}4\ \cancel{\text{kg}} \cdot 10\ \frac{\text{N}}{\cancel{\text{kg}}} = 4\ \text{N}$.

Często będziemy pomijali skreślanie jednostek i skracali je w pamięci.

5 Na rysunku zaznaczono wektor siły ciężkości $\vec{F}_g$ działającej na piłkę futbolową o masie 420 g. **Oszacuj** siłę ciężkości działającą na piłkę do tenisa ziemnego o masie 60 g i **narysuj** ten wektor. Zachowaj proporcje długości wektorów.



6 **Oblicz** masę ciała, którego ciężar na Ziemi wynosi:

a) $F_g = 0{,}25\ \text{N}$,

b) $F_g = 6{,}53\ \text{kN}$,

c) $F_g = 244\ \text{N}$,

d) $F_g = 260\ \text{mN}$.

Aby obliczyć masę ciała, gdy znasz jego ciężar, podziel ciężar ciała wyrażony w niutonach przez 10. Otrzymasz masę ciała wyrażoną w kilogramach.

Wektor siły ciężkości $\vec{F}_g$ działającej na ciało jest zwrócony pionowo w dół. Jego punkt przyłożenia znajduje się w środku ciała.

Zapamiętaj!

- Ciężar ciała (siła ciężkości) $\vec{F}_g$ to siła, z jaką Ziemia przyciąga ciało o masie m.
- Ciężar ciała na Ziemi obliczamy ze wzoru: $F_g = m \cdot g$, gdzie: g – współczynnik, $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.
- Jednostką ciężaru jest niuton (1 N).

12 Gęstość substancji

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7R55W

Na dobry początek

1 **Uzupełnij** obliczenia i **zapisz** przeliczenia jednostek objętości.

Dodatek mat. 1.4, s. 123

a) 0,005 m^3 wyraź w cm^3

$0{,}005\ m^3 = 0{,}005 \cdot 1\ m \cdot 1\ m \cdot ____\ m = 0{,}5\ cm \cdot 100\ cm \cdot ____\ cm = 5000\ cm^3$

b) 750 cm^3 wyraź w dm^3

c) 3,6 dm^3 wyraź w cm^3

$1\ dm^3 = 1000\ cm^3$

Jest na to sposób! Przeliczanie jednostek objętości

Aby zamienić objętość wyrażoną w cm^3 na wyrażoną w m^3:

rozpisz iloczyn czynników i zamień jednostki:

np. $360\ cm^3 = 360 \cdot 1\ cm \cdot 1\ cm \cdot 1\ cm =$

$= 360 \cdot \frac{1}{100}\ m \cdot \frac{1}{100}\ m \cdot \frac{1}{100}\ m = \frac{36}{100\,000}\ m^3 = 0{,}00036\ m^3$ lub

zamiast 1 cm^3 wstaw $\frac{1}{1\,000\,000}\ m^3$:

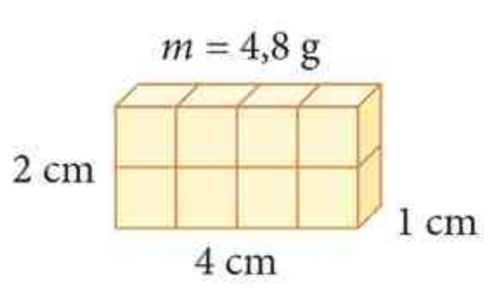
np. $360\ cm^3 = 360 \cdot \frac{1}{1\,000\,000}\ m^3 = \frac{360}{1\,000\,000}\ m^3 = \frac{36}{100\,000}\ m^3 = 0{,}00036\ m^3$

2 Korzystając z danych zamieszczonych na rysunkach, **dokończ obliczanie** gęstości substancji.

a) $m = 4{,}8$ g, $V = 4\ cm \cdot 1\ cm \cdot 2\ cm =$ _____, $d = \frac{m}{V}$,

zatem $d =$ _____ $\frac{g}{cm^3}$

Wynik ten oznacza, że 1 cm^3 tej substancji ma masę _____ g.

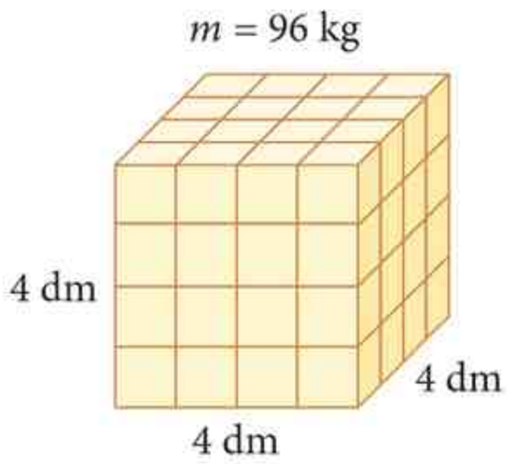


b) $m =$ _____

$V =$ _____

$d = \frac{m}{V}$, zatem $d =$ _____ $\frac{kg}{dm^3}$

Wynik ten oznacza, że 1 dm^3 tej substancji ma masę _____ kg.



Jest na to sposób! Przeliczanie jednostek gęstości

Zamieniając jednostki gęstości z $\frac{g}{cm^3}$ na $\frac{kg}{m^3}$, wartość liczbową mnożymy przez 1000.

np. $2{,}7\ \frac{g}{cm^3} = 2{,}7 \cdot 1000\ \frac{kg}{m^3} = 2700\ \frac{kg}{m^3}$

Zamieniając jednostki gęstości z $\frac{kg}{m^3}$ na $\frac{g}{cm^3}$, wartość liczbową dzielimy przez 1000.

np. $5900\ \frac{kg}{m^3} = 5900 : 1000\ \frac{g}{cm^3} = 5{,}9\ \frac{g}{cm^3}$

3 **Przelicz** jednostki gęstości.

Dodatek mat. 1, s. 123

a) $11\ 300\ \frac{kg}{m^3} = _____\ \frac{g}{cm^3}$

b) $1{,}13\ \frac{g}{cm^3} = _____\ \frac{kg}{m^3}$

c) $4\ \frac{kg}{dm^3} = _____\ \frac{kg}{m^3}$

d) $860\ \frac{kg}{m^3} = _____\ \frac{g}{cm^3}$

e) $0{,}0013\ \frac{g}{cm^3} = _____\ \frac{kg}{m^3}$

f) $550\ \frac{kg}{m^3} = _____\ \frac{kg}{dm^3}$

Przykład Oblicz masę ciała o gęstości $1{,}5\ \frac{g}{cm^3}$ i objętości $30\ cm^3$.

Dane:

$d = 1{,}5\ \frac{g}{cm^3}$

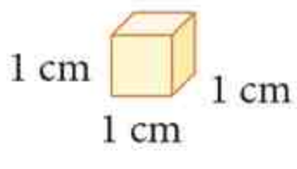
$V = 30\ cm^3$

Szukane:

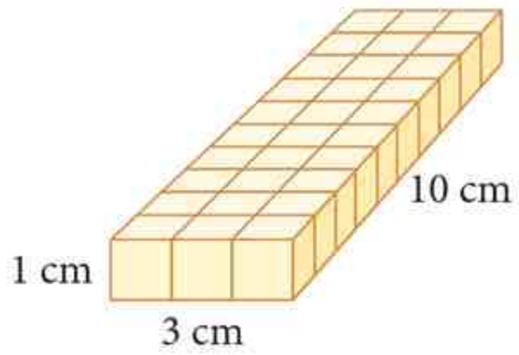
$m = ?$

Sposób I

Gęstość $1{,}5\ \frac{g}{cm^3}$ oznacza, że $1\ cm^3$ tego ciała ma masę $m_1 = 1{,}5$ g. Jeżeli ciało ma objętość $30\ cm^3$, to jego masa jest 30 razy większa.



$m_1 = 1{,}5$ g



$m = 1{,}5\ g \cdot 30 = 45\ g$

Sposób II

Przekształcamy wzór na gęstość: $d = \frac{m}{V} \quad / \cdot V$

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

$m = d \cdot V$

Podstawiamy dane liczbowe do wzoru:

$m = 1{,}5\ \frac{g}{cm^3} \cdot 30\ cm^3 = 45\ g$

Odpowiedź: Masa tego ciała wynosi 45 g.

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7G4RT

Pamiętaj, że jednostki możemy skrócić tylko wtedy, gdy są takie same!

4 **Przeanalizuj** „Przykład” na s. 34 i **oblicz** masę ciała o gęstości 2,5 $\frac{g}{cm^3}$ i objętości 80 cm^3.

5 **Oblicz** masę deski olchowej o wymiarach 15 mm × 90 mm × 500 mm.
Gęstość drewna olchowego wynosi 570 $\frac{kg}{m^3}$.

Patrz wskazówka w „Przykładzie” na s. 34.

Krok 1 **Wypisz** dane i szukane.

Krok 2 **Zamień** wymiary deski podane w milimetrach na metry.

15 mm = _____ m, 90 mm = _____ m, 500 mm = _____ m

Krok 3 **Oblicz** objętość deski.

V = _____ m · _____ m · _____ m = _____ m^3

Krok 4 **Oblicz** masę deski, korzystając ze wzoru: $m = d \cdot V$.

Dla dociekliwych

6 Brąz to stop miedzi z cyną. **Oblicz** gęstość brązu uzyskanego ze stopienia 100 g cyny o gęstości 7,3 $\frac{g}{cm^3}$ oraz 900 g miedzi o gęstości 8,9 $\frac{g}{cm^3}$.

Zapamiętaj!

- Gęstość informuje, jaką masę ma objętość jednostkowa substancji, np. 1 cm^3, 1 dm^3 czy 1 m^3.
- Gęstość obliczamy ze wzoru: $d = \frac{m}{V}$, gdzie m – masa substancji, V – jej objętość.

13 Wyznaczanie gęstości

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7ZX28

Na dobry początek

1 Uczniowie zastanawiali się, jak w prosty sposób porównać gęstości wody, oleju roślinnego i miodu. Postanowili użyć trzech jednakowych szklanek i wagi kuchennej.

Po kolei stawiali szklanki na wadze i nalali do nich: do pierwszej – 100 g wody, do drugiej – 100 g oleju, do trzeciej – 100 g miodu.



A. **B.** **C.**

Uzupełnij zdania tak, aby uzyskać prawdziwe wnioski z doświadczenia.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że badane ciecze mają _____ gęstości.

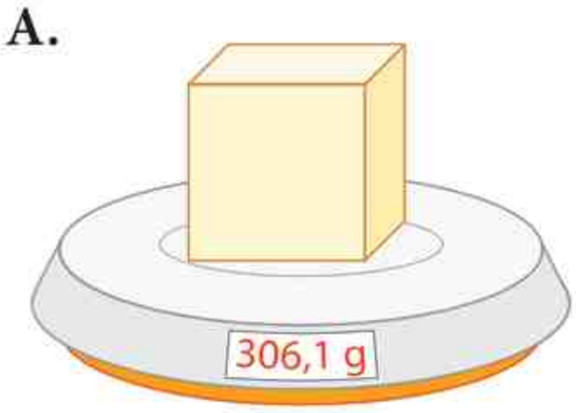
Największą gęstość ma ciecz **A**/ **B**/ **C**, czyli _____ .

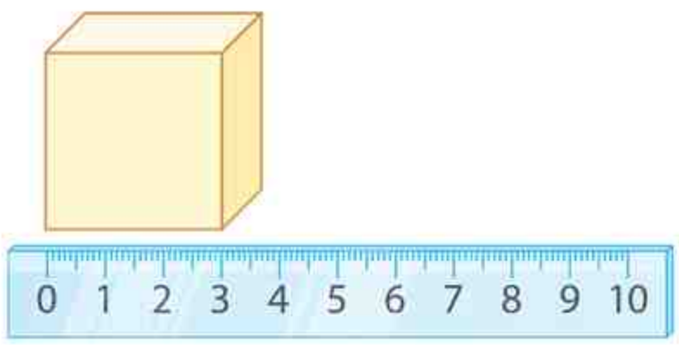
Najmniejszą gęstość ma ciecz **A**/ **B**/ **C**, czyli _____ .

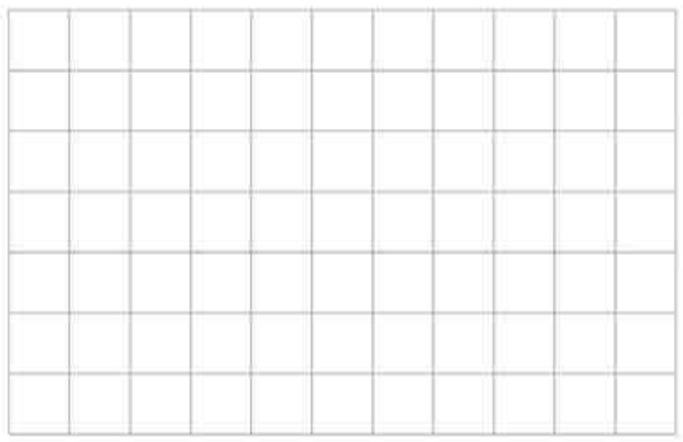
2 Linijką zmierzono długości krawędzi trzech sześcianów, a następnie wyznaczono za pomocą wagi ich masy (patrz rysunki A–C).

a) Na podstawie informacji podanych na ilustracjach **uzupełnij** dane i **oblicz** gęstości substancji, z których wykonane są poszczególne sześciany.

A.

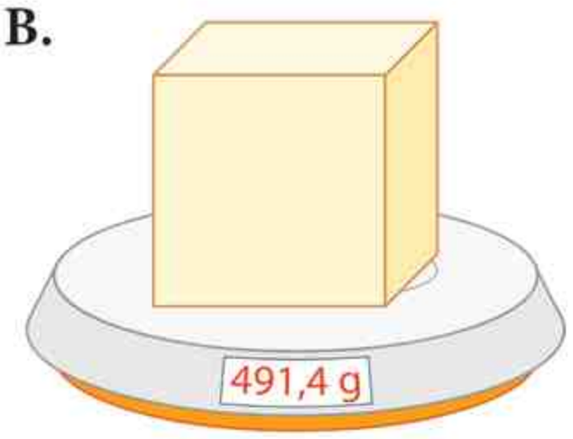


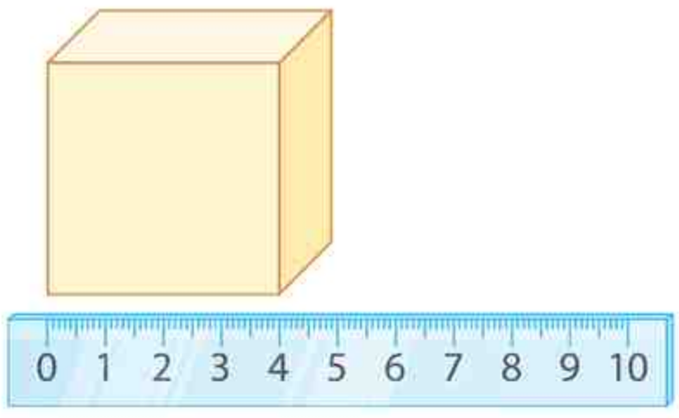


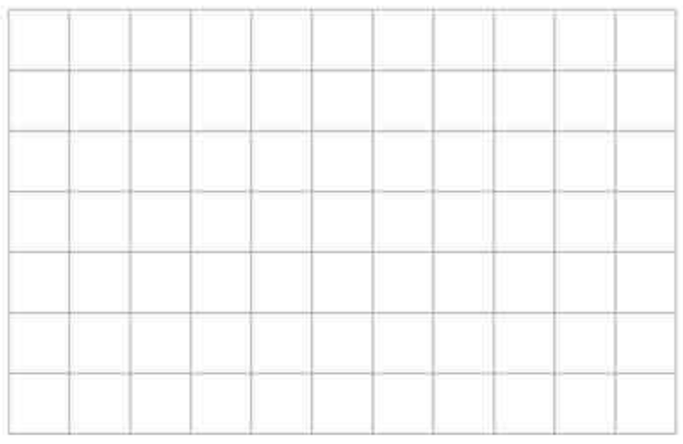


$m = 306{,}1\ \text{g}$ $V = 3\ \text{cm} \cdot 3\ \text{cm} \cdot 3\ \text{cm} =$ _____ $d =$ _____

B.

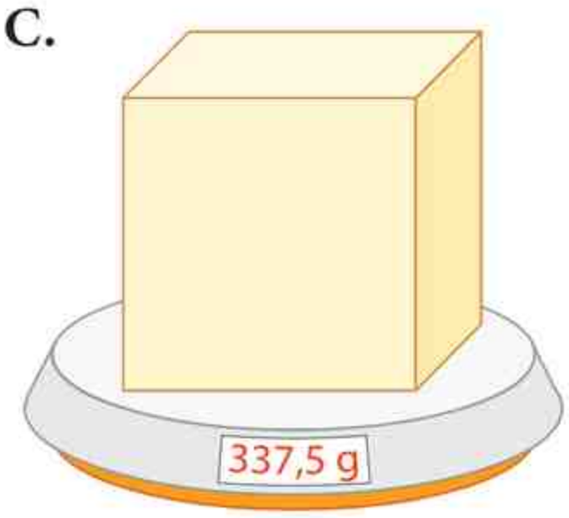


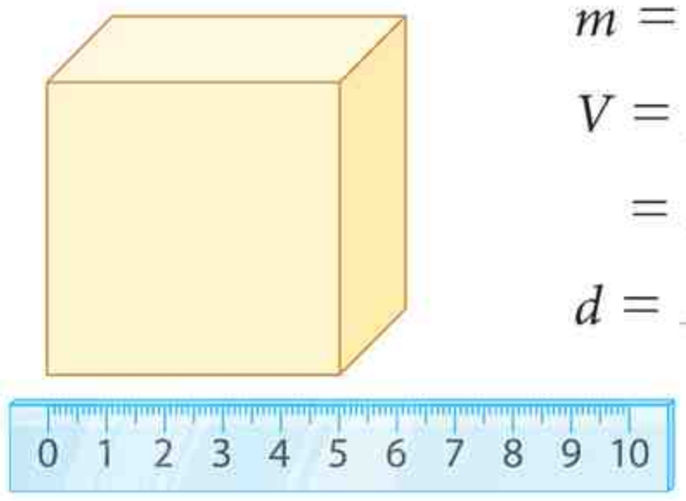




$m =$ _____ $V =$ _____ $=$ _____ $d =$ _____

c.





$m =$ _____

$V =$ _____ $=$

$=$ _____

$d =$ _____

b) Na podstawie otrzymanych wyników i danych z tabeli **określ**, z jakich metali lub stopów mogły zostać wykonane sześciany A–C.

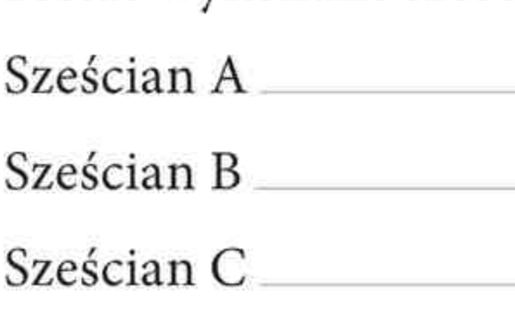
Sześcian A _____

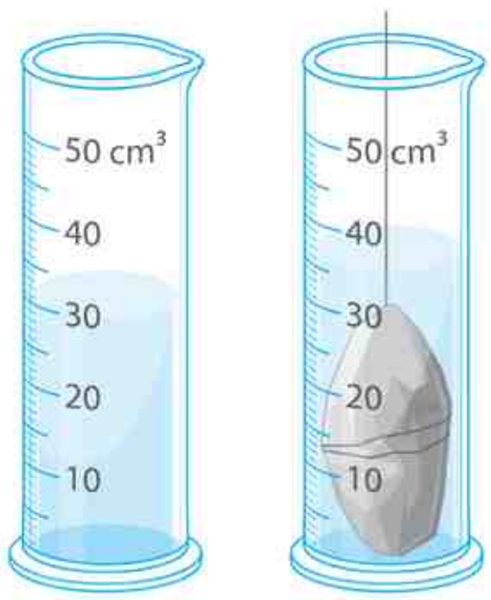
Sześcian B _____

Sześcian C _____

Metal lub stop	Gęstość $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$
nikiel	8,9
aluminium	2,7
tytan	4,5
stal	7,5–7,9
ołów	11,3

3 Na podstawie informacji podanych na ilustracjach **oblicz** gęstość kamienia. W obliczeniach pomiń objętość sznurka.





$V_{wody} =$ _____

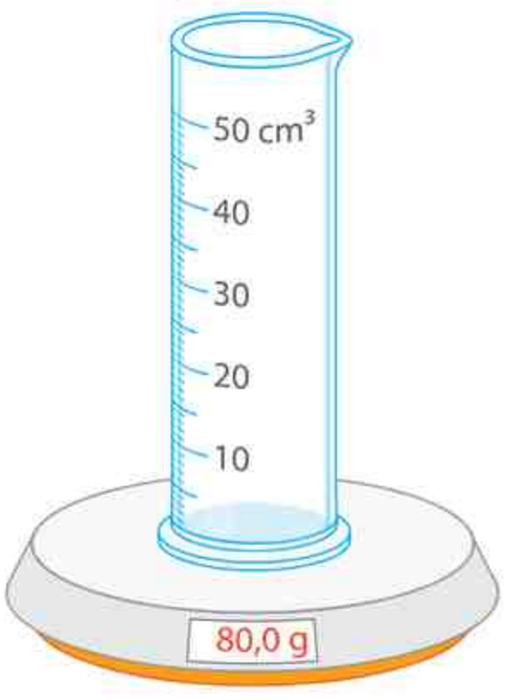
$V_{wody+kamienia} =$ _____

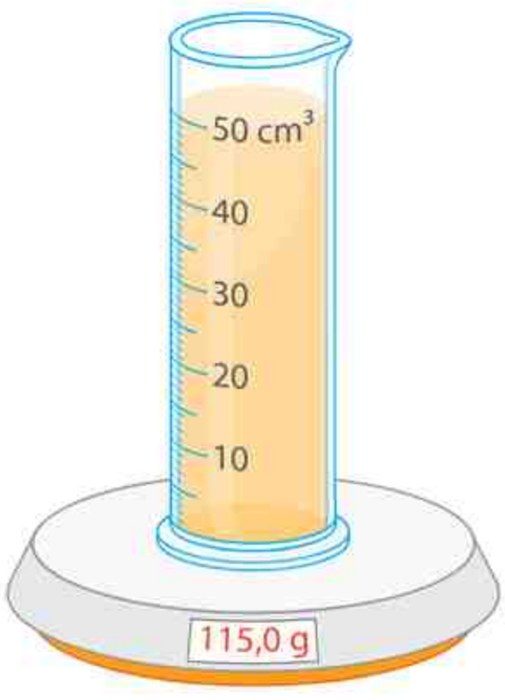
$V_{kamienia} =$ _____

$m_{kamienia} =$ _____

$d_{kamienia} = \frac{m_{kamienia}}{V_{kamienia}} =$ _____

4 Na podstawie poniższych rysunków **oblicz** gęstość cieczy znajdującej się w cylindrze miarowym.





$m_{cylindra} =$ _____

$m_{cylindra+cieczy} =$ _____

$m_{cieczy} =$ _____

$V_{cieczy} =$ _____

$d_{cieczy} = \frac{m_{cieczy}}{V_{cieczy}} =$ _____

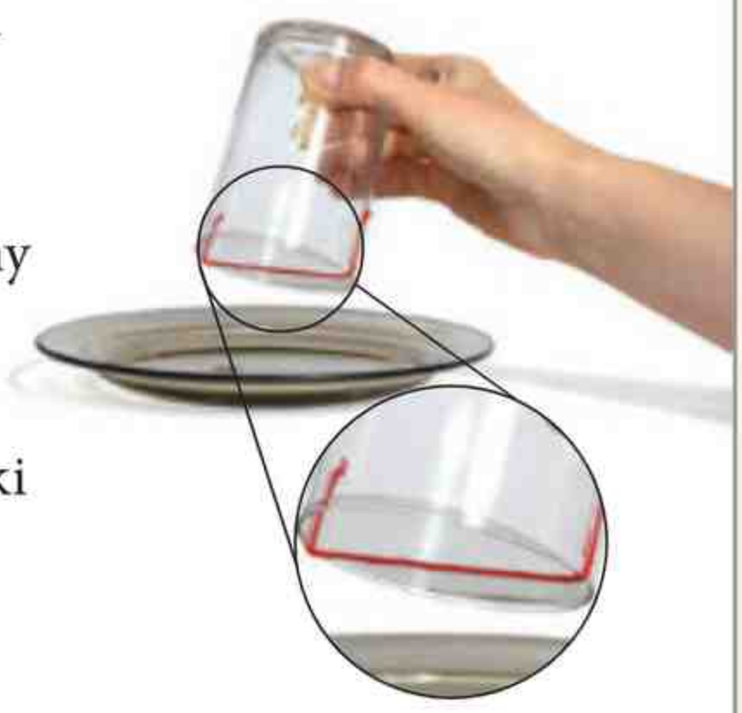
Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7F54P

Napięcie powierzchniowe. Błona mydlana

- **Cel:** Zbadanie zjawisk związanych z napięciem powierzchniowym i siłami spójności w cieczach.
- **Potrzebne będą:** szklanka, talerz, mydło w płynie, nitka, taśma klejąca, ostry przedmiot (np. igła lub wykałaczka), woda.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Przygotuj roztwór wody z mydłem i nalej go na talerzyk.
2. Do szklanki przyklej taśmą klejącą napiętą nić (patrz zdjęcie). Następnie na chwilę zanurz górną część szklanki z nitką w wodzie z mydłem, tak aby powstała błona mydlana przedzielona na środku nicią (patrz zdjęcie).
3. Przebij ostrym narzędziem błonę mydlaną z jednej strony nitki. Co obserwujesz?
4. Eksperyment możesz powtórzyć, przebijając błonę z drugiej strony nitki. W tym celu oznacz strony szklanki np. flamastrem.



- **Obserwacje:**

Po przebiciu błonki mydlanej z jednej strony nitki

- **Wniosek:**

Po przebiciu błony siły spójności występujące między cząsteczkami cieczy powodują *zmniejszanie/ zwiększanie* się pola powierzchni błony mydlanej.

Wyjaśnienie, dlaczego tak się dzieje, znajdziesz pod kodem QR.

Dowiedz się więcej
docwiczenia.pl
Kod: F72ALY

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7M4JN

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7E3WX

E

Sposób na zadanie

Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem zależności fizycznych

Zadanie 15. (0–1) CKE Kwiecień 2017

Pierwszy chiński bankomat (sztabkomat) wydający złote sztabki lub złote monety, czyli tzw. złoto inwestycyjne, znajduje się w Pekinie. Jednorazowo do sztabkomatu ładuje się 2,5 kg złota o wartości około miliona yuanów. Jego obsługa różni się szczególnie od obsługi zwykłego bankomatu. Klienci wpłacają gotówkę lub płacą kartą kredytową, a bankomat wydaje im złote sztabki.

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych. Do obliczeń przyjmij gęstość złota równą 19,3 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Złoto jednorazowo załadowane do sztabkomatu ma objętość równą około

A. 48 cm^3. **B.** 13 cm^3. **C.** 8 cm^3. **D.** 130 cm^3.

Rozwiązanie:

Sposób I.

Wykonujemy obliczenia. Musimy skorzystać ze wzoru na gęstość $d = \frac{m}{V}$ i na jego podstawie wyznaczyć objętość V. Dokonujemy odpowiednich przekształceń. W pierwszym kroku mnożymy obustronnie wzór przez V:

$$d = \frac{m}{V} \,/ \cdot V, \text{ czyli } m = d \cdot V$$

Punktem wyjścia do rozwiązania tego zadania bez wykonywania żmudnych obliczeń jest wiedza, że gęstość danej substancji informuje o tym, jaką masę ma jej jednostkowa objętość, a następnie oszacowanie, ile takich jednostkowych objętości ma masę zbliżoną do podanej w zadaniu.

W drugim kroku otrzymaną zależność dzielimy obustronnie przez d:

$$m = d \cdot V \,/ : d, \text{ zatem } V = \frac{m}{d}$$

Do otrzymanego wzoru podstawiamy dane z ujednoliconymi jednostkami. Masę złota (2,5 kg) podajemy w gramach. Nietrudno zauważyć, że wyznaczenie objętości bez użycia kalkulatora wymaga wykonania kilku działań, co jest czasochłonne.

$$V = \frac{2{,}5\ \text{kg}}{19{,}3\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = \frac{2500\ \text{g}}{19{,}3\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \approx 130\ \text{cm}^3$$

Sposób II.

Próbujemy oszacować wynik. To, że gęstość złota jest równa 19,3 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, oznacza, że 1 cm^3 złota ma masę 19,3 g. W takim razie 10 cm^3 złota ma masę 193 g, natomiast 100 cm^3 złota ma masę 1930 g, czyli około 2 kg. Z treści zadania wiemy, że w sztabkomacie jest 2,5 kg złota, a więc jego objętość musi być nieco większa niż 100 cm^3. Jedyna pasująca odpowiedź to D.

Odpowiedź: Zaznaczamy D.

Ważne!

- Jeżeli mamy do wyboru kilka odpowiedzi, których wyniki znacznie się od siebie różnią, to na ogół łatwiej jest oszacować wynik, niż wykonywać żmudne obliczenia w celu jego otrzymania.
- Obliczając masę lub objętość ciała, należy zwrócić uwagę na jednostki. W tym samym wzorze nie mogą wystąpić jednocześnie np. cm^3 i m^3 lub g i kg.

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F78JD3

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Styropian używany do ocieplenia ścian ma gęstość 13,5 $\frac{kg}{m^3}$. Jest sprzedawany pocięty na płyty umieszczone w prostopadłościennych paczkach. Żeby ocieplić ściany w pewnym domu, zamówiono 28 paczek styropianu o łącznej masie 113,4 kg. **Wskaż właściwe dokończenie zdania.**

Objętość jednej paczki styropianu to około

A. 0,06 m^3. **B.** 0,1 m^3. **C.** 0,3 m^3. **D.** 0,75 m^3.

2. Wskaż takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

W temperaturze pokojowej rtęć występuje w stanie **A/ B**, natomiast powietrze – w stanie **C/ D**.

A. stałym **B.** ciekłym **C.** ciekłym i gazowym **D.** gazowym

3. Wskaż takie uzupełnienia zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

Zastosowanie detergentów **A/ B** napięcie powierzchniowe wody, dlatego po dodaniu tych substancji stalowa igła **C/ D** na powierzchni wody.

A. zmniejsza **B.** zwiększa **C.** utrzymuje się **D.** nie utrzymuje się

4. Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Gazy lepiej przewodzą ciepło niż ciała stałe.	P	F
2.	Jedynie ciała stałe mają zdolność przewodzenia prądu.	P	F
3.	Trudno zmienić objętość ciała stałego, gdyż odległości między jego cząsteczkami są bardzo małe.	P	F

5. Wybierz właściwe dokończenie zdania, aby powstała informacja prawdziwa.

Gdybyśmy przenieśli kamień z powierzchni Ziemi na powierzchnię Księżyca, to

A. jego masa i ciężar zmniejszyłyby się.

B. jego masa nie zmieniałaby się, a ciężar by wzrósł.

C. jego masa nie zmieniłaby się, a ciężar by zmalał.

D. zarówno jego masa, jak i ciężar by się nie zmieniły.

6. Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Masa 10 litrów wody o gęstości 1 $\frac{kg}{dm^3}$ jest mniejsza niż masa 12 litrów oleju napędowego o gęstości 0,85 $\frac{kg}{dm^3}$.	P	F
2.	Złoto ma większą gęstość niż srebro i dlatego złota moneta będzie grubsza od srebrnej monety o takiej samej masie i średnicy.	P	F
3.	Ciężar ciał o większej gęstości zawsze jest większy.	P	F

III. Hydrostatyka i aerostatyka

14 Siła nacisku na podłoże. Parcie i ciśnienie

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F78GTX

Na dobry początek

1 Maciek ma masę 60 kg, a Janek – 40 kg. Chociaż różnią się masą, to noszą buty o tym samym rozmiarze. Chłopcy stanęli ostrożnie na równym wilgotnym piasku – Maciek na dwóch nogach, a Janek na jednej. Ślady zrobione w piasku przez buty chłopców różniły się głębokością.

A.



B.



Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.
Bardziej zagłębił się w piasek but

1.	Maćka,	ponieważ ciśnienie wywierane przez ten but na piasek było	**A.**	mniejsze	z powodu	**I.**	większego ciężaru tego chłopca.
2.	Janka,		**B.**	większe		**II.**	mniejszej powierzchni styku z podłożem.

Przykład

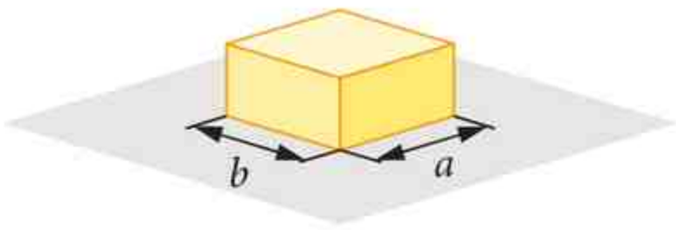
Oblicz ciśnienie wywierane na podłogę przez skrzynkę, której podstawa ma kształt prostokąta o wymiarach 25 cm × 24 cm, jeśli skrzynka wywiera na podłoże nacisk 30 N.

Dane:

$F_n = 30\ \text{N}$
$a = 25\ \text{cm} = 0{,}25\ \text{m}$
$b = 24\ \text{cm} = 0{,}24\ \text{m}$

Szukane:

$p = ?$



Rozwiązanie:

Obliczamy pole powierzchni skrzynki.

$$S = 0{,}25\ \text{m} \cdot 0{,}24\ \text{m} = 0{,}06\ \text{m}^2$$

Zamieniamy jednostki na podstawowe:
$1\ \text{cm} = \frac{1}{1000}\ \text{m}$.
F_n – siła nacisku,
S – pole powierzchni.

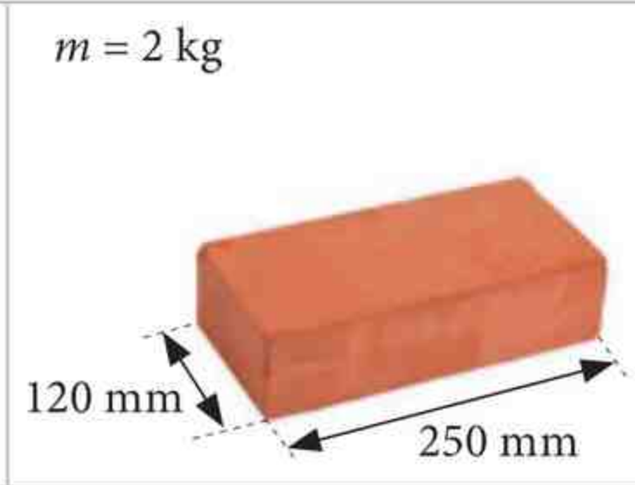
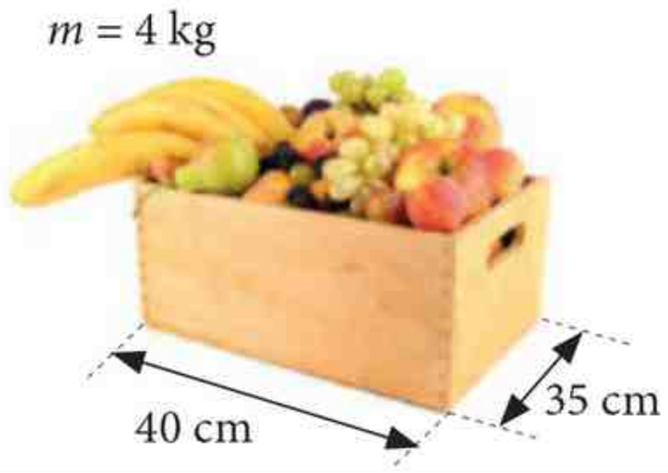
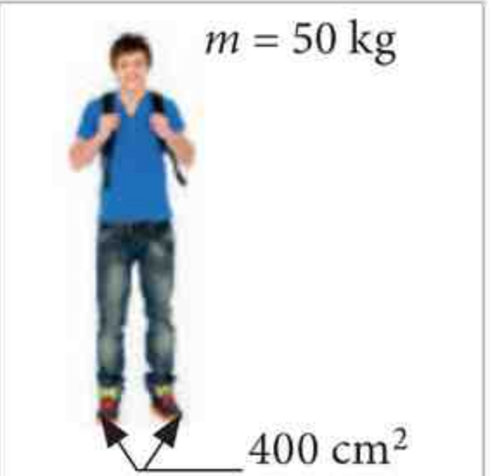
Obliczamy ciśnienie wywierane na podłogę, korzystając ze wzoru:

$$p = \frac{F_n}{S}$$

$$p = \frac{30\ \text{N}}{0{,}06\ \text{m}^2} = 500\ \text{Pa}$$

Odpowiedź: Ciśnienie wywierane przez skrzynkę na podłoże wynosi 500 Pa.

2 **Oblicz** ciśnienie, jakie wywierają na podłoże ciała przedstawione na ilustracjach, postępując w sposób opisany w „Przykładzie" na str. 41. **Uzupełnij** tabelę o brakujące wyniki.

			
S [m²]			
p [Pa]			

1 Pa = $\frac{1\text{N}}{1\text{ m}^2}$, dlatego pole powierzchni wyraź w m².

Dla dociekliwych

3 W Wielkiej Brytanii używana jest jednostka ciśnienia PSI (od ang. *pound per square inch*). Jest to ciśnienie, jakie wywiera na pole powierzchni 1 cala kwadratowego ciało o masie 1 funta. Wiedząc, że: 1 funt to 0,454 kg, 1 cal to 2,54 cm, a ciało o masie 1 kg wywiera na płaską powierzchnię nacisk około 10 N, wykonaj polecenia.



a) **Oblicz**, ilu paskalom (Pa) odpowiada ciśnienie równe 1 PSI.

b) **Przelicz** 20 PSI na kPa.

Zapamiętaj!

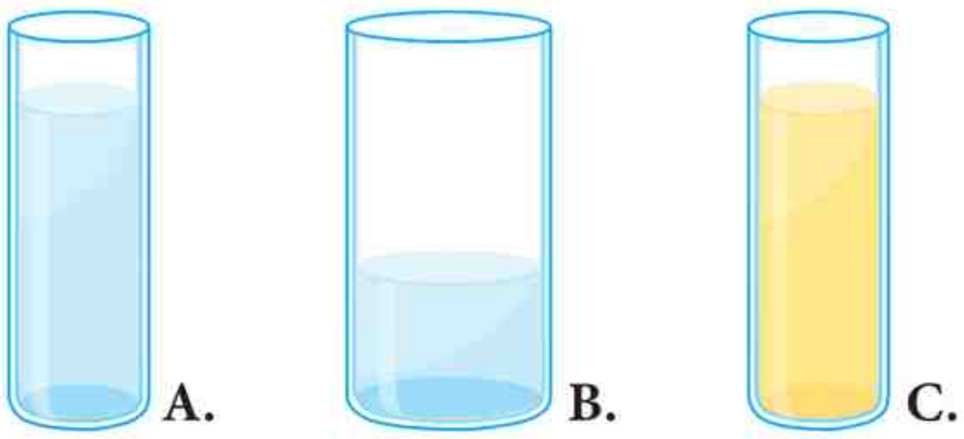
- Nacisk – siła, z jaką jedno ciało działa na powierzchnię drugiego prostopadle do tej powierzchni.
- Ciśnienie – wielkość fizyczna, której miarą jest wartość siły nacisku działającej na jednostkową powierzchnię. Jednostką ciśnienia w układzie SI jest paskal (1 Pa).
- Paskal (1 Pa) – ciśnienie, jakie siła 1 N wywiera na powierzchnię 1 m².

15 Ciśnienie hydrostatyczne i ciśnienie atmosferyczne

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7QZ4W

Na dobry początek

1 Do trzech menzurek wlano ciecze o jednakowej objętości. Do menzurek A i B wodę o gęstości 1 $\frac{g}{cm^3}$, a do menzurki C oliwę o gęstości 0,9 $\frac{g}{cm^3}$. Wymiary menzurek A i C są jednakowe, natomiast menzurka B ma większą średnicę niż pozostałe.



Przypomnij sobie, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne (ciśnienie spowodowane ciężarem cieczy) i co to jest parcie.

a) Przeanalizuj zależności pomiędzy siłami parcia działającymi na dna menzurek, a następnie **wstaw** między symbolami sił właściwy znak: >, < lub =.

F_A _____ F_B oraz F_A _____ F_C

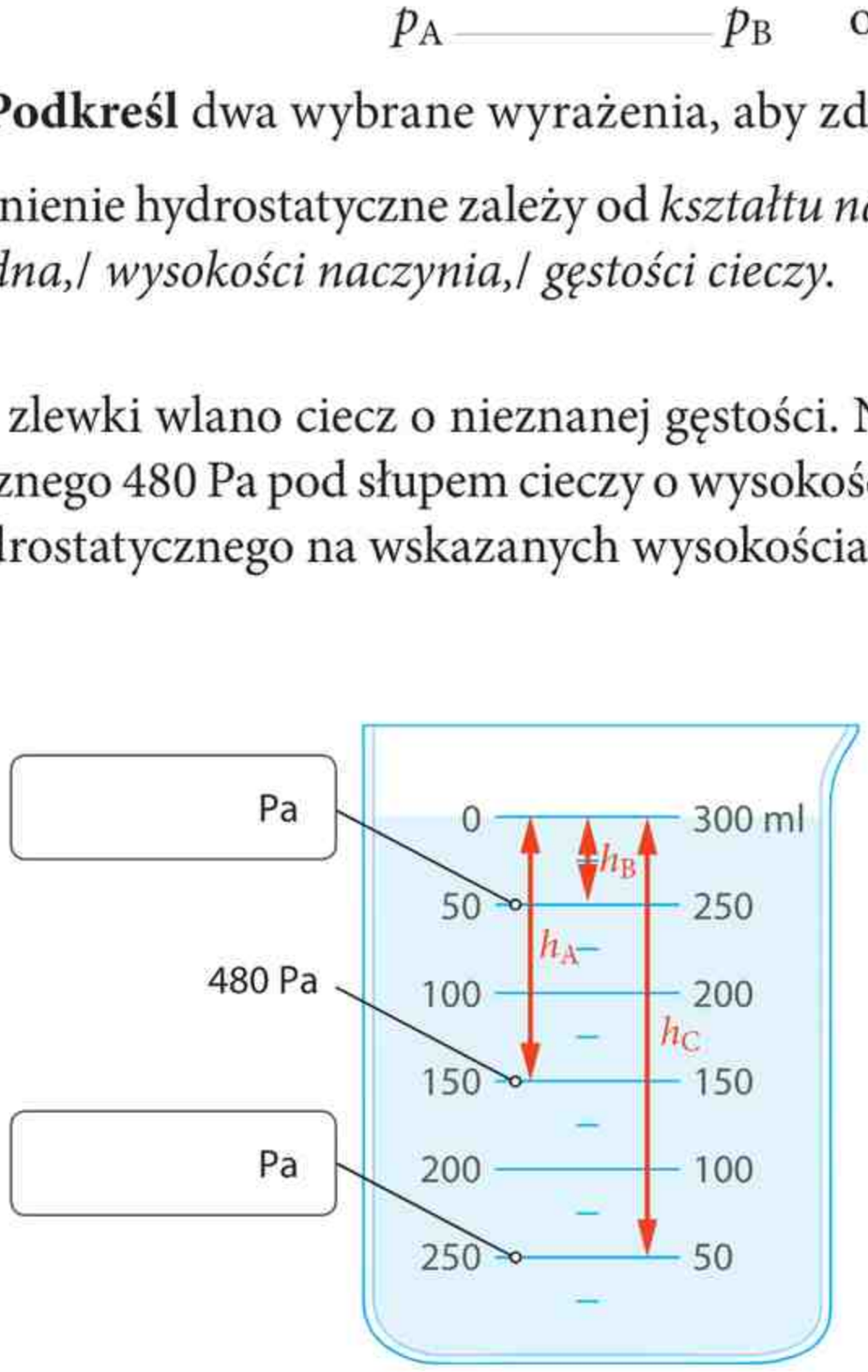
b) Przeanalizuj zależności pomiędzy ciśnieniami wywieranymi przez słup cieczy na dna menzurek, a następnie **wstaw** między symbolami ciśnień właściwy znak: >, < lub = .

p_A _____ p_B oraz p_A _____ p_C

c) Podkreśl dwa wybrane wyrażenia, aby zdanie było prawdziwe.

Ciśnienie hydrostatyczne zależy od *kształtu naczynia,/ wysokości słupa cieczy,/ pola powierzchni dna,/ wysokości naczynia,/ gęstości cieczy.*

2 Do zlewki wlano ciecz o nieznanej gęstości. Na rysunku podano wartość ciśnienia hydrostatycznego 480 Pa pod słupem cieczy o wysokości h_A. **Uzupełnij** zdania i **wpisz** wartość ciśnienia hydrostatycznego na wskazanych wysokościach.



Dla h_A ciśnienie wynosi 480 Pa.

Dla $h_B = \frac{1}{3} h_A$ ciśnienie wynosi:

$\frac{1}{3} \cdot 480\ Pa =$ _____.

Dla $h_C =$ _____ ciśnienie wynosi:

_____.

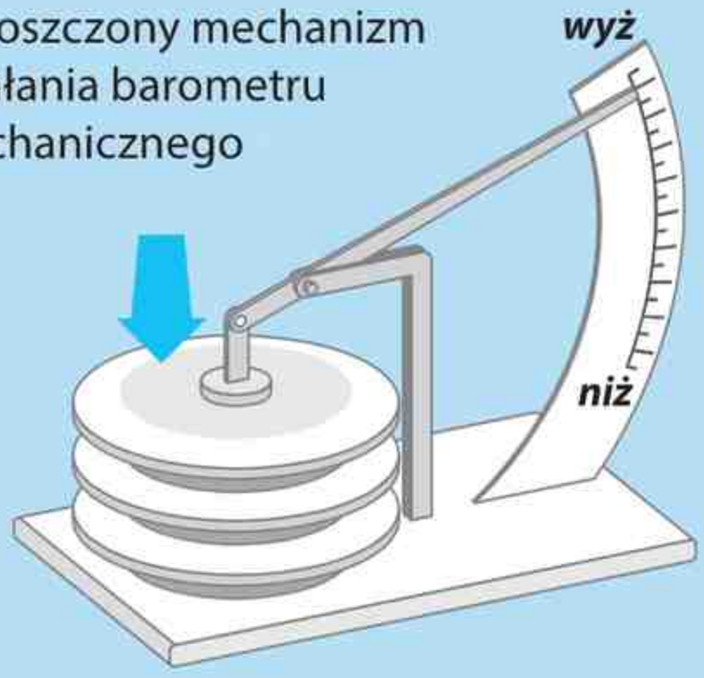
Ciśnienie hydrostatyczne wewnątrz cieczy w danym punkcie jest wprost proporcjonalne do wysokości słupa cieczy, który się nad tym punktem znajduje.

Ciśnienie atmosferyczne i jego pomiar

Choć na co dzień zupełnie nie zdajemy sobie z tego sprawy, na każdy metr kwadratowy powierzchni Ziemi naciska około 10 ton powietrza. Organizm człowieka przyzwyczaił się do tego i równoważy ciśnienie atmosferyczne własnym wewnętrznym ciśnieniem.

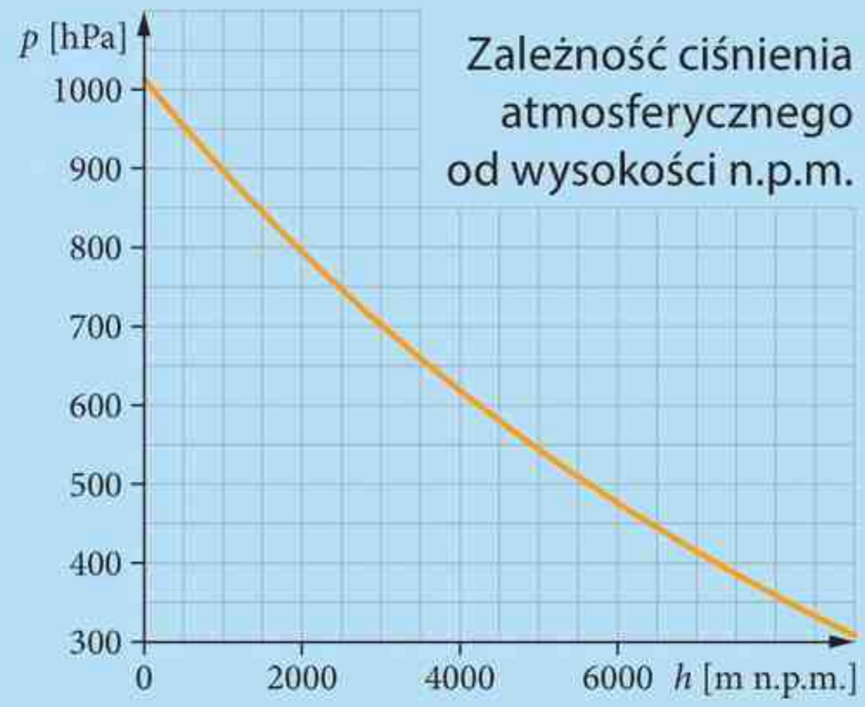
W wielu codziennych sytuacjach przekonujemy się o tym, że jesteśmy zanurzeni w ogromnym „oceanie powietrza". To dzięki ciśnieniu atmosferycznemu przyssawka może mocno trzymać się gładkiej powierzchni, pokrywka słoika jest odpowiednio dociśnięta, można nabierać płynu do strzykawki, a w upalny dzień delektować się chłodnym napojem, pijąc go przez słomkę.

Uproszczony mechanizm działania barometru mechanicznego



Do pomiaru ciśnienia służą **barometry**. Pierwsze barometry – **cieczowe** – działały dzięki temu, że ciśnienie atmosferyczne jest w stanie utrzymać w rurze zanurzonej w cieczy pewną ilość tej cieczy. Zwykle wykorzystywaną cieczą była rtęć, ale taki barometr był niepraktyczny (rurka wypełniona rtęcią musiała mieć prawie metr długości, a sama rtęć jest szkodliwa). Z czasem barometry te zostały zastąpione przez **mechaniczne**. W takim urządzeniu metalowa puszka, w której panuje niskie ciśnienie powietrza, odkształca się pod wpływem zmian ciśnienia na zewnątrz puszki. Denko się wygina, co powoduje ruch wskazówki barometru.

Zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości n.p.m.



Wraz z wysokością ciśnienie powietrza maleje, ponieważ im wyżej, tym mniejsza warstwa powietrza znajduje się nad naszymi głowami. Na przykład na wysokości 5500 m ciśnienie wynosi tylko połowę tego co przy powierzchni Ziemi – ok. 500 hPa.

Barometr znalazł zastosowanie w **wysokościomierzu** – przyrządzie, który określa wysokość n.p.m., wykorzystując do tego pomiar ciśnienia i zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości.



Rozwiąż zadania na podstawie informacji

3 **a)** **Otocz** kółkiem zdjęcia ilustrujące te urządzenia lub przedmioty, które nie mogłyby działać poprawnie, gdyby nie było ciśnienia atmosferycznego lub byłoby ono zbyt niskie.

A.



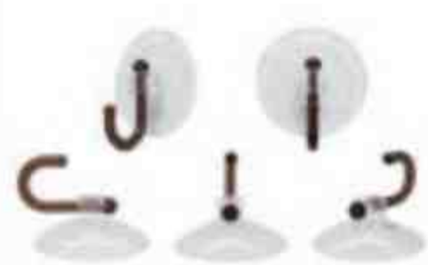
B.



C.



D.



b) Korzystając z wykresu zamieszczonego w tekście, **oceń** prawdziwość poniższych zdań. **Wybierz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Na najwyższym wierzchołku Rysów (2503 m n.p.m.) ciśnienie jest o ponad 200 hPa niższe niż na poziomie morza.	**P**	**F**
2.	Średnie ciśnienie atmosferyczne w Gdańsku jest niższe niż średnie ciśnienie atmosferyczne w Zakopanem.	**P**	**F**
3.	Na wysokości, na której latają samoloty pasażerskie (około 10 000 m n.p.m.), ciśnienie w kabinie samolotu jest ponad 3-krotnie wyższe niż ciśnienie na zewnątrz.	**P**	**F**

c) **Wybierz** poprawne uzupełnienia zdań.

Wysokościomierz najbardziej przyda się **A/ B/ C**. Jednym z głównych elementów wysokościomierza jest **D/ E/ F**.

A. kierowcy rajdowemu
B. lekkoatlecie w skoku o tyczce
C. skoczkowi spadochronowemu
D. barometr
E. higrometr
F. termometr

d) **Podaj** dwie zalety barometru mechanicznego w stosunku do barometru cieczowego.

Dla dociekliwych

4 Najgłębiej położona stacja metra na świecie znajduje się w Kijowie (stacja Arsenalna). Pasażerowie, zjeżdżając tam lub wyjeżdżając, pokonują wysokość 105 metrów (tak dużą głębokość wymusza specyficzny kształt brzegu rzeki).

Oblicz, na jaką zmianę ciśnienia atmosferycznego są narażeni pasażerowie wjeżdżający na stację metra lub ją opuszczający. Przyjmij, że średnia gęstość powietrza to 1,2 $\frac{kg}{m^3}$.

Przykład

Oblicz gęstość cieczy, jeżeli jej słup o wysokości $h = 7$ cm wywiera na dno naczynia ciśnienie 630 Pa. Przyjmij, że $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Dane:

$h = 7\ \text{cm} = 0{,}07\ \text{m}$

$p = 630\ \text{Pa}$

$g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Szukane:

$d = ?$

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7Z1AR

Rozwiązanie:

Przekształcamy wzór: $p = d \cdot g \cdot h \quad /: (g \cdot h)$

$$\frac{p}{g \cdot h} = \frac{d \cdot \cancel{g} \cdot \cancel{h}}{\cancel{g} \cdot \cancel{h}}, \text{ czyli}$$

$$d = \frac{p}{g \cdot h}$$

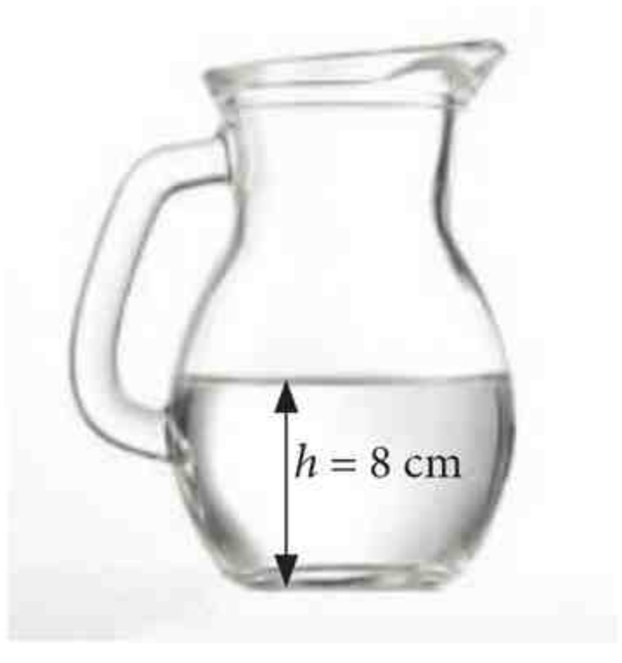
Podstawiamy dane do wzoru:

$$d = \frac{630\ \text{Pa}}{10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0{,}07\ \text{m}} = \frac{630}{0{,}7}\ \frac{\frac{\cancel{\text{N}}}{\text{m}^2}}{\frac{\cancel{\text{N}}}{\text{kg}} \cdot \text{m}} = 900\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

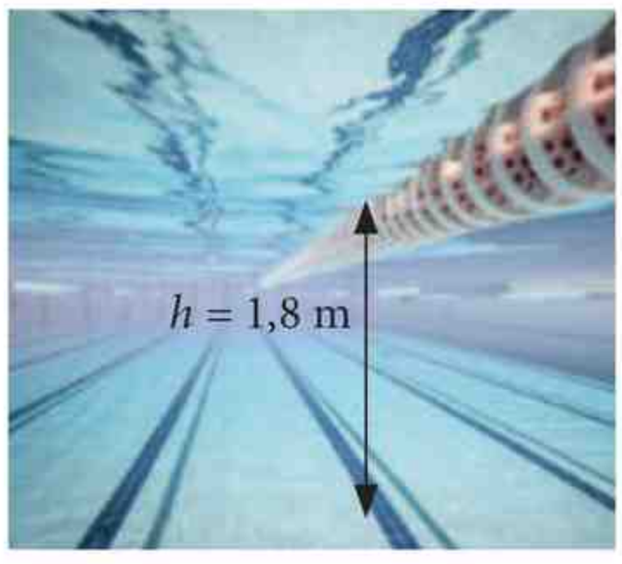
Odpowiedź: Gęstość cieczy wynosi $900\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

5 **Wykonaj** poniższe polecenia. Przyjmij, że gęstość wody wynosi $d = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, a wartość współczynnika $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

a) **Oblicz** ciśnienie hydrostatyczne wywierane przez wodę na dno dzbanka.



b) **Oblicz** gęstość wody w basenie, jeśli ciśnienie hydrostatyczne wywierane na dno basenu wynosi 18 kPa a wysokość słupa wody 1,8 m.

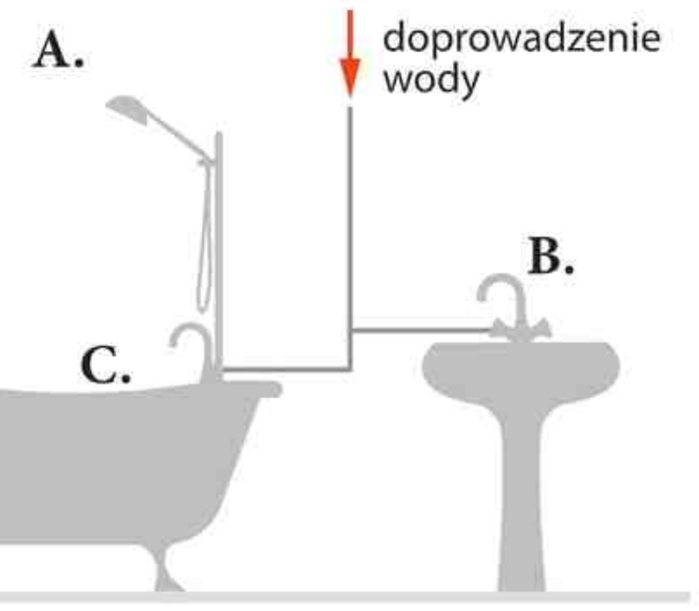


16 Prawo Pascala

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7Y26R

Na dobry początek

1 Na rysunku zilustrowano schematycznie doprowadzenie zimnej wody do słuchawki prysznicowej (A) oraz kranu nad zlewem (B) i kranu nad wanną (C).

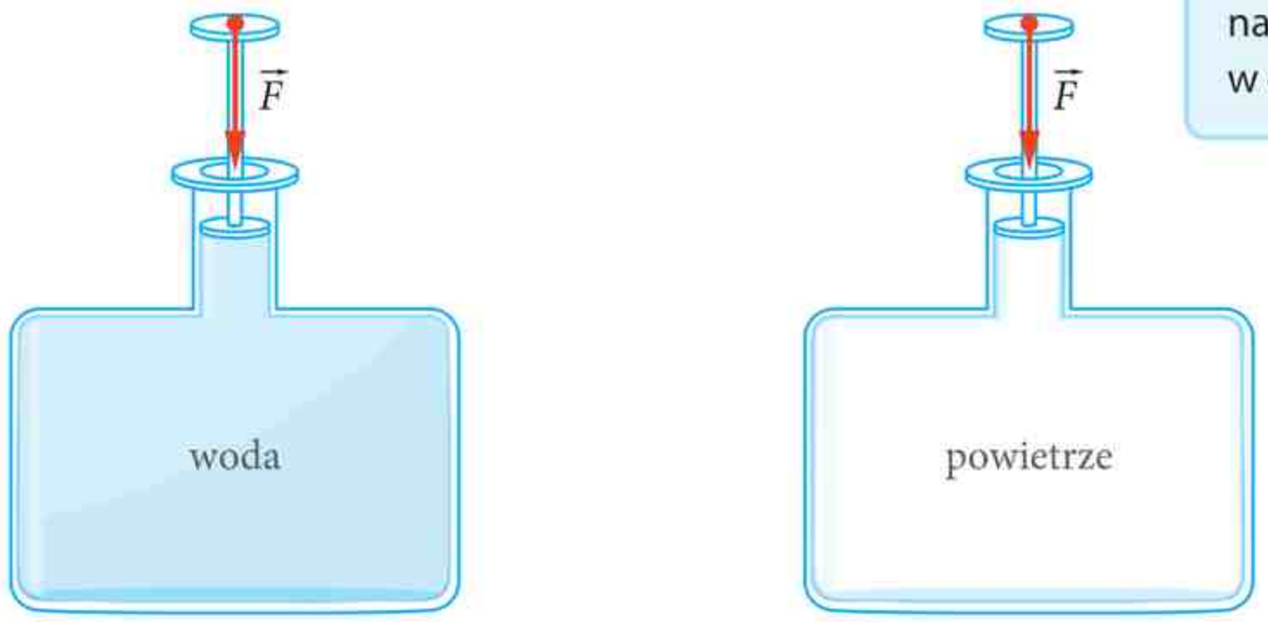


Wybierz właściwe uzupełnienia zdania.

Jeżeli ciśnienie w miejscu doprowadzenia wody (czerwona strzałka) zmalało o 30 kPa, to ciśnienie wody wypływającej z miejsc oznaczonych na rysunku A, B i C *zmalało/ wzrosło* w każdym przypadku o *30 kPa/ 10 kPa*.

2 Jeden zbiornik jest w całości wypełniony wodą, a drugi – powietrzem.

Siła, z jaką naciskamy na tłoczek, przenosi się w całej objętości cieczy.



Uzupełnij zdania właściwymi wyrażeniami.

a) Po naciśnięciu tłoka znajdującego się w zbiorniku z wodą ciśnienie wywierane przez wodę na dno zbiornika wzrosło **A/ B/ C** ciśnienie przy górnej ścianie zbiornika, ponieważ **D/ E/ F**. Po naciśnięciu tłoka zbiornika wypełnionego powietrzem wnioski dotyczące ciśnienia wywieranego przez powietrze na dno i górę zbiornika były **G/ H**.

A. o mniej niż

B. o więcej niż

C. o tyle samo co

D. dno jest niżej

E. woda jest nieściśliwa

F. tak wynika z prawa Pascala

G. identyczne jak w przypadku wody

H. inne

b) Wartość dodatkowej siły parcia wywieranej na dno zbiornika z wodą po naciśnięciu tłoka siłą $\vec{F}$ jest **A/ B/ C** wartości siły $\vec{F}$, ponieważ powierzchnia dna jest większa od powierzchni tłoka.

A. mniejsza od

B. równa

C. większa od

3 Uczniowie, wykorzystując wiedzę o prasach hydraulicznych, skonstruowali z dwóch strzykawek o różnych średnicach i kawałka odpowiednio wygiętej blachy oryginalnego dziadka do orzechów (patrz zdjęcie). Powierzchnie tłoczków użytych strzykawek wynoszą 50 mm^2 i 250 mm^2.
Przeanalizuj „Przykład" i **oblicz** siłę, jaką na orzech działa duży tłok, jeżeli mały jest wciskany siłą 20 N.



Przykład

Na mniejszy tłok podnośnika hydraulicznego, o powierzchni 0,25 m^2, działa siła 50 N. Oblicz siłę, jaką na przedmiot działa duży tłok tego podnośnika, o powierzchni 1,5 m^2.

Dane:

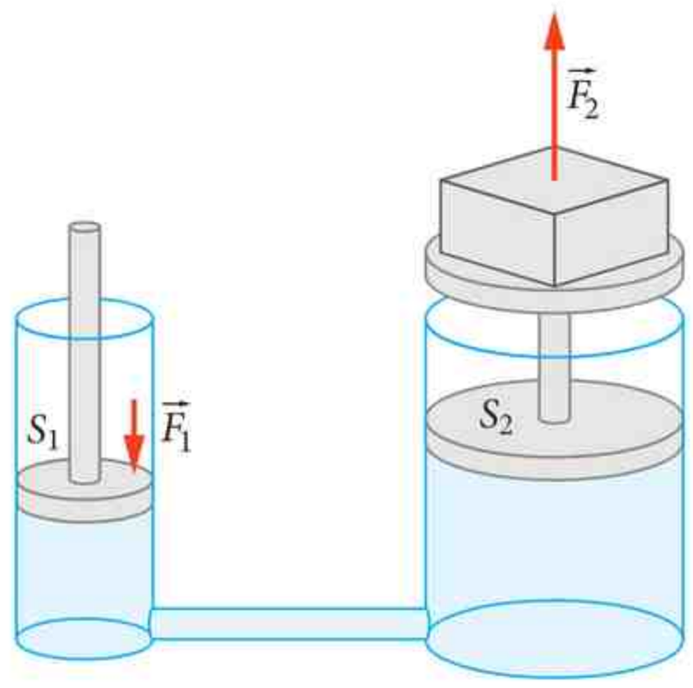
$S_1 = 0{,}25\ m^2$

$F_1 = 50\ N$

$S_2 = 1{,}5\ m^2$

Szukane:

$F_2 = ?$



Sposób I

Obliczamy ciśnienie wywierane na ciecz przez pierwszy tłok (z lewej):

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{50\ N}{0{,}25\ m^2} = 200\ Pa$$

Zgodnie z prawem Pascala takie samo ciśnienie działa na drugi tłok. Znamy jego powierzchnię, więc do obliczenia siły możemy wykorzystać przekształcenie wzoru $p = \frac{F_2}{S_2}$, czyli:

$$F_2 = p \cdot S_2$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy: $F_2 = 200\ Pa \cdot 1{,}5\ m^2 = 300\ N$.

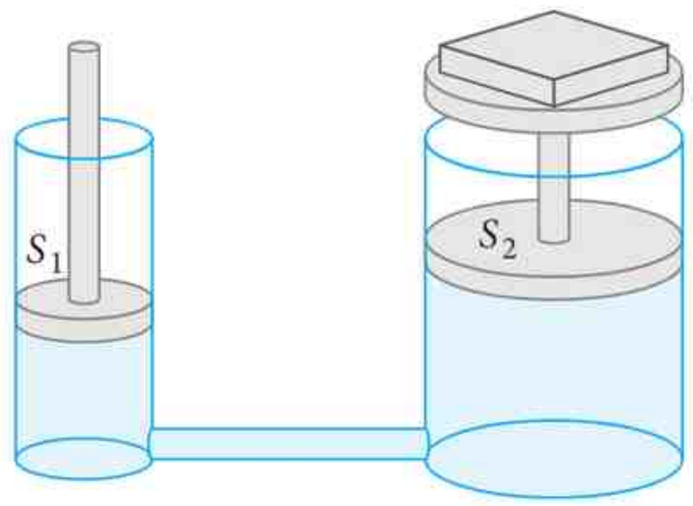
Sposób II

Duży tłok jest wypychany siłą tyle razy większą, ile razy jego powierzchnia jest większa od powierzchni małego tłoka.

Duży tłok ma $\frac{1{,}5\ m^2}{0{,}25\ m^2} = 6$ razy większą powierzchnię niż mały, czyli duży tłok będzie wypychany siłą 6 razy większą niż ta, która działa na mały tłok.

Odpowiedź: Duży tłok podnośnika hydraulicznego działa na przedmiot siłą 300 N.

4 Na rysunku pokazano schemat podnośnika hydraulicznego. Powierzchnia małego tłoka $S_1 = 150\ \text{cm}^2$, powierzchnia dużego tłoka $S_2 = 0{,}18\ \text{m}^2$, masa ładunku podnoszonego przez duży tłok $m = 600\ \text{kg}$. **Oblicz** siłę, jaką należy działać na mały tłok, aby duży tłok mógł unieść ładunek, oraz odległość, na jaką zostanie przesunięty mały tłok, jeżeli duży uniósł się na wysokość 10 cm.



$1\ \text{m} = 100\ \text{cm}, 1\ \text{m}^2 = 10\ 000\ \text{cm}^2$

Uzupełnij rozwiązanie o brakujące informacje i obliczenia.

Krok 1 **Zastanawiamy** się, jakie prawo fizyki odnosi się do problemu przedstawionego w treści zadania. Jest to prawo

_____ .

Krok 2 Na podstawie powyższego prawa **wnioskujemy**, że ciśnienia p_1 i p_2 wywierane przez tłoki spełniają związek p_1 ____ p_2 (**wstaw** właściwy znak: >, < lub =).

Krok 3 Z podanego związku wynika, że na tłok o mniejszej powierzchni należy działać siłą, której wartość jest tyle razy mniejsza od siły $F_2 = m \cdot g$ równej _____, ile razy pole powierzchni dużego tłoka jest większe od pola powierzchni małego tłoka.

Krok 4 Aby porównać pola powierzchni tłoków, muszą być one wyrażone w tych samych jednostkach, dlatego **zamieniamy** pole powierzchni dużego tłoka na wyrażone w cm^2:

$$S_2 = 0{,}18\ \text{m}^2 = _____\ \text{cm}^2$$

Krok 5 **Obliczamy:** $\dfrac{S_2}{S_1} = \dfrac{_____\ \text{cm}^2}{150\ \text{cm}^2} = _____$.

Krok 6 **Obliczamy:** $F_1 = \dfrac{F_2}{\frac{S_2}{S_1}} = _____$.

Krok 7 Aby obliczyć odległość, na jaką przesunie się mały tłok, gdy duży przesunie się o 10 cm w górę, **obliczamy**, ile cieczy musi w tym przypadku wpłynąć do prawego cylindra (objętość tej cieczy): $V = 10\ \text{cm} \cdot S_2 =$ _____ cm^3.

Taka sama objętość cieczy ubędzie w lewym cylindrze. Poziom cieczy w lewym cylindrze obniży się więc o:

$$H = \frac{V}{S_1} = \frac{_____\ \text{cm}^3}{_____\ \text{cm}^2} = _____\ \text{cm}$$

Lewy tłok obniży się zatem o tyle samo.

Odpowiedź: Siła, jaką należy działać na mały tłok, ma wartość _____ N. Gdy duży tłok przesunie się o 10 cm, mały przesunie się o _____ cm.

Zapamiętaj!

- Prawo Pascala: Ciśnienie wywierane z zewnątrz na ciecz lub gaz powoduje jednakowy wzrost ciśnienia w całej objętości.
- Przykładami zastosowania prawa Pascala są prasa hydrauliczna i hamulce hydrauliczne.

17 Prawo Archimedesa

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7FKWZ

Na dobry początek



1 **Zapisz** nazwy obiektów w kolejności od tego, na które działa najmniejsza siła wyporu, do tego, na które działa największa siła wyporu.

1. _____ 2. _____ 3. _____

2 Janek i Olek mieli wyznaczyć wartość siły wyporu działającej na filiżankę zanurzoną w wodzie oraz gęstość substancji, z której ta filiżanka została wykonana.

Janek ustalił ciężar filiżanki za pomocą siłomierza (zdjęcie A), a potem zanurzył w naczyniu filiżankę z wodą, po czym znowu odczytał wskazanie siłomierza (zdjęcie B).

A.



B.

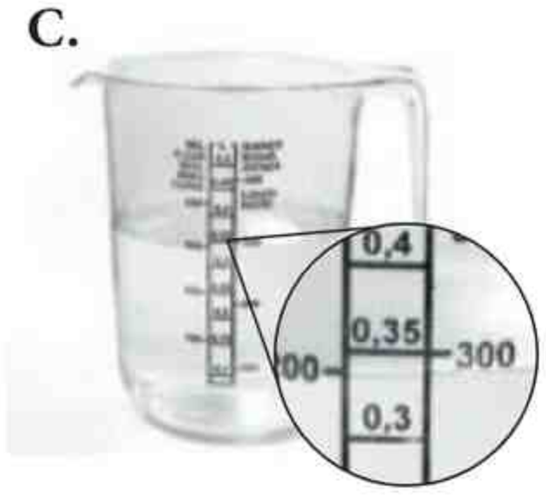


a) **Oceń** prawdziwość zdań. **Wybierz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

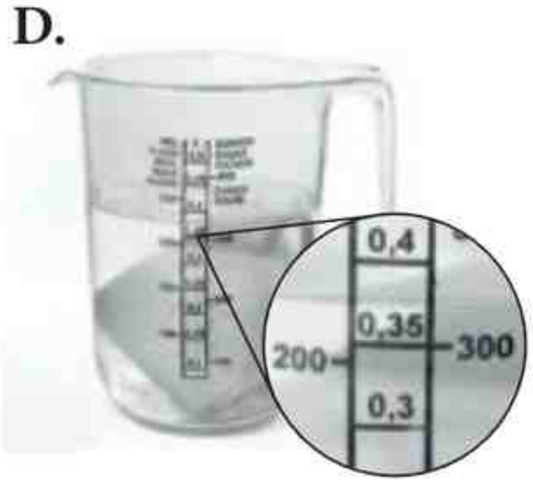
1.	Wartość siły wyporu wyznaczona przez Janka wynosi 0,7 N.	**P**	**F**
2.	Gdy Janek zna wartość siły wyporu i gęstość wody, może obliczyć objętość filiżanki.	**P**	**F**
3.	Pomiary wykonane przez Janka są wystarczające do wyznaczenia gęstości substancji, z której wykonano filiżankę.	**P**	**F**

Olek nalał do naczynia z podziałką wody (zdjęcie C) i odczytał jej poziom. Następnie zanurzył w naczyniu filiżankę (zdjęcie D). Odczytał ponownie poziom cieczy i oszacował, że ten podniósł się o około 50 cm^3.

C.



D.



b) **Oceń** prawdziwość zdań. **Wybierz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Z pomiarów wykonanych przez Olka wynika, że zanurzona filiżanka wyparła wodę o masie 50 g.	**P**	**F**
2.	Olek mógł obliczyć wartość siły wyporu działającej na filiżankę.	**P**	**F**
3.	Pomiary wykonane przez Olka są wystarczające do wyznaczenia gęstości substancji, z której wykonano filiżankę.	**P**	**F**

3 Sterowce to statki powietrzne unoszące się w powietrzu dzięki ogromnej czaszy wypełnionej gazem o gęstości mniejszej niż powietrze, np. helem.

Dane techniczne sterowca Zeppelin NT

długość: 75 m

objętość: 8425 m^3

prędkość maksymalna: 125 $\frac{km}{h}$

maksymalna masa startowa: 8040 kg

zasięg: 900 km



Uzupełnij luki w poniższych zdaniach.

Sterowiec Zeppelin NT wypiera _____ m^3 powietrza o gęstości 1,29 $\frac{kg}{m^3}$. Masa wypartego powietrza wynosi _____. Ciężar wypartego powietrza jest równy _____. Siła wyporu działająca na ten sterowiec to _____.

Dla dociekliwych

4 W Trójkącie Bermudzkim (obszar na Oceanie Atlantyckim) dochodziło do niewyjaśnionych zaginięć (zatonięć) jednostek pływających. Jedna z hipotez głosi, że ich przyczyną mogły być erupcje metanu z podwodnych złóż. **Napisz**, dlaczego obecność dużej ilości tego gazu w wodzie jest niebezpieczna dla jednostek pływających. **Poszukaj** informacji o Trójkącie Bermudzkim w dostępnych źródłach.



Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7ZF47

Wykonaj doświadczenie z *Dziennika laboratoryjnego* ze s. 54.

Zapamiętaj!

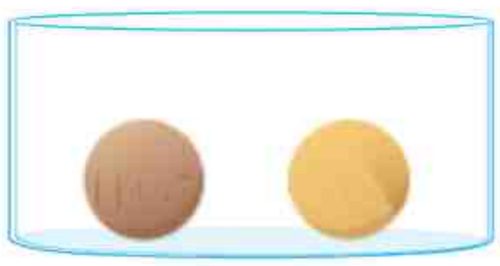
- Siła wyporu – siła zwrócona ku górze, działająca na ciało zanurzone w cieczy lub w gazie.
- Prawo Archimedesa: Na każde ciało zanurzone w cieczy lub w gazie działa siła wyporu równa co do wartości ciężarowi wypartej przez to ciało cieczy lub wypartego przez to ciało gazu.

18 Prawo Archimedesa a pływanie ciał

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7M6R6

Na dobry początek

1 Nauczyciel przyniósł dwie kule o takim samym promieniu. Poinformował uczniów, że jedna z nich jest z drewna bukowego o gęstości 900 $\frac{kg}{m^3}$, a druga z drewna lipowego o gęstości 500 $\frac{kg}{m^3}$. Zadaniem uczniów było rozpoznanie, która kula jest zrobiona z drewna bukowego, a która z lipowego. Uczniowie mieli do dyspozycji naczynie z kulami oraz pewną ilość wody (gęstość 1000 $\frac{kg}{m^3}$) i oliwy (gęstość 800 $\frac{kg}{m^3}$).







Uzupełnij luki w poniższych zdaniach.

Aby rozpoznać, która kula jest zrobiona z drewna bukowego, a która z lipowego, uczniowie powinni do naczynia, w którym są kule, wlać _____ i obserwować, co się stanie z kulami. Jeżeli uczniowie wykorzystają właściwą ciecz, to kula z drewna bukowego będzie _____, a kula z drewna lipowego będzie _____.

2 Korzystając z tabeli gęstości (s. 274 w podręczniku), **uzupełnij** tabelę, wpisując brakujące gęstości. **Wpisz** P – jeżeli ciało pływa w danej cieczy, lub T – jeżeli ciało tonie w tej cieczy.

Ciało	Pływa po powierzchni czy tonie w			
	rtęci $d =$ _____	alkoholu $d =$ _____	nafcie $d =$ _____	wodzie $d =$ _____
stalowa śrubka $d =$ _____				
drewno sosnowe $d = 500 \frac{kg}{m^3}$				
bryłka lodu $d =$ _____				
kawałek szkła $d =$ _____				
kostka masła $d = 860 \frac{kg}{m^3}$				
fragment korka $d = 200 \frac{kg}{m^3}$				

Przykład Oblicz siłę wyporu działającą na stalowy prostopadłościan o objętości $20\ \text{cm}^3$ całkowicie zanurzony w cieczy o gęstości $0{,}72\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Przyjmij, że $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

Dane:

$d = 0{,}72\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 720\ \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$

$V = 20\ \text{cm}^3 = \frac{20}{1\,000\,000}\ \text{m}^3$

$g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Szukane:

$F_\text{w} = ?$

Aby ułatwić sobie obliczenia, zamieniamy jednostki gęstości i objętości odpowiednio na $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ i m^3.

Dodatki mat. 1.4 i 1.5, s. 123–124

Sposób I

Podstawiamy do wzoru na wartość siły wyporu: $F_\text{w} = d \cdot g \cdot V$ i otrzymujemy:

$$F_\text{w} = 720\ \frac{\cancel{\text{kg}}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot 10\ \frac{\text{N}}{\cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{20}{1\,000\,000}\ \cancel{\text{m}^3} = 0{,}144\ \text{N}$$

Sposób II

Prostopadłościan jest całkowicie zanurzony w cieczy, więc wypiera tyle cieczy, ile ma objętości – $20\ \text{cm}^3$. Skoro $1\ \text{cm}^3$ cieczy ma masę 0,72 g (gęstość cieczy to $0{,}72\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), to $20\ \text{cm}^3$ tej cieczy ma masę: $0{,}72\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 20\ \text{cm}^3 = 14{,}4\ \text{g}$.

Wyrażamy masę wypartej cieczy w kilogramach: $14{,}4 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{kg} = 0{,}0144\ \text{kg}$.

Siła wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy $F_\text{w} = F_\text{g} = m \cdot g$:

$$F_\text{w} = 0{,}0144\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 0{,}144\ \text{N}$$

Iloczyn gęstości i objętości to masa: $m = d \cdot V$.

Odpowiedź: Na ten prostopadłościan działa siła wyporu 0,144 N.

3 Stosując jeden z powyższych sposobów rozwiązania, **oblicz** siłę wyporu, która działa na kamień o objętości $25\ \text{cm}^3$ całkowicie zanurzony w cieczy o gęstości $1{,}2\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Zapamiętaj!

- Ciało pływa po powierzchni cieczy częściowo w niej zanurzone, jeżeli jego gęstość jest mniejsza od gęstości cieczy.
- Ciało tkwi całkowicie zanurzone w cieczy (nie opada na dno i nie wypływa), gdy jego gęstość jest równa gęstości cieczy.
- Jeżeli gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy, wówczas ciało tonie.

●● Dziennik laboratoryjny

Wyznaczanie siły wyporu

Temat 17

Cel: Wyznaczenie wartości siły wyporu bez użycia siłomierza.

Potrzebne będą: waga kuchenna o dokładności co najmniej 1 dag, pojemnik (np. szklanka), przedmiot, który tonie w wodzie i zmieści się do szklanki (np. plastelina), sznurek.

Przebieg doświadczenia:

1. Przywiąż sznurek do ciała, dla którego będziesz wyznaczać wartość siły wyporu.
2. Napełnij pojemnik wodą i postaw na wadze.
3. Odczytaj i zanotuj wskazanie wagi (zdjęcie A).

Masa pojemnika z wodą: $m_1 =$ _____ kg

4. Zanurz w wodzie ciało, dla którego chcesz wyznaczyć siłę wyporu.

Uwaga. Ciało nie może dotykać dna ani ścianek pojemnika.

5. Odczytaj wskazanie wagi po całkowitym zanurzeniu ciała.

Masa wskazywana przez wagę po zanurzeniu ciała w wodzie: $m_2 =$ _____ kg

A.



B.



Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7W8EN

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7U2JV

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7RBZ4

6. Oblicz różnicę mas m_2 i m_1, czyli masę wody wypartej przez zanurzone ciało.

Masa wypartej wody: $m = m_2 - m_1 =$ _____ kg

7. Oblicz siłę wyporu działającą na zanurzone ciało. Siła ta jest równa co do wartości ciężarowi wypartej cieczy (w tym wypadku ciężarowi wypartej wody).

$$F_w = m \cdot g = \text{_____} \cdot 10\,\frac{\text{N}}{\text{kg}} = \text{_____}\ \text{N}$$

E

Sposób na zadanie

Interpretowanie pojęć i wielkości fizycznych

Zadanie 17. (0–1) CKE Kwiecień 2014

Co dzieje się z ciśnieniem, które człowiek wywiera na podłoże podczas zmiany pozycji ciała z leżącej na stojącą? **Wybierz odpowiedź A, B albo C oraz jej uzasadnienie 1. albo 2.**

A.	Rośnie,	ponieważ	**1.**	ciężar ciała się nie zmienił w wyniku zmiany pozycji.
B.	Maleje,		**2.**	maleje pole powierzchni nacisku ciała na podłoże.
C.	Nie zmienia się,			

Rozwiązanie:

1. Przypomnijmy, jak oblicza się ciśnienie. Dzieli się w tym celu wartość siły nacisku przez pole powierzchni, na którą działa ta siła $\left(p = \frac{F}{S}\right)$. Łatwo sprawdzić, że siła, z jaką ciało naciska na płaską powierzchnię, nie zależy od jego ułożenia. Stań na przykład na wadze łazienkowej najpierw na obu nogach, a potem tylko na jednej. Za każdym razem odczytaj wskazania wagi. Jak widzisz, są takie same. Możesz też w różny sposób położyć na wadze kuchennej małe przedmioty – jeden obok drugiego lub jeden na drugim. Waga za każdym razem wskaże tyle samo, co świadczy o tym, że wartość siły nacisku będzie ciągle taka sama.

Otrzymasz 1 pkt, jeżeli jednocześnie udzielisz poprawnej odpowiedzi i wskażesz właściwe jej uzasadnienie. Musisz dokładnie przeanalizować wszystkie warianty.

2. Podsumowując, nie jest ważne, jaką zajmujemy pozycję względem podłoża – leżymy czy stoimy – i tak wywieramy na nie taki sam nacisk (F). Pamiętamy, że $p = \frac{F}{S}$. Skoro gdy zmieniamy pozycję z leżącej na stojącą, siła nacisku (F) się nie zmienia, a zmniejsza się pole naciskanej powierzchni (S), to ciśnienie musi rosnąć. Jest to sytuacja, którą opisano w zadaniu. Gdy człowiek leży, styka się z podłożem większą powierzchnią ciała niż wtedy, gdy stoi. Wnioskujemy więc, że zmiana pozycji z leżącej na stojącą powoduje wzrost ciśnienia.

Jeżeli dobrze rozumiesz pojęcie ciśnienia i wiesz, jak się je oblicza, wskazanie poprawnego rozwiązania nie powinno być trudne.

Odpowiedź: Zaznaczamy A i 2.

Ważne!

- Wartość siły nacisku wywieranej przez ciało na płaską powierzchnię nie zależy od tego, jak to ciało jest ułożone względem podłoża.
- Ciśnienie obliczamy, dzieląc wartości siły nacisku przez pole powierzchni, na jaką ten nacisk jest wywierany: $p = \frac{F}{S}$.
- Przy stałej wartości siły nacisku zmniejszenie pola powierzchni podłoża, z którym styka się ciało, powoduje wzrost ciśnienia, natomiast zwiększenie tego pola powierzchni powoduje zmniejszenie ciśnienia.

E

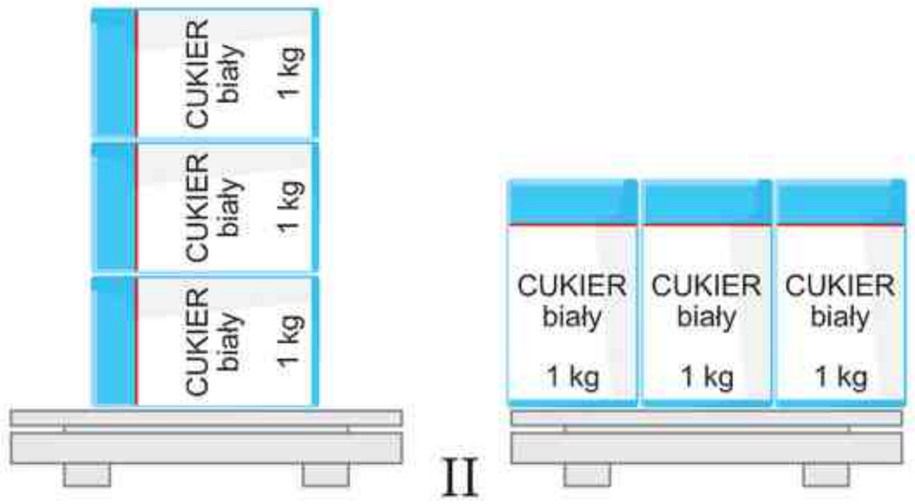
Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7S9YD

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie”

1. Na wadze kuchennej położono trzy jednokilogramowe torebki cukru, najpierw w sposób pokazany na rysunku I, a następnie tak jak na rysunku II.

Jak zmieniło się ciśnienie wywierane na wagę przez torebki, gdy zmieniono sposób ich ułożenia z pokazanego na rysunku I na przedstawiony na rysunku II?

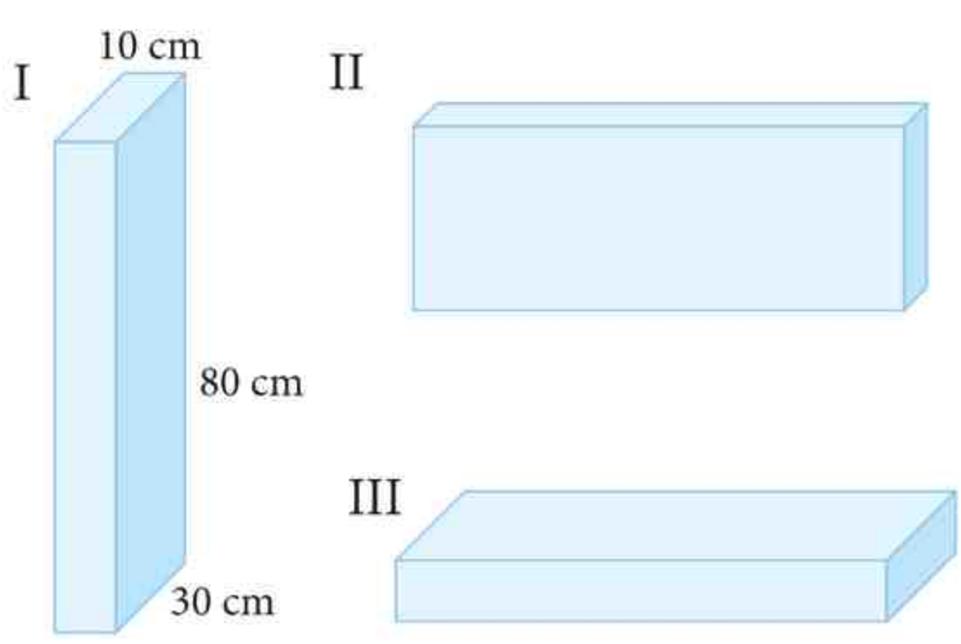


Wybierz odpowiedź A, B albo C oraz jej uzasadnienie 1. lub 2.

A.	Ciśnienie zmniejszyło się,	ponieważ	**1.**	masa cukru się nie zmieniła.
B.	Ciśnienie zwiększyło się,		**2.**	cukier o takim samym ciężarze co na rysunku I naciskał w sytuacji II na większą powierzchnię.
C.	Ciśnienie nie zmieniło się,			

2. Wskaż właściwe uzupełnienia zdania.

Jeżeli prostopadłościan położony na stole w pozycji II wywiera ciśnienie 120 Pa, to umieszczony w pozycji I wywiera ciśnienie **A/ B/ C**, natomiast umieszczony w położeniu III wywiera nacisk **D/ E/ F**.



A. 960 Pa **B.** 320 Pa **C.** 360 Pa

D. 40 N **E.** 9,6 N **F.** 96 N

3. Wskaż właściwe dokończenie zdania.

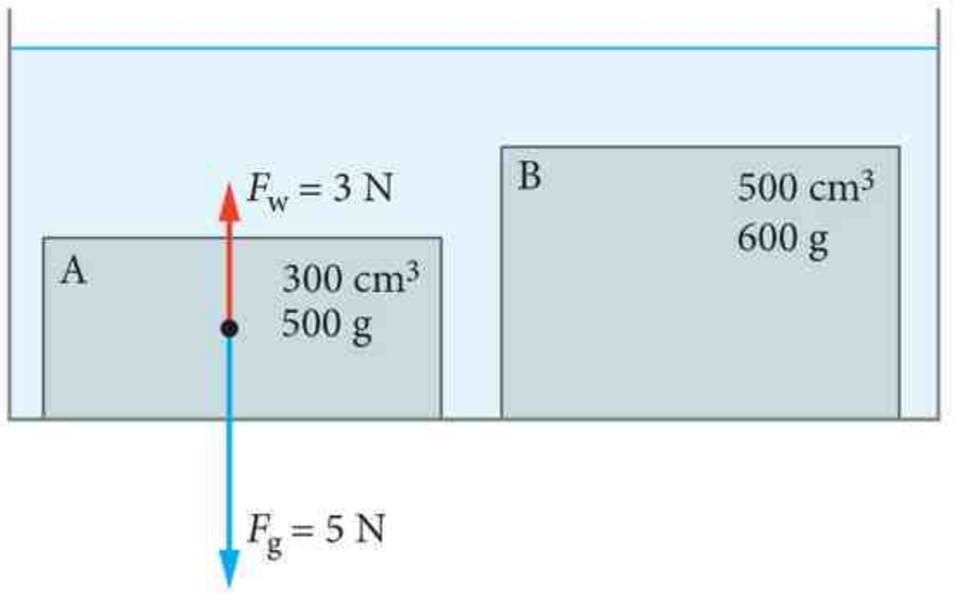
Pole powierzchni przyssawki jest równe około 100 cm^2. Przy ciśnieniu atmosferycznym 1000 hPa atmosfera ziemska wywiera na przyssawkę nacisk równy około



A. 100 N. **B.** 10 000 N. **C.** 1000 N. **D.** 100 000 N.

4. Na dnie naczynia z wodą znajdują się dwa ciała (patrz rysunek obok). Przy jednym z ciał narysowano działające na nie siły: wyporu oraz ciężkości i podano ich wartości.

Narysuj siłę wyporu oraz siłę ciężkości działające na ciało B. Zapisz wartości tych sił podobnie jak w przypadku ciała A.



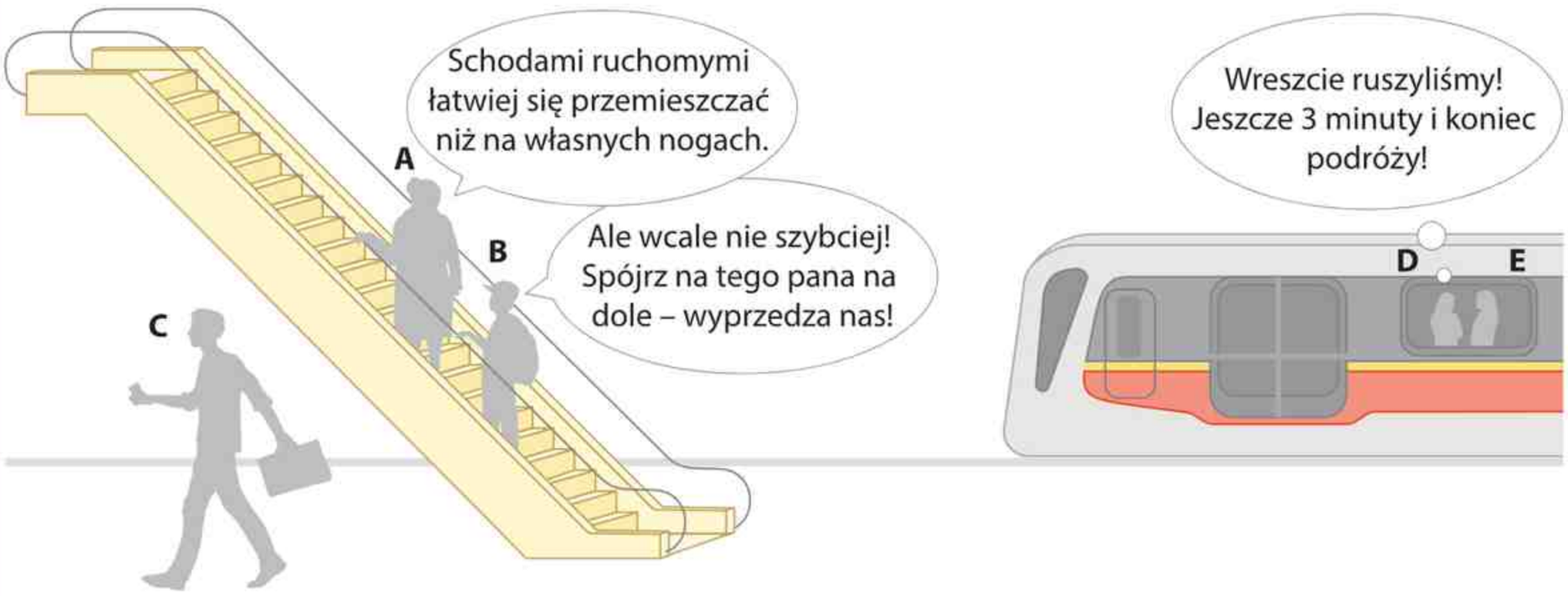
IV. Kinematyka

19 Ruch i jego względność

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F75ML4

Na dobry początek

1 **Przeanalizuj** sytuację przedstawioną na rysunku i wypowiedzi poszczególnych osób.



Wybierz dwie spośród osób na rysunku i **zapisz** po jednym przykładzie osoby lub przedmiotu, względem których dana osoba się porusza, oraz po jednym przykładzie osoby lub przedmiotu, względem których pozostaje w spoczynku.

Osoba oznaczona literą _____ porusza się względem _____,

natomiast pozostaje w spoczynku względem _____.

Osoba oznaczona literą _____ porusza się względem _____,

natomiast pozostaje w spoczynku względem _____.

2 **Wskaż** przy każdym zdaniu (I, II, III i IV) takie jego dokończenie (A lub B), aby opisywało układ odniesienia najlepszy do opisu ruchu podanego ciała.

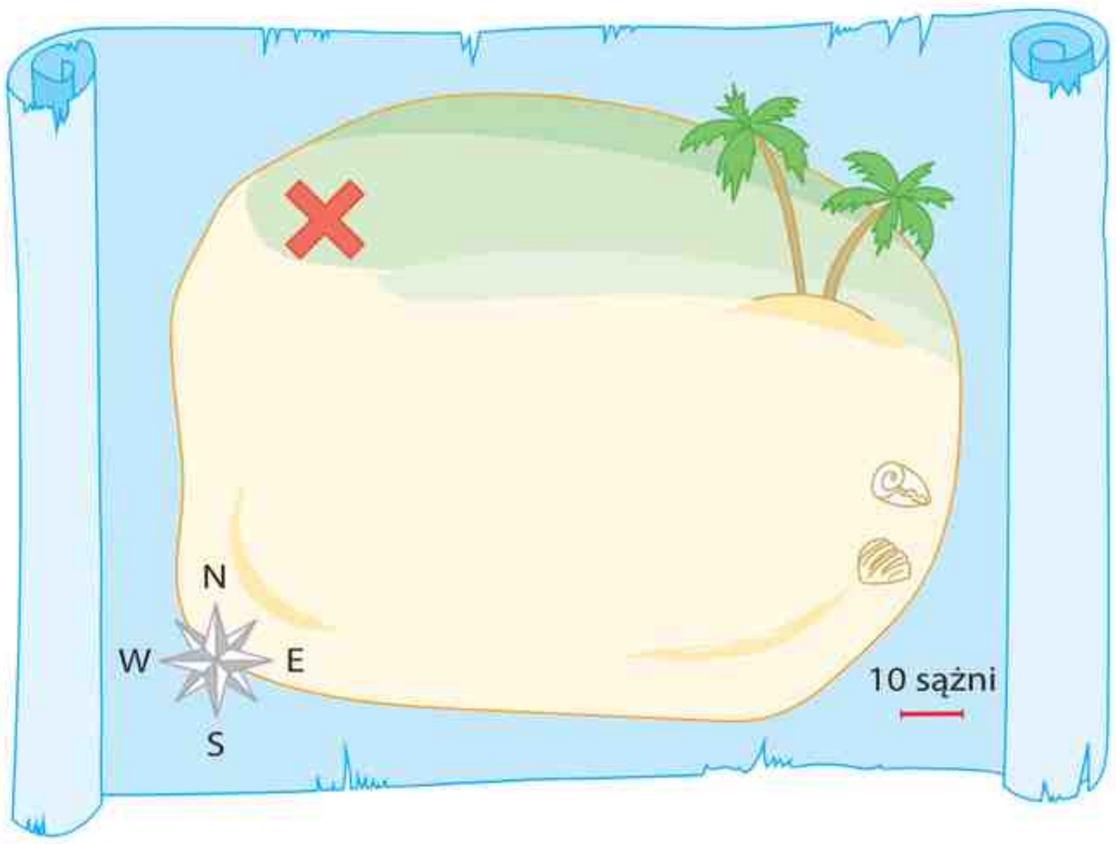
Najlepszy układ to taki, który pozwala jednoznacznie określić położenie tego ciała.

I.	Ruch pasażera spacerującego po pokładzie statku najlepiej opisać względem	**A.**	pokładu statku.
		B.	brzegu rzeki, którą płynie statek.
II.	Ruch samolotu podczas lądowania najlepiej opisać względem	**A.**	innych samolotów.
		B.	lotniska.
III.	Ruch windy w wieżowcu najlepiej opisać względem	**A.**	parteru tego budynku.
		B.	ostatniego piętra tego budynku.
IV.	Ruch planet w przestrzeni kosmicznej najlepiej opisać względem	**A.**	Ziemi.
		B.	Słońca.

3 Oto fragment opisu drogi do skarbu na starej pirackiej mapie.

Stań w miejscu oznaczonym czerwonym krzyżykiem i zwróć się twarzą na wschód. Przejdź prosto 40 sążni. Skręć na południe i przejdź 20 sążni. Skręć ponownie na wschód i przejdź 40 sążni. Obróć się w kierunku południa. Przejdź prosto 40 sążni. Odwróć się na zachód i przejdź 80 sążni. Na końcu odwróć się na północ i przejdź jeszcze 10 sążni. W miejscu, w którym się znajdujesz, jest ukryty skarb.

a) **Narysuj** na mapie zgodnie ze wskazówkami tor ruchu zakreślony podczas poszukiwania skarbu. **Zaznacz** kolorową kropką położenie skarbu.



b) **Oblicz** drogę w sążniach, jaką należało przebyć, poszukując skarbu zgodnie ze wskazówkami.

c) **Oblicz**, w jakiej odległości (w sążniach) od położenia początkowego (czerwony krzyżyk) znajduje się skarb.

d) Wiedząc, że jeden sążeń to 1,828 m, **oblicz**, ile metrów pokonał poszukiwacz, zanim znalazł skarb.

Zapamiętaj!

- Ruch to zmiana położenia ciała względem przyjętego układu odniesienia.
- Ruch jest względny.
- Układ odniesienia to wybrany układ ciał (lub ciało), względem którego określa się położenie opisywanego ciała.
- Tor ruchu to linia, którą zakreśla poruszające się ciało; długość tego toru to droga.

20 Ruch jednostajny prostoliniowy

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7FMTW

Na dobry początek

1 **Uporządkuj** wartości prędkości poniższych zwierząt od najmniejszej do największej, wpisując litery w odpowiednie kratki.

Aby porównać prędkości, musisz wyrazić je w tych samych jednostkach.

A.



gepard 25 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

B.



żarłacz biały 40 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$

C.



orzeł przedni 800 $\frac{\text{m}}{\text{min}}$

D.



zając 190 $\frac{\text{dm}}{\text{s}}$

$\square < \square < \square < \square$

Jest na to sposób! poniżej.

2 **a)** **Oblicz** prędkość samochodu poruszającego się ruchem jednostajnym, który przebył w czasie 0,2 godziny drogę 15 km.

Prędkość obliczamy, dzieląc przybytą drogę przez czas ruchu: $v = \frac{s}{t}$.

b) **Oblicz** prędkość biegacza, który ruchem jednostajnym przebiegł 900 m w czasie 180 s.

Jest na to sposób! Przeliczanie jednostek prędkości

Aby zamienić $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ na $\frac{\text{m}}{\text{s}}$:

Sposób I

zamieniamy km na m oraz h na s

np. $54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 54 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Sposób II

prędkość w $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ dzielimy przez 3,6

np. $54 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, bo $54 : 3{,}6 = 15$

Aby zamienić $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ na $\frac{\text{km}}{\text{h}}$:

Sposób I

zamieniamy m na km oraz s na h

np. $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \cdot \frac{\frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Sposób II

prędkość w $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ mnożymy przez 3,6

np. $20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, bo $20 \cdot 3{,}6 = 72$

Korzystam z informacji

Prędkość i jej pomiar

Podstawową jednostką prędkości w układzie SI jest metr na sekundę, ale prędkość jest podawana także w wielu innych jednostkach, zarówno opartych na jednostkach układu SI, np. km/h, jak i spoza niego, np. mph, czyli mila (lądowa) na godzinę (*miles per hour*). Ciekawa jest historia jednostki prędkości używanej w transporcie morskim – **węzła** (ang. *knot*).



Dawniej pomiary prędkości na statkach były wykonywane za pomocą **logu ręcznego**. Był to sznurek zakończony kawałkiem drewna (pływakiem), nawinięty na bęben. Na sznurku, w równej odległości (14,4 m), wiązane były węzły. Po wrzuceniu pływaka do wody sznurek się rozwijał. Jednocześnie odwracano klepsydrę żeglarską (28 s). Prędkość określano na podstawie liczby węzłów, które znalazły się w wodzie w mierzonym czasie.

Log ręczny jest dziś używany bardzo rzadko. Tę metodę pomiaru powinien jednak znać każdy żeglarz na wypadek, gdyby urządzenia elektroniczne zawiodły.
Obecnie na jachtach i statkach używa się najczęściej **systemu nawigacji satelitarnej GPS**. Odbiornik nawigacji satelitarnej mierzy odległość między dwoma położeniami obiektu oraz czas, jaki upłynął podczas zmiany położenia, i na tej podstawie oblicza prędkość.

Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

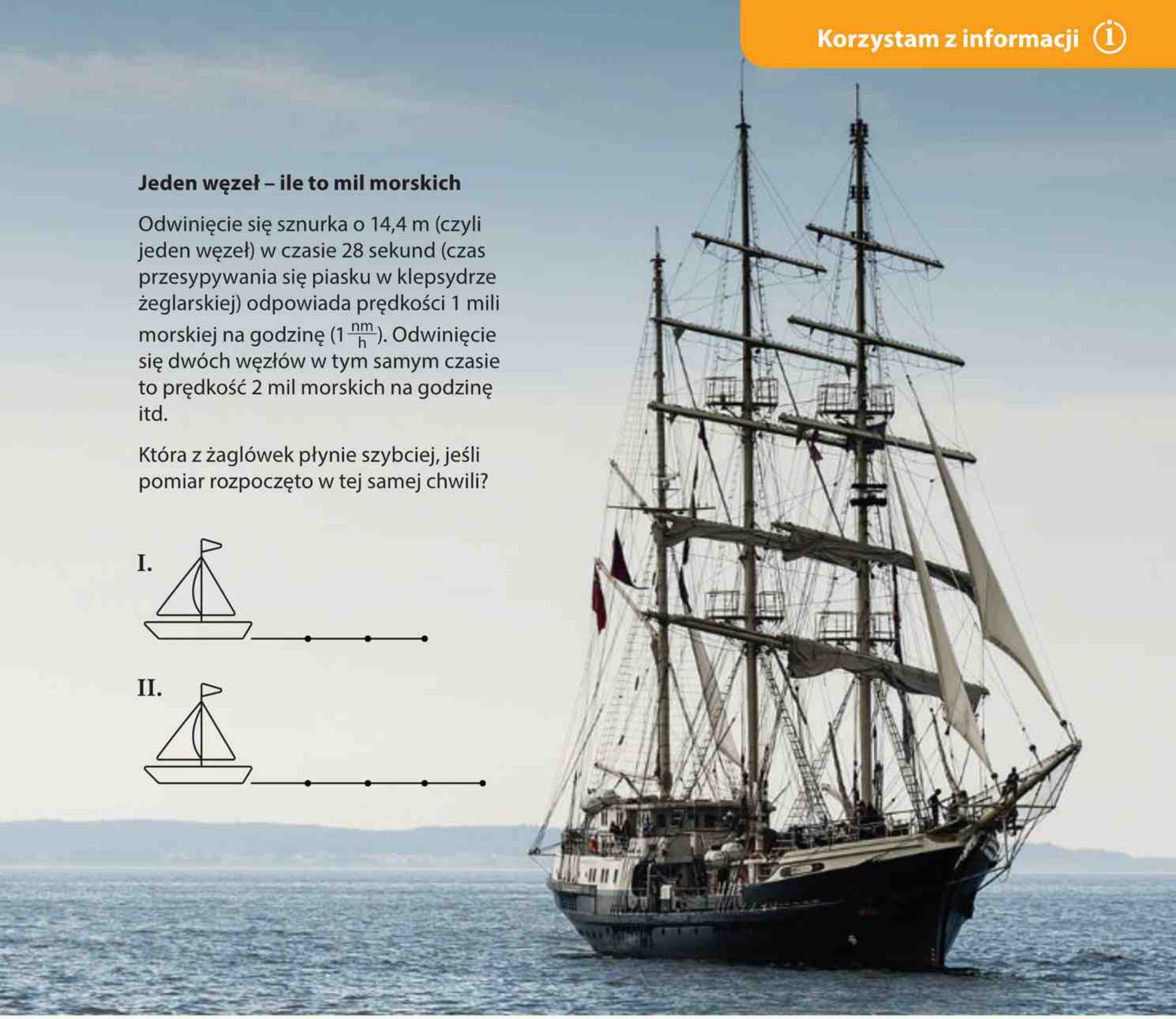
3 a) **Wskaż** właściwe uzupełnienie zdania.

Jeśli z logu ręcznego w ciągu 14 sekund odwiną się dwa węzły, to jacht porusza się z prędkością **A**/ **B**/ **C** mil morskich na godzinę.

A. dwóch **B.** siedmiu **C.** czterech

b) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	W transporcie morskim prędkość mierzona jest w węzłach i milach morskich.	**P**	**F**
2.	Statek płynący z prędkością jednego węzła pokonuje w ciągu sekundy więcej niż jeden metr.	**P**	**F**
3.	Im więcej węzłów wyciągnie się z wody po 28 sekundach pomiaru, tym wolniej łódź się porusza.	**P**	**F**



Jeden węzeł – ile to mil morskich

Odwinięcie się sznurka o 14,4 m (czyli jeden węzeł) w czasie 28 sekund (czas przesypywania się piasku w klepsydrze żeglarskiej) odpowiada prędkości 1 mili morskiej na godzinę ($1\ \frac{\text{nm}}{\text{h}}$). Odwinięcie się dwóch węzłów w tym samym czasie to prędkość 2 mil morskich na godzinę itd.

Która z żaglówek płynie szybciej, jeśli pomiar rozpoczęto w tej samej chwili?

I.

II.

c) **Uzupełnij** równość, wybierając prawidłowe odpowiedzi.

$1\ \frac{\text{nm}}{\text{h}} = _____\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = _____\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$

A. 1,85 **B.** 1,23 **C.** 0,514 **D.** 0,156

d) **Wskaż** właściwe dokończenie zdania.

Dwie żaglówki (I i II) w ciągu tego samego czasu pokonały drogi pokazane na rysunku. Ich prędkości mogą wynosić:

A. I: 2,5 $\frac{\text{nm}}{\text{h}}$ i II: 3,1 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

B. I: 4,9 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ i II: 3,5 $\frac{\text{nm}}{\text{h}}$.

C. I: 5,2 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ i II: 2,1 $\frac{\text{nm}}{\text{h}}$.

D. I: 2,2 $\frac{\text{nm}}{\text{h}}$ i II: 1,2 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

e) W dostępnych źródłach odszukaj informacje na temat historii systemu GPS. Dowiedz się, kiedy powstał i jakie było jego pierwotne przeznaczenie.

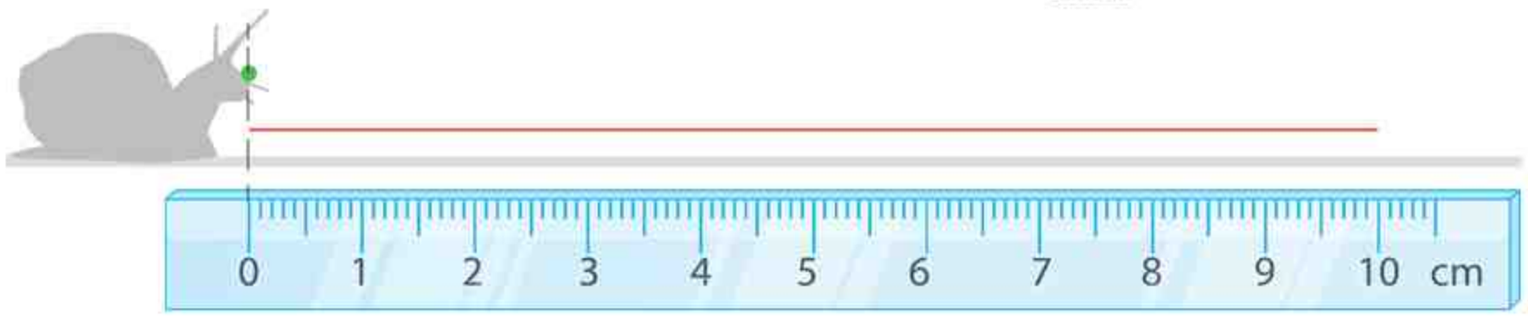
4 **Oblicz** drogę wyrażoną w metrach (m), jaką przebędzie

Pamiętaj, że jednostki możemy skrócić tylko wtedy, gdy są takie same!

a) piechur idący z prędkością 5,4 $\frac{km}{h}$ w ciągu 10 sekund,

b) bocian lecący z prędkością 16 $\frac{m}{s}$ w czasie 2 godzin lotu.

5 Na rysunku zaznaczono czerwoną linią tor ruchu ślimaka, który porusza się ruchem jednostajnym po kamiennym murku w ogrodzie z prędkością 5 $\frac{cm}{min}$.

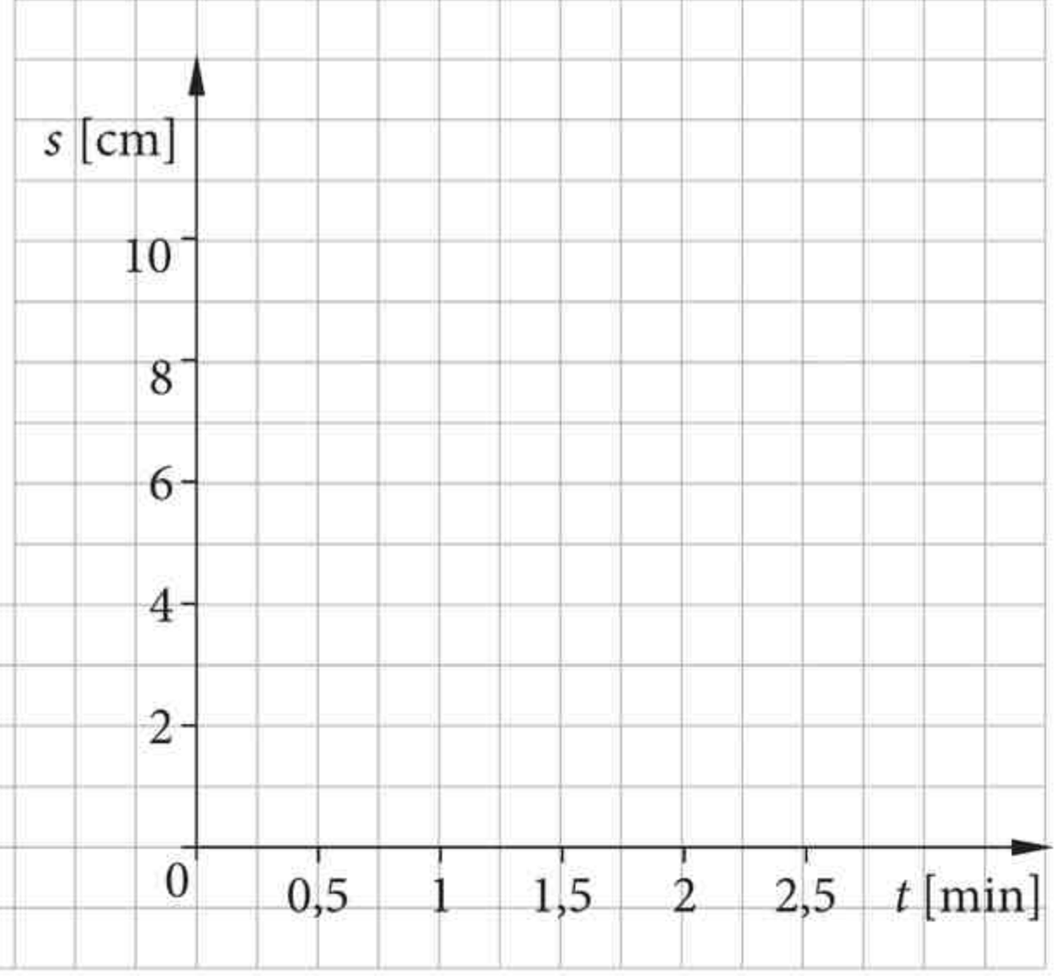


a) **Zaznacz** położenie kropki na głowie ślimaka po 0,5 minuty, 1 minucie, 1,5 minuty oraz 2 minutach. Zauważ, że na początku głowa ślimaka znajdowała się przy liczbie 0 na linijce.

b) Na podstawie rysunku **uzupełnij** tabelę zależności przebytej drogi od czasu.

t [min]	0	0,5			
s [cm]	0				

c) Na podstawie danych z powyższej tabeli **narysuj** wykres zależności drogi przebytej przez ślimaka od czasu.



Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7N4XC

Zapamiętaj!

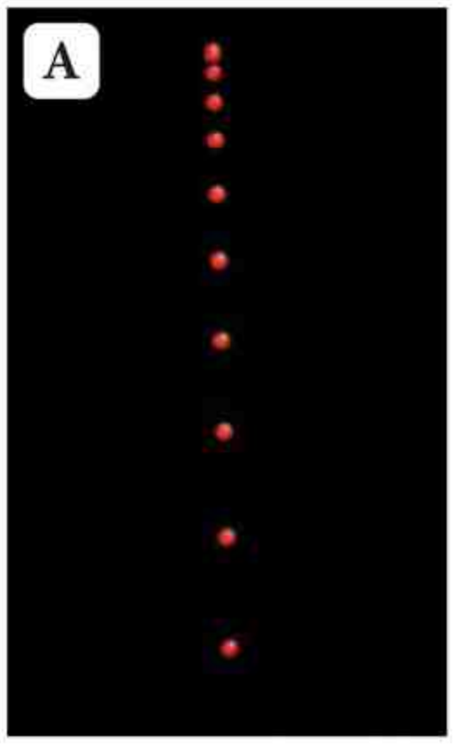
- Wartość prędkości można obliczyć ze wzoru: $v = \frac{s}{t}$, gdzie s – droga, t – czas ruchu.
- W ruchu jednostajnym prostoliniowym prędkość ma wartość stałą. Jednostką prędkości jest 1 $\frac{m}{s}$.
- Drogę w ruchu jednostajnym prostoliniowym obliczamy z zależności: $s = v \cdot t$.

21 Ruch prostoliniowy zmienny

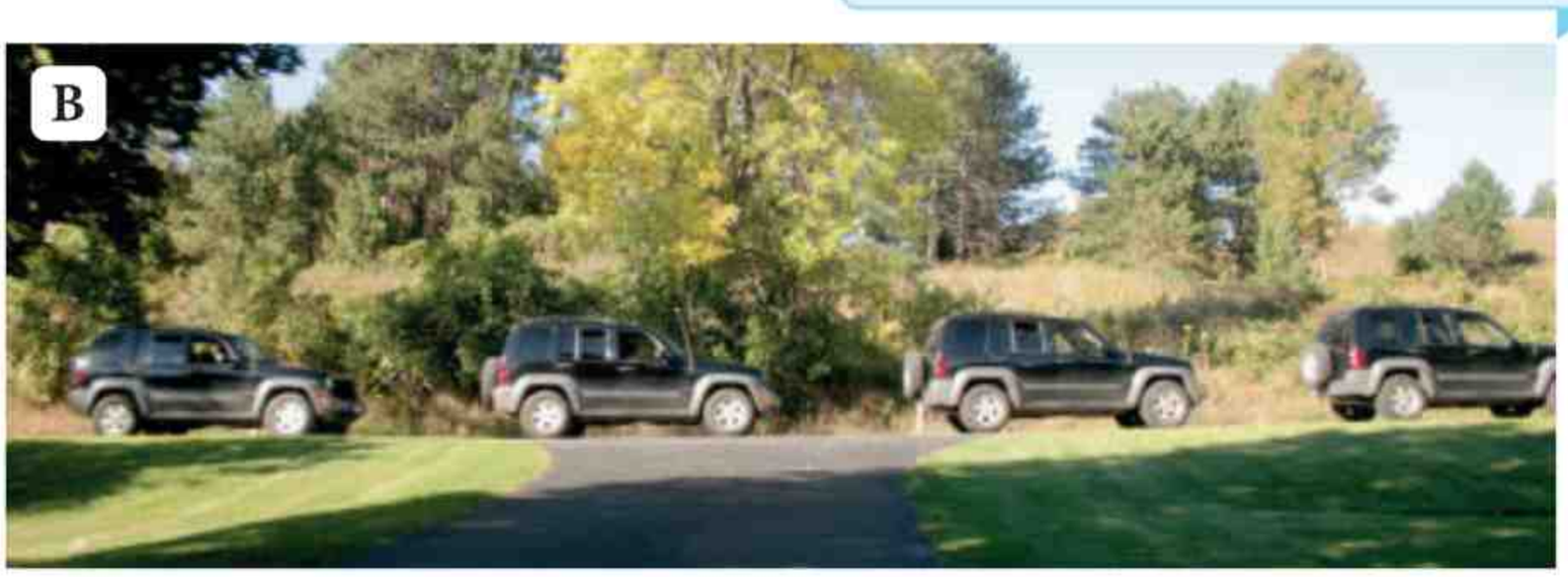
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F774LY

Na dobry początek

1 Zdjęcia A i B przedstawiają odpowiednio położenie piłki i samochodu w równych odstępach czasu. **Przeanalizuj** ruch piłki i samochodu i odpowiedz, które z ciał poruszało się ruchem jednostajnym, a które – niejednostajnym. **Uzasadnij** odpowiedź.



Zastanów się, czy wartość prędkości zmienia się w czasie czy nie.



2 Droga między szkołą a domem Antka liczy 1200 m. Chłopiec pokonywał ją pieszo – przez 900 m szedł ze średnią prędkością 1,5 $\frac{m}{s}$, ale potem zaczął padać deszcz i Antek przyspieszył kroku, ostatnie 300 m pokonując ze średnią prędkością 2 $\frac{m}{s}$. **Oblicz**:

a) w jakim czasie przebył pierwsze 900 m?

Czas obliczysz, przekształcając wzór $v_{śr} = \frac{s}{t}$ do postaci $t = \frac{s}{v_{śr}}$.

b) w jakim czasie przebył ostatnie 300 m?

c) z jaką średnią prędkością Antek pokonał drogę ze szkoły do domu?

3 Rowerzysta rozpędza się ze stałym przyspieszeniem 0,6 $\frac{m}{s^2}$. **Uzupełnij** diagram o brakujące wartości prędkości. Następnie na podstawie diagramu **dokończ** zdanie.



W każdej sekundzie ruchu prędkość rowerzysty zwiększa się o _____ _____.
wartość jednostka

Zapisz działanie, które pozwoli obliczyć prędkość rowerzysty po upływie 10 s.

Zapisz za pomocą symboli wzór na zmianę prędkości rowerzysty poruszającego się z przyspieszeniem a.

$$\Delta v = _____ \cdot _____$$

4 **Przeanalizuj** opisy sytuacji przedstawionych na zdjęciach. **Uzupełnij** tabelę, która pozwoli obliczyć średnie przyspieszenie w sytuacjach pokazanych poniżej.



Sprinterka w biegu na 100 m rozpędza się od 0 do 36 $\frac{km}{h}$ w 4 s.



Samochód zwiększa prędkość od 90 $\frac{km}{h}$ do 117 $\frac{km}{h}$ w 10 s.



Motocykl zwiększa prędkość od 72 $\frac{km}{h}$ do 108 $\frac{km}{h}$ w 5 s.

	Sprinterka	Samochód	Motocykl
Zmiana prędkości $\left[\frac{km}{h}\right]$			
Zmiana prędkości $\left[\frac{m}{s}\right]$			
Czas [s]			
Przyspieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$			

5 Prędkość hamującego tramwaju zmniejsza się o 1,2 $\frac{m}{s}$ w ciągu każdej sekundy.

a) **Uzupełnij** tabelę zależności prędkości od czasu dla tego tramwaju.

Prędkość $\left[\frac{m}{s}\right]$	10,8	9,6	8,4			
Czas od rozpoczęcia hamowania [s]	0	1	2	3	4	5

b) **Oblicz**, po jakim czasie tramwaj się zatrzyma.

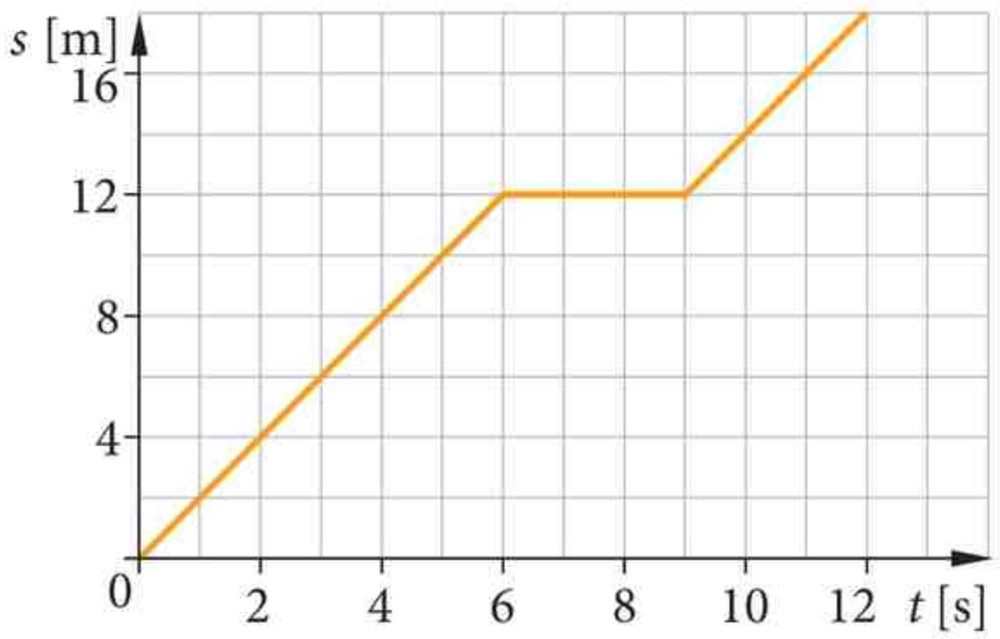
6 **Odpowiedz na** pytania dotyczące ruchu ciała, dla którego zależność drogi od czasu przedstawiono na wykresie. **Zastosuj** wiedzę z przykładu pod kodem QR.

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7RMTN

a) Z jaką prędkością poruszało się ciało podczas pierwszych 6 s ruchu?

b) Kiedy i jak długo ciało pozostawało w spoczynku?

c) Z jaką prędkością poruszało się ciało podczas ostatnich 3 s ruchu?



Dla dociekliwych

7 Rowerzysta przejechał pierwszą połowę drogi równej 1800 m ze średnią prędkością 3 $\frac{m}{s}$. Czy jest możliwe, aby na całej trasie uzyskał średnią prędkość 6 $\frac{m}{s}$? **Uzasadnij** odpowiedź za pomocą obliczeń.



Zapamiętaj!

- Ruch niejednostajny to ruch, w którym wartość prędkości zmienia się w czasie.
- Prędkość średnią obliczamy jako iloraz całkowitej drogi i czasu trwania ruchu: $v_{śr} = \frac{s}{t}$.
- Prędkość chwilowa to prędkość ciała w danej chwili.
- Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony/opóźniony to ruch, w którym prędkość w każdej kolejnej sekundzie zwiększa/zmniejsza się o taką samą wartość.
- Przyspieszenie to iloraz przyrostu prędkości i czasu, w którym ten przyrost nastąpił: $a = \frac{\Delta v}{t}$.
- Jednostką przyspieszenia jest 1 $\frac{m}{s^2}$.

22 Badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7G4AJ

Na dobry początek



1 Uczniowie podzieleni na grupy badali, czy ich kolega Janek zjeżdżał na rowerze z górki ruchem jednostajnie przyspieszonym. Na rowerze Janka był prędkościomierz.

Wskaż, które z poniższych pomiarów wykonanych przez poszczególne grupy uczniów są wystarczające do stwierdzenia, że ruch rowerzysty mógł być jednostajnie przyspieszony.

A. Długość przebytej drogi i czas jej przejazdu.

B. Prędkości wskazywane przez prędkościomierz co 1 sekundę.

C. Czas przejazdu kolejnych odcinków o długościach równych odpowiednio 5 m, 15 m, 25 m.

D. Długość przebytej drogi i prędkość końcowa rowerzysty.

E. Prędkość końcowa wskazana przez prędkościomierz i czas przejazdu.

2 Na rysunkach pokazano wskazania prędkościomierza skutera w równych odstępach czasu.

a) Odczytaj wartości prędkości z prędkościomierza i **uzupełnij** tabelę (od $t = 0$ s, czyli rozpoczęcia ruchu, do osiągnięcia prędkości 40 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$).

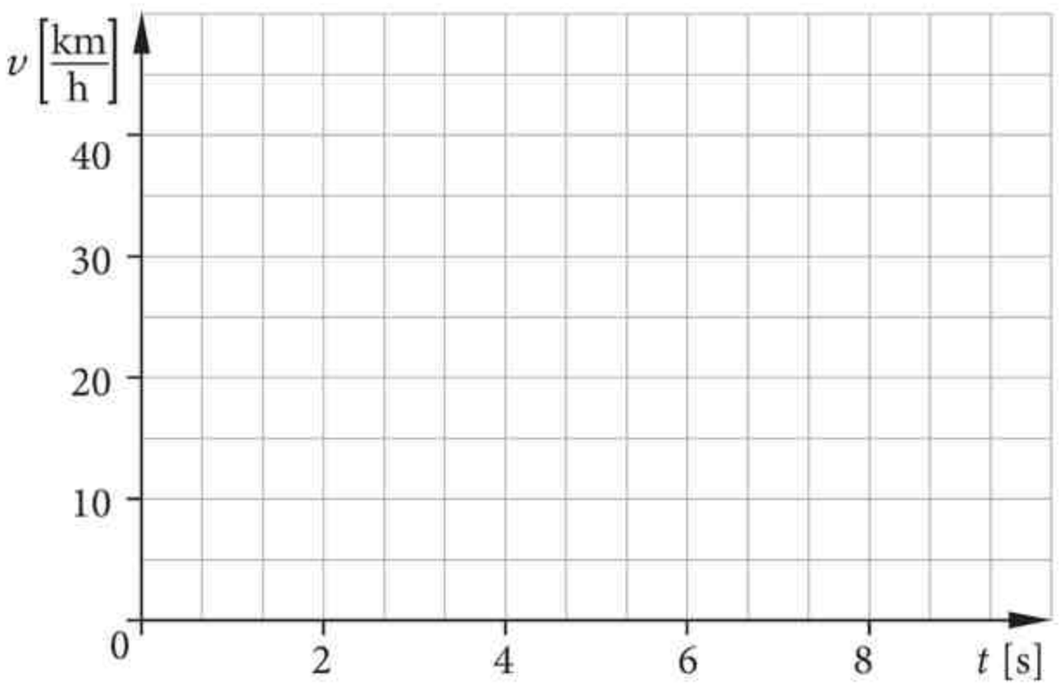


w chwili $t = 0$ s | po 2 sekundach | po 4 sekundach | po 6 sekundach | po 8 sekundach

b) Korzystając z tabeli, **sporządź** wykres zależności prędkości skutera od czasu.

t [s]	0	2	4	6	8
$v\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$	0				

c) Jakim ruchem poruszał się ten skuter? **Uzasadnij** odpowiedź, odwołując się do sporządzonego wykresu.



3 W tabeli podano wartości prędkości w poszczególnych sekundach ruchu trzech różnych ciał.

Przeanalizuj te dane i **uzupełnij** zdania.

Czas [s]		0	1	2	3	4
Prędkość ciała $[\frac{m}{s}]$	I	0	1	2	4	8
	II	0	2,5	5	7,5	10
	III	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Ciało _____ porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym, ponieważ _____

_____.

Ciało _____ porusza się ruchem jednostajnym, ponieważ _____

_____.

Ciało _____ porusza się ruchem niejednostajnym, ponieważ _____

_____.

4 **Oblicz** prędkość końcową ciała po 20 sekundach ruchu ciała. Wiadomo, że ciało to początkowo spoczywało, a następnie poruszało z przyspieszeniem 0,45 $\frac{m}{s^2}$.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7X2NS

Dla dociekliwych

5 Ciało poruszające się ruchem jednostajnie przyspieszonym, którego początkowa prędkość wynosiła 0 $\frac{m}{s}$, w ciągu pierwszej sekundy ruchu przebyło 1 m, w ciągu dwóch sekund 4 m, natomiast w ciągu 3 sekund 9 m. **Oblicz**, po ilu sekundach od rozpoczęcia ruchu ciało przebędzie 36 m.

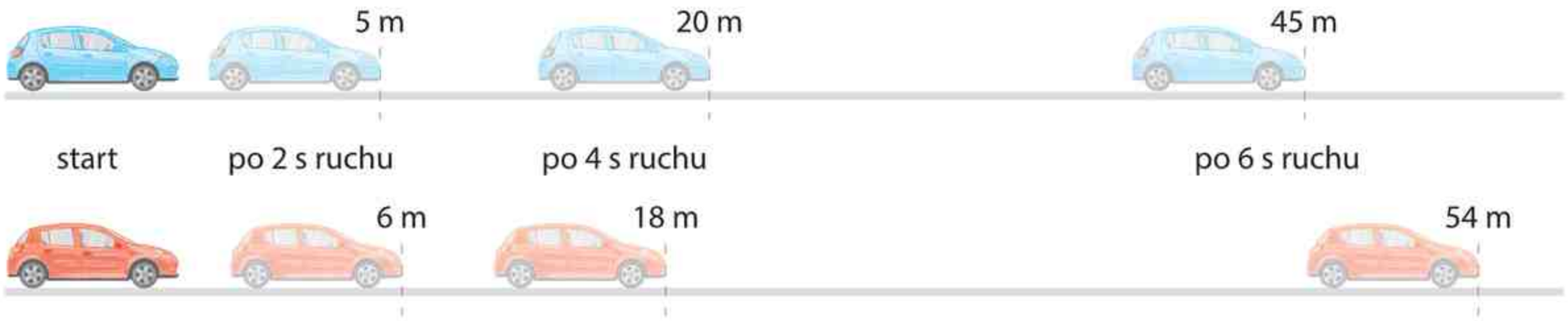
23 Analiza wykresów ruchów prostoliniowych: jednostajnego i jednostajnie zmiennego

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F74RP3

Na dobry początek

1 Na rysunku (bez zachowania skali) przedstawiono kolejne położenia dwóch początkowo spoczywających samochodów, które zaczęły się poruszać. **Przeanalizuj** pokazane sytuacje i **odpowiedz** na pytania.

Skorzystaj z zależności drogi od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym.

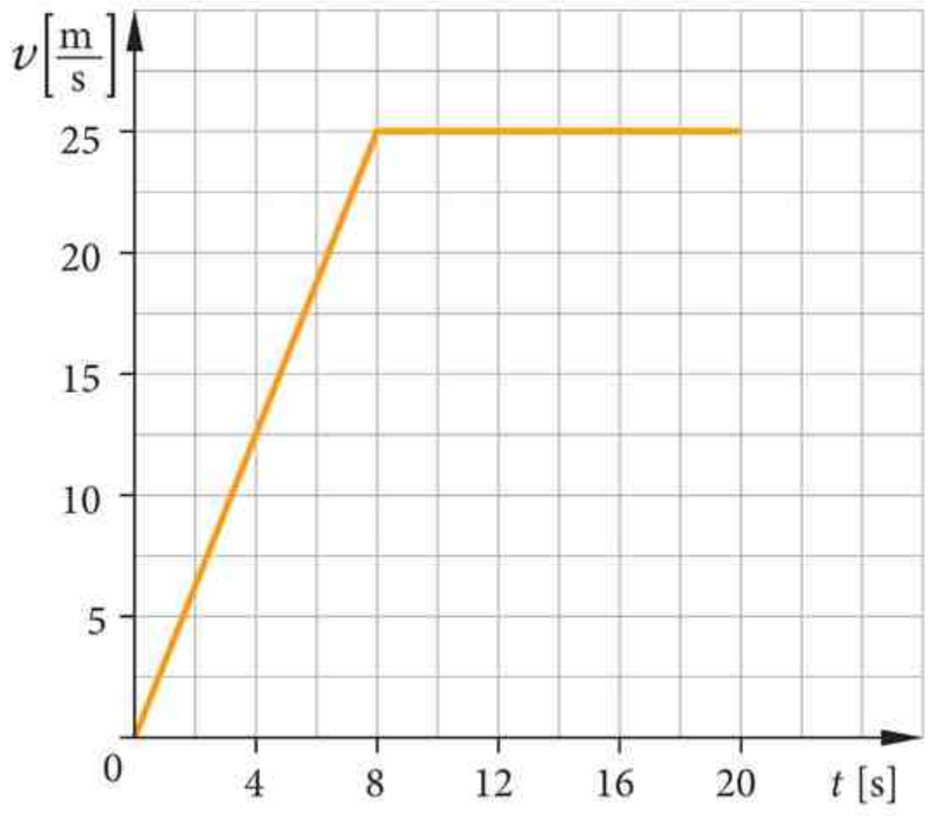


a) Który z samochodów poruszał się ruchem jednostajnie przyspieszonym? **Uzasadnij** odpowiedź. _____

_____

b) Jaką wartość ma przyspieszenie pojazdu wskazanego przez ciebie w punkcie a), jeżeli po czterech sekundach ruchu osiągnął on prędkość 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$?

2 Na wykresie zilustrowano zależność prędkości od czasu dla ruchu pewnego samochodu. **Uzupełnij** poniższe etapy obliczenia drogi przebytej przez ten samochód w ciągu 20 s ruchu.



Z wykresu widać, że początkowo samochód poruszał się ruchem _____ – przez pierwsze 8 s ruchu samochód zwiększył prędkość od 0 do _____ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, więc jego przyspieszenie miało wartość:

$$a = \frac{\text{_____ } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{_____ s}} = \text{_____ } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Skoro znamy przyspieszenie i czas, obliczamy drogę przebytą przez samochód w czasie pierwszych 8 s ruchu, korzystając ze wzoru na drogę w ruchu jednostajnie przespieszonym.

$$s_1 = \frac{at^2}{2} = \frac{\text{_____} \cdot (\text{_____})^2}{2} = \text{_____ m}$$

Z analizy wykresu wynika, że od 8 s do 20 s samochód poruszał się ruchem _____ _____. W tym ruchu drogę obliczamy ze wzoru: $s =$ _____ · _____.

Zatem droga przebyta przez samochód przez ostatnie 12 s ruchu jest równa:

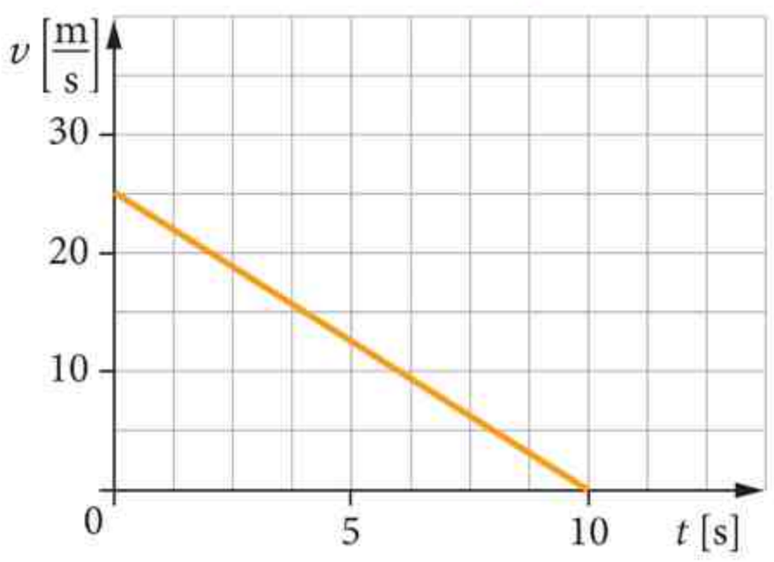
$$s_2 =$$ _____ · _____ = _____ m

Całkowita droga przebyta przez samochód wynosi:

$$s = s_1 + s_2 =$$ _____ m + _____ m = _____ m

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F74GLB

3 Na wykresie przedstawiono zależność prędkości od czasu dla hamującego samochodu osobowego. Przeanalizuj rozwiązanie zadania pod kodem QR, a następnie **odpowiedz** na poniższe pytania.



a) Jaka była początkowa prędkość samochodu? _____

b) Ile czasu upłynęło od rozpoczęcia hamowania do zatrzymania samochodu? _____

c) Z jakim przyspieszeniem poruszał się samochód?

d) Jaką drogę przebył samochód do chwili, aż się zatrzymał?

4 Samochód jedzie ze stałą prędkością 12 $\frac{m}{s}$, natomiast motocykl poruszający się ruchem jednostajnie przyspieszonym rozpędził się od 0 do 30 $\frac{m}{s}$ w ciągu 5 s. Oba pojazdy poruszają się po tej samej drodze, a ich ruch badamy od tego samego momentu.

a) **Oblicz** przyspieszenie, z jakim poruszał się motocykl.

b) **Uzupełnij** tabelę i na jej podstawie **odpowiedz**, po jakim czasie motocykl i samochód przebędą taką samą drogę. Ile będzie równa ta droga?

Czas ruchu [s]	0	1	2	3	4	5
Droga przebyta przez samochód [m]	0	12				
Droga przebyta przez motocykl [m]	0	3				

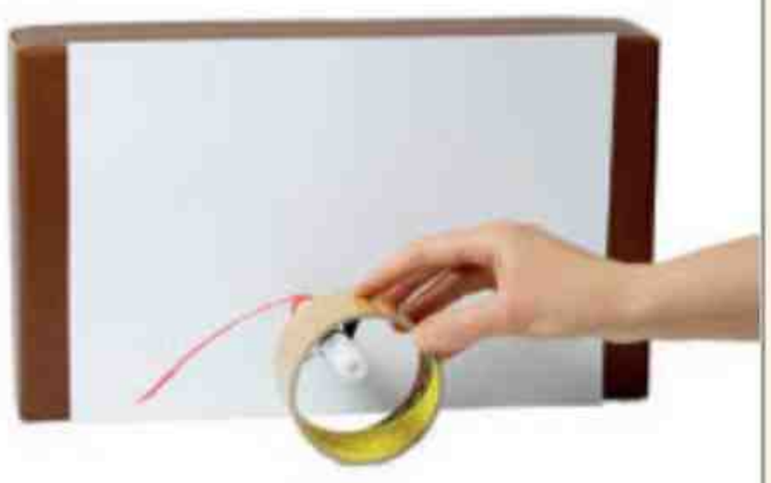
Dziennik laboratoryjny

Jak porusza się punkt na okręgu

Temat 19

- **Cel:** Badanie kształtu toru ruchu wentyla w dętce rowerowej w układzie związanym z jezdnią.
- **Potrzebne będą:** szeroka rolka taśmy lub rura o dużym przekroju, pisak, taśma klejąca, gruba kartka papieru lub kawałek tektury, taśma malarska.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Przymocuj ołówek taśmą klejącą do wewnętrznej strony rolki lub rury.
2. Przyklej taśmą malarską kartkę papieru lub tekturę do ściany tak, aby jej dolna krawędź znajdowała się na wysokości blatu stołu. Dosuń stół do ściany. Przyłóż do ściany rolkę lub rurę tak, aby pisak dotykał kartki papieru.



3. Tocz rolkę z pisakiem po stole, dociskając ją do kartki papieru.
4. Opisz kształt toru zakreślonego na kartce przez pisak.

5. W dostępnych źródłach odszukaj, jak nazywa się uzyskana przez ciebie krzywa (zakreślana przez punkt na toczącym się okręgu). Zapisz jej nazwę.

6. Spróbuj przeprowadzić eksperyment, rysując tor ruchu w przypadku, gdyby nasze koło (z rolki taśmy) buksowało, czyli obracało się wiele razy, niewiele się przesuwając, oraz w przypadku, gdyby koło się zablokowało (tzn. przesuwało się, obracając się bardzo wolno lub nie obracając w ogóle).
   Czy uzyskane wyniki były zgodne z twoimi przewidywaniami?

7. Zastanów się, jak można byłoby doświadczalnie wyznaczyć krzywą zakreślaną przez punkty znajdujące się po zewnętrznej stronie koła. Opisz krótko swoją propozycję.

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7Z64T

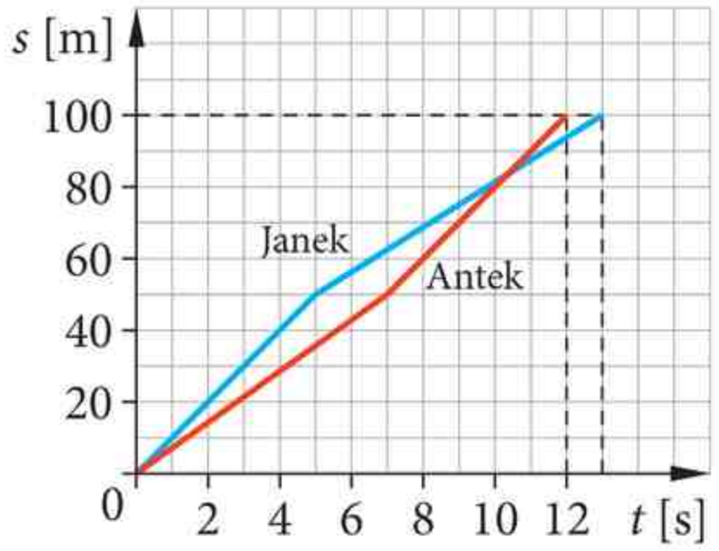
E

Sposób na zadanie

Odczytywanie z wykresów informacji kluczowych dla opisywanego zjawiska

Zadanie 13. (0–1) CKE Kwiecień 2017

Antek i Janek rywalizowali ze sobą na dystansie 100 m. Każdemu chłopcu zmierzono czas przebycia połowy dystansu i całego dystansu. Wyniki pomiarów chłopcy przedstawili schematycznie w formie wykresu zależności przebytej drogi od czasu.



Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Na dystansie 100 m Antek uzyskał większą prędkość średnią niż Janek.	**P**	**F**
2.	Po 10 sekundach biegu Janek wyprzedził Antka.	**P**	**F**

Rozwiązanie:

1. Z wykresu odczytujemy, że Antek potrzebował 12 s na przebiegnięcie 100 m, a Janek – 13 s. Wynika z tego, że średnia prędkość Antka była większa, ponieważ ten sam dystans przebył on w krótszym czasie niż Janek. Zdanie jest prawdziwe.

W tym zadaniu 1 pkt dostaniesz tylko za oba poprawne zaznaczenia, więc dobrze się zastanów nad każdym wyborem.

2. Z treści zadania nie wynika, aby na obu odcinkach chłopcy poruszali się ruchem jednostajnym, jak sugerowałby wykres. Mamy jedynie informacje o czasie przebycia pierwszych 50 m oraz kolejnych 50 m. Pierwszy odcinek Janek przebiegł w krótszym czasie niż Antek. Mimo to Antek dobiegł na metę wcześniej niż kolega, co oznacza, że musiał go wyprzedzić w przedziale czasu między 7 s a 12 s – nie wiemy jednak kiedy dokładnie. Zdanie jest fałszywe.

Do zadań typu prawda–fałsz nie musisz zapisywać uzasadnień – jednak dobrze, abyś formułował je w myślach. Będziesz miał większą pewność, że twoje rozumowanie jest poprawne.

Uwaga: Jeżeli ruch chłopców traktować jako ruch odcinkami jednostajny, to z wykresu wynika, że Antek wyprzedził Janka po 10 s (miejsce przecięcia obu wykresów). Jednak wtedy musiałoby to zostać zapisane w treści zadania.

Odpowiedź: Zaznaczamy 1. P, 2. F.

Ważne!

- Jeżeli polecenie dotyczy prędkości średniej, sprawdź, czy są dane całkowita droga i całkowity czas jej przebycia. Nie jest ważne, co działo się z obiektem podczas jej pokonywania.
- Jeżeli dwa ciała przebyły tę samą drogę, to większą prędkość średnią ma to z nich, które przebyło drogę w krótszym czasie.
- Na podstawie czasów, w jakich dwa ciała przebyły poszczególne odcinki drogi, można wywnioskować, czy jedno z nich wyprzedziło drugie.

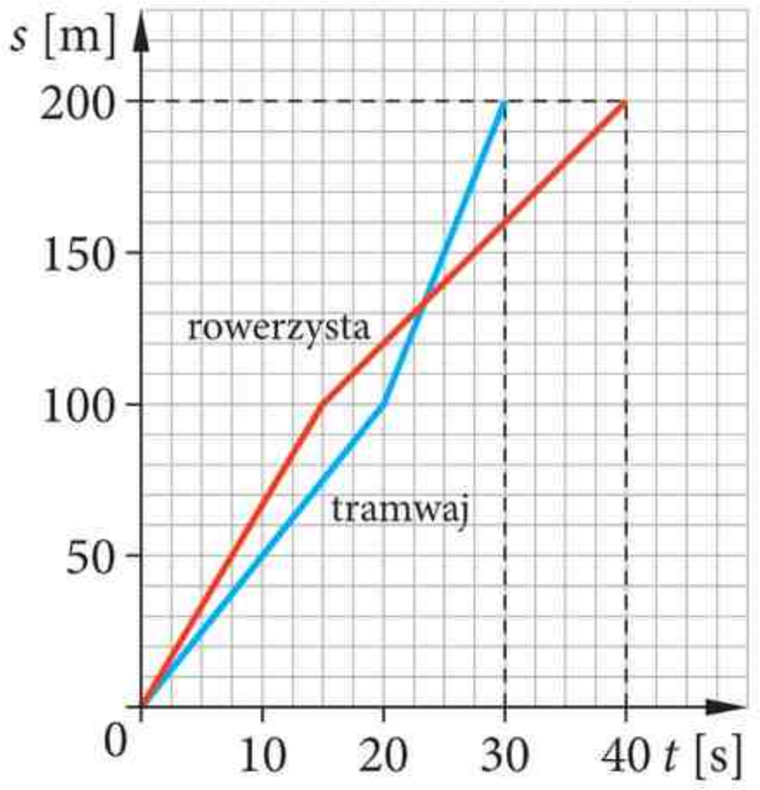
E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7LP9T

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie”

1. Rowerzysta jechał po ścieżce rowerowej równoległej do torów tramwajowych, po których w tę samą stronę poruszał się tramwaj. Możemy przyjąć, że początkowo rower znajdował się na wysokości przodu pierwszego wagonu. Zmierzono czasy, w jakich oba pojazdy przebyły pierwsze oraz kolejne 100 m drogi. Na wykresie zilustrowano schematycznie, jak zmieniała się droga w czasie pokonywania pierwszych oraz kolejnych 100 m przez oba pojazdy. Przeanalizuj ten schemat, zanim przejdziesz do dalszej części zadania.

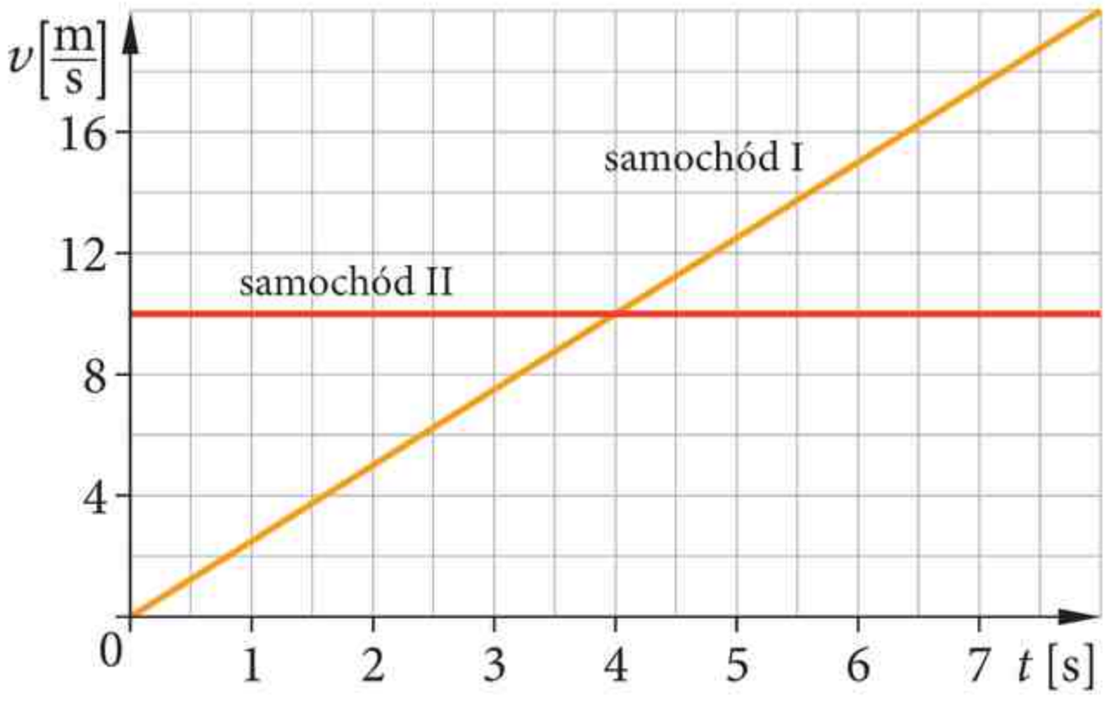


Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Na dystansie 200 m tramwaj uzyskał większą prędkość średnią niż rowerzysta.	**P**	**F**
2.	Na dystansie pierwszych 100 m tramwaj uzyskał większą prędkość średnią niż rowerzysta.	**P**	**F**
3.	Pomiędzy 20 s a 30 s tramwaj wyprzedził rowerzystę.	**P**	**F**

Informacja do zadań 2 i 3

Wykres przedstawia zależność prędkości od czasu dla dwóch samochodów.



2. Wybierz poprawne uzupełnienia zdania.

Po 8 s ruchu samochód I osiągnął prędkość **A/ B** i przebył drogę **C/ D**.

A. taką samą jak samochód II

B. dwukrotnie większą niż samochód II

C. taką samą jak samochód II

D. dwukrotnie dłuższą niż samochód II

3. Wybierz zdanie prawdziwe.

A. Samochód II w każdej sekundzie ruchu pokonywał mniej niż 10 m.

B. Samochód I w pierwszej sekundzie ruchu przebył drogę większą niż 1 m.

C. Samochód I poruszał się z przyspieszeniem $2\ \frac{m}{s^2}$.

D. Po pierwszych 4 s ruchu oba samochody przebyły taką samą drogę.

4. Rowerzysta jechał prostą aleją o długości 200 m, wzdłuż której co 10 m rosną drzewa. Mijał je co 3 sekundy. W połowie długości alei ominął stojący na jezdni samochód.

Podkreśl wybrane wyrażenie, aby zdanie było prawdziwe.

Rowerzysta jechał aleją ruchem *jednostajnym krzywoliniowym/ niejednostajnym prostoliniowym*.

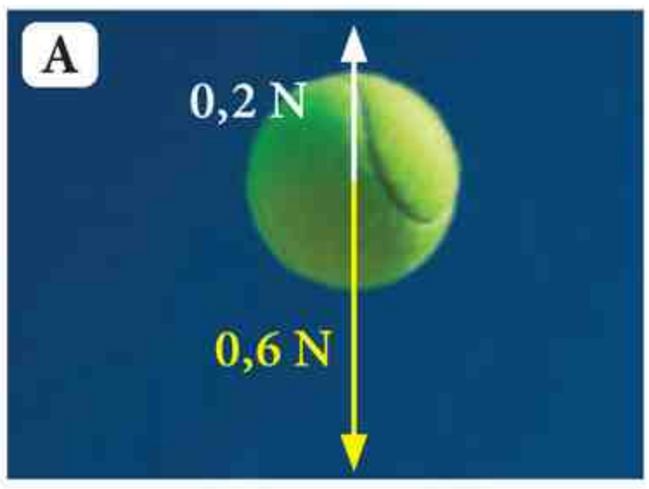
V. Dynamika

24 Pierwsza zasada dynamiki Newtona – bezwładność

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7VL8V

Na dobry początek

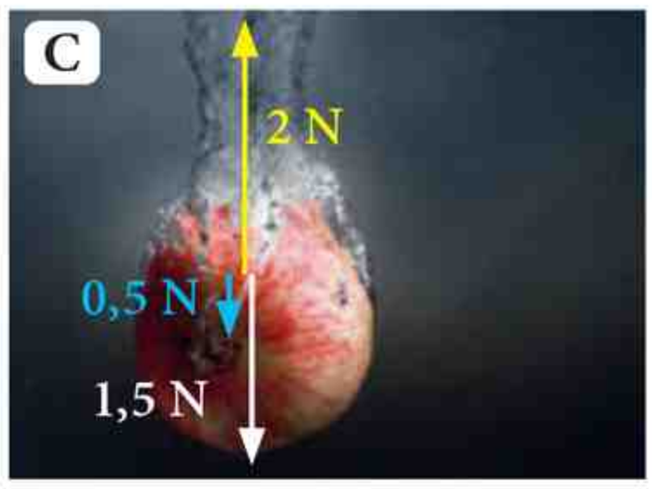
1 Na ilustracjach zaznaczono wektory sił działających na przedstawione na nich ciała. **Uzupełnij** opisy o wartość siły wypadkowej F_w i znak określający zwrot tej siły: w prawo →, w lewo ←, do góry ↑, w dół ↓ lub wpisz =, jeżeli siły się równoważą.



$F_w =$ _____ N, zwrot $\vec{F}_w$ ☐



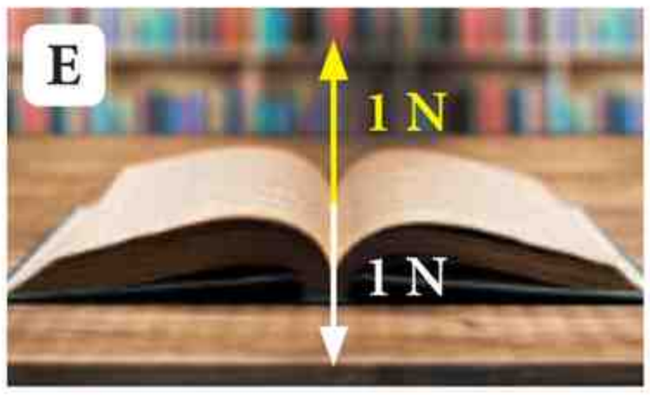
$F_w =$ ___ MN, zwrot $\vec{F}_w$ ☐



$F_w =$ _____ N, zwrot $\vec{F}_w$ ☐



$F_w =$ _____ N, zwrot $\vec{F}_w$ ☐

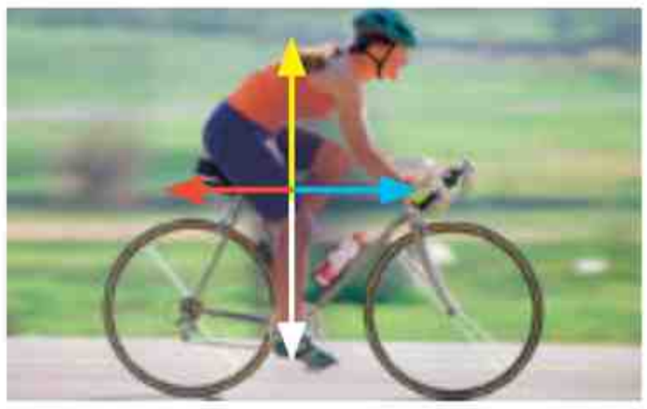


$F_w =$ _____ N, zwrot $\vec{F}_w$ ☐



$F_w =$ _____ N, zwrot $\vec{F}_w$ ☐

2 Na zdjęciach narysowano wektory sił działających na przedstawione na nich ciała. **Uzupełnij** zdania tak, aby były poprawne, i **podkreśl** ich właściwe dokończenia.



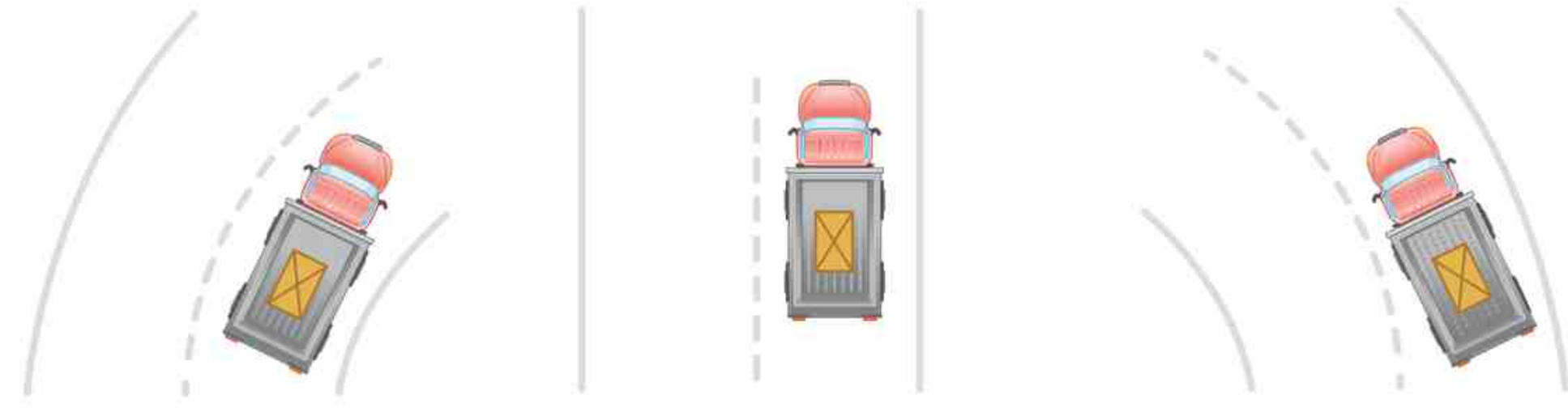




Rowerzystka porusza się ruchem _____, ponieważ działające na nią siły się *równoważą/ nie równoważą*. Spadająca w powietrzu kropla wody porusza się ruchem _____, ponieważ działające na nią siły się *równoważą/ nie równoważą*.

Wznoszący się balon porusza się ruchem _____, ponieważ działające na niego siły się *równoważą/ nie równoważą*.

3 Na rysunku przedstawiono widok z lotu ptaka na ciężarówki przewożące ciężkie ładunki. Przyjmij, że początkowo poruszały się one ruchem jednostajnym, a na zakręcie wartość ich prędkości się nie zmieniła. **Zaznacz** strzałką, w którą stronę w poniższych sytuacjach mógłby się przesunąć niedostatecznie unieruchomiony ładunek.



Ciężarówka skręca w prawo. Ciężarówka gwałtownie hamuje. Ciężarówka skręca w lewo.

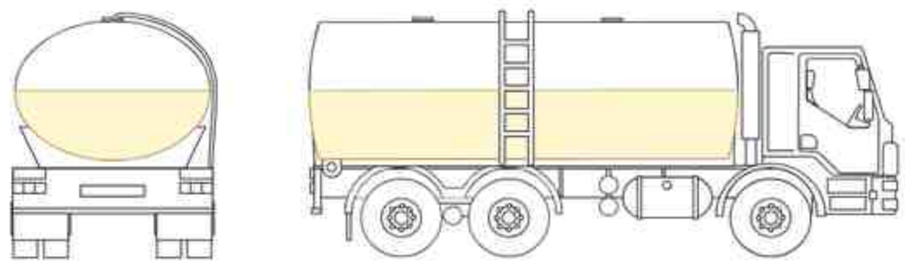
Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F781RB

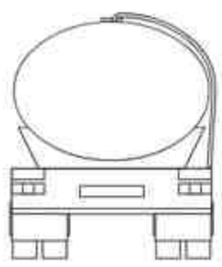
Obejrzyj film z doświadczenia
docwiczenia.pl
Kod: F7Q5FA

Dla dociekliwych

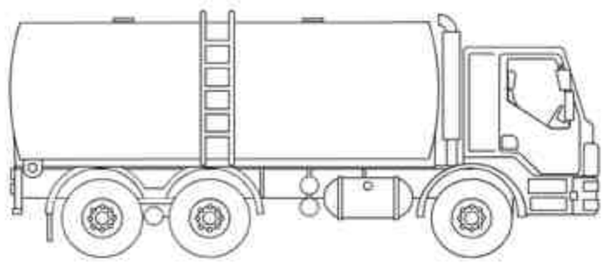
4 Na rysunku obok pokazano cysternę do połowy napełnioną cieczą (widok z tyłu i z boku). Tak obciążony pojazd musi zachować szczególną ostrożność podczas hamowania i pokonywania zakrętów. **Zastanów się** i **napisz** dlaczego.



Zaznacz powierzchnię cieczy w cysternie: na rysunku A podczas pokonywania zakrętu w lewo, na rysunku B podczas nagłego hamowania.



A.



B.

Zapamiętaj!

- Pierwsza zasada dynamiki Newtona (zasada bezwładności): Jeżeli na ciało nie działają żadne siły lub działające siły się równoważą, ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.
- Bezwładność to właściwość ciała dążącego do zachowania stanu, w którym się znajdowało – ruchu lub spoczynku.

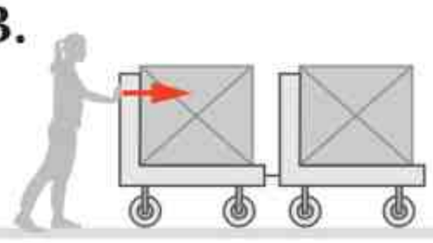
25 Druga zasada dynamiki Newtona

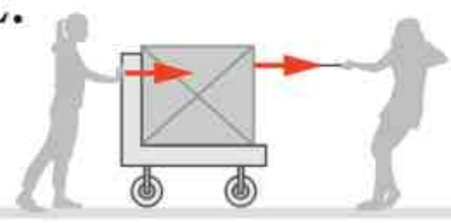
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7YAXE

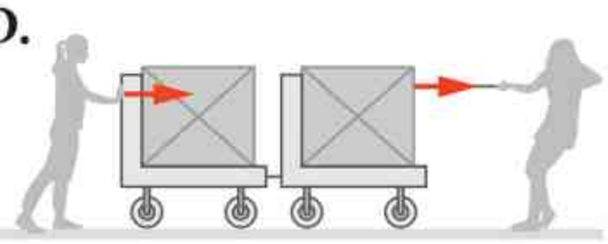
Na dobry początek

1 Wózki z towarem mogą być przemieszczane w magazynie w różny sposób. Pokazano to na rysunkach poniżej. Przyjmij, że masy wózków są jednakowe, a każdy pracownik działa siłą o takiej samej wartości.

A. 

B. 

C. 

D. 

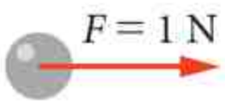
Przeanalizuj zobrazowane sytuacje i **porównaj** przyspieszenia uzyskiwane przez wózki. **Zaznacz** swój wybór, podkreślając właściwe litery i słowa.

a) Największe przyspieszenie jest w sytuacji **A/ B/ C/ D**, ponieważ siła wypadkowa jest wtedy *najmniejsza/ największa*, a masa *najmniejsza/ największa*.
b) Najmniejsze przyspieszenie jest w sytuacji **A/ B/ C/ D**, ponieważ siła wypadkowa jest wtedy *najmniejsza/ największa*, a masa *najmniejsza/ największa*.
c) Jednakowe przyspieszenia są w sytuacjach **A/ B/ C/ D**.

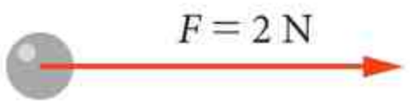
2 **Uzupełnij** rysunki i ich opisy o brakujące dane zgodnie z poleceniami.

Przyspieszenie ciała, na które działa niezrównoważona siła, jest wprost proporcjonalne do działającej siły.

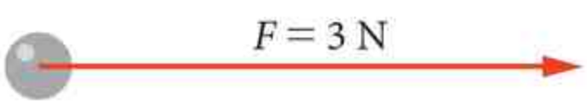
a) **Wpisz** wartości przyspieszenia, z jakim poruszają się kulki.



$m = 0{,}5\ \text{kg} \quad a = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



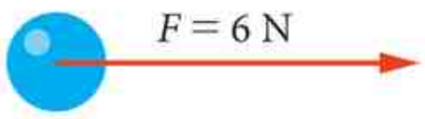
$m = 0{,}5\ \text{kg} \quad a = _____\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



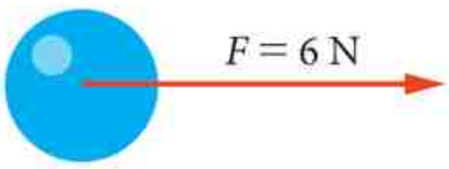
$m = 0{,}5\ \text{kg} \quad a = _____\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

b) **Wpisz** masy kulek, które pod wpływem siły 6 N uzyskują podane przyspieszenia.

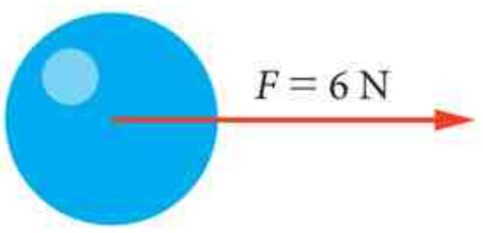
Przy danej sile działającej na ciało przyspieszenie jest tym mniejsze, im większa jest masa tego ciała.



$m = 1\ \text{kg} \quad a = 6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

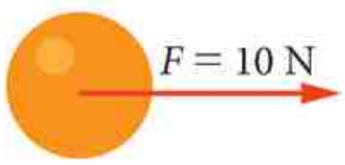


$m = ____\ \text{kg} \quad a = 3\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

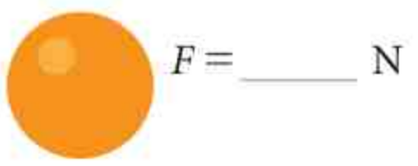


$m = ____\ \text{kg} \quad a = 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

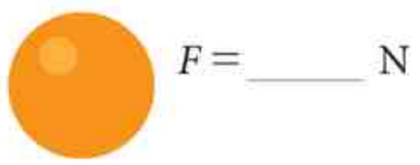
c) **Narysuj** wektory sił działających na kulki, zachowując proporcje długości strzałek. **Zapisz** wartości tych sił przy wektorach.



$m = 2\ \text{kg} \quad a = 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



$m = 2\ \text{kg} \quad a = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



$m = 2\ \text{kg} \quad a = 15\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

3 **Przeanalizuj** przykład zamieszczony pod kodem QR i **oblicz** przyspieszenie wagonu tramwajowego o masie 35 t, na który działa siła o wartości 17,5 kN.

Przeanalizuj przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7QQKB

4 Osoba pchająca ruchem jednostajnym wózek z zakupami o masie 10 kg działa na niego siłą 20 N. **Oblicz** prędkość, do jakiej rozpędzimy ten wózek, działając na niego siłą o wartości 60 N przez 0,5 s.



Uzupełnij kolejne kroki rozwiązania o brakujące informacje i obliczenia.

Aby utrzymać stałą prędkość wózka, musimy zrównoważyć siłę tarcia.

Krok 1 Gdy osoba pcha wózek ruchem jednostajnym, to zgodnie z _____ zasadą dynamiki Newtona siły działające na wózek _____.

Krok 2 Osoba działa na wózek siłą o wartości 20 N zwróconą do _____.

Krok 3 **Wnioskujemy**, że na wózek działa także zwrócona do tyłu siła _____ o wartości _____.

Krok 4 Gdy zwiększymy do 60 N wartość siły, którą jest pchany wózek, a pozostałe siły nie zmienią się, to na wózek będzie działać zwrócona do przodu siła wypadkowa o wartości _____.

Krok 5 Siła wypadkowa będzie nadawać wózkowi przyspieszenie wyrażone wzorem $a = \frac{F}{m}$, zgodnie z _____ zasadą dynamiki Newtona.

Krok 6 Ze wzoru $a = \frac{F}{m}$ **obliczamy** przyspieszenie wózka: $a = \frac{\text{_____ N}}{10\ \text{kg}} =$ _____.

Krok 7 Wózek przyspiesza przez czas $t = 0{,}5$ s. **Obliczamy** prędkość uzyskaną przez wózek: $v = a \cdot t =$ _____.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7ZEEV

Zapamiętaj!

- Jeżeli na ciało działa stała, niezrównoważona siła, to porusza się ono ruchem zmiennym.
- Przyspieszenie ciała, na które działa stała siła, jest wprost proporcjonalne do tej siły i odwrotnie proporcjonalne do jego masy: $a = \frac{F}{m}$.

26 Swobodne spadanie ciał

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7RN9S

Na dobry początek

1 Na rysunku pokazano przedmioty, które upuszczono jednocześnie z tej samej wysokości – najpierw w powietrzu, a potem w próżni.



Oceń prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

W powietrzu.	**1.**	Piłka osiągnie prędkość o większej wartości niż balon.	**P**	**F**
	2.	Balon i piłka będą spadać z takim samym przyspieszeniem.	**P**	**F**
W próżni.	**3.**	Piłka osiągnie przyspieszenie o większej wartości niż balon.	**P**	**F**
	4.	Balon i piłka spadną w tym samym czasie.	**P**	**F**

Przykład

Oblicz prędkość długopisu spadającego z biurka przez 0,4 s. Ile czasu musiałby spadać swobodnie, żeby osiągnąć prędkość 90 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

Przyjmij, że ciała spadające swobodnie poruszają się z przyspieszeniem 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Dane:

$g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$t_1 = 0{,}4\ \text{s}$

$v_2 = 90\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 90 \cdot \frac{1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 25\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Szukane:

$v_1 = ?$

$t_2 = ?$

Rozwiązanie:

Długopis porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym bez prędkości początkowej, więc jego prędkość końcową obliczymy ze wzoru: $v_1 = g \cdot t_1$, gdzie g – przyspieszenie ziemskie.

$$v_1 = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0{,}4\ \text{s} = 4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aby osiągnąć podaną w zadaniu prędkość, musiałby spadać przez czas $t_2 = \frac{v_2}{g}$. Zatem:

$$t_2 = \frac{25\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2{,}5\ \text{s}$$

Odpowiedź: Długopis spadający z biurka po 0,4 s osiągnie prędkość 4 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Aby osiągnąć prędkość 90 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, musiałby spadać 2,5 sekundy.

2 **Przeanalizuj** powyższy „Przykład" i **wskaż** poprawne dokończenie zdania.

Spadający swobodnie kamyk po 1,5 s osiągnąłby prędkość około

A. 1,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

B. 15 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

C. 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

D. 11,5 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

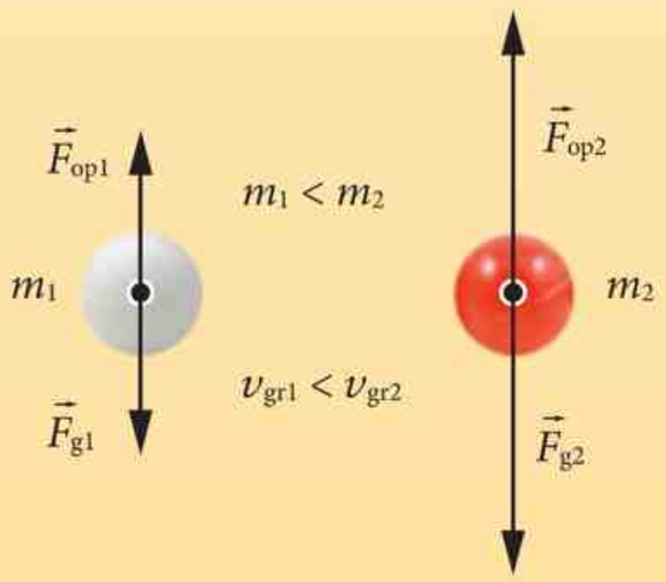
Spadek swobodny a spadanie ciał w powietrzu

Spadek swobodny z dużej wysokości możemy zaobserwować tylko w bardzo specjalistycznych laboratoriach. Spadek niektórych ciał, np. monety czy ołówka, z niewielkiej wysokości też można uznać za swobodny, gdyż nie osiągają one dużej prędkości i wpływ oporu powietrza na ich ruch można pominąć. W rzeczywistości każde ciało spadające odpowiednio długo osiągnie pewną prędkość zwaną **prędkością graniczną**. Przy tej prędkości spadania siła oporu powietrza jest na tyle duża, że równoważy siłę ciężkości i ciało dalej porusza się z prędkością o stałej wartości.

Od czego zależy prędkość graniczna

Przede wszystkim od **masy** ciała. Im większa jest masa ciała, tym większą siłę ciężkości musi zrównoważyć siła oporu powietrza. Ponadto wpływ mają te czynniki, od których zależą opory powietrza, czyli m.in. rozmiary i kształt spadającego ciała.

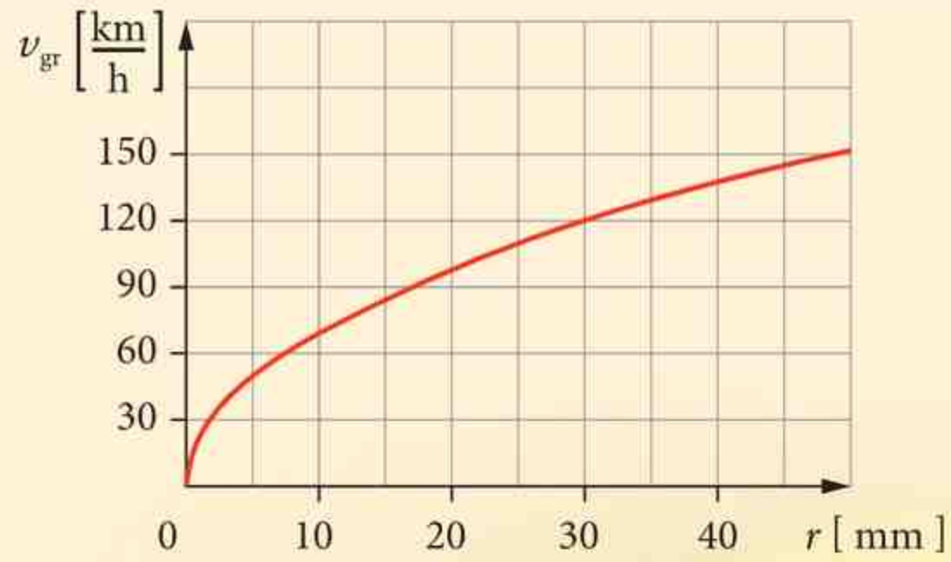
O zależności prędkości granicznej od masy można się przekonać, zrzucając z wysokości kilku metrów piłeczkę pingpongową i tej samej wielkości piłeczkę wykonaną z gumy. Wpływ **rozmiaru** na spadek ciała możemy sprawdzić w podobny sposób – można z kilku metrów upuścić dwa takiej samej wielkości kawałki folii aluminiowej – jeden tylko lekko zgnieciony (tak, aby nadać mu kulisty kształt), a drugi zgnieciony w jak najmniejszą kulkę.



Rozmiary ciał a prędkość graniczna



Prędkości graniczne dla różnych ciał mogą się bardzo różnić. Drobne kropelki rozpylonego dezodorantu opadają kilka centymetrów na sekundę. Krople deszczu spadają z prędkością kilku $\frac{m}{s}$. Kulki gradu o średnicy 0,5 cm osiągają prędkość ponad 10 $\frac{m}{s}$ (czyli 36 $\frac{km}{h}$), a te o średnicy kilku centymetrów – prędkość ponad 100 $\frac{km}{h}$.



Zależność prędkości granicznej od promienia kropli wody lub kulki gradu.

Gdzie w warunkach ziemskich można zaobserwować „prawdziwy" spadek swobody

Potrzebna jest do tego komora, z której wypompowuje się powietrze. Największa na świecie komora próżniowa znajduje się w laboratorium należącym do NASA (Zero Gravity Research Facility) – patrz zdjęcie obok. Umożliwia ona badanie spadku swobodnego z wysokości 132 m. Spadek z tej wysokości trwa 5,18 s.



Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

3 **a)** **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P – jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Prędkość spadania kartki nie zależy od jej rozmiaru, a jedynie od jej masy.	**P**	**F**
2.	Wartość siły oporu powietrza wzrasta ze wzrostem prędkości.	**P**	**F**
3.	Na prędkość graniczną spadających ciał mają wpływ ich gęstość i kształt.	**P**	**F**
4.	Ciało porusza się z maksymalną prędkością, gdy siła oporu jest mniejsza od siły ciężkości.	**P**	**F**

b) **Uzupełnij** tekst, zaznaczając litery oznaczające poprawne uzupełnienia zdań.

Trzy krople wody o średnicach odpowiednio 0,2 mm, 1 mm i 0,5 mm spadają w powietrzu. Największą prędkość graniczną osiągnie kropla wody o średnicy **A/ B/ C**, a najmniejszą kropla o średnicy **A/ B/ C**. Kiedy krople poruszają się z prędkością graniczną, siłę ciężkości równoważy równa jej co do wartości siła **D/ E** powietrza. **Uwaga.** Krople narysowano w skali.



A. 0,2 mm **B.** 1 mm **C.** 0,5 mm **D.** spójności **E.** oporu

c) Na podstawie wykresu **uzupełnij** zdanie. Kulka gradu o promieniu 3 cm może spadać w powietrzu z *maksymalną/ minimalną* prędkością o wartości _____ $\frac{m}{s}$.

d) Korzystając z przykładu zamieszczonego pod kodem QR, **uzasadnij**, że ciało, spadając swobodnie z przyspieszeniem równym w przybliżeniu 10 $\frac{m}{s^2}$, przebędzie odległość około 130 m w czasie 5,18 s.

Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7XTNN

e) **Wskaż** właściwe dokończenie zdania.

Ciało pokonujące tunel w laboratorium Zero Gravity Research Facility osiąga na jego końcu prędkość około

A. 120 $\frac{m}{s}$. **B.** 60 $\frac{m}{s}$. **C.** 25 $\frac{m}{s}$. **D.** 50 $\frac{m}{s}$.

Zapamiętaj!

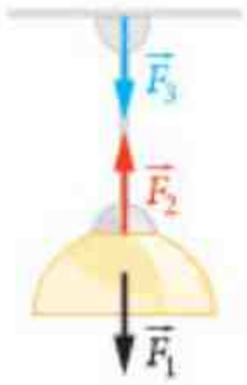
- Ciała spadają swobodnie, jeżeli poruszają się wyłącznie pod wpływem siły ciężkości.
- Przyspieszenie wszystkich ciał spadających swobodnie w pobliżu Ziemi wynosi około 10 $\frac{m}{s^2}$.
- Czas swobodnego spadania ciała z danej wysokości nie zależy od jego masy.

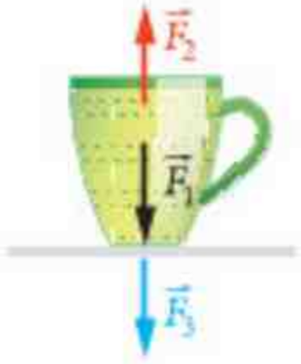
27 Trzecia zasada dynamiki Newtona. Zjawisko odrzutu

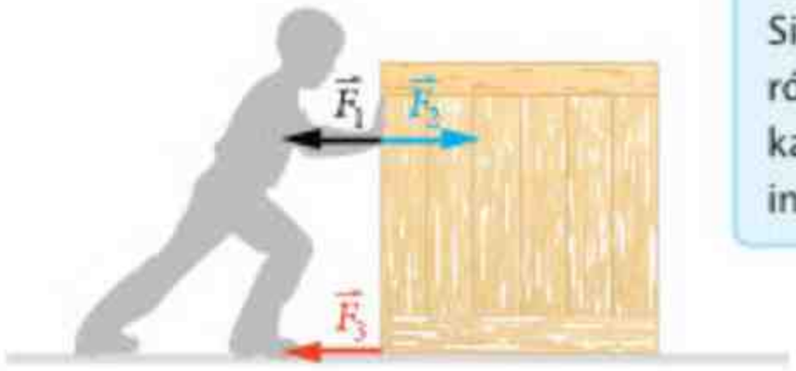
Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7U6JY

Na dobry początek

1 **Przyjrzyj** się sytuacjom przedstawionym na rysunkach. **Uzupełnij** tabelę, wpisując symbole odpowiednich sił.







Trzecia zasada dynamiki zwana jest zasadą akcji i reakcji. Siły akcji i reakcji nie równoważą się, gdyż każda z nich działa na inne ciało.

Przedmioty	Lampa i hak	Kubek i blat stołu	Chłopiec i skrzynia
Siły akcji i reakcji			
Siły równoważące się			
Działanie tych sił opisuje III zasada dynamiki			
Działanie tych sił opisuje I zasada dynamiki			

2 Według wzoru odnoszącego się do zdjęcia A **opisz** siły, którymi działają na siebie ciała przedstawione na pozostałych zdjęciach. **Podkreśl** właściwe słowa.







A. Śruba motorówki działa na wodę siłą *akcji/ reakcji* i odpycha ją *do przodu/ do tyłu*. Woda działa na śrubę siłą *akcji/ reakcji*, pchając motorówkę *do przodu/ do tyłu*.

B. Kangur podczas skoku działa na podłoże siłą *akcji/ reakcji* i odpycha nogami powierzchnię ziemi *do przodu/ do tyłu*. Podłoże działa na kangura siłą *akcji/ reakcji*, pchając go *do przodu/ do tyłu*.

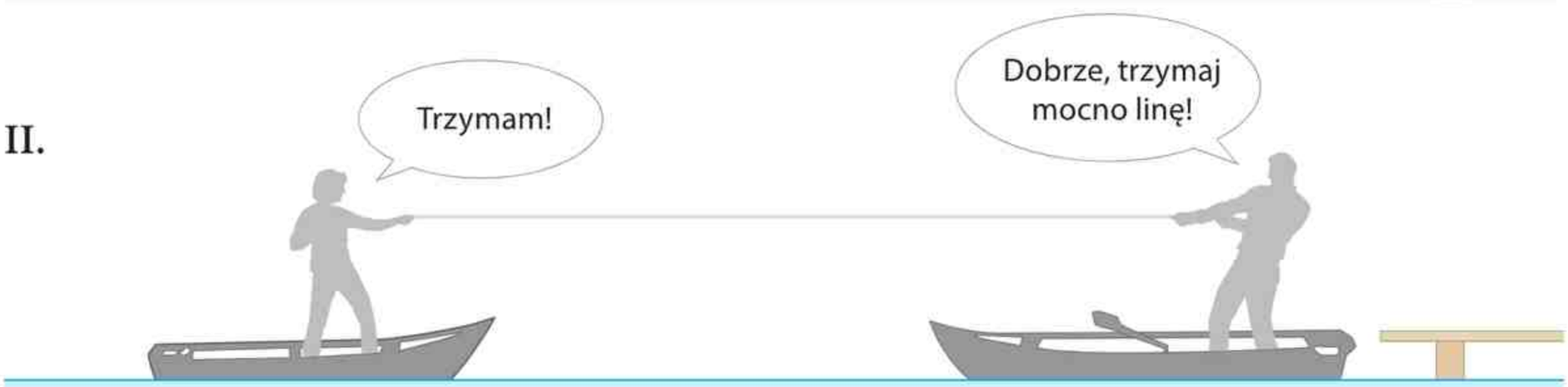
C. Gazy spalinowe powstające w silniku rakietowym są wyrzucane w dół siłą *akcji/ reakcji*. Gazy działają na rakietę siłą *akcji/ reakcji*, pchając ją *w dół/ w górę*.

3 **Przeanalizuj** historyjkę przedstawioną na ilustracjach poniżej.

I.



II.



a) **Wyjaśnij** na podstawie trzeciej zasady dynamiki rezultat postępowania osób przedstawionych w historyjce.

b) **Opisz**, co najpierw powinien zrobić pasażer łódki stojącej bliżej brzegu, aby przyciągnąć drugą łódkę.

Zapamiętaj!

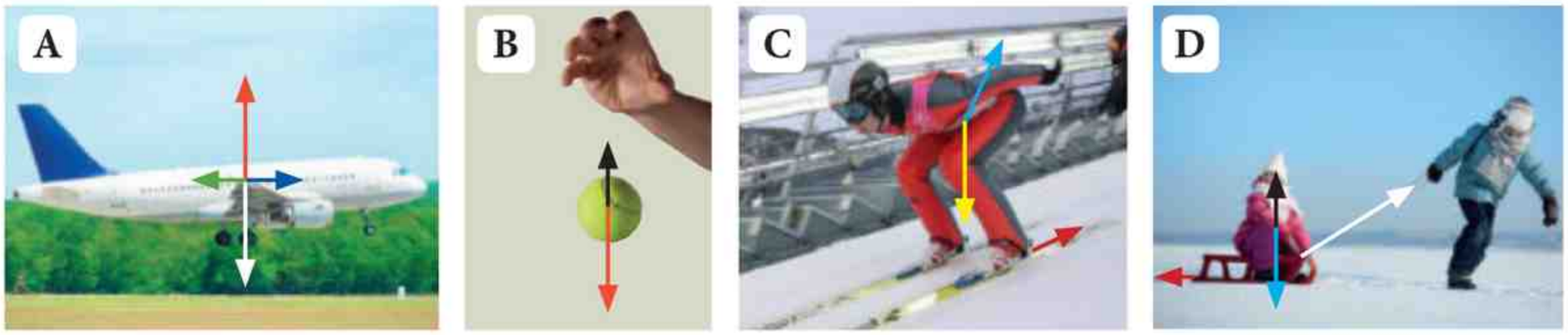
- Trzecia zasada dynamiki (zasada akcji i reakcji): Jeżeli jedno ciało działa pewną siła na drugie ciało, to drugie ciało oddziałuje na pierwsze ciało z siłą równą co do wartości, działającą w tym samym kierunku, lecz mającą przeciwny zwrot.
- Skutki działania sił akcji i reakcji można zaobserwować na przykładzie zjawiska odrzutu.

28 Opory ruchu

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F76EUY

Na dobry początek

1 Na ilustracjach zaznaczono wektory sił działających na poruszające się ciała. **Otocz** zielonym kółkiem wektory siły tarcia, a niebieskim – wektory oporu powietrza.



2 **Połącz** w pary nazwy zjawisk i sił z sytuacjami, w których występują.

A. Liść spada z drzewa.	**I.** Tarcie statyczne
B. Krzesło jest przesuwane po podłodze.	**II.** Tarcie kinetyczne
C. Turysta idzie po oblodzonym szlaku.	**III.** Siły oporu w gazach
D. Nurek zanurza się coraz głębiej.	**IV.** Siły oporu w cieczach

3 **a)** Wśród opisanych sił **wskaż** te, w przypadku których występowanie oporów ruchu jest korzystne, oraz te, w przypadku których jest ono niekorzystne. **Wpisz** w odpowiednie pola tabeli litery oznaczające te siły.

A. Siły oporu powietrza działające na skoczka narciarskiego w trakcie lotu.

B. Siła tarcia między papierem ściernym a zardzewiałą powierzchnią, którą czyścimy.

C. Siła tarcia między butami i asfaltem podczas chodzenia.

D. Siły oporu powietrza przy rozłożeniu spadochronu przez skoczka.

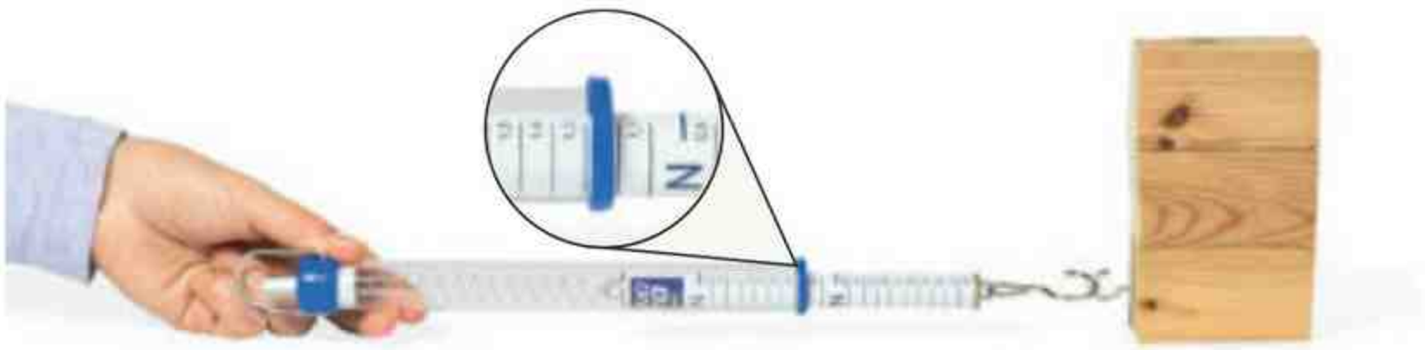
E. Siła tarcia między nartami i śniegiem podczas jazdy.

Korzystny wpływ oporów ruchu	Niekorzystny wpływ oporów ruchu

b) **Wybierz** jeden z przykładów wskazanych jako taki, w którym opory ruchu są korzystne, i **opisz**, w jaki sposób można je zwiększyć w tym przypadku.

c) **Wybierz** jeden z przykładów wskazanych jako taki, w którym opory ruchu są niekorzystne, i **opisz**, w jaki sposób można je zmniejszyć w tym przypadku.

4 Uczniowie badali zależność między wartością siły potrzebnej, aby poruszyć drewniane klocki, a siłą ich nacisku na podłoże. Najpierw zaczepili siłomierz do jednego klocka i powoli ciągnąc, odczytali wartość siły, przy której klocek się ruszył. Potem wykonali pomiary dla 2, 3 i 4 jednakowych klocków ułożonych jeden na drugim (w sumie po 3 pomiary dla każdej liczby klocków). Wyniki zapisali w tabeli.



a) Wykonaj obliczenia i **uzupełnij** tabelę z wynikami uczniów o brakujące dane. Dla ułatwienia pierwszy wiersz tabeli został uzupełniony. Wyniki zaokrąglij do dwóch cyfr znaczących.

Liczba klocków	Łączna masa klocków [kg]	Siła nacisku wywierana przez klocki na stół [N]	Siła potrzebna do wprawienia klocków w ruch [N]			Średnia* z pomiarów siły potrzebnej do wprawienia klocków w ruch [N]
			1	2	3	
1	0,2	2	1,2	1,3	1,2	1,2
2			2,5	2,4	2,6	
3			3,5	3,7	3,7	
4			4,9	4,8	4,9	

* Wynik zaokrąglony do 2 cyfr znaczących.

b) Wskaż poprawne dokończenie zdania.
Z wyników otrzymanych w doświadczeniu można wywnioskować, że gdyby uczniowie przesuwali wieżę ułożoną z 5 klocków, to potrzebowaliby siły o wartości około

A. 5 N. **B.** 6 N. **C.** 8 N. **D.** 10 N.

c) Odpowiedz na pytanie, dlaczego siła potrzebna do wprawienia ciała w ruch zależy od siły nacisku.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7RVDY

Zapamiętaj!

- Siła tarcia to siła oporu, która zależy od siły nacisku ciała i rodzaju stykających się powierzchni.
- Siła oporu powietrza zależy od kształtu i rozmiarów ciała oraz od jego prędkości.
- Siła tarcia statycznego działa na ciało będące w spoczynku i przeciwdziała wprawianiu tego ciała w ruch.
- Siła tarcia kinetycznego działa na ciało będące w ruchu, przeciwdziała ruchowi tego ciała.

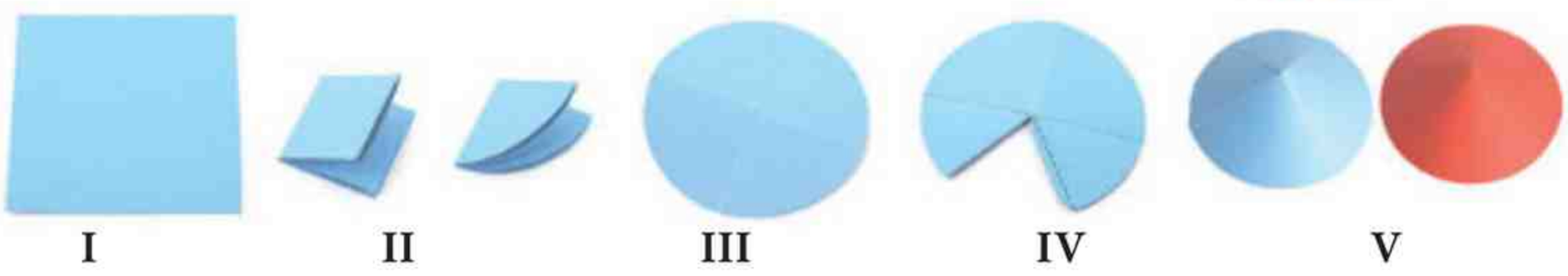
Uwaga. Do wykonania doświadczenia potrzebne są dwie osoby.

- **Cel:** Zbadanie, czy prędkość graniczna zależy od masy ciała.
- **Potrzebne będą:** dwie małe kwadratowe karteczki (np. o wymiarach 8 cm x 8 cm, z bloczka do notatek), nożyczki, klej, stoper.

- **Przebieg doświadczenia:**

1. Przygotuj dwa jednakowe papierowe stożki. Wykonaj je w sposób przedstawiony w kolejnych krokach.





I II III IV V

2. Upuść jeden stożek z wysokości 2 m (typowa wysokość drzwi w mieszkaniu), a druga osoba niech zmierzy stoperem czas spadania stożka na podłogę. Zaobserwuj, jakim ruchem opada stożek. Powtórz pomiar 5 razy.
3. Wstaw jeden stożek do drugiego i znów 5 razy powtórz pomiar czasu spadania dwóch stożków.
4. Wyniki pomiarów zapisz w tabeli.

	t_1 [s]	t_2 [s]	t_3 [s]	t_4 [s]	t_5 [s]	Średni czas t [s]	Średnia prędkość $v\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$
Stożek							
Podwójny stożek							

5. Oblicz średni czas spadania i średnią prędkość dla każdej serii pomiarów. Wynik wpisz do tabeli. Można przyjąć, że tak obliczona prędkość średnia odpowiada prędkości granicznej.
6. Na podstawie obserwacji i wyników uzupełnij zdania.

Na spadający stożek działały siła _____ i siła _____.

Po przebyciu kilku centymetrów stożek osiągnął prędkość _____ i jego dalszy ruch był _____, ponieważ siły działające na stożek _____.

Podwójny stożek osiągnął _____ prędkość graniczną niż stożek pojedynczy, ponieważ jego masa była _____.

Wniosek: Prędkość graniczna zależy od _____.

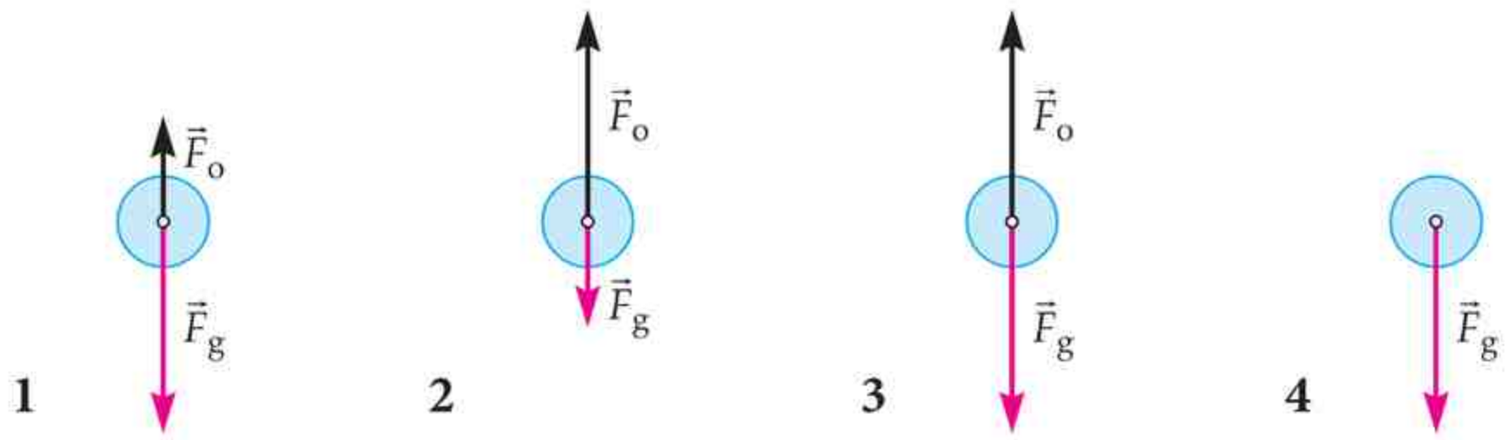
E

Sposób na zadanie

Odczytywanie z rysunku informacji kluczowych dla opisywanego zjawiska

Zadanie 22. (0–1) CKE Kwiecień 2007

Kropla wody spadająca z chmury poruszała się początkowo ruchem przyspieszonym, a później ruchem jednostajnym. **Wybierz rysunki, na których poprawnie przedstawiono siły działające na kroplę wody w początkowej i w końcowej fazie spadania** ($\vec{F}_o$ **oznacza siłę oporu powietrza,** $\vec{F}_g$ **siłę ciężkości).**



A. Faza początkowa – rysunek 2, końcowa – rysunek 3.
B. Faza początkowa – rysunek 1, końcowa – rysunek 3.
C. Faza początkowa – rysunek 2, końcowa – rysunek 4.
D. Faza początkowa – rysunek 4, końcowa – rysunek 1.

Rozwiązanie:

Przeanalizujmy ruch spadającej kropli i siły działające na nią w poszczególnych fazach jej ruchu.

1. W pierwszej fazie ruchu kropla spadała ruchem przyspieszonym. Z II zasady dynamiki wynika, że jeżeli ciało porusza się ruchem przyspieszonym, to oznacza, że działające na nie siły się nie równoważą. Wartość siły ciężkości podczas tej fazy ruchu była większa od siły oporu. Jest to przedstawione na rysunku 1.

Przyjrzyj się wszystkim rysunkom i wybierz spośród nich dwa, na których poprawnie przedstawiono siły działające na kroplę w podanych fazach jej ruchu, a następnie zakreśl odpowiedź, która jest zgodna z twoim wyborem.

2. W późniejszej fazie ruchu kropla spadała ruchem jednostajnym, po linii prostej. Z I zasady dynamiki wynika, że jeżeli ciało porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym, to oznacza, że działające na to ciało siły się równoważą. Wartość siły ciężkości w tej fazie ruchu była równa wartości siły oporu. Jest to przedstawione na rysunku 3.

Odpowiedź: Zaznaczamy B.

Ważne!

- Siłę możemy graficznie zilustrować za pomocą strzałki, która informuje, w jakim punkcie siła została przyłożona, w którą stronę działa i jaką ma wartość.
- Spadające ciało porusza się ruchem jednostajnym, jeżeli działająca na to ciało siła ciężkości równoważy opory ruchu.
- Ciało porusza się ruchem jednostajnym, gdy działające na nie siły się równoważą.
- Ciało porusza się ruchem przyspieszonym, gdy działające na nie siły się nie równoważą.

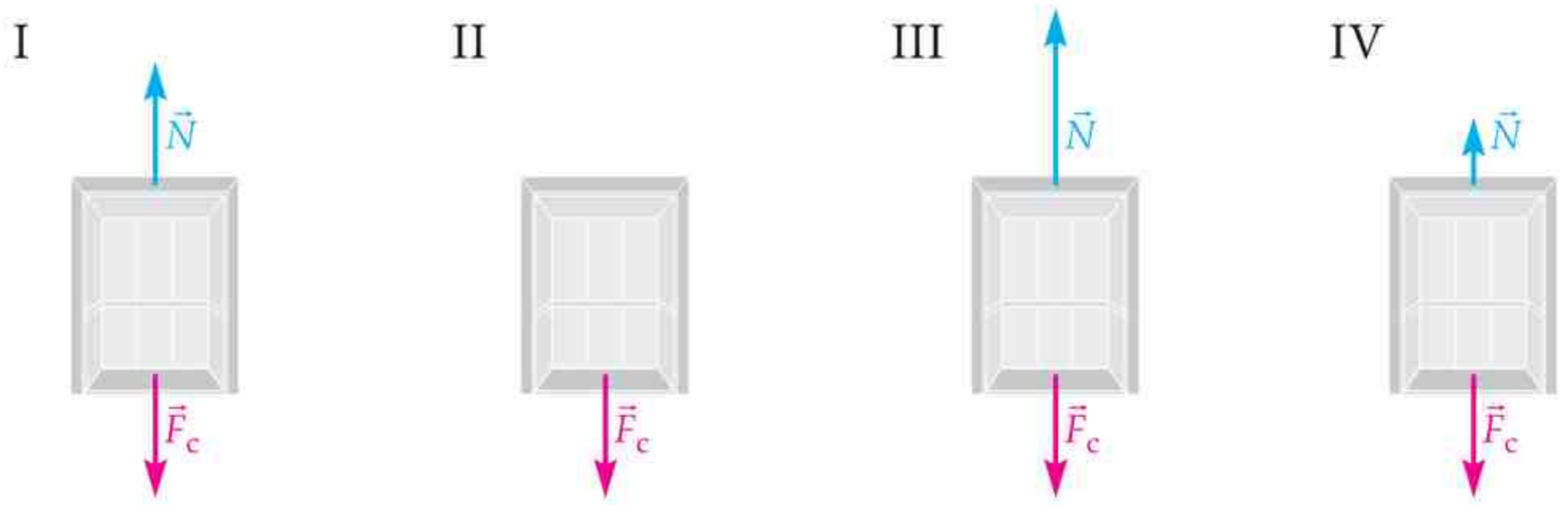
E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7K3BW

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Pasażer jechał windą z pierwszego piętra na trzecie. Kabina windy początkowo poruszała się ruchem przyspieszonym, a następnie, po krótkiej chwili, ruchem jednostajnym. Na poniższych rysunkach symbolem $\vec{F}_c$ oznaczono siłę ciężkości działającą na kabinę windy, natomiast symbolem $\vec{N}$ – siłę, jaką liny działają na kabinę windy.



Przeanalizuj powyższe rysunki i zaznacz poprawne odpowiedzi.

a) Siły działające na kabinę windy, gdy poruszała się ruchem przyspieszonym, są przedstawione na rysunku **I/ II/ III/ IV**.

b) Siły działające na kabinę windy, gdy poruszała się ruchem jednostajnym, są przedstawione na rysunku **I/ II/ III/ IV**.

2. Sonda „Deep Space 1" była wyposażona w silnik jonowy. Tego typu silnik ma bardzo małą siłę ciągu, wynoszącą około 0,1 N, ale może pracować bardzo długo, zużywając znikome ilości paliwa. Początkowa masa sondy wynosiła około 500 kg. **Wskaż poprawne dokończenie zdania. Uwaga.** Pomiń siły oddziaływania grawitacyjnego sondy z ciałami niebieskimi.

Jeżeli taki silnik będzie pracował przez 500 minut bez przerwy, to prędkość sondy zwiększy się o

A. 0,1 $\frac{m}{s}$. **B.** 0,6 $\frac{m}{s}$. **C.** 6 $\frac{m}{s}$. **D.** 10 $\frac{m}{s}$.

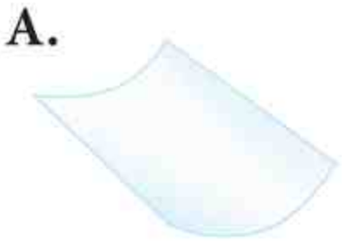
3. Uczniowie przeprowadzili doświadczenie, aby sprawdzić słuszność jednej z dwóch zasad dynamiki Newtona. Wyznaczali przyspieszenie, które ciało o masie 5 kg uzyskało pod działaniem siły o wartości 10 N, zmierzonej z dokładnością do 1 N. Uzyskali wynik 2,1 $\frac{m}{s^2}$.
Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Uzyskany wynik jest

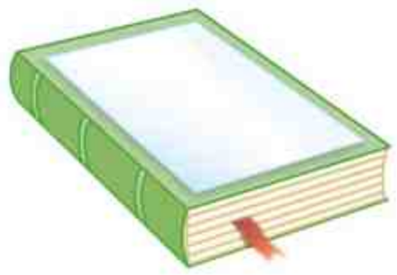
A. zgodny z II zasadą dynamiki Newtona.
B. niezgodny z II zasadą dynamiki Newtona.
C. zgodny z I zasadą dynamiki Newtona.
D. niezgodny z I zasadą dynamiki Newtona.

4. Podkreśl wybrane słowa, aby zdania były prawdziwe.

A.



B.



Gdy zrzucamy kartkę (rysunek A), spada ona z tej samej wysokości dużo *dłużej/ krócej* niż wtedy, gdy położymy ją na książce (rysunek B).
W przypadku B na kartkę działa *mniejsza/ większa* siła oporu powietrza niż w przypadku A.
Gdy kartka leży na książce, oba ciała *spadają/ nie spadają* jednocześnie na ziemię.

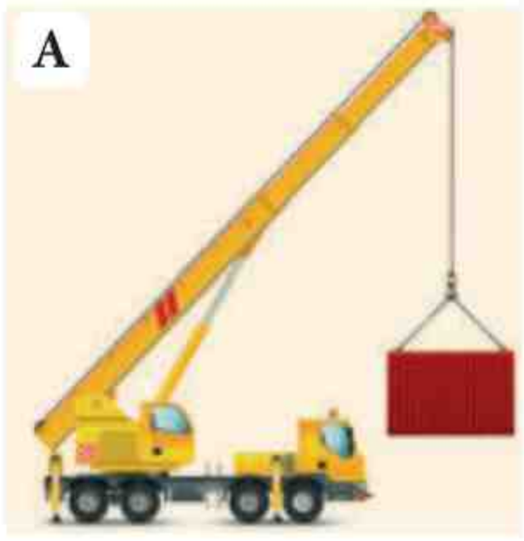
VI. Praca, moc, energia

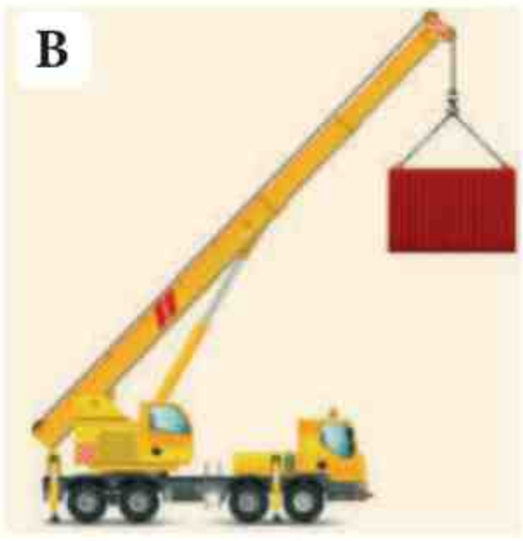
29 Energia i praca

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7Q7R2

Na dobry początek

1 **Porównaj** wartości energii w pokazanych sytuacjach i **podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.





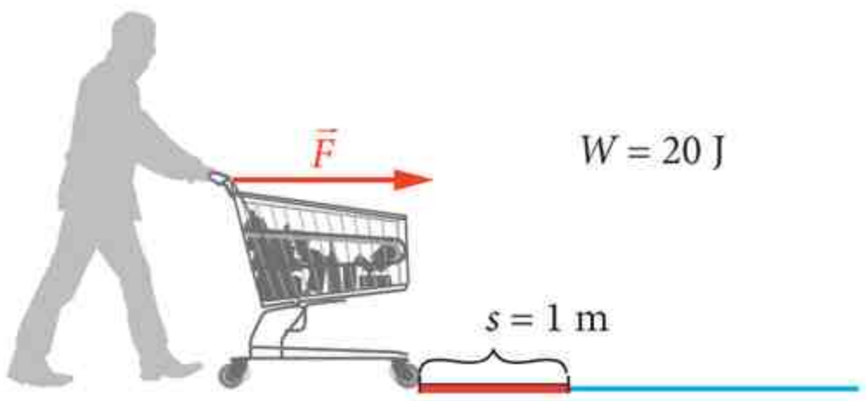
Energia potencjalna grawitacji kontenera na rysunku A jest *mniejsza/ większa* niż energia potencjalna grawitacji kontenera na rysunku B.





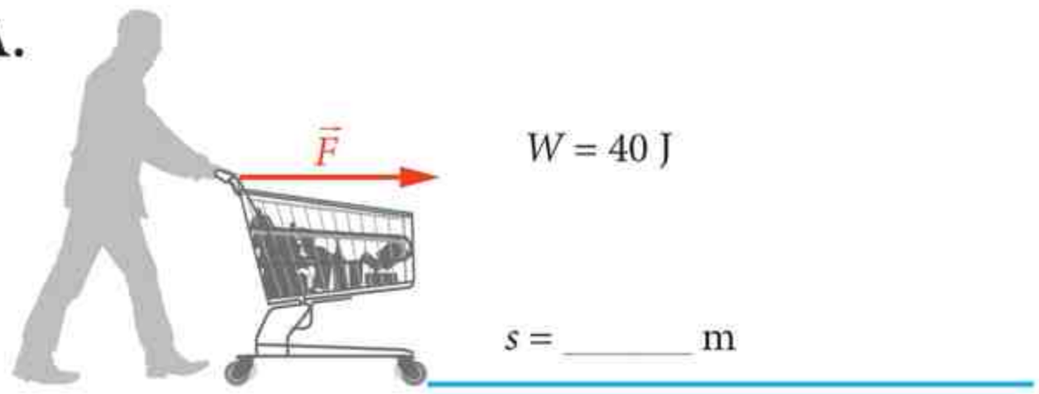
Energia kinetyczna rowerzysty (rysunek C) jest *mniejsza/ większa* niż energia kinetyczna piechura (rysunek D).

2 Mężczyzna pchający wózek na odcinku 1 m wykonał pracę 20 J. Na rysunku obok zaznaczono odcinek odpowiadający długości toru ruchu wózka.

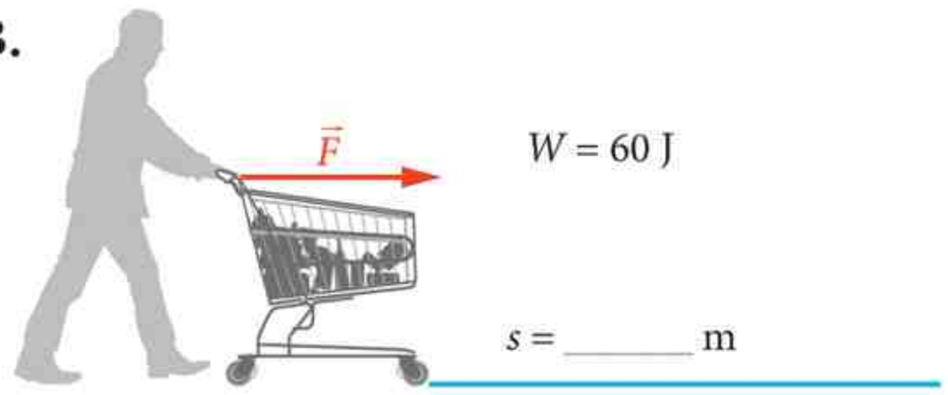


Na każdej ilustracji **zaznacz** odcinek ilustrujący długość toru ruchu. **Zapisz** przebytą drogę, jeżeli wózek był pchany tą samą siłą co poprzednio, a wykonana praca była równa:

A.



B.



3 **Wstaw** X obok zdań opisujących sytuacje, w których wykonana praca jest równa zero.

A. Odsuwamy krzesło od stołu. ☐

B. Przez 30 s trzymamy torbę z zakupami o masie 4 kg na wysokości 0,6 m nad ziemią. ☐

C. Uderzamy młotkiem i wbijamy gwóźdź na głębokość 2 cm. ☐

D. Próbujemy przesunąć karton z książkami, działając na niego siłą 250 N przez 2 s, jednak ten się nie przesuwa. ☐

Źródła energii – wczoraj i dziś

Pierwszym rodzajem energii kontrolowanym przez człowieka była energia chemiczna uwalniana przy spalaniu drewna. Wraz z rozwojem techniki i transportu zaczęto wykorzystywać także inne źródła energii.

Poszukiwania źródeł energii

Z czasem wynaleziono proste maszyny, takie jak np. koło wodne, dzięki któremu energia kinetyczna i potencjalna wody była zamieniana na pracę mechaniczną, co pozwoliło szybko i łatwo mielić ziarno na mąkę. Potem ziarna zaczęto też mielić w wiatrakach wykorzystujących energię kinetyczną powietrza.

W XVIII w. wynaleziono silnik parowy zamieniający energię chemiczną w energię ruchu, co w znaczący sposób przyczyniło się do rewolucji przemysłowej.

Kolejnym krokiem ku zwiększeniu ilości pozyskiwanej energii było przeprowadzenie destylacji ropy naftowej przez Ignacego Łukasiewicza w połowie XIX w. Wydarzenie to doprowadziło m.in. do upowszechnienia transportu.

Zapotrzebowanie ludzi na energię stale rośnie – w ciągu ostatnich 200 lat zwiększyło się około 20 razy. Dlatego wciąż poszukuje się nowych źródeł energii.



spalanie drewna – uwalniana energia chemiczna

ok. 1 mln lat temu



koło wodne – energia kinetyczna i potencjalna wody

III w. p.n.e.



tratwa z żaglem – energia kinetyczna wiatru i prądów wodnych

ok. I w.



wiatraki – energia kinetyczna wiatru

ok. XII w.

Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

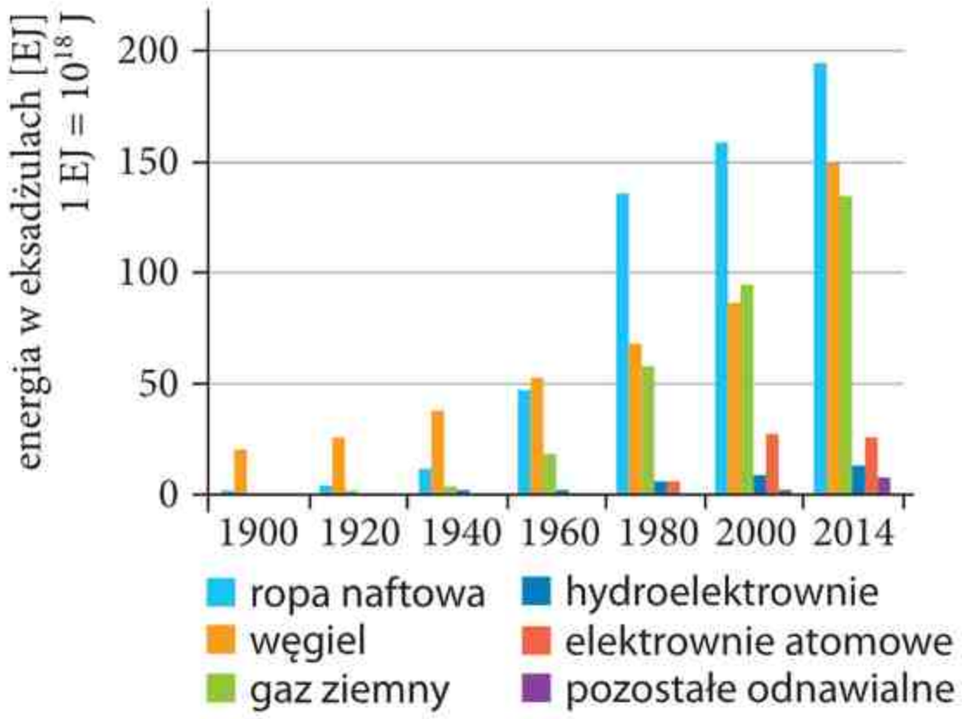
4 **a)** **Przeanalizuj** powyższy tekst oraz wykres i wśród wymienionych źródeł energii **podkreśl** trzy najczęściej wykorzystywane obecnie.

- energia chemiczna ropy naftowej
- energia kinetyczna wiatru
- energia jądrowa pozyskiwana z uranu
- energia chemiczna gazu ziemnego
- energia chemiczna węgla
- energia pozyskiwana z hydroelektrowni

b) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeżeli jest fałszywe. Skorzystaj z danych podanych na wykresie.

1.	W ciągu ostatnich 100 lat łączna produkcja energii ze wszystkich źródeł wzrosła około trzykrotnie.	**P**	**F**
2.	Do początku XX wieku prawie całą energię pozyskiwano jedynie z energii chemicznej węgla oraz biopaliw.	**P**	**F**

Źródła energii



Od ponad wieku większość wykorzystywanej energii pochodzi ze **źródeł nieodnawialnych** (węgiel, ropa naftowa, gaz ziemny i uran wykorzystywany w elektrowniach jądrowych), które według ekspertów za kilkadziesiąt lat się wyczerpią.

Odnawialne źrodła energii wykorzystywane są głównie w hydroelektrowniach, wiatrakach i elektrowniach słonecznych. Stanowią one jedynie 10% światowej produkcji energii. Sytuacja mogłaby ulec zmianie, gdyby udało się kontrolować syntezę termojądrową.



parowóz – energia chemiczna węgla zamieniana w energię kinetyczną

XVIII w.



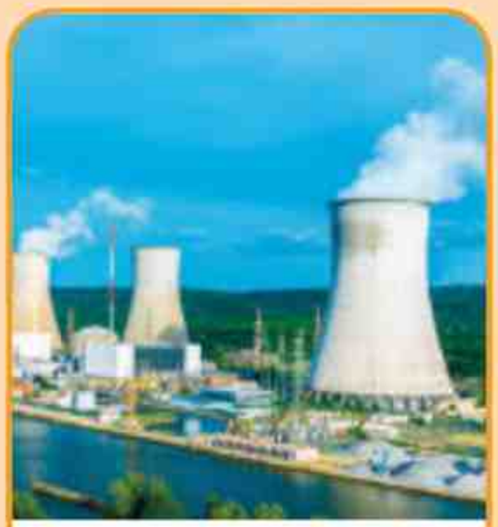
lampa naftowa – energia chemiczna ropy zamieniana w energię promieniowania

XIX w.



samochód i samolot – energia chemiczna ropy zamieniana w energię kinetyczną

lata 30. XX w.



elektrownia atomowa – energia jądrowa zamieniana w energię elektryczną

druga poł. XX w.

c) **Uzupełnij** zdania, wpisując w wolne miejsca odpowiednie źródła energii.

Głównym źródłem zasilania mechanicznych urządzeń przemysłowych i wykorzystywanych w transporcie 500 lat temu była energia kinetyczna _____ oraz _____. Wraz z wynalezieniem parowozu coraz większe znaczenie zaczęła odgrywać energia chemiczna pozyskiwana ze spalania _____. W drugiej połowie XX w. znaczenia nabrała energia pozyskiwana z _____ oraz _____, mimo to energia pozyskiwana z tych źródeł stanowiła w 2014 roku mniej niż 10% całkowitej wykorzystywanej energii.

d) Jak myślisz, dlaczego ilość energii pozyskiwana z ropy naftowej w ciągu kilkudziesięciu lat znacząco wzrosła?

_____

5 W domu państwa Kowalskich przed malowaniem należało przesunąć ciężką szafę na odległość 1,5 m. Jej przesunięcie ruchem jednostajnym prostoliniowym wymagało wykonania pracy 1200 J.

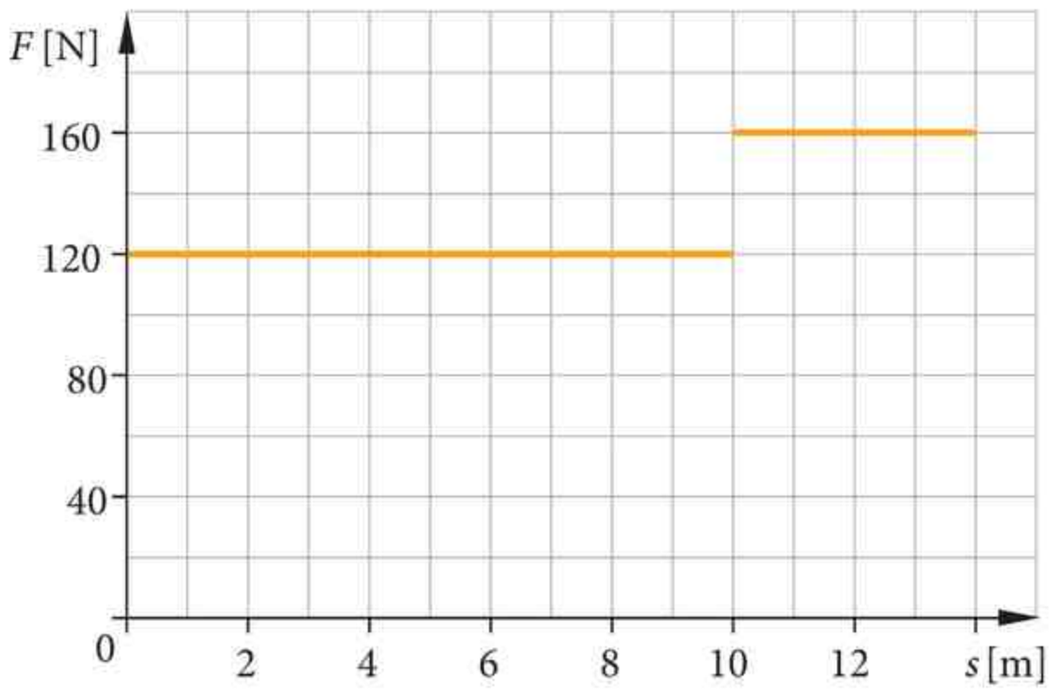
Patrz przykład
docwiczenia.pl
Kod: F7S1ES

a) **Oblicz** wartość siły, jaką zadziałano.

b) **Podaj** wartość siły tarcia kinetycznego działającego na szafę w trakcie jej przesuwania. **Napisz**, z czego ta wartość wynika.

Siła tarcia kinetycznego działa na ciało będące w ruchu, przeciwdziałając ruchowi tego ciała.

6 Wózek transportowy ciągnięto przez 10 m po gładkiej powierzchni, a następnie przez 4 m po nawierzchni chropowatej, używając większej siły. Na wykresie przedstawiono zależność siły, jaką działano na wózek, od przebytej drogi. **Oblicz** pracę całkowitą wykonaną podczas ciągnięcia wózka.



Uzupełnij rozwiązanie o brakujące informacje i obliczenia.

Krok 1 **Odczytujemy** z wykresu wartości siły działającej na wózek na poszczególnych odcinkach drogi.

Przez pierwsze $s_1 = 10$ m ciągnięto wózek siłą o wartości $F_1 =$ _____ N, a przez następne $s_2 = 4$ m – siłą o wartości $F_2 =$ _____ N.

Krok 2 **Obliczamy** wartość pracy na poszczególnych odcinkach drogi, korzystając ze wzoru:

$$W = F \cdot s$$

Dla drogi $s_1 = 10$ m i $F_1 =$ _____ N praca jest równa:

$W_1 =$ _____ N · _____ m = _____ J

Dla drogi $s_2 = 4$ m i $F_2 =$ _____ N praca jest równa:

$W_2 =$ _____ N · _____ m = _____ J

Krok 3 Obliczamy całkowitą pracę na drodze $s = s_1 + s_2 =$ _____. W tym celu **sumujemy** pracę W_1 i W_2.

$W = W_1 + W_2 =$ _____ J + _____ J = _____ J

Krok 4 Zapisujemy odpowiedź.

Jest na to sposób! Szacowanie wyniku

Jaka praca zostanie wykonana podczas podnoszenia torby na wysokość 0,48 m, jeżeli będzie na nią działać siła 41 N?

A. 196,8 J **B.** 85,42 J **C.** 19,68 J **D.** 8,542 J

Jeżeli w zadaniu należy wybrać jedną z kilku znacznie różniących się odpowiedzi, to nie trzeba wykonywać dokładnych obliczeń. Wystarczy oszacować wynik, tzn. obliczyć go w przybliżeniu.

$$0{,}48\ \text{m} \cdot 41\ \text{N} \approx 0{,}5\ \text{m} \cdot 40\ \text{N} = 20\ \text{J}$$

ok. 0,5 m — ok. 40 N

Tylko jedna odpowiedź niewiele różni się od 20 J, jest to odpowiedź C (czyli 19,68 J).

7 **Oszacuj**, jaką pracę wykonano podczas przesuwania zeszytu po biurku na odległość 49 cm, jeżeli będzie na niego działać siła 0,198 N. **Zaznacz** poprawną odpowiedź.

A. 4,041 J **B.** 0,09702 J **C.** 0,04041 J **D.** 9,702 J

Dla docieliwych

8 W tabeli przedstawiono zależność wydłużenia sprężyny od siły, jaką na nią działano. **Sporządź** wykres zależności siły od wydłużenia sprężyny w zakresie 0–0,5 m. Na podstawie wykresu **oblicz** pracę wykonaną przy rozciągnięciu sprężyny o 50 cm.

Siła [N]	20	40	60	80	100
Wydłużenie [m]	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5

Wykonana praca jest liczbowo równa polu pod wykresem zależności siły od wydłużenia sprężyny.

Zapamiętaj!

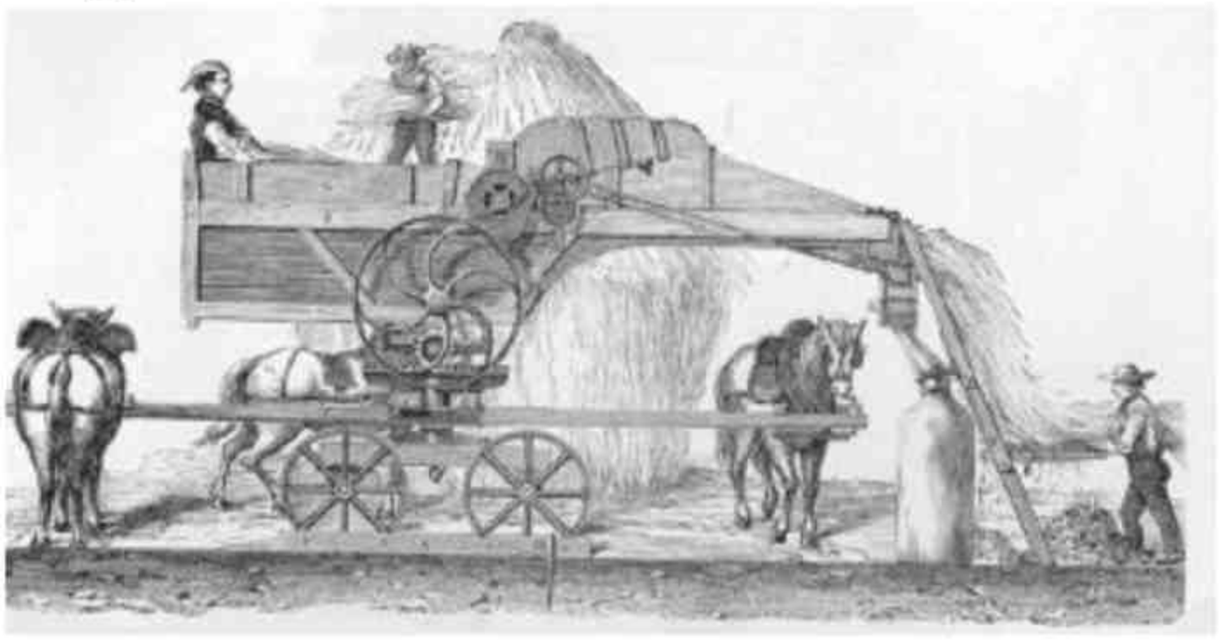
- Jeżeli kierunek działającej na ciało siły F jest zgodny z kierunkiem jego przemieszczania, to wykonaną pracę można obliczyć ze wzoru: $W = F \cdot s$, gdzie s – pokonana droga.
- Jednostką pracy jest dżul, $1\ \text{J} = 1\ \text{N} \cdot 1\ \text{m}$.

30 Moc i jej jednostki

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7RR5S

Na dobry początek

1 W połowie XIX wieku mimo rozwoju silników parowych większość energii napędowej do urządzeń dostarczały zwierzęta. Pracę mechaniczną wykonywały zazwyczaj zwierzęta pociągowe chodzące w tzw. kieracie. Kierat składał się z układu kół zębatych połączonych z długimi drągami, tzw. dyszlami, do których zaprzęgano zwierzęta. Te pchały dyszle, chodząc po okręgu.



Praca = siła · droga
$W = F \cdot s$
Moc P to iloraz pracy W i czasu t, w którym ta praca została wykonana:
$P = \frac{W}{t}$

W tabeli zebrano informacje na temat szacunkowej siły, jaką mogły pchać kierat: koń, wół i osioł, oraz drogi, jaką przebywały w czasie 1 sekundy.

Zwierzę	Siła działająca na dyszel [N]	Droga pokonywana przez zwierzę w czasie 1 sekundy [m]
koń	535	1,1
wół	535	0,7
osioł	134	1,1

a) Na podstawie danych z tabeli **wskaż** poprawne uzupełnienia zdania. **Podkreśl** je.

Spośród wymienionych zwierząt największą moc mechaniczną mógł wytworzyć w pojedynkę *koń/ wół/ osioł*, który w takim samym czasie mógł wykonać *mniejszą/ większą* pracę niż pozostałe zwierzęta.

b) **Napisz**, kiedy można uzyskać większą moc: zaprzęgając do kieratu trzy osły czy jednego konia. Odpowiedź **uzasadnij**.

c) W jaki sposób obliczyć pracę, jaką wykonałoby każde ze zwierząt w ciągu 1 godziny?

Nie obliczaj tej pracy, tylko opisz, jak można ją obliczyć.

Przykład

Aby podnieść ładunek na wysokość 15 m, dźwig musi wykonać pracę 600 kJ. Ile czasu zajmie podnoszenie ładunku, jeśli dźwig pracuje z mocą 50 kW?

Dane:

$h_1 = 15$ m

$W_1 = 600$ kJ

$P = 50$ kW

Szukane:

$t = ?$



Rozwiązanie:

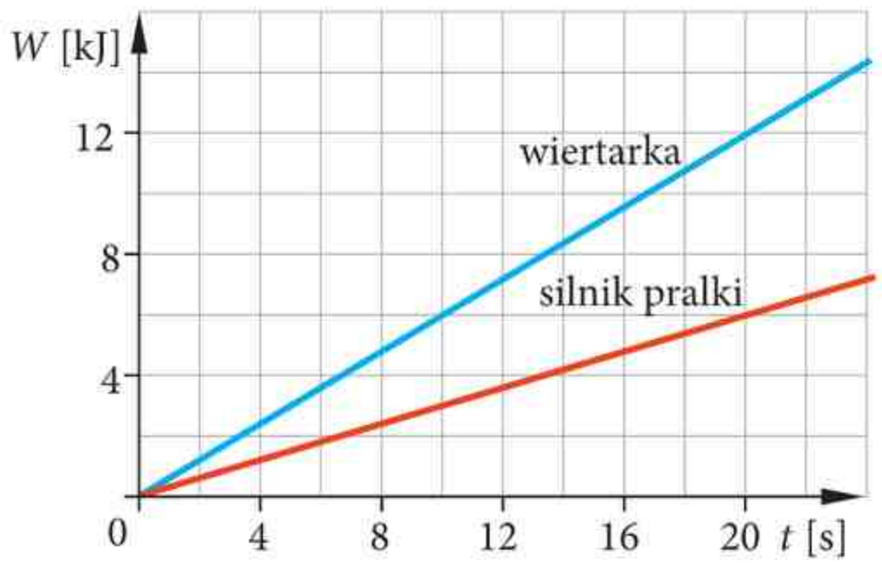
Moc dźwigu 50 kW oznacza, że w ciągu jednej sekundy wykona on pracę 50 kJ. Z treści zadania wiemy, że musi wykonać pracę 600 kJ, czyli 12 razy większą. Jej wykonanie potrwa więc 12 razy dłużej, czyli 12 sekund:

$$50 \text{ kJ} \cdot 12 = 600 \text{ kJ}$$

Odpowiedź: Podniesienie ładunku zajmie 12 s.

2 Na podstawie powyższego „Przykładu" uzupełnij tabelę o brakujące dane. Wiadomo, że za każdym razem wciągano taki sam ładunek na tę samą wysokość.

Moc dźwigu [kW]	60	50	40	30
Czas wciągania ładunku [s]		12		



Informacja do zadań 3 i 4

Na wykresie zamieszczonym obok przedstawiono zależność wykonanej pracy od czasu dla dwóch urządzeń – pralki oraz wiertarki.

3 Korzystając z wykresu, **wskaż** poprawne odpowiedzi.

a) Moc silnika pralki wynosi

A. 6 kW. **B.** 120 kW.

C. 1,33 kW. **D.** 0,3 kW.

b) W czasie 1 minuty wiertarka wykona pracę

A. 720 kJ. **B.** 36 kJ.

C. 18 kJ. **D.** 0,18 kJ.

4 **Wskaż** poprawne uzupełnienia zdań.

Silnik wiertarki wykonuje w czasie 10 s taką samą pracę co silnik pralki w czasie **A**/ **B**. Wynika to z tego, że wiertarka ma **C**/ **D** moc niż pralka.

A. 5 s **C.** dwa razy większą

B. 20 s **D.** dwa razy mniejszą

Dla dociekliwych

5 Maksymalna prędkość, jaką może osiągnąć samochód, zależy od mocy jego silnika. Jeżeli przyjmiemy, że przy dużych prędkościach moc generowana przez silnik samochodu jest zużywana prawie w całości do pokonania siły oporu powietrza, to z dobrym przybliżeniem moc P potrzebna do osiągnięcia danej prędkości v jest proporcjonalna do jej sześcianu, czyli wyrażenie: $\frac{P}{v^3}$ przyjmuje w przybliżeniu stałą wartość. Wynika z tego, że aby samochód osiągnął dwa razy większą prędkość, potrzebny jest silnik o ośmiokrotnie większej mocy. Poniżej obliczono iloraz $\frac{P}{v^3}$ dla kilku wersji pojazdu z silnikami o różnych mocach.



Moc silnika [W]	92 000	110 000	132 000
Prędkość maksymalna $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$	208	220	232
Prędkość maksymalna $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	57,8	61,1	64,4
Wartość wyrażenia $\frac{P}{v^3}$* $\left[\frac{\text{W}\cdot\text{s}^3}{\text{m}^3}\right]$	0,477	0,482	0,493

* Wartość wyrażenia $\frac{P}{v^3}$ obliczona dla poszczególnych silników różni się o mniej niż 4%. Jest to dobra metoda na przybliżone oszacowanie maksymalnej prędkości, jaką może osiągnąć pojazd z silnikiem o danej mocy.

a) Czy dla samochodu o bardziej opływowym (aerodynamicznym) kształcie wartość wyrażenia $\frac{P}{v^3}$ będzie mniejsza czy większa? Dlaczego?

b) Pewien producent samochodów zamieścił następującą reklamę silnika: „Dzięki nowemu, mocniejszemu silnikowi będziesz miał do dyspozycji dwa razy większą moc. Pozwoli ci to osiągnąć o 50% większą prędkość maksymalną niż dotychczas". Czy należy wierzyć jego zapewnieniom? **Uzasadnij** odpowiedź.

Zapamiętaj!

- Moc jest równa ilorazowi pracy W i czasu t, w którym ta praca została wykonana: $P = \frac{W}{t}$.
- Jednostką mocy jest wat (1 W).
- Jeden wat określa moc takiego urządzenia, które w czasie 1 s wykona pracę 1 J.

31 Energia potencjalna grawitacji i potencjalna sprężystości

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7QUXX

Na dobry początek

1 Ciała przedstawione na zdjęciach mają energię potencjalną grawitacji lub energię potencjalną sprężystości.













Uzupełnij tekst poniżej, wpisując odpowiednie litery.

Energia potencjalna grawitacji – zdjęcia: _____

Energia potencjalna sprężystości – zdjęcia: _____

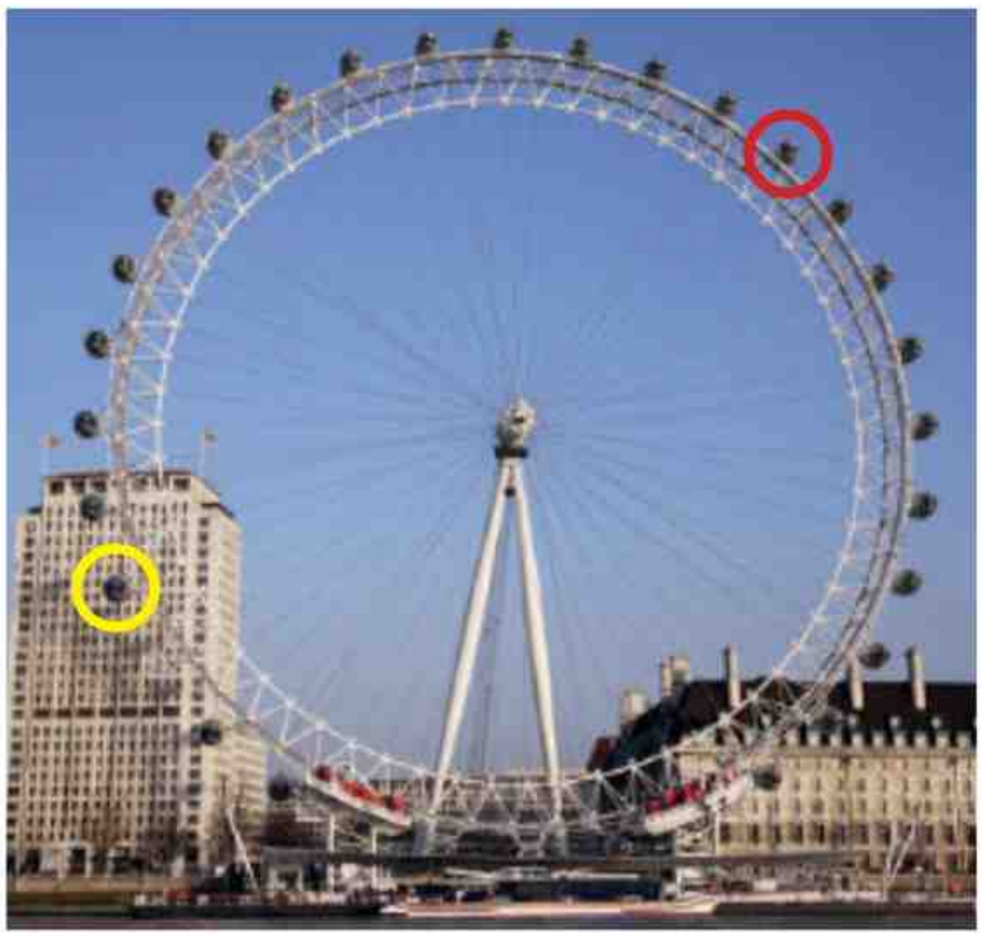
2 London Eye to diabelski młyn z 32 gondolami o masie około 10 ton każda. Cała konstrukcja ma wysokość 135 m. Przyjmij, że $g = 10 \frac{N}{kg}$.

a) **Otocz** kółkiem gondolę, która ma taką samą energię potencjalną grawitacji jak gondola otoczona czerwonym kółkiem.

b) **Otocz** kwadratem gondolę, która ma największą energię potencjalną grawitacji.

c) **Otocz** trójkątem gondolę, której energia potencjalna grawitacji jest mniejsza niż gondoli w żółtym kółku.

d) **Uzupełnij** obliczenia.

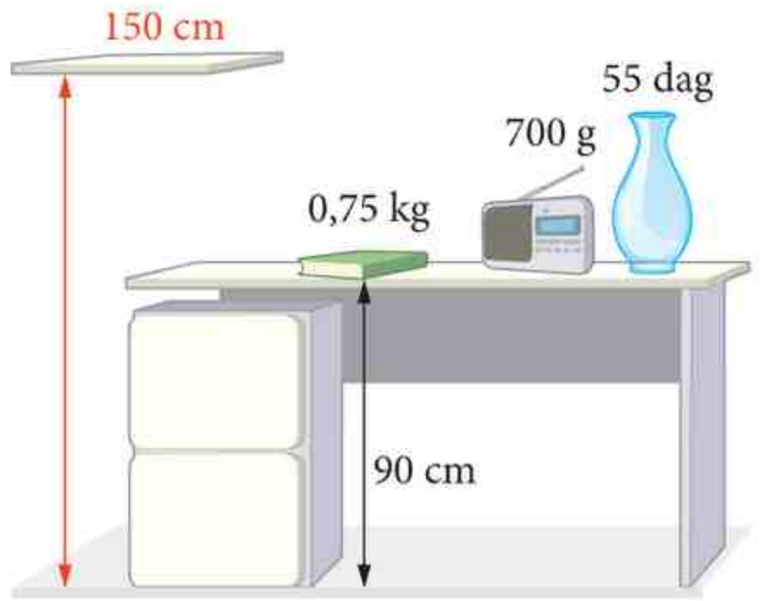


Gondola otoczona żółtym kółkiem znajduje się około 40 m nad ziemią. Jej energia potencjalna grawitacji względem ziemi wynosi około:

$$E_p = _____ \text{ kg} \cdot _____ \text{ m} \cdot 10 \frac{N}{kg} = _____ \text{ J} = ____ \text{ MJ}$$

1 t = 1000 kg
1 MJ = 1 000 000 J

3 Kasia przeniosła wszystkie przedmioty z biurka (patrz rysunek) na półkę. Korzystając z informacji zawartych na rysunku, **wykonaj** polecenia. Przyjmij, że $g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$.



Możesz uprościć obliczenia, jeśli na początku zsumujesz masy wszystkich przedmiotów wyrażone w tej samej jednostce (kilogramach).

a) Oblicz, o ile łącznie zwiększyła się energia potencjalna grawitacji wszystkich przeniesionych przedmiotów.

b) Oblicz pracę, jaką wykonała Kasia podczas przenoszenia przedmiotów.

Przykład

Oblicz wysokość, na jaką można by podnieść człowieka o masie 80 kg, zamieniając całą energię chemiczną zgromadzoną w baterii AA (popularnym paluszku), czyli około 4000 J, w jego energię potencjalną grawitacji.

Dane:
$m = 80\ \text{kg}$
$E = 4000\ \text{J}$

Szukane:
$h = ?$

Sposób I

Przekształcamy wzór na energię potencjalną tak, by wyznaczyć z niego wysokość:

$$E_\text{p} = m \cdot g \cdot h \,/ : mg$$

$$h = \frac{E_\text{p}}{m \cdot g}$$

Podstawiamy dane i otrzymujemy:

$$h = \frac{4000\ \text{J}}{80\ \text{kg} \cdot 10\frac{\text{N}}{\text{kg}}} = 5\ \text{m}$$

$$\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{N}} = \text{m}$$

Sposób II

Do podniesienia ciała o masie 1 kg na wysokość 1 m jest potrzebna energia o wartości:

$$E_\text{p} = 1\ \text{kg} \cdot 10\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 1\ \text{m} = 10\ \text{J}$$

Zatem do podniesienia człowieka o masie 80 kg na tę samą wysokość potrzeba 800 J energii. Energia 4000 J wystarczy do podniesienia tego samego człowieka na $\frac{4000}{800} = 5$ razy większą wysokość, czyli 5 m.

Odpowiedź: Energia 4000 J pozwala podnieść człowieka o masie 80 kg na wysokość 5 m.

4 **Oblicz** wysokość, na jaką można by podnieść poniższe przedmioty, wykorzystując w całości energię 4000 J zmagazynowaną w baterii AA (popularnym paluszku).

a) Plecak z książkami o masie 5 kg.

b) Długopis o masie 16 g.

c) W praktyce nie da się zamienić całej energii chemicznej, którą ma bateria AA, w energię potencjalną grawitacji. Na podstawie własnych obserwacji urządzeń zasilanych bateriami **napisz**, w jaką formę energii zamienia się część energii zmagazynowanej w baterii.

Obejrzyj film
docwiczenia.pl
Kod: F7N6AM

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7A8V5

Dla dociekliwych

5 Elektrownia wodna we Włocławku jest największą elektrownią przepływową w Polsce. Moc generatorów wynosi 160,2 MW. Energii do generatorów dostarczają turbiny wodne, przez które w każdej sekundzie przepływa 2190 m^3 wody. Spiętrzenie wody (różnica między poziomem wody przed i za turbiną) wynosi 8,8 m. **Oblicz**, jaki procent energii potencjalnej wody jest zamieniany na energię generatorów w elektrowni.



Jaką energię potencjalną ma 1 m^3 wody na wysokości 8,8 m?

Zapamiętaj!

- Energia potencjalna grawitacji to energia ciała o masie *m*, które znajduje się na wysokości *h* nad poziomem zerowym (np. powierzchnią Ziemi), oblicza się ją ze wzoru: $\Delta E_p = m \cdot g \cdot h$.
- Energię potencjalną sprężystości mają odkształcone sprężyste ciała stałe, które, powracając do pierwotnego kształtu, mogą wykonać pracę.

32 Energia kinetyczna, zasada zachowania energii mechanicznej

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F71BPD

Na dobry początek

1 **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań, tak aby powstały informacje prawdziwe.

A.



$v = 60\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$

B.



$v = 60\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$

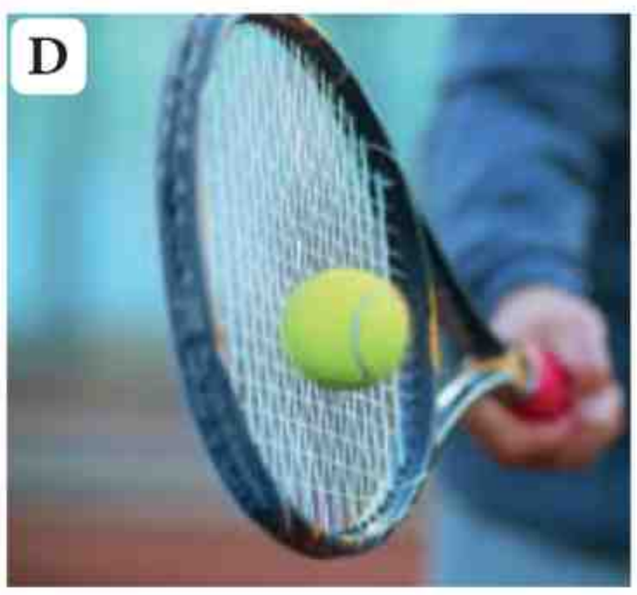
Większą energię kinetyczną ma *samochód/ pociąg*, ponieważ ma taką samą *masę/ prędkość* jak drugi pojazd, ale większą *masę/ prędkość*.

C



$v = 120\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$

D



$v = 40\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$

Większą energię kinetyczną ma piłka na zdjęciu po *prawej/ lewej* stronie, ponieważ ma taką samą *masę/ prędkość* jak druga piłka, ale większą *masę/ prędkość*.

2 **a)** **Uzupełnij** tabelę o brakujące obliczenia energii kinetycznej ciała o masie 2 kg i o podanej prędkości.

Prędkość	$1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$3\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$4\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Energia kinetyczna	$\frac{2\ \text{kg} \cdot (1\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = \frac{2\ \text{kg} \cdot 1\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = 1\ \text{J}$	$\frac{2\ \text{kg} \cdot (2\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = \frac{2\ \text{kg} \cdot __\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = ____\ \text{J}$	$\frac{__\ \text{kg} \cdot (__\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = \frac{__\ \text{kg} \cdot __\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} = ____\ \text{J}$	$\frac{__\ \text{kg} \cdot (__\ \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = \frac{____ \cdot ____}{2} = ____\ \text{J}$

b) Na podstawie uzyskanych wyników **wybierz** i **podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.

Energia kinetyczna ciała jest proporcjonalna do *prędkości/ kwadratu prędkości* tego ciała. Wynika z tego, że jeżeli samochód zwiększył prędkość z 40 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ do 80 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, to jego energia kinetyczna wzrosła *dwa/ cztery* razy, a jeżeli zwiększył prędkość z 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ do 30 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, to jego energia kinetyczna wzrosła *trzy/ dziewięć* razy.

3 Dla samolotów odrzutowych lecących z bardzo dużą prędkością ogromnym zagrożeniem jest zderzenie z lecącym ptakiem. Co prawda masa ptaka jest niewielka, ale jego prędkość względem samolotu jest zbliżona do prędkości, z którą samolot porusza się względem ziemi. Duże samoloty pasażerskie wytrzymują zderzenie z obiektem o energii 45 000 J.



Oblicz maksymalną masę obiektu, który nie uszkodzi kadłuba samolotu, kiedy uderzy w niego z prędkością o wartości 900 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Z punktu widzenia obserwatora znajdującego się w samolocie obiekt zbliża się z prędkością 900 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Masę obiektu obliczysz, przekształcając wzór na energię kinetyczną do postaci: $m = \frac{2E_k}{v^2}$.

4 **Oblicz** drogę, jaką pokona samochód o masie 1200 kg i prędkości:

a) 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, **b)** 40 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$,

zanim się zatrzyma, jeżeli siła hamująca ma stałą wartość 9600 N. **Uzupełnij** rozwiązanie podpunktu a) o brakujące obliczenia.

Krok 1 **Oblicz** energię kinetyczną pojazdu z punktu a).

Samochód o masie 1200 kg jadący z prędkością 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ma energię kinetyczną równą:

$$E_k = \frac{1200\,\text{kg} \cdot (20\,\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} = _____$$

Krok 2 **Zauważ**, że siła wyhamowująca pojazd musi wykonać pracę co do wartości równą jego energii kinetycznej, czyli: $W = E_k =$ _____ J.

Krok 3 Ze wzoru na pracę (w naszym przypadku wykonuje ją siła hamująca) $W = F \cdot s$ **oblicz** drogę hamowania: $s = \frac{W}{F}$. Siła o wartości 9600 N będzie musiała działać na drodze:

$$s = \frac{_____\ \text{J}}{150\ \text{N}} = _____$$

Korzystając z powyższego rozwiązania, wykonaj obliczenia dla podpunktu b).

c) **Wybierz** poprawne dokończenia zdań będących wnioskiem z wcześniejszych obliczeń.

Droga potrzebna do zatrzymania tą samą siłą hamującą ciała poruszającego się z dwukrotnie większą prędkością jest *dwukrotnie/ czterokrotnie* dłuższa. Gdybyśmy chcieli wyhamować pojazd o prędkości 30 $\frac{m}{s}$, używając takiej samej siły jak przy hamowaniu pojazdu o prędkości 10 $\frac{m}{s}$, potrzebowalibyśmy *trzykrotnie/ dziewięciokrotnie* dłuższej drogi.

5 Skoki na elastycznej linie bungee są wykonywane z kilkudziesięciu metrów. Początkowo skoczek spada swobodnie, następnie lina rozciąga się i wyhamowuje go w bezpiecznej odległości od powierzchni ziemi.

a) **Przeanalizuj** etapy ruchu skoczka i **wpisz** brakujące wartości energii: E_k – energia kinetyczna, E_{pg} – energia potencjalna grawitacji, E_{ps} – energia potencjalna sprężystości liny, E_c – całkowita energia mechaniczna. Przyjmij, że całkowita energia mechaniczna podczas spadania się nie zmienia (pomijamy opory ruchu).



Etap I Skok skoczka o masie 80 kg z wysokości 60 m mierzonej względem ziemi. Początkowa prędkość skoczka wynosi 0 $\frac{m}{s}$, lina nie jest naprężona.

$E_c = 48\,000$ J $E_k = 0$ J

$E_{pg} =$ _____ J $E_{ps} = 0$ J

Etap II Skoczek znajduje się na wysokości 50 m nad ziemią. Lina nie jest naprężona.

$E_c = 48\,000$ J $E_k =$ _____ J

$E_{pg} = 40\,000$ J $E_{ps} = 0$ J

Etap III Skoczek znajduje się 10 m nad powierzchnią ziemi, w najniższym położeniu. Lina jest maksymalnie naprężona, a prędkość skoczka wynosi 0 $\frac{m}{s}$.

$E_c =$ _____ J $E_k =$ _____ J

$E_{pg} = 8000$ J $E_{ps} =$ _____ J

b) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Na wysokości 50 m nad ziemią energia kinetyczna skoczka była największa.	**P**	**F**
2.	Energia potencjalna grawitacji skoczka zamienia się w energię potencjalną sprężystości liny.	**P**	**F**
3.	Skoczek o masie 80 kg może bezpiecznie skoczyć także z wysokości 40 m.	**P**	**F**
4.	Skoczek o większej masie powinien skakać z większej wysokości, aby skok był dla niego bezpieczny.	**P**	**F**

Dla dociekliwych

6 Mogłoby się wydawać, że zmniejszenie prędkości z 60 $\frac{km}{h}$ do 50 $\frac{km}{h}$ niewiele skróci drogę hamowania. Jednak jeżeli uwzględnimy drogę przebytą przez pojazd, zanim kierowca zareaguje, a hamulce zaczną hamować z maksymalną siłą, okazuje się, że jest inaczej. Czas reakcji kierowcy wynosi około 1 s. Samochód poruszający się z prędkością 50 $\frac{km}{h}$ przebywa wtedy 13,9 m, natomiast jego droga hamowania jest równa około 12 m – samochód przebędzie więc prawie 26 m od dostrzeżenia przez kierowcę przeszkody do zatrzymania.



Oblicz całkowitą drogę, jaką przebędzie samochód do momentu zatrzymania, jeśli będzie się poruszał z prędkością 60 $\frac{km}{h}$. Jaki wniosek można na tej podstawie sformułować?

Droga przebyta przez pojazd, zanim kierowca zareaguje, jest proporcjonalna do prędkości pojazdu – samochód pokonuje ją ze stałą prędkością (bez hamowania). Droga hamowania jest natomiast proporcjonalna do kwadratu prędkości pojazdu, od jakiej rozpoczyna się hamowanie.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F7KH97

Zapamiętaj!

- Energia kinetyczna jest związana z ruchem ciała – ma ją każde ciało będące w ruchu.
- Energia kinetyczna ciała jest wprost proporcjonalna do jego masy i kwadratu prędkości, z jaką się porusza, oblicza się ją ze wzoru: $E_k = \frac{mv^2}{2}$, gdzie m – masa ciała, v – prędkość ciała.
- Energia mechaniczna ciała to suma jego energii potencjalnej i energii kinetycznej:
$$E_k + E_p = E_{mech}$$
- W układzie izolowanym całkowita energia mechaniczna ciała nie zmienia się:
$$E_p + E_k = \text{constans}$$

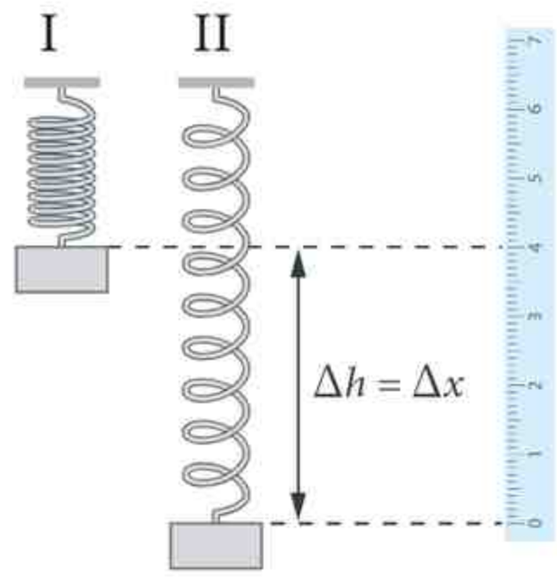
Dziennik laboratoryjny

Energia rozciągniętej sprężyny

Temat 31

- **Cel:** Zbadanie, jak energia potencjalna sprężystości zależy od wydłużenia sprężyny.
- **Potrzebne będą:** sprężyna (ewentualnie siłomierz), taśma miernicza lub centymetr krawiecki, trzy ciężarki (np. po 50 g) z haczykami, statyw, taśma klejąca.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Zawieś sprężynę na statywie.
2. Zamocuj (np. taśmą klejącą) obok sprężyny taśmę miernicą lub centymetr krawiecki tak, aby było łatwo odczytywać długość sprężyny.
3. Zmierz długość wiszącej sprężyny.
4. Zawieś na sprężynie ciężarek (rys. I) i pozwól mu się powoli obniżyć (rys. II) i rozciągnąć sprężynę. Zmierz długość rozciągniętej sprężyny.
5. Oblicz, o ile obniżył się ciężarek. Wynik Δh wpisz do tabeli 1.
6. Oblicz zmianę energii potencjalnej grawitacji ciężarka $\Delta E_{pg} = m \cdot g \cdot \Delta h$. Wynik wpisz do tabeli 1.
7. Zauważ, że gdy ciężarek obniża się o Δh, to sprężyna wydłuża się o $\Delta x = \Delta h$. Energia potencjalna sprężystości sprężyny rośnie o tyle, o ile maleje energia potencjalna grawitacji ciężarka, czyli $\Delta E_{ps} = \Delta E_{pg}$. Wydłużenie sprężyny i zmianę jej energii potencjalnej sprężystości wpisz do tabeli 2.



8. Powtórz czynności opisane w punktach 4–7, zawieszając na sprężynie jednocześnie dwa, a następnie trzy ciężarki.

Tabela 1.

Lp.	m [kg]	Δh [cm]	ΔE_{pg} [J]
1	0,05		
2	0,10		
3	0,15		

Tabela 2.

Lp.	Δx [cm]	ΔE_{ps} [J]
1		
2		
3		

9. Na podstawie wyników w tabeli 2 uzupełnij zdania i podkreśl poprawny wniosek.

Kiedy wydłużenie sprężyny wzrosło 2 razy, to jej energia potencjalna sprężystości wzrosła _____. Gdy wydłużenie sprężyny wzrosło 3 razy, to jej energia potencjalna sprężystości wzrosła _____.

Wniosek: Energia potencjalna sprężystości jest wprost proporcjonalna do Δx/ $(\Delta x)^2$.

E

Sposób na zadanie

Opisywanie zjawiska z wykorzystaniem pojęć i wielkości fizycznych

Zadanie 14. (0–1) CKE Kwiecień 2018

W magazynie mebli dźwig podnosi pionowo skrzynię o masie 360 kg ruchem jednostajnym z prędkością 0,4 $\frac{m}{s}$.

Która informacja dotycząca opisanej sytuacji jest prawdziwa? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. Energia potencjalna skrzyni pozostaje stała.

B. Energia kinetyczna skrzyni maleje, a jej energia potencjalna rośnie.

C. Dźwig, podnosząc skrzynię, wykonuje pracę przeciwko sile grawitacji.

D. Praca wykonana przez dźwig powoduje wzrost energii kinetycznej skrzyni.

Rozwiązanie:

1. Z treści zadania wynika, że prędkość skrzyni podczas jej ruchu do góry się nie zmienia, gdyż porusza się ona ruchem jednostajnym. Oznacza to, że jej energia kinetyczna również się nie zmienia. To stwierdzenie eliminuje odpowiedzi B oraz D.

Przypomnij sobie wzory opisujące energię kinetyczną oraz energię potencjalną grawitacji i zastanów się, jak je interpretować.

2. Zgodnie z treścią zadania wysokość, na jakiej znajduje się skrzynia, zwiększa się. Oznacza to, że rośnie jej energia potencjalna grawitacji. To stwierdzenie wyklucza odpowiedź A.

Rozważ, jak zmieni się energia potencjalna grawitacji ciała, gdy znajdzie się ono na dwa razy większej wysokości? A jak zmieni się energia kinetyczna ciała, gdy jego prędkość wzrośnie dwukrotnie?

3. Poprawna jest zatem odpowiedź C. Dźwig wykonuje pracę przeciwko sile ciężkości, gdyż siła potrzebna do podniesienia skrzyni jest zwrócona przeciwnie do siły ciężkości działającej na skrzynię.

Odpowiedź: Zaznaczamy C.

Ważne!

- Jeżeli ciało porusza się ruchem jednostajnym, to jego energia kinetyczna się nie zmienia. Gdy prędkość ciała rośnie, zwiększa się również jego energia kinetyczna. Gdy prędkość ciała maleje, zmniejsza się również jego energia kinetyczna.
- Gdy zwiększamy wysokość, na jakiej znajduje się ciało – jego energia potencjalna grawitacji rośnie, a gdy tę wysokość zmniejszamy – energia potencjalna grawitacji maleje.
- Aby podnieść ciało ruchem jednostajnym na pewną wysokość, musimy podziałać na nie siłą o wartości równej wartości siły ciężkości działającej na to ciało.

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7UVQV

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

1. Początkujący narciarze wybierają na ogół wzniesienia o niewielkim nachyleniu, z których zjeżdżają z reguły „na krechę", czyli w dół po linii prostej z powoli zwiększającą się prędkością.

Która z informacji dotycząca opisanej sytuacji jest prawdziwa? Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

A. Energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji narciarza maleją.
B. Energia kinetyczna narciarza rośnie, a energia potencjalna grawitacji narciarza maleje.
C. Energia potencjalna grawitacji narciarza rośnie, ponieważ siła grawitacji wykonuje nad nim pracę.
D. Energia kinetyczna narciarza się nie zmienia, natomiast jego energia potencjalna grawitacji maleje.

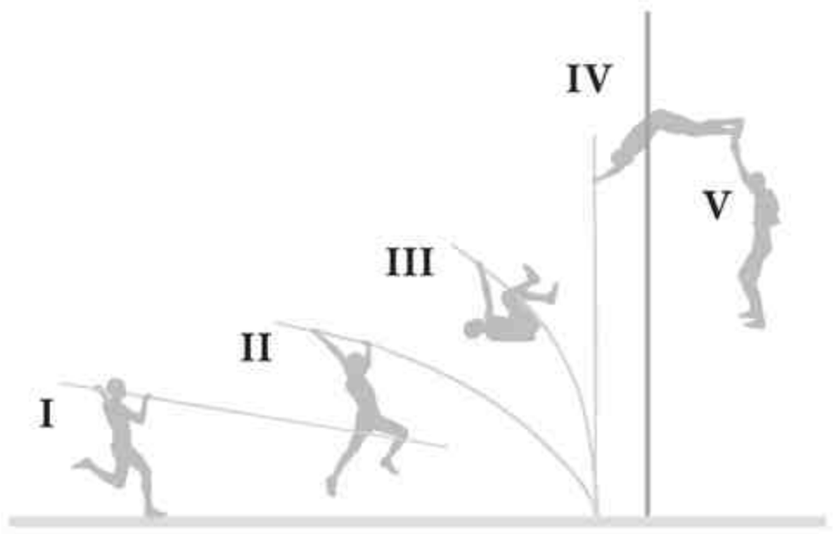
2. Niewielki dźwig budowlany wciąga ruchem jednostajnym ładunek o masie 100 kg na wysokość 10 m w czasie 10 s. **Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.**

<table>
<tr><td rowspan="2">Moc dźwigu w opisanej sytuacji jest równa</td><td>A.</td><td>1000 W,</td><td rowspan="2">ponieważ jeśli przyjmiemy poniższe oznaczenia:
F – siła, z jaką ciągnięta jest lina z ładunkiem,
s – wysokość, na jaką wciągany jest ładunek,
t – czas, w jakim wciągany jest ładunek,
to moc można obliczyć ze wzoru:</td><td>1.</td><td>$P = \frac{F \cdot s}{t}$.</td></tr>
<tr><td>B.</td><td>100 W,</td><td>2.</td><td>$P = \frac{F \cdot t}{s}$.</td></tr>
</table>

3. Poniżej przedstawiono kolejne etapy skoku o tyczce.

Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Pomiędzy etapami I i II energia potencjalna grawitacji zawodnika wzrosła, a energia potencjalna sprężystości tyczki zmalała.	P	F
2.	Pomiędzy etapami IV i V następowała przemiana energii potencjalnej grawitacji zawodnika w energię kinetyczną.	P	F



4. Leżąca na biurku o wysokości 1 m książka miała energię potencjalną grawitacji 4 J względem podłogi. Paweł niechcący zrzucił ją na ziemię. Przyjmij, że ruch książki to spadek swobodny.

Podkreśl poprawne uzupełnienia zdań.

Jeśli została spełniona zasada zachowania energii mechanicznej, to energia kinetyczna spadającej książki na wysokości 75 cm nad podłogą była równa *1 J/ 2 J/ 3 J/ 4 J*. Gdy prędkość tej książki wzrosła dwukrotnie, to jej energia kinetyczna wzrosła *2 razy/ 4 razy*. Na wysokości 25 cm nad podłogą energia potencjalna grawitacji książki była *większa/ mniejsza* od jej energii kinetycznej.

VII. Termodynamika

33 Energia wewnętrzna i temperatura

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7S796

Na dobry początek

1 **a)** **Uszereguj** naczynia od tego, w którym herbata ma najmniejszą energię wewnętrzną, do tego, w którym energia wewnętrzna herbaty jest największa. **Wpisz** w okienka litery oznaczające poszczególne naczynia we właściwej kolejności.



40°C 60°C 40°C 60°C

□ < □ < □ < □

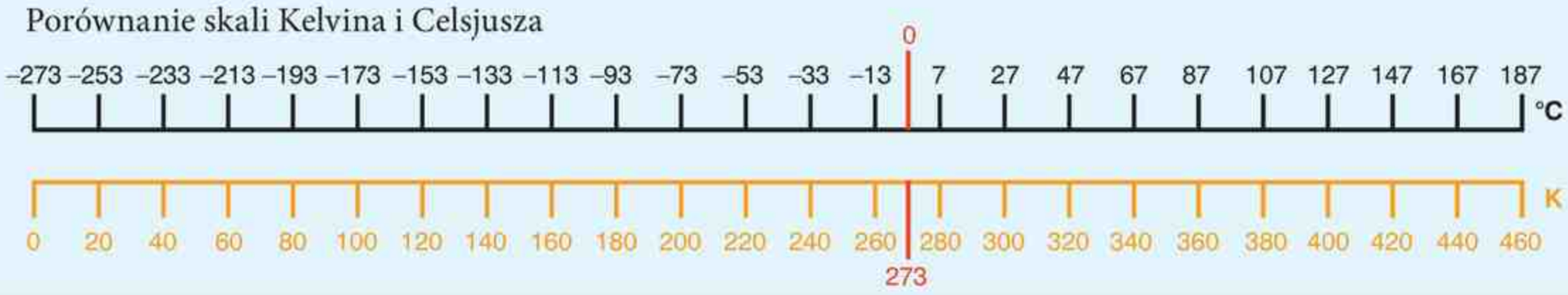
Energia wewnętrzna ciała o określonej temperaturze jest tym większa, z im większej liczby cząsteczek się ono składa.

b) **Uzasadnij** swój wybór, **zaznaczając** przy poniższych zdaniach P – prawda, lub F – fałsz.

1.	Energia wewnętrzna ciała nie zależy od jego masy, a jedynie od jego temperatury.	P	F
2.	Im wyższa temperatura, tym intensywniejsze drgania cząsteczek – wzrasta ich energia kinetyczna, a co za tym idzie także i energia wewnętrzna ciała.	P	F

2 **Przelicz** temperaturę wyrażoną w stopniach Celsjusza na kelwiny i odwrotnie. Skorzystaj z przykładów podanych w punktach a) i e).

Porównanie skali Kelvina i Celsjusza



a) –17°C = (–17 + 273) K = 256 K

b) 120°C = _____ K

c) –185°C = _____ K

d) 127°C = _____ K

e) 297 K = (297 – 273)°C = 24°C

f) 4 K = _____ °C

g) 600 K = _____ °C

h) –253 K = _____ °C

0 K = –273°C
0°C = 273 K

Pomiar temperatury i rodzaje termometrów

Pomiar temperatury odgrywa istotną rolę zarówno w życiu codziennym, w badaniach laboratoryjnych, jak i w procesach technologicznych w przemyśle. W zależności od sytuacji stosujemy termometry wykorzystujące różne zjawiska fizyczne i mierzące temperaturę z różną dokładnością.



■ W **termometrach oporowych** wykorzystuje się zjawisko zmiany oporu elektrycznego metali pod wpływem zmiany temperatury. Termometry takie muszą mieć zewnętrzne zasilanie. Składają się one z czujnika (umieszcza się go tam, gdzie chcemy zmierzyć temperaturę) oraz przyrządu pomiarowego, który podaje temperaturę na podstawie zmian płynącego prądu.

Proste termometry oporowe mają dokładność pomiaru 1°C, a najdokładniejsze – rzędu 0,01°C.



■ W **termometrach bimetalicznych** wykorzystuje się zjawisko rozszerzania się metali pod wpływem wzrostu temperatury. Dwa złączone ze sobą paski metali przy wzroście temperatury o tę samą wartość wydłużają się o różne długości, co powoduje skręcenie ukształtowanej w spiralę taśmy bimetalicznej i ruch wskazówki.

Termometry tego typu nie są zbyt dokładne, ale wystarczą na przykład do zmierzenia temperatury w piekarniku.



■ W **pirometrach** wykorzystuje się fakt, że ciała wysyłają promieniowanie podczerwone (termiczne), którego ilość zależy od ich temperatury. W zależności od zastosowań termometry takie mogą mierzyć temperaturę od minus kilkudziesięciu do ponad 1000°C.

Pirometrów używamy m.in. do pomiarów w trudno dostępnych miejscach i pomiarów temperatury ciała.



■ **Termometr alkoholowy** wykorzystuje zjawisko rozszerzania się cieczy pod wpływem wzrostu temperatury. Dolną i górną granicę wyznaczają temperatura krzepnięcia oraz temperatura wrzenia cieczy.

W przypadku termometru zaokiennego zawierającego etanol to odpowiednio –114°C oraz 78°C.

Rozwiąż zadanie na podstawie informacji

3 Na rysunku przedstawiono nieużywany już dzisiaj rtęciowy termometr lekarski. Niektóre liczby zostały na nim zamazane.



a) **Odczytaj** temperaturę, jaką wskazuje termometr, i **zapisz** wynik odczytu. _____

Zapisz niepewność odczytu temperatury z przedstawionego termometru.

b) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Termometrem alkoholowym możemy zmierzyć temperaturę powietrza równą –40°C.	**P**	**F**
2.	Aby termometr bimetaliczny zadziałał, należy go podłączyć do źródła prądu.	**P**	**F**
3.	Każdy termometr wymaga bezpośredniego zetknięcia z ciałem, którego temperaturę mierzymy.	**P**	**F**

c) **Wskaż** właściwe dokończenie zdania.

W termometrach bimetalicznych (stosowanych m.in. w piekarnikach) wykorzystywane jest zjawisko

A. zmiany objętości cieczy.

B. zmiany przepływu prądu elektrycznego.

C. zmiany objętości ciał stałych.

D. emitowania przez ciała promieniowania podczerwonego.

d) Obok opisów pomiarów **zapisz** nazwy termometrów, które będą najlepsze do ich wykonania. **Uwaga.** Do niektórych pomiarów można użyć różnego rodzaju termometrów.

1. Pomiar temperatury powietrza w piwnicy budynku z możliwością natychmiastowego odczytu tej temperatury w pokoju na parterze.

_____

2. Pomiar temperatury gorących kawałków drewna w ognisku.

_____

3. Pomiar temperatury wody wrzącej w garnku.

_____

e) Dlaczego na szybie drzwiczek piekarnika mocuje się termometr bimetaliczny, a nie na przykład pirometr czy termometr oporowy, mimo że mogą one mierzyć temperaturę do 300°C i są dokładniejsze od bimetalicznego?

_____

_____

_____

4 **Uzupełnij** luki w tekście, a następnie **podkreśl** poprawne uzupełnienie wniosku z obliczeń.

Temperatura wody w czajniku podczas gotowania wzrosła od temperatury $T_1 = 21°C$ do temperatury $T_2 = 100°C$. Zmiana temperatury wyrażona w °C wynosi:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = _____ - _____ = _____ °C$$

Jeśli początkową temperaturę wody wyrazimy w kelwinach, to otrzymamy: $T_1 =$ _____ K. Temperatura końcowa tejże wody wyrażona w kelwinach wynosiłaby $T_2 =$ _____ K.

Zmiana temperatury wody wyrażona w kelwinach:

$$\Delta T = _____ - _____ = _____ K$$

Wniosek: Zmiana temperatury wyrażona w stopniach Celsjusza *jest/ nie jest* liczbowo równa zmianie tej temperatury wyrażonej w kelwinach.

Dla dociekliwych

5 W poniższej tabeli przedstawiono średnią prędkość cząsteczek amoniaku (NH_3) w zależności od temperatury.

Temperatura T [°C]	0	50	100	150	200	250	300
Prędkość cząsteczek v $[\frac{m}{s}]$	633	688	740	788	833	876	917

a) **Wykaż**, że energia wewnętrzna gazu rośnie wraz z temperaturą.

b) **Oblicz**, ile razy średnia energia kinetyczna cząsteczki amoniaku jest większa w temperaturze 300°C niż w temperaturze 0°C. Co można powiedzieć o energii wewnętrznej tej samej ilości amoniaku w tych temperaturach?

Zapamiętaj!

- Energia wewnętrzna ciała to suma energii kinetycznej cząsteczek, z których jest ono zbudowane, i energii potencjalnej wzajemnego oddziaływania tych cząsteczek.
- Podstawową jednostką temperatury w układzie SI jest kelwin (1 K).
  0 K = –273°C, natomiast 0°C = 273 K.
- W skali Kelvina za 0 K przyjęto najniższą możliwą temperaturę – temperaturę zera bezwzględnego.

34 Zmiana energii wewnętrznej w wyniku pracy i przepływu ciepła

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F71AUS

Na dobry początek

1 Zdjęcia ilustrują sytuacje, w których na skutek wykonania pracy lub przepływu ciepła wzrasta energia wewnętrzna ciał. Pod każdym zdjęciem **wpisz** słowo *praca* lub *ciepło* w zależności od tego, jaka jest przyczyna wzrostu energii wewnętrznej danego ciała.









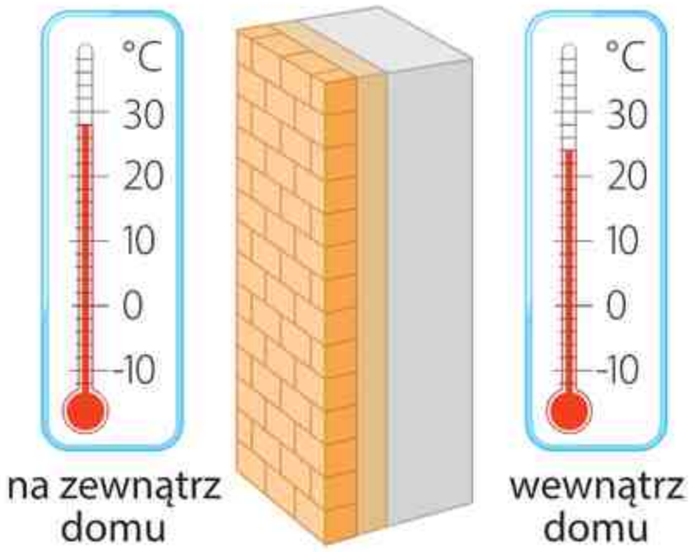




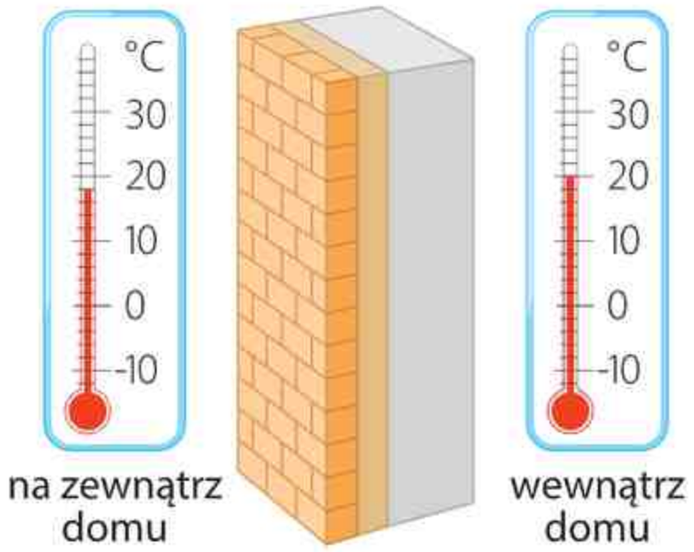
2 **Zaznacz** strzałką kierunek przepływu ciepła przez ścianę w sytuacjach pokazanych na rysunkach. **Napisz**, w którym przypadku w takim samym czasie przez ścianę przepłynie więcej ciepła.

Jeśli dwa ciała mają taką samą temperaturę, przepływ ciepła nie zachodzi – mówimy w takiej sytuacji o równowadze termicznej.

A.



B.



Przykład

Podczas pompowania koła rowerowego wykonano pracę 300 J. W tym samym czasie opona oddała do otoczenia ciepło w ilości 200 J. O ile zmieniła się energia wewnętrzna opony i powietrza w oponie?

Dowiedz się więcej
docwiczenia.pl
Kod: F717DV

Dane:

$W = 300\ \text{J}$

$Q = 200\ \text{J}$

Szukane:

$\Delta E_w = ?$

Rozwiązanie:

Zgodnie z I zasadą termodynamiki zmiana energii wewnętrznej może się odbyć w wyniku wykonania pracy lub przepływu ciepła.

Zmiana energii wewnętrznej w tym przypadku jest równa: $\Delta E_w = W - Q$.

W odniesieniu do opisanej w zadaniu sytuacji, możemy więc zapisać:

$$\Delta E_w = 300\ \text{J} - 200\ \text{J} = 100\ \text{J}$$

Tyle energii dostarczyliśmy do dętki, wykonując pracę, stąd znak +.

Tyle energii zostało oddane do otoczenia w postaci ciepła, stąd znak –.

Uwaga. Znaki przy Q i W zależą od tego, czy ciepło dopływa, czy wypływa z układu, oraz od tego, czy wykonujemy pracę nad ciałem, czy też to ciało wykonuje pracę.

Odpowiedź: Energia wewnętrzna opony i powietrza w oponie wzrosła o 100 J.

3 **Oblicz**, o ile wzrosła energia wewnętrzna tarcz i klocków hamulcowych podczas hamowania samochodu, jeżeli siła tarcia wykonała pracę 600 kJ, a w tym czasie do otoczenia zostało oddane 350 kJ ciepła.

Zapamiętaj!

- Energia wewnętrzna ciała może ulec zmianie wskutek przepływu ciepła lub wykonania pracy.
- Przepływ ciepła następuje w wyniku różnicy temperatur.
- I zasada termodynamiki: Zmiana energii wewnętrznej ciała jest sumą wykonanej pracy W i ciepła Q wymienionego z otoczeniem (ciepło pobrane ze znakiem +, oddane ze znakiem –):

$$\Delta E_w = W + Q$$

35 Sposoby przekazywania ciepła

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F76TQ6

Na dobry początek

1 **Uzupełnij** tabelę, wpisując we właściwe pola nazwy poniższych materiałów.

powietrze • styropian • miedź • korek • żelazo • diament



Bardzo dobry przewodnik ciepła	Bardzo dobry izolator ciepła

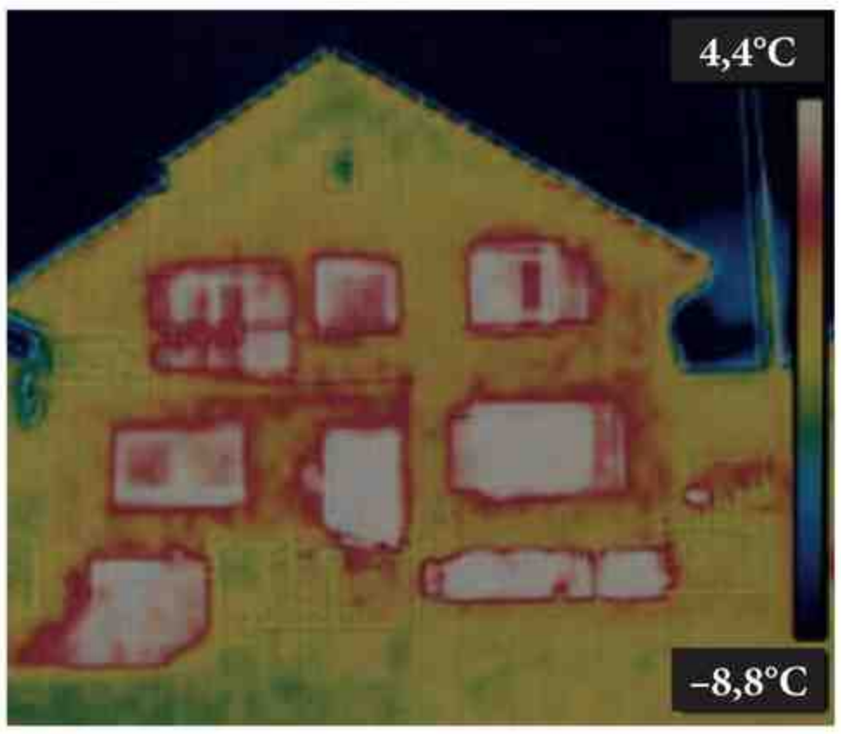
2 **Zaznacz** znakiem X wszystkie możliwe sposoby przekazywania ciepła w wymienionych ośrodkach.

		ciałach stałych	cieczach	gazach	próżni
Przewodnictwo	może zachodzić w				
Konwekcja					
Promieniowanie					

3 Obok przedstawiono obraz budynku zarejestrowany w podczerwieni za pomocą kamery termowizyjnej. Dany kolor na zdjęciu oznacza określoną temperaturę (patrz skala temperatury po prawej stronie zdjęcia).

a) **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.

Energia cieplna została przesłana z budynku do kamery termowizyjnej poprzez *przewodnictwo/ promieniowanie*. Miejsca, w których budynek jest najsłabiej izolowany, są na zdjęciu oznaczone kolorem *czerwonym/ zielonym*.



b) **Napisz**, jak można zapobiegać utracie ciepła z budynku przedstawionego na zdjęciu, z obszarów gdzie ciepło „ucieka” najbardziej.

4 **Zaznacz** w tekście fragmenty dotyczące przepływu ciepła, a następnie **przepisz** je do tabeli i **zapisz** nazwę sposobu przepływu ciepła, z którym mamy do czynienia w opisanej sytuacji.

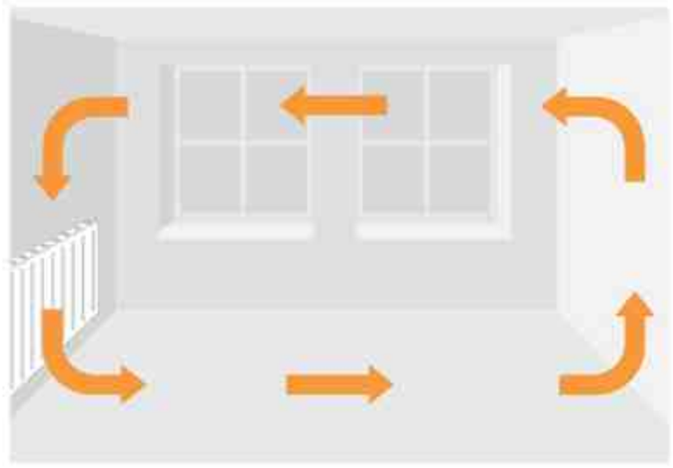
Popołudnie było bardzo upalne. Już z daleka dało się zauważyć, jak powietrze faluje, unosząc się nad rozgrzaną jezdnią. – Uff, jak gorąco! – powiedział Tomek. Może wody sodowej z lodem? – zapytała jego siostra Kasia. – Nie, dziękuję, niezdrowo jest pić w takie upały takie zimne napoje – odpowiedział Tomek. Kasia mimo to otworzyła lodówkę i wyjęła z niej butelkę z wodą. Kiedy chwyciła ją w dłoń, poczuła przyjemny chłód.

W tym samym czasie Tomek spojrzał w okno. Na ulicy dostrzegł Piotrka, który jechał ulicą na rowerze. Otworzył okno, żeby go zawołać. Wychylił się i położył dłonie na parapecie. – Auuu, ale gorące! – krzyknął, szybko cofając ręce. Piotrek, który już wcześniej go zauważył, spojrzał w stronę kolegi i krzyknął do niego. – Zapomniałeś, że słońce mocno nagrzewa takie metalowe rzeczy? To musiało boleć.

W tej chwili weszła do kuchni mama Kasi i Tomka. Otworzyła piekarnik, żeby wyjąć pieczeń. Z otwartego piecyka buchnęło gorące powietrze, unosząc się. Mama zbliżyła dłonie do brytfanny, ale gdy jej dotknęła, stwierdziła, że jednak jest zbyt gorąca, żeby wziąć ją w ręce, i zaczęła szukać rękawicy kuchennej.

Fragment tekstu	Sposób przepływu ciepła
powietrze faluje, unosząc się nad rozgrzaną jezdnią	*konwekcja*

5 Czy na rysunku poprawnie narysowano obieg powietrza w pokoju z tradycyjnym grzejnikiem zawieszonym na ścianie? **Uzasadnij** odpowiedź.



Zapamiętaj!

- Przewodnictwo cieplne zachodzi przy bezpośrednim kontakcie ciał o różnych temperaturach.
- Konwekcja polega na przemieszczaniu się ogrzanej cieczy (lub gazu) do góry, podczas gdy chłodniejsza ciecz (gaz) zajmuje miejsce ogrzanej.
- Promieniowanie to sposób przekazywania ciepła na odległość np. ze Słońca na Ziemię.

36 Ciepło właściwe

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F74CDY

Na dobry początek

1 **Uzupełnij** zdania o brakujące dane.

Do ogrzania 1 kg piasku o 1°C potrzeba 800 J ciepła.

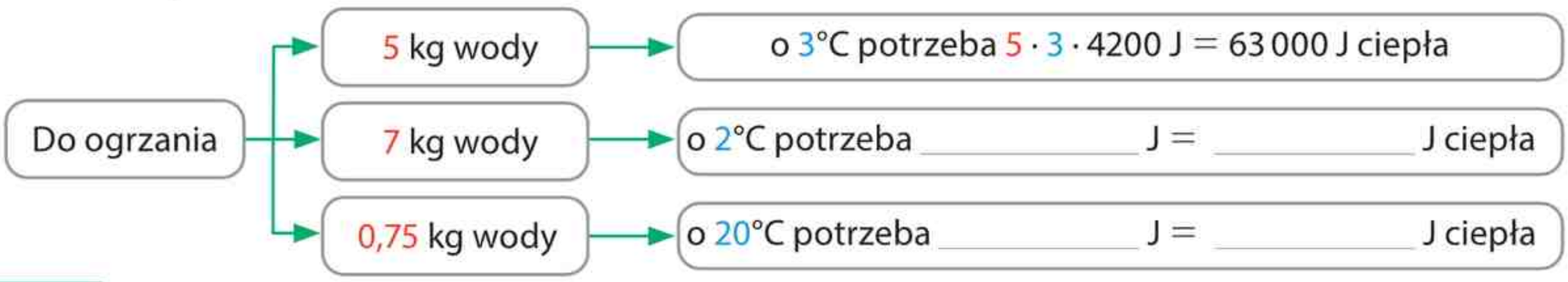
Aby ogrzać 2 kg piasku o 1°C potrzeba 2 · 800 J, czyli _____ J ciepła, a do ogrzania 7 kg piasku o 1°C potrzeba _____ · _____ J = = _____ J ciepła.

Do ogrzania 1 kg piasku o 3°C potrzeba 3 · 800 J = _____ J ciepła. Aby ogrzać 1 kg piasku o 5°C, potrzeba _____ · _____ J = = _____ J ciepła.

Ilość ciepła potrzebna do zwiększenia temperatury ciała o ustaloną wartość jest proporcjonalna do masy tego ciała.

Ilość ciepła potrzebna do zwiększenia temperatury ciała o ustalonej masie jest proporcjonalna do przyrostu temperatury.

2 **Uzupełnij** poniższy diagram. Wiadomo, że do ogrzania 1 kg wody o 1°C potrzeba około 4200 J ciepła.



3 Grzałka dostarcza w czasie każdej sekundy do 1 kg wody 500 J ciepła. **Oblicz**, ile minut trzeba czekać, aby grzałka ogrzała tę masę wody o 50°C. Przyjmij, że ciepło właściwe wody jest równe 4200 $\frac{J}{kg \cdot °C}$.

4 **Oblicz**, ile ciepła należy dostarczyć, aby ogrzać powietrze od 18°C do 20°C w pokoju o wymiarach: 4 m × 5 m × 2,5 m. Gęstość powietrza wynosi 1,2 $\frac{kg}{m^3}$. Ciepło właściwe powietrza z uwzględnieniem zawartej w nim pary wodnej w temperaturze 20°C i przy wilgotności 50% jest równe 1020 $\frac{J}{kg \cdot °C}$. Przyjmij, że pokój jest układem izolowanym.

Krok 1 **Wypisujemy** dane i szukane.

Układ izolowany to taki układ ciał, który nie wymienia ciepła z otoczeniem.

Krok 2 Dostarczone ciepło możemy obliczyć ze wzoru: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$, nie znamy jednak masy powietrza. Zauważmy, że w zadaniu podano gęstość powietrza i wymiary pokoju. Jeżeli więc obliczymy objętość pokoju, to masę powietrza będziemy mogli obliczyć z przekształcenia wzoru na gęstość. **Obliczamy** objętość pokoju: $V = 4\,m \cdot 5\,m \cdot 2{,}5\,m =$ _____ m^3.

Krok 3 Z przekształcenia wzoru na gęstość $d = \frac{m}{V}$ **obliczamy** masę powietrza:

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

Krok 4 Brakuje nam jeszcze zmiany temperatury: $\Delta T = _____ °\text{C} - _____ °\text{C} = _____ °\text{C}$.

Po podstawieniu obliczonych wielkości do wzoru z kroku 2. **otrzymujemy** ilość dostarczonego ciepła:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = _____ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}} \cdot _____ \text{kg} \cdot _____ °\text{C} = _____ \text{J}$$

Krok 5 Zapisujemy odpowiedź: _____

Przykład

Do kulki ołowianej o masie 0,02 kg, której temperatura początkowa wynosiła 18°C, dostarczono 65 J ciepła. Oblicz temperaturę końcową tej kulki. Ciepło właściwe ołowiu wynosi $130 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$.

Sposób I

Wiemy, ile ciepła dostarczono kulce, znamy jej ciepło właściwe i masę, do obliczenia temperatury kulki możemy więc wykorzystać wzór $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$. Jeżeli przekształcimy go do postaci: $\Delta T = \frac{Q}{c \cdot m}$, to obliczymy zmianę temperatury kulki:

$$\Delta T = \frac{65\,\text{J}}{130 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}} \cdot 0{,}02\,\text{kg}} = 25°\text{C}$$

Znamy jej początkową temperaturę, więc końcowa temperatura kulki będzie równa:

$$T = 18°\text{C} + 25°\text{C} = 43°\text{C}$$

Sposób II

Z definicji ciepła właściwego wynika, że aby ogrzać 1 kg ołowiu o 1°C należy dostarczyć 130 J ciepła. Do ogrzania o 1°C kulki ołowianej o masie 0,02 kg wystarczy więc:

$$0{,}02 \cdot 130\,\text{J} = 2{,}6\,\text{J ciepła.}$$

Z treści zadania wiemy, że kulce dostarczono 65 J energii, czyli $65 : 2{,}6 = 25$ razy więcej energii. Oznacza to, że dostarczonej energii wystarczy do ogrzania 0,02 kg ołowiu o 25°C. Znamy temperaturę początkową kulki, więc jej temperatura końcowa wyniesie:

$$T = 18°\text{C} + 25°\text{C} = 43°\text{C}$$

Odpowiedź: Po dostarczeniu kulce 65 J ciepła jej temperatura wyniesie 43°C.

5 Korzystając z „Przykładu”, **oblicz** końcową temperaturę 4 kg wody o temperaturze początkowej 15°C po dostarczeniu 252 kJ ciepła. Ciepło właściwe wody to $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$.

6 Do 0,2 kg pewnej substancji o temperaturze początkowej 10°C dostarczano stale ciepło w tempie 100 J w ciągu każdej sekundy.

a) Uzupełnij poniższą tabelę. Przyjmij, że podczas ogrzewania substancja nie zmieniła swojego stanu skupienia.

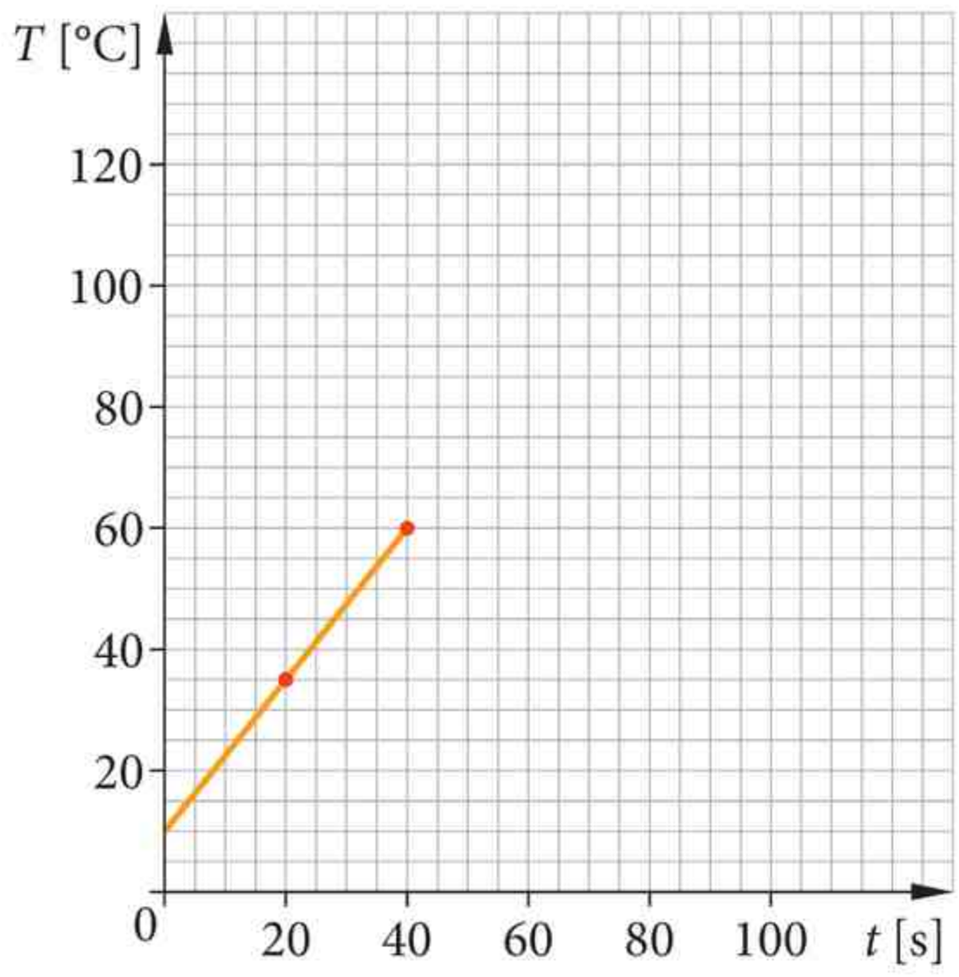
Jeśli substancja jest ogrzewana ze stałą mocą, to zmiana jej temperatury jest proporcjonalna do czasu ogrzewania, pod warunkiem że nie zmieni stanu skupienia.

Czas ogrzewania t [s]	20	40	60	80	100
Ilość dostarczonej energii Q [J]	2000	4000			
Zmiana temperatury ΔT [°C]	25	50			
Temperatura końcowa T [°C]	35	60			

b) Wykorzystując dane z tabeli, **dokończ** sporządzanie wykresu zależności temperatury od czasu ogrzewania.

c) Zapisz temperaturę końcową, jaką osiągnęłaby ta substancja, gdybyśmy ogrzewali ją przez 200 s. _____

d) Oblicz ciepło właściwe ogrzewanej substancji, korzystając ze wzoru: $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$.



Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj doświadczenie
docwiczenia.pl
Kod: F75GTK

Zapamiętaj!

- Ilość pobranego przez ciało ciepła potrzebnego do uzyskania danego przyrostu temperatury jest wprost proporcjonalna do masy tego ciała i zależy od rodzaju substancji, z której jest zbudowane.
- Ciepło właściwe określa, ile energii trzeba dostarczyć, aby zwiększyć temperaturę 1 kg danej substancji o 1 K (o 1°C).
- Ciepło właściwe to iloraz ciepła Q dostarczonego ciału i iloczynu jego masy m i przyrostu temperatury ΔT, obliczamy je ze wzoru: $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$.

37 Zmiany stanu skupienia ciał

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7GHSS

Na dobry początek

1 Na zdjęciach przedstawiono różne zmiany stanu skupienia: *topnienie, krzepnięcie, parowanie, skraplanie, sublimację* i *resublimację*. **Zapisz** pod ilustracjami właściwe nazwy zjawisk.













2 Zaznacz w tekście fragmenty opisujące zmiany stanu skupienia, a następnie przepisz je poniżej i zapisz obok nazwę zmiany stanu skupienia.

Był upalny letni dzień. Karolina postanowiła przygotować kostki lodu do schładzania napojów. Aby pozbyć się bakterii, wstawiła wodę do gotowania. Po 15 minutach stwierdziła, że w naczyniu z wrzątkiem nieco ubyło cieczy. Karolina po wystudzeniu przegotowanej wody, wlała ją do foremek na kostki i wstawiła do zamrażalnika. Po około 4 godzinach kostki lodu były gotowe. Gdy zostały wyjęte z zamrażalnika Karolina zauważyła, że tuż nad nimi zaczęła się unosić delikatna mgiełka, jeszcze zanim kostki zaczęły się topić. Po wrzuceniu dużej liczby kostek do lemoniady, dziewczyna dostrzegła na ściankach dzbanka drobne kropelki wody. Było tak gorącą, że po pół godzinie od wyniesienia schłodzonej lemoniady do ogrodu po kostkach lodu nie było ani śladu.

w naczyniu z wrzątkiem nieco ubyło cieczy – parowanie

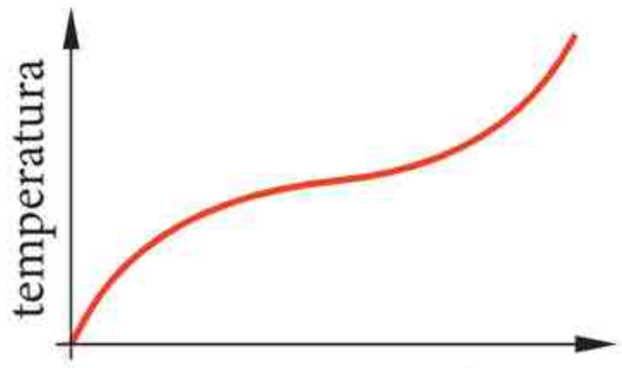
38 Topnienie i krzepnięcie

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F75F8T

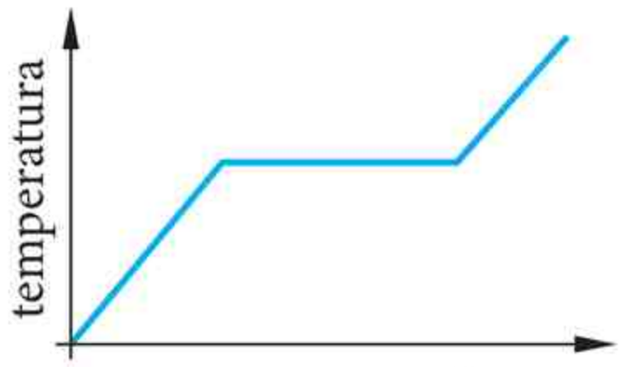
Na dobry początek

1 Na wykresach przedstawiono zależność temperatury od czasu ogrzewania – szkła oraz ołowiu. **Podpisz** wykresy nazwami odpowiednich substancji. **Uzasadnij** odpowiedź.

A.



B.



2 **Przeanalizuj** temperatury topnienia i wrzenia wybranych substancji, podane w tabeli 1. W tabeli 2. **zaznacz** znakiem X pierwiastki, które spełniają opisany w danym wierszu warunek.

Tabela 1.

Substancja	ołów	żelazo	cynk	glin	miedź
Temperatura topnienia [°C]	328	1536	420	660	1085
Temperatura wrzenia [°C]	1740	2750	907	2467	2570

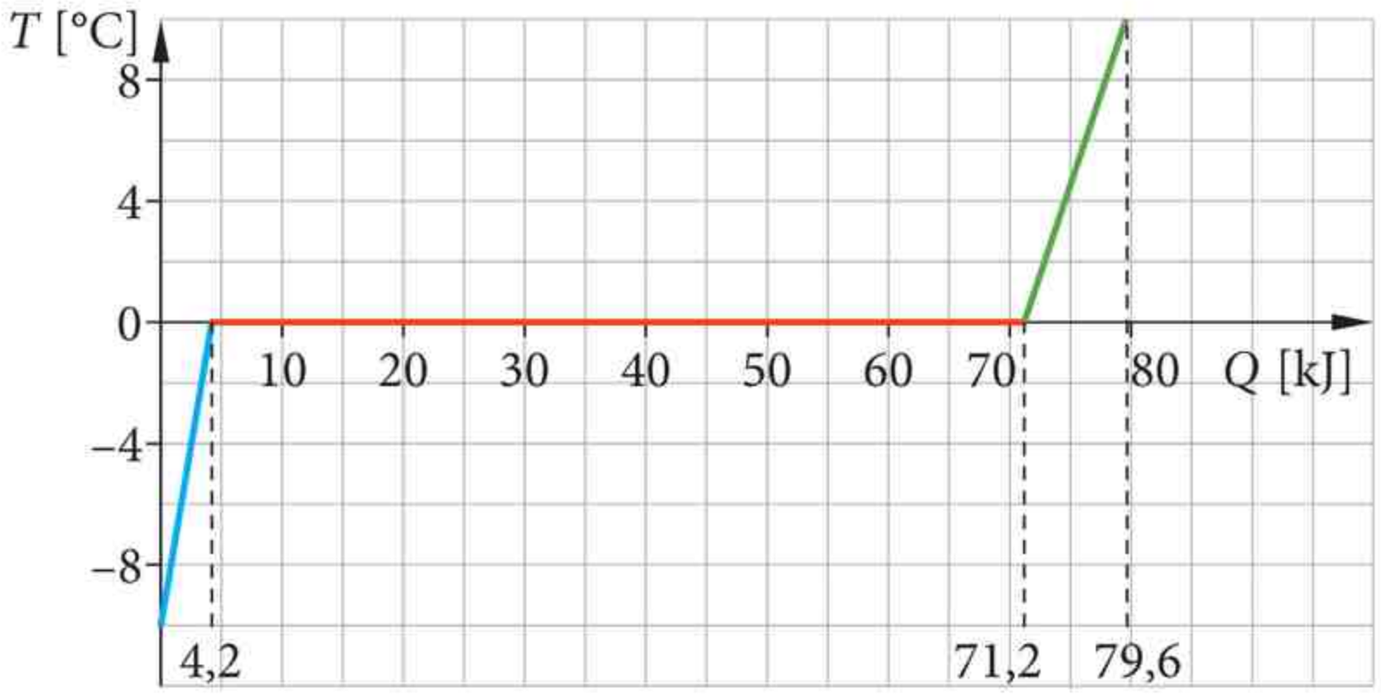
Tabela 2.

Pierwiastki, które:	ołów	żelazo	cynk	glin	miedź
podczas wzrostu temperatury od 200°C do 600°C zmienią stan skupienia	X		X		
w temperaturze 800°C będą w stanie ciekłym					
skrzepną, kiedy temperatura obniży się z 2000°C do 1000°C					
w temperaturze 1200°C będą w stanie gazowym					
podczas wzrostu temperatury od 2400°C do 2600°C przejdą ze stanu ciekłego w stan gazowy					

3 Na wykresie na stronie 118 przedstawiono zależność temperatury t od ilości ciepła Q dostarczonego do lodu o masie 0,2 kg i początkowej temperaturze równej –10°C.

a) **Nazwij** procesy fizyczne odpowiadające zaznaczonym kolorami fragmentom wykresu. **Wybierz** właściwe określenia spośród podanych w ramce i **uzupełnij** legendę obok wykresu.

wrzenie • ogrzewanie ciała stałego • topnienie • ogrzewanie gazu • ogrzewanie cieczy



Legenda:

b) **Wybierz** poprawne dokończenie zdania.

Z wykresu można odczytać, że do stopienia 0,2 kg lodu w stałej temperaturze potrzebne jest

A. 4,2 kJ ciepła. **B.** 67 kJ ciepła. **C.** 71,2 kJ ciepła. **D.** 79,6 kJ ciepła.

c) Korzystając z informacji przedstawionych w podpunktach a) i b), **oblicz** ciepło topnienia lodu.

Ciepło topnienia to ilość ciepła, jaką należy dostarczyć, aby w temperaturze topnienia zmienić 1 kg substancji z ciała stałego w ciecz.

d) **Oceń** prawdziwość zdań. **Zaznacz** P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Lód zaczął się topić w temperaturze −10°C.	**P**	**F**
2.	Kształt wykresu jest typowy dla ciał bezpostaciowych.	**P**	**F**
3.	Z wykresu wynika, że woda ma większe ciepło właściwe niż lód.	**P**	**F**
4.	Po dostarczeniu 50 kJ ciepła w naczyniu była większa masa wody niż lodu.	**P**	**F**

Zapamiętaj!

- Ciała stałe o budowie krystalicznej mają stałą, ściśle określoną temperaturę topnienia i krzepnięcia. Dla takich ciał temperatury te są równe.
- Ciepło topnienia oblicza się jako iloraz ciepła Q potrzebnego do stopienia ciała (w temperaturze topnienia) i jego masy m: $c_t = \frac{Q}{m}$.
- Jednostką ciepła topnienia (krzepnięcia) jest 1 $\frac{J}{kg}$.

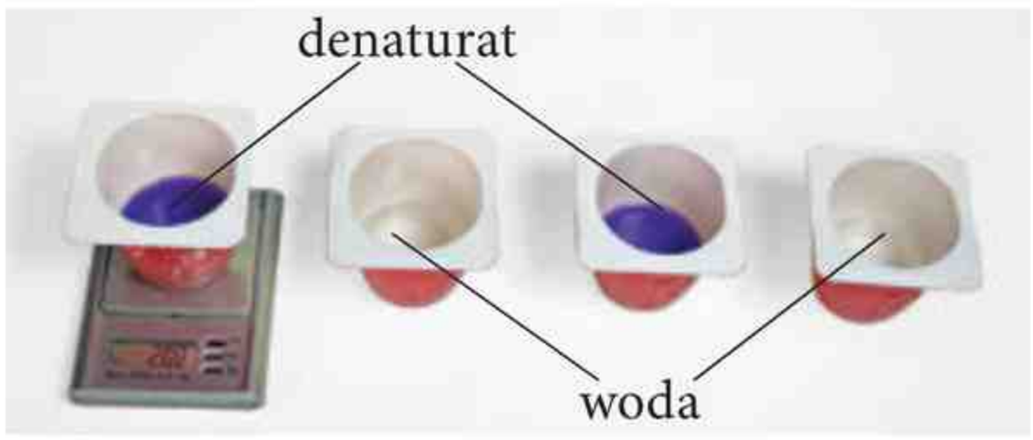
39 Parowanie i skraplanie

Rozwiąż dodatkowe zadania
docwiczenia.pl
Kod: F7AX66

Na dobry początek

1 **a)** **Przeanalizuj** opis doświadczenia mającego na celu sprawdzenie, od jakich czynników zależy szybkość parowania cieczy.

Uczeń przygotował: cztery identyczne kubeczki po serkach, wagę jubilerską (o dokładności pomiaru 0,1 g), zegarek, wodę oraz denaturat.



Na początku wytarował wagę i nalał do dwóch kubeczków po 20 g wody, do pozostałych dwóch po 20 g denaturatu – obie ciecze miały temperaturę pokojową. Następnie jeden kubeczek z wodą i jeden z denaturatem postawił na stole, a pozostałe dwa – na włączonym kaloryferze. Po 4 godzinach ponownie zważył ciecze w kubeczkach. Uzyskał następujące wyniki pomiarów:

- woda: 17,9 g oraz 18,8 g,
- denaturat: 15,6 g oraz 18,1 g.

b) **Zapisz** wyniki pomiarów ucznia w odpowiednich polach tabeli. **Uzupełnij** zdanie.

	Masa wody [g]	Masa denaturatu [g]
Stół		
Kaloryfer		

Niepewność pomiaru masy wynosiła _____

c) **Zaznacz** znakiem X określenia właściwie podsumowujące powyższe doświadczenie.

Uczeń doświadczalnie wykazał, że szybkość parowania cieczy zależy od:

- pola powierzchni swobodnej cieczy, ☐
- rodzaju cieczy, ☐
- początkowej masy cieczy, ☐
- temperatury cieczy, ☐
- substancji, z której zbudowane jest naczynie. ☐

Parowanie cieczy zachodzi w dowolnej temperaturze powyżej temperatury topnienia. Zachodzi tylko na jej powierzchni. Wrzenie natomiast zachodzi w całej objętości cieczy.

Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj część I doświadczenia
docwiczenia.pl
Kod: F7DPWZ

Wykonaj część II doświadczenia
docwiczenia.pl
Kod: F7X5KQ

Dziennik laboratoryjny — Jaka izolacja jest najlepsza — Temat 35

- **Cel:** Sprawdzenie, jaki rodzaj izolacji pozwala najdłuższej utrzymać lód w stanie stałym.
- **Potrzebne będą:** 4 identyczne plastikowe opakowania po serkach lub jogurtach, 4 identyczne spodki, woda, zegarek, folia aluminiowa, wata, waga kuchenna, mała taca.
- **Przebieg doświadczenia:**

1. Zważ za pomocą wagi kuchennej plastikowy kubeczek. Nalej do niego wody po brzegi i ponownie odczytaj wskazanie wagi.
2. Napełnij pozostałe kubeczki wodą i umieść je w zamrażalniku.
3. Po kilku godzinach wyjmij kubeczki z zamrażalnika, a z nich bryłki lodu.
4. Pierwszą z bryłek połóż bezpośrednio na spodku, kolejne przed położeniem na spodku owiń odpowiednio: drugą – folią aluminiową, trzecią – luźno watą, czwartą – luźno watą, a potem folią aluminiową, nie dociskając folii do waty.



5. Spodki z bryłkami lodu postaw na stole. Po 4 godzinach sprawdź, ile lodu się nie roztopiło. W tym celu zważ każdą z bryłek. Jeśli cały lód się stopił, wpisz do tabeli 0.

Rodzaj izolacji	Masa pozostałego lodu [kg]	Masa lodu, który się stopił [kg]
brak izolacji		
folia aluminiowa		
wata		
folia aluminiowa oraz wata		

6. Spróbuj wyjaśnić wynik doświadczenia. Wykorzystaj terminy: *konwekcja, promieniowanie, przewodnictwo cieplne.*

7. Wyszukaj informacje na temat budowy torby termoizolacyjnej i termosu. Czy potrafisz wskazać związek rozwiązań zastosowanych w tych przedmiotach z przeprowadzonym eksperymentem?

E

Sposób na zadanie

Wykorzystywanie wielkości fizycznych do wyznaczania zależności fizycznych

Zadanie 14. (0–1) CKE Kwiecień 2015

Uczniowie wyznaczali ciepło właściwe wody. W tym celu ogrzali pewną ilość wody za pomocą grzałki o mocy 600 W. Wyniki pomiarów zapisali w tabeli.

Temperatura wody		Czas ogrzewania wody
początkowa	końcowa	
20°C	70°C	10 min

Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Uczniowie wykonali wszystkie pomiary niezbędne do wyznaczenia ciepła właściwego wody.	**P**	**F**
2.	Dane zawarte w informacji i wyniki pomiarów umożliwiają obliczenie zarówno przyrostu temperatury wody, jak i energii dostarczonej przez grzałkę.	**P**	**F**

Rozwiązanie:

1. Aby obliczyć ciepło właściwe danej substancji, musimy znać jej masę, jej temperatury początkową i końcową oraz ilość ciepła, które do niej dostarczono. Zwykle tę ilość ciepła obliczamy, korzystając z informacji o mocy urządzenia, którym ogrzewano daną substancję, oraz czasie jej ogrzewania. Ponieważ uczniowie nie znają masy wody, nie mogą wyznaczyć jej ciepła właściwego. Zdanie jest fałszywe.

Aby zdobyć 1 pkt, musisz prawidłowo wybrać obie odpowiedzi. Pierwsze stwierdzenie wymaga znajomości definicji ciepła właściwego, drugie zaś znajomości zależności między energią, czasem i mocą.

2. Przyrost temperatury możemy obliczyć – wystarczy odczytać z tabeli początkową i końcową temperaturę wody, a potem odjąć tę pierwszą wartość od drugiej. Znamy również moc grzałki oraz czas ogrzewania, obliczymy więc ilość dostarczonej energii, korzystając z zależności:

$$E = P \cdot t, \text{ czyli } \textit{dostarczona energia} = \textit{moc grzałki} \cdot \textit{czas ogrzewania}$$

Przyjmujemy, że cała dostarczona energia została zużyta tylko na ogrzanie wody. Zdanie jest prawdziwe.

Odpowiedź: Zaznaczamy 1. F, 2. P.

Ważne!

- Aby doświadczalnie wyznaczyć ciepło właściwe danej substancji, musimy znać jej masę, wiedzieć, o ile wzrosła temperatura tej substancji oraz ile energii do niej dostarczono (co jest równoważne energii dostarczonej przez źródło ciepła o znanej mocy, np. grzałkę, w określonym czasie).
- Aby wyznaczyć pewne wielkości fizyczne, trzeba wykonać pomiary innych wielkości fizycznych. Jest tak na przykład, jeśli chcemy wyznaczyć prędkość średnią czy ciepło właściwe.

E

Rozwiąż test
docwiczenia.pl
Kod: F7TJJX

Sprawdź, czy potrafisz

Patrz „Sposób na zadanie"

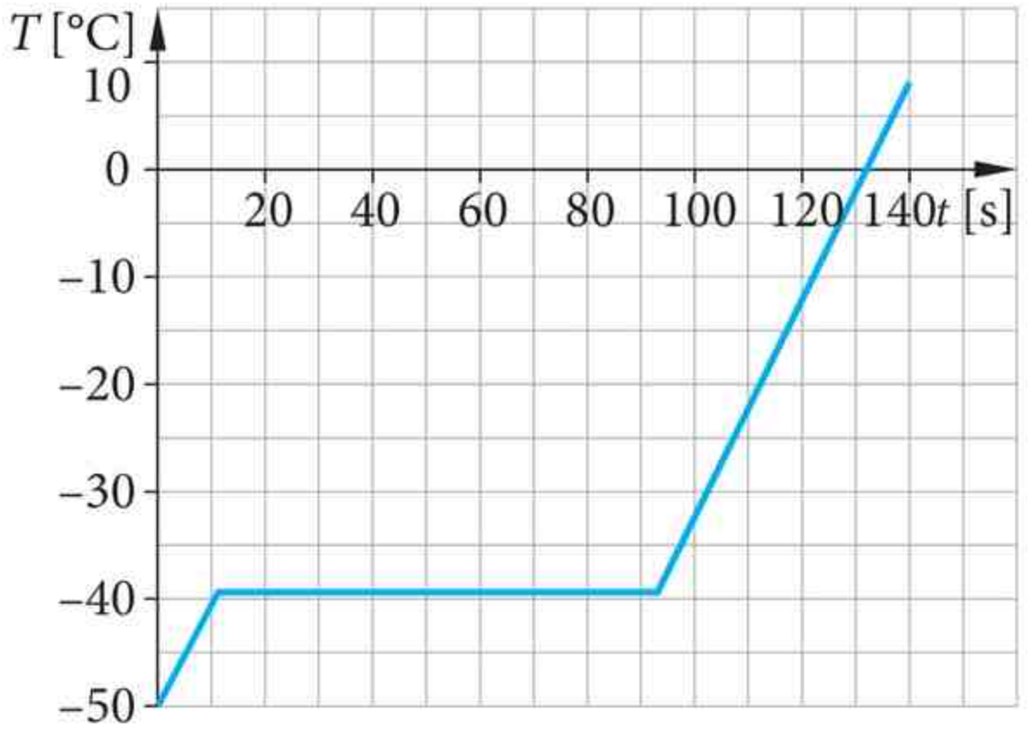
1. Producent pewnego czajnika elektrycznego informuje na opakowaniu produktu, że 80% energii pobieranej przez ten czajnik z sieci elektrycznej jest zamieniane na energię wewnętrzną wody podczas jej ogrzewania. Pozostałe 20% tej energii jest tracone na ogrzewanie czajnika oraz otoczenia.

Postanowiono wyznaczyć moc tego czajnika. W tym celu wlano do niego 1 l wody i zanotowano jej początkową temperaturę równą 18°C oraz końcową równą 48°C. W tablicach odczytano ciepło właściwe wody.

Oceń prawdziwość podanych zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F, jeśli jest fałszywe.

1.	Wykonane pomiary wystarczą do wyznaczenia ilości ciepła pobranego przez wodę podczas jej ogrzewania.	**P**	**F**
2.	Wykonane pomiary wystarczą do obliczenia mocy czajnika.	**P**	**F**
3.	Czajnik pobrał z sieci elektrycznej więcej energii, niż było potrzebne do ogrzania wody.	**P**	**F**
4.	Jeżeli korzystając z tego samego czajnika, chcielibyśmy ogrzać o 30°C 1 kg cieczy o mniejszym cieple właściwym, to trwałoby to dłużej niż ogrzewanie 1 l wody w opisanym eksperymencie.	**P**	**F**

2. Na wykresie przedstawiono zależność temperatury od czasu dla 1 kg substancji, która w temperaturze –50°C jest ciałem stałym. W procesie przedstawionym na wykresie ciepło było dostarczane do substancji w stałym tempie.



Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub F – jeśli jest fałszywe.

1.	Po 60 s substancja była częściowo w stanie stałym, a częściowo – w ciekłym.	**P**	**F**
2.	Ciepło właściwe przedstawionej substancji w stanie stałym znacznie różni się od jej ciepła właściwego w stanie ciekłym.	**P**	**F**
3.	Poziomy fragment wykresu przedstawia proces topnienia.	**P**	**F**

3. Przeczytaj tekst i podkreśl poprawne odpowiedzi

Gdy w temperaturze 21°C umieścimy w szklanej salaterce pokruszony lód oraz w stalowym naczyniu ciekły ołów, to po pewnym czasie w salaterce mogą się znajdować topniejący lód oraz woda o *temperaturze 0°C/ temperaturze wyższej niż 0°C, ale niższej niż 21°C*, natomiast w stalowym naczyniu – *jednocześnie ołów w stanie ciekłym i ołów w stanie stałym/ ołów w postaci miękkiej substancji przypominającej plastelinę.*

Dodatki matematyczne z przykładami

1. Zamiana jednostek

1.1. Zamiana jednostek masy

A. $2{,}05\ \text{t} = 2{,}05 \cdot 1000\ \text{kg} = 2050\ \text{kg}$
ponieważ $1\ \text{t} = 1000\ \text{kg}$

$273\ \text{kg} = 273 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{t} = \frac{273}{1000}\ \text{t} = 0{,}273\ \text{t}$
ponieważ $1\ \text{kg} = \frac{1}{1000}\ \text{t}$

B. $1{,}292\ \text{kg} = 1{,}292 \cdot 1000\ \text{g} = 1292\ \text{g}$
ponieważ $1\ \text{kg} = 1000\ \text{g}$

$148\ \text{g} = 148 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{kg} = \frac{148}{1000}\ \text{kg} = 0{,}148\ \text{kg}$
ponieważ $1\ \text{g} = \frac{1}{1000}\ \text{kg}$

C. $0{,}56\ \text{kg} = 0{,}56 \cdot 100\ \text{dag} = 56\ \text{dag}$
ponieważ $1\ \text{kg} = 100\ \text{dag}$

$175\ \text{dag} = 175 \cdot \frac{1}{100}\ \text{kg} = \frac{175}{100}\ \text{kg} = 1{,}75\ \text{kg}$
ponieważ $1\ \text{dag} = \frac{1}{100}\ \text{kg}$

1.2. Zamiana jednostek długości

A. $7{,}25\ \text{km} = 7{,}25 \cdot 1000\ \text{m} = 7250\ \text{m}$
ponieważ $1\ \text{km} = 1000\ \text{m}$

$570\ \text{m} = 570 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{km} = 0{,}57\ \text{km}$
ponieważ $1\ \text{m} = \frac{1}{1000}\ \text{km}$

B. $2{,}96\ \text{m} = 2{,}96 \cdot 100\ \text{cm} = 296\ \text{cm}$
ponieważ $1\ \text{m} = 100\ \text{cm}$

$685\ \text{cm} = 685 \cdot \frac{1}{100}\ \text{m} = 6{,}85\ \text{m}$
ponieważ $1\ \text{cm} = \frac{1}{100}\ \text{m}$

C. $4{,}829\ \text{m} = 4{,}829 \cdot 1000\ \text{mm} = 4829\ \text{mm}$
ponieważ $1\ \text{m} = 1000\ \text{mm}$

$307\ \text{mm} = 307 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{m} = 0{,}307\ \text{m}$
ponieważ $1\ \text{mm} = \frac{1}{1000}\ \text{m}$

1.3. Zamiana jednostek czasu

A. $1{,}5\ \text{min} = 1{,}5 \cdot 60\ \text{s} = 90\ \text{s}$
ponieważ $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$

$210\ \text{s} = 210 \cdot \frac{1}{60}\ \text{min} = 3{,}5\ \text{min}$
ponieważ $1\ \text{s} = \frac{1}{60}\ \text{min}$

B. $0{,}75\ \text{h} = 0{,}75 \cdot 3600\ \text{s} = 2700\ \text{s}$
ponieważ $1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$

$5400\ \text{s} = 5400 \cdot \frac{1}{3600}\ \text{h} = 1{,}5\ \text{h}$
ponieważ $1\ \text{s} = \frac{1}{3600}\ \text{h}$

C. $2\ \text{h}\ 15\ \text{min}\ 30\ \text{s} = 2 \cdot 3600\ \text{s} + 15 \cdot 60\ \text{s} + 30\ \text{s} = 8130\ \text{s}$
ponieważ $1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$, $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$

1.4. Zamiana jednostek gęstości

A. $7{,}5\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 7{,}5 \cdot 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 7500\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
ponieważ $1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$860\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 860 \cdot \frac{1}{1000}\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{860}{1000}\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 0{,}86\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
ponieważ $1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1}{1000}\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

B. $0{,}5\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0{,}5 \cdot 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
ponieważ $1\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$2250\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2250 \cdot \frac{1}{1000}\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = \frac{2250}{1000}\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 2{,}25\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
ponieważ $1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1}{1000}\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$

1.5. Zamiana jednostek objętości

A. $1200\ \text{cm}^3 = \frac{1200}{1\,000\,000}\ \text{m}^3 = \frac{12}{10\,000}\ \text{m}^3 = 0{,}0012\ \text{m}^3$

ponieważ $1\ \text{cm}^3 = 0{,}000001\ \text{m}^3$

B. $0{,}245\ \text{m}^3 = 0{,}245 \cdot 1\,000\,000\ \text{cm}^3 = 245\,000\ \text{cm}^3$

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

1.6. Zamiana jednostek temperatury

Zamieniając stopnie Celsjusza (°C) na kelwiny (K), dodajemy 273.

A. $100°\text{C} = (100 + 273)\ \text{K} = 373\ \text{K}$

C. $-165\ °\text{C} = (-165 + 273)\ \text{K} = 108\ \text{K}$

Zamieniając kelwiny (K) na stopnie Celsjusza (°C), odejmujemy 273.

B. $300\ \text{K} = (300°\text{C} - 273) = 27°\text{C}$

D. $21\ \text{K} = (21°\text{C} - 273) = -252°\text{C}$

2. Przedrostki

A. $2{,}7\ \text{kN} = 2{,}7 \cdot 1000\ \text{N} = 2700\ \text{N}$ $\qquad 10\,500\ \text{N} = 10{,}5 \cdot 1000\ \text{N} = 10{,}5\ \text{kN}$

ponieważ k, czyli *kilo-*, oznacza wielkość 1000 razy większą

B. $12{,}5\ \text{MJ} = 12{,}5 \cdot 1\,000\,000\ \text{J} = 12\,500\,000\ \text{J}$ $\qquad 2\,208\,000\ \text{J} = 2{,}208 \cdot 1\,000\,000\ \text{J} = 2{,}208\ \text{MJ}$

ponieważ M, czyli *mega-*, oznacza wielkość 1 000 000 razy większą

C. $11{,}4\ \text{GW} = 11{,}4 \cdot 1\,000\,000\,000\ \text{W} = 11\,400\,000\,000\ \text{W}$

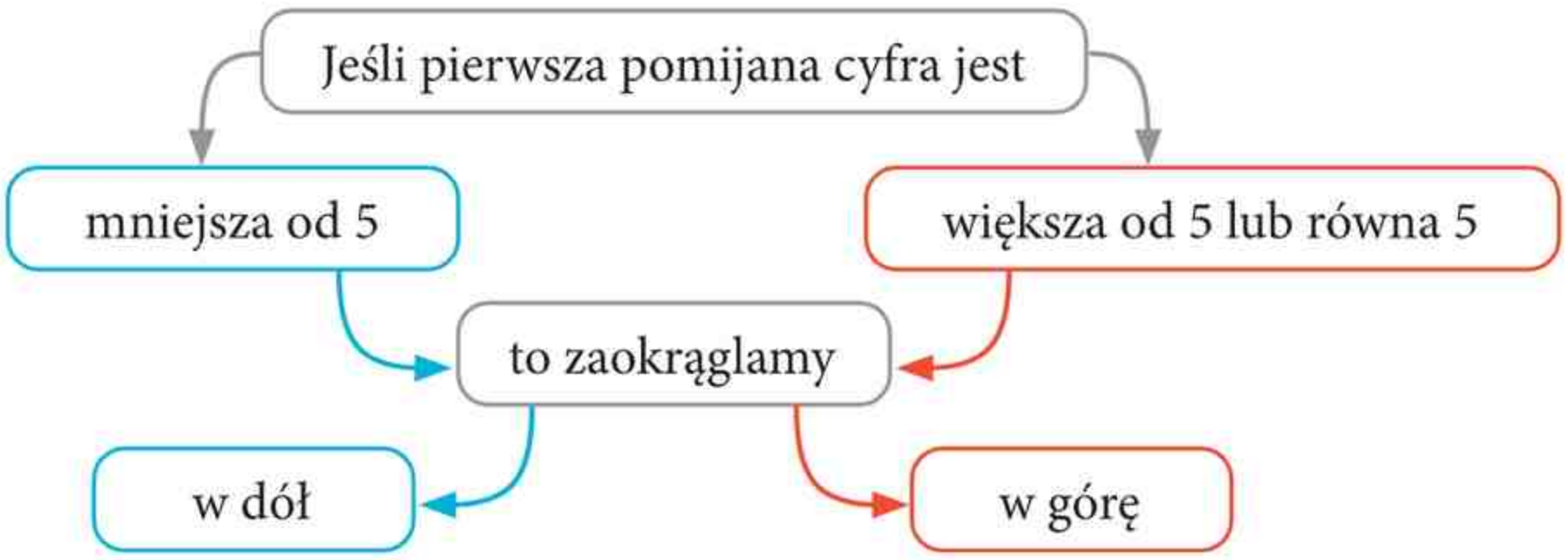
$467\,000\,000\ \text{W} = 0{,}467 \cdot 1\,000\,000\,000\ \text{W} = 0{,}467\ \text{GW}$

ponieważ G, czyli *giga-*, oznacza wielkość 1 000 000 000 razy większą

D. $5\ \text{mW} = 5 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{W} = 0{,}005\ \text{W}$ $\qquad 0{,}25\ \text{W} = 250 \cdot \frac{1}{1000}\ \text{W} = 250\ \text{mW}$

ponieważ m, czyli *mili-*, oznacza wielkość 1000 razy mniejszą

3. Zaokrąglanie wyników



3.1. Przykłady zaokrąglania

A. Zaokrąglanie do setek (pierwszą pomijaną cyfrą jest cyfra dziesiątek)

Pierwsza pomijana cyfra jest większa od 5 – zaokrąglamy w górę do pełnych setek.

$35\,682 \approx 35\,700$

B. Zaokrąglanie do dziesiątek (pierwszą pomijaną cyfrą jest cyfra jedności)

Pierwsza pomijana cyfra jest mniejsza od 5 – zaokrąglamy w dół do pełnych dziesiątek.

$2173 \approx 2170$

C. Zaokrąglanie do jedności (pierwszą pomijaną cyfrą jest cyfra części dziesiętnych)

Pierwsza pomijana cyfra jest równa 5 – zaokrąglamy w górę do pełnych jedności.

$43{,}526 \approx 44$

D. Zaokrąglanie do części dziesiętnych (pierwsza pomijana cyfra to cyfra części setnych)

Pierwsza pomijana cyfra jest mniejsza od 5 – zaokrąglamy w dół do części dziesiętnych.

$9{,}248 \approx 9{,}2$

Uwaga. Czasami przy zaokrąglaniu w górę trzeba zmienić więcej niż jedną cyfrę.

E. Zaokrąglanie do części setnych $1{,}996 \approx 2$

F. Zaokrąglanie do dziesiątek $498{,}162 \approx 500$

3.2. Cyfry znaczące

To wszystkie cyfry w zapisie dziesiętnym liczby oprócz zer na początku (A) i na końcu (B).

A. 0,007201 ← 4 cyfry znaczące **B.** 340 000 ← 2 cyfry znaczące

3.3. Przykłady zaokrąglania do danej cyfry znaczącej

A. Zaokrąglij 0,037386 do trzech cyfr znaczących.

Mamy pięć cyfr znaczących.

$0{,}037386 \approx 0{,}0374$ ← Po zaokrągleniu pozostają trzy cyfry znaczące.

Czwarta cyfra znacząca to 8 – zaokrąglamy w górę.

B. Zaokrąglij 0,037386 do dwóch cyfr znaczących.

Mamy pięć cyfr znaczących.

$0{,}037386 \approx 0{,}037$ ← Po zaokrągleniu pozostają dwie cyfry znaczące.

Trzecia cyfra znacząca to 3 – zaokrąglamy w dół.

C. Zaokrąglij 535 600 do dwóch cyfr znaczących.

Mamy cztery cyfry znaczące.

$535\,600 \approx 540\,000$ ← Po zaokrągleniu pozostają dwie cyfry znaczące.

Trzecia cyfra znacząca to 5 – zaokrąglamy w górę.

4. Niepewności pomiarowe

Każda zmierzona wielkość fizyczna obarczona jest niepewnością pomiarową.

$x \pm \Delta x$

najlepsze oszacowanie wartości mierzonej wielkości fizycznej

niepewność pomiaru

4.1. Interpretacja poprawnego zapisu wyniku, np. pomiaru siły



Wynik pomiaru ciężaru ciała zawieszonego na siłomierzu zapisano jako **2,4 N ± 0,2 N**. Oznacza to, że najlepszym oszacowaniem ciężaru jest 2,4 N, niepewność pomiaru wynosi 0,2 N, natomiast wartość ciężaru zawiera się w przedziale od 2,2 N do 2,6 N (może być równa 2,42 N; 2,44 N, ale też np. 2,51 N lub 2,58 N).

4.2. Czynniki wpływające na niepewność pomiaru

- **rodzaj użytego przyrządu pomiarowego**, np. pomiar wykonany suwmiarką jest dokładniejszy niż wykonany linijką
- **jakość użytego narzędzia pomiarowego**, np. stoper, który jest włączany i zatrzymywany przez wciśnięcie przycisku przez człowieka, ma mniejszą dokładność niż stoper włączany i wyłączany automatycznie (stoper stosowany w profesjonalnych biegach jest włączany dokładnie w momencie startu zawodnika i zatrzymywany w chwili przekroczenia przez niego linii mety)
- **sposób przeprowadzania pomiaru**, np. wartość przyspieszenia kulki wyznaczona przy jej staczaniu się z równi pochyłej jest mniej dokładna, kiedy kulka porusza się przez 0,5 s, niż kiedy porusza się przez 1 s (zakładając, że wykonywaliśmy pomiar czasu i przebytej drogi tymi samymi przyrządami w ten sam sposób)

4.3. Niepewność pojedynczego pomiaru

Najczęściej niepewność pojedynczego pomiaru szacujemy na podstawie dokładności użytego przyrządu pomiarowego oraz sposobu pomiaru:

- Niepewność pomiaru długości wykonanego linijką wynosi 1 mm.
- Niepewność pomiaru temperatury wykonanego termometrem ściennym wynosi 1°C.
- Niepewność pomiaru czasu wykonanego za pomocą stopera, który mierzy czas z dokładnością do 0,01s i jest obsługiwany ręcznie, szacuje się na 0,2 s (uwzględniając czas reakcji eksperymentatora).

4.4. Średnia arytmetyczna

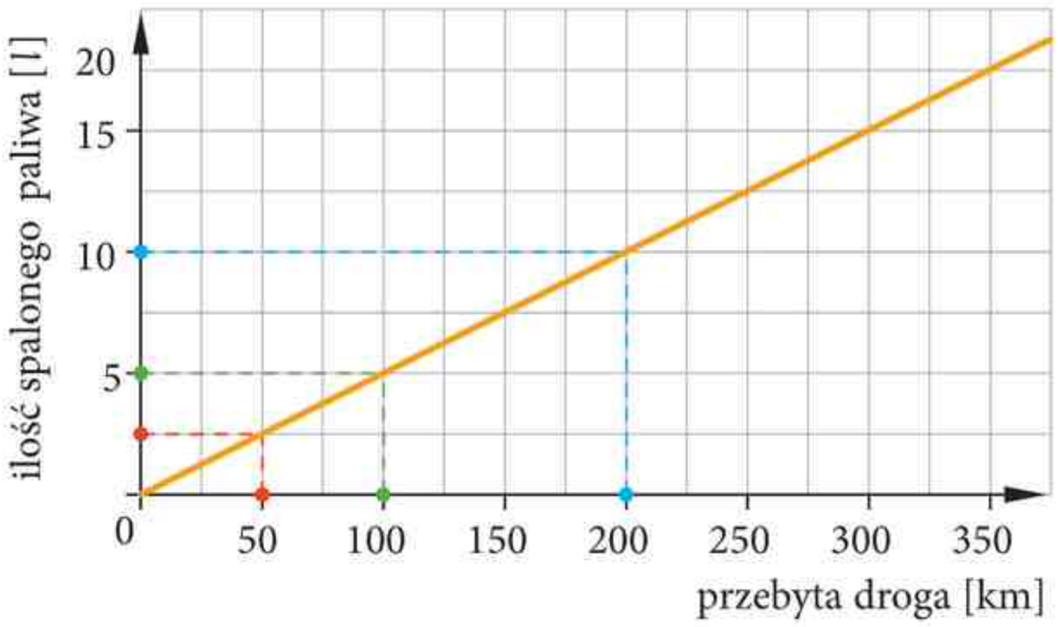
W oszacowaniu wyniku serii pomiarów pomocna jest **średnia arytmetyczna**.
Podczas pomiarów czasu spadania papierowej kulki z wysokości 2 m otrzymano 6 następujących wyników: 0,8 s; 1,0 s; 0,8 s; 1,1 s; 0,8 s; 0,9 s. Oblicz średni czas spadania kulki.

$$t = \frac{0{,}8\ \text{s} + 1{,}0\ \text{s} + 0{,}8\ \text{s} + 1{,}1\ \text{s} + 0{,}8\ \text{s} + 0{,}9\ \text{s}}{6} = 0{,}9\ \text{s}$$

5. Proporcjonalność prosta

5.1. Analiza przykładu proporcjonalności prostej

Mały samochód osobowy spala średnio 5 l paliwa na 100 km. Do pokonania 200 km taki samochód będzie potrzebować $2 \cdot 5\,\text{l} = 10\,\text{l}$ paliwa, natomiast żeby przejechać 50 km – jedynie 2,5 l paliwa. Mówimy, że ilość spalonego paliwa jest wprost proporcjonalna do drogi przebytej przez samochód. Wykresem proporcjonalności prostej jest linia prosta przechodząca przez początek układu współrzędnych.



Jeśli dzielimy przez siebie dwie wielkości proporcjonalne do siebie, to zawsze dostajemy tę samą wartość.

$$\frac{5\,\text{l}}{100\,\text{km}} = \frac{2{,}5\,\text{l}}{50\,\text{km}} = \frac{10\,\text{l}}{200\,\text{km}}$$

5.2. Przykłady zależności wprost proporcjonalnych

Zależność przyspieszenia ciała od działającej siły (II zasada dynamiki)
Zależność zmiany energii potencjalnej grawitacji ciała od wysokości

6. Proporcjonalność odwrotna

6.1. Analiza przykładu proporcjonalności odwrotnej

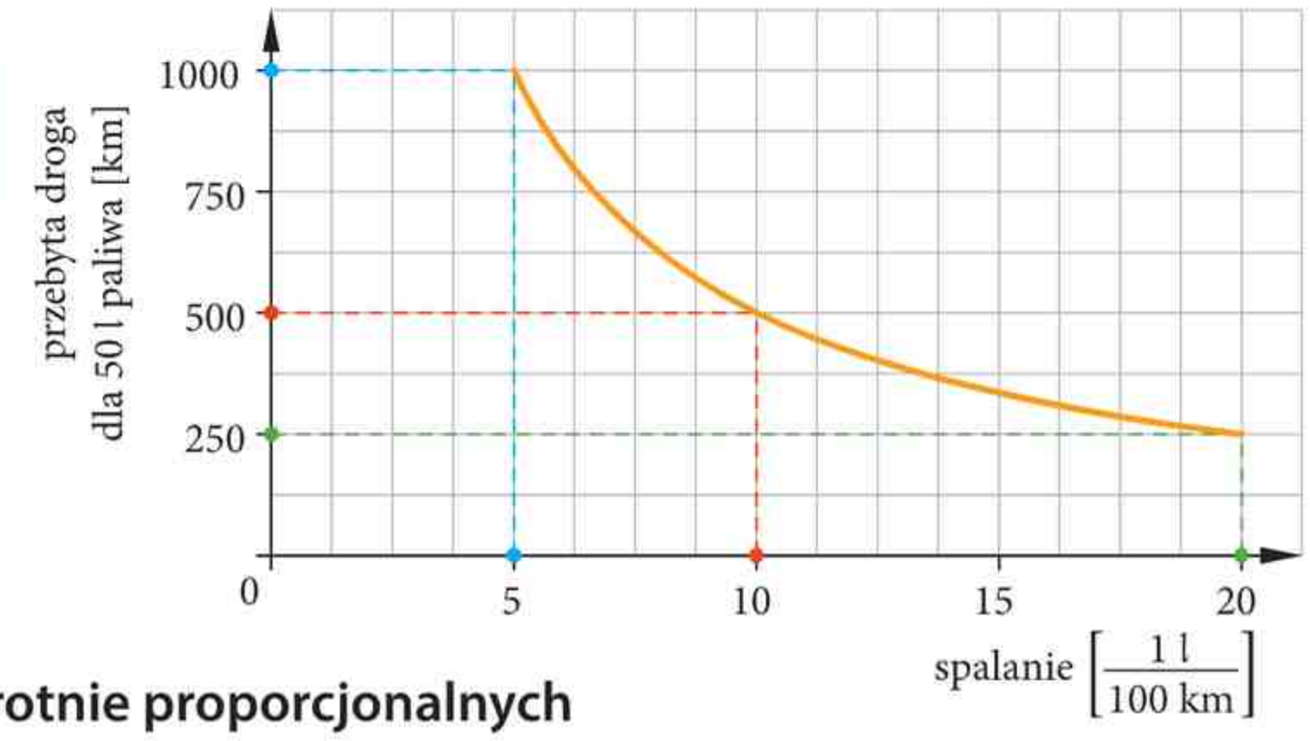
Załóżmy, że w baku samochodu jest 50 l paliwa. To, jaką odległość przejedziemy bez tankowania, zależy od ilości paliwa spalanego przez ten pojazd na każde przejechane 100 km. Jeśli samochód spalałby 5 l na 100 km, to 50 l wystarczyłoby na przejechanie 1000 km, jeśli spalałby 10 l na 100 km, to trzeba byłoby zatankować po 500 km.
Ilość spalanego paliwa na 100 km oraz liczba kilometrów przejechanych na 50 l paliwa są wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi. Ile razy zwiększa się jedna z wielkości, tyle samo razy maleje druga.

Iloczyn dwóch wielkości odwrotnie proporcjonalnych jest zawsze stały.

$$\frac{5\,\text{l}}{100\,\text{km}} \cdot 1000\,\text{km} = 50\,\text{l}$$

$$\frac{10\,\text{l}}{100\,\text{km}} \cdot 500\,\text{km} = 50\,\text{l}$$

$$\frac{20\,\text{l}}{100\,\text{km}} \cdot 250\,\text{km} = 50\,\text{l}$$



6.2. Przykład zależności odwrotnie proporcjonalnych

Zależność między przyspieszeniem ciała a masą dla takiej samej wartości siły (druga zasada dynamiki)

Odpowiedzi do wybranych zadań obliczeniowych

Pierwsze spotkanie z fizyką

s. 8 zad. 5 $x = \frac{3{,}79\,\mathrm{l} \cdot 100\,\mathrm{km}}{30 \cdot 1{,}61\,\mathrm{km}} \approx 7{,}85\,\mathrm{l}$

Właściwości i budowa materii

s. 22 zad. 4 $n = \frac{60\,\mu\mathrm{m}}{0{,}15\,\mathrm{nm}} = 400\,000$

s. 35 zad. 6 $d = \frac{m_{sn} + m_{cu}}{v_{sn} + v_{cu}} = 8{,}7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

s. 36 zad. 2a) $d = 11{,}3\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

2b) $d = 7{,}7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

2c) $d = 2{,}7\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$

Hydrostatyka i aerostatyka

s. 45 zad. 4 $\Delta p = dgh = 1260\,\mathrm{Pa}$

s. 48 zad. 3 $F_2 = \frac{F_1 S_2}{S_1} = 100\,\mathrm{N}$

s. 53 zad. 3 $F_w = dgV = 0{,}3\,\mathrm{N}$

Kinematyka

s. 59 zad. 2a) $v = \frac{s}{t} = 75\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$

s. 62 zad. 4a $s = vt = 15\,\mathrm{m}$

s. 63 zad. 2a) $t_1 = \frac{s_1}{t_1} = 600\,\mathrm{s}$

s. 63 zad. 2b) $t_2 = \frac{s_2}{t_2} = 600\,\mathrm{s}$

s. 63 zad. 2c) $v_{śr} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = 1{,}6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

s. 65 zad. 5b) $t = \frac{\Delta v}{a} = 9\,\mathrm{s}$

s. 67 zad. 4 $v = at = 9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

s. 68 zad. 1b) $a = \frac{2s}{t^2} = 2{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

s. 69 zad. 3d) $s = P_\Delta = 125\,\mathrm{m}$

Dynamika

s. 76 zad. 4 $a = \frac{F}{m} = 0{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

s. 76 zad. 5 $v = at = \frac{F}{m} \cdot t = 2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

s. 79 zad. 3d) $s = \frac{at^2}{2} \approx 130\,\mathrm{m}$

Praca, moc, energia

s. 90 zad. 5a) $F = \frac{W}{s} = 800\,\mathrm{N}$

s. 91 zad. 8 $W = \frac{1}{2} \cdot 0{,}5\,\mathrm{m} \cdot 100\,\mathrm{N} = 25\,\mathrm{J}$

s. 94 zad. 5b) $v_2 = \sqrt[3]{2}\,v_1 = 1{,}26\,v_1$

s. 96 zad. 3a) $\Delta E_p = (m_1 + m_2 + m_3)g \cdot \Delta h = 12\,\mathrm{J}$

s. 97 zad. 4a) $h = \frac{E_p}{mg} = 80\,\mathrm{m}$

s. 97 zad. 5 $\Delta E_p = dVgh \approx 192{,}7\,\mathrm{MJ}, \eta = 83\%$

s. 99 zad. 3 $m = \frac{2E_k}{v^2} = 1{,}44\,\mathrm{kg}$

s. 101 zad. 6 $s_r = 16{,}7\,\mathrm{m},\ s = s_r + s_h = 34\,\mathrm{m}$

Termodynamika

s. 108 zad. 5b) $\frac{E_{300}}{E_0} = \left(\frac{v_{300}}{v_0}\right)^2 = 2{,}1$

s. 114 zad. 5 $T_k = T_0 + \Delta T = 30°\mathrm{C}$

s. 115 zad. 6d) $c = 400\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \cdot °\mathrm{C}}$

s. 118 zad. 3c) $c = \frac{Q}{m} = 335\,000\,\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg}}$

W zeszycie ćwiczeń wykorzystano zadania z Informatora o egzaminie ósmoklasisty z fizyki od roku szkolnego 2021/2022 (wrzesień 2020), przykładowego arkusza egzaminacyjnego z fizyki (grudzień 2020), opublikowanych przez Centralną Komisję Egzaminacyjną.

Zdjęcie na okładce: Shutterstock/Tischenko Irina

Zdjęcia: BE&W: Alamy Stock Photo - EThamPhoto s. 95 (skoczek), incamerastock s. 6 (znaki dymne), Stockimo/Teresa Williams s. 8, Allpix Press/Cineliz s. 88 (Kon Tiki), BEW Stock/Wojciech Wojcik s. 97, Granger Collection s. 6 (telefon), HeritageImages/Oxford Science Archive s. 6 (telegraf), Mary Evans Picture Library/Illustrated London News Ltd/Mary Evans s. 60 (żeglarze), Nature Picture Library/Kim Taylor s. 23 (nartnik), Science Source/Kenneth Eward . 63 (spadająca piłeczka), Universal Images Group/ Universal History Archive s. 6 (telegraf optyczny); East News: Agencja SE/Piotr Bławicki s. 82 (skoczek), CEN/Twitter s. 99, Image Source RM/Zero Creatives s. 73 (pchanie samochodu); Getty Images: E+/Nirian s. 95 (tama), E+/Sportstock s. 66, iStock/Getty Images Plus - Vershinin s. 109 (szczęki), Vladimiroquai s. 94, Moment/Buck Forester s. 11 (włosy); Shutterstock: 3DMI s. 45 (aparat), Africa Studio s. 42 (skrzynka), Albert Russ s. 5 (wybuch), Alila Medical Media s. 5 (płuca), Andrey Armyagov s. 46 (basen), aniad s. 30 (owoce na wadze), Brian Kinney s. 89 (ciężarówka), BW Folsom s. 42 (ciśnieniomierz), carballo s. 95 (strzelanie), ChameleonsEye s. 95 (rollercoaster), Chris Rawlins s. 88 (młyn), Christian Delbert s. 12 (antena), coxy58 s. 89 (pociąg), DenisMArt s. 52 (woda), Djols s. 46 (dzban), Dmitry Kalinovsky s. 29 (samochód), donatas1205 s. 73 (książka), Early Spring s. 45 (pipeta), Fedor Selivanov s. 88 (wiatrak), gwycech s. 89 (lampa), horiyan s. 45 (zegarek), IM_photo s. 12 (narciarz), Ingram Publishing s. 64 (motor), Jareso s. 44 (krajobraz), John Evans s. 11 (piłka do tenisa), kaprik s.98 (pociąg), Karl R. Martin s. 51, konstantynov s. 42 (chłopak), Lane V. Erickson s. 15, logoboom s. 106 (termometr alkoholowy), Lone Pine s. 73 (rakieta), Lunatictm s. 45 (haczyki), lzf s. 44 (barometr), Madlen s. 27 (szklanka), Maglara s. 30-31 (jabłko na wadze), Maksim Toome s. 73 (samochód), Matt Trommer s. 73 (piłka do tenisa), Michal Ludwiczak s. 5 (szkło), Mino Surkala s. 64 (samochód), moreimages s. 106 (termometr oporowy), mstfcn s. 12 (elektrownia), Myper s. 109 (kaloryfer), Nieuwland s. 89 (samolot), nikkytok s. 106 (pirometr), oksana2010 s. 31 (odważniki), Ollyy s. 111 (garnek), Pat_Hastings s. 11 (magnes), Pressmaster s. 82 (sanki), r.classen s. 89 (elektrownia), Ryszard Filipowicz s. 60-61 (żaglowiec), Stocksnapper s. 56, Studio AM s. 87 (dźwig), Sunny Celeste s. 27 (plastelina), tcly s. 30 (kontenery), Valentyn Volkov s. 88 (ognisko), Voronina Svetlana s. 42 (cegła), wavebreakmedia s. 16 (dziewczyna), workretro s. 5 (rośliny); Thinkstock/ Getty Images: Hemera - Anna Sirotina s. 73 (balon), Benis Arapovic s. 11 (piłka do kosza), Daniel Slocum s. 116 (lawa), Dirk Schroder s. 5 (mapa), Vitaly Yamzin s. 11 (balon), iStock Editorial/Bikeworldtravel s. 95 (diabelski młyn), iStockphoto - 3DMAVR s. 93, Aleksander Kaczmarek s. 87 (człowiek), Blinoff s. 109 (piła), Byrdyak s. 59 (zając), Chepko s. 116 (szron), chorboon_photo s. 116 (lód), CoreyFord s. 59 (rekin), DawidKasza s. 23 (kropla), eakkkk s. 116 (krople pary), egal s. 29 (masło), erserg s. 109 (czajnik), erserg s. 116 (czajnik), fantom_ua s. 109 (podkowa), FotoMaximum s. 109 (szlifierka), gbh007 s. 65, Heinz Meis s. 29 (kot), homeworks255 s. 27 (sprężyna), Jiri Senohrabek s. 16 (samolot), Justin Skinner s. 82 (piłka do tenisa), kimberrywood s. 106 (termometr bimetaliczny), Kirill Zdorov s. 80 (motorówka), koosen s. 27 (kreda), Kseniya Abramova s. 29 (koń), leisuretime70 s. 95 (miarka), mihalec s. 27 (gumka), Paul_Bev s. 95 (mysz), Peter_Horvath s. 82 (samolot), sebastianosecondi s. 116 (topiący się lód), sezer66 s. 98 (rakieta), sihuo0860371 s. 98 (samochód), Steve Mcsweeny s. 64 (sprinterka), Stuart Berman s. 59 (orzeł), Suljo s. 111 (termowizja), Toa55 s. 73 (kropla), Toa55 s. 78 (kropla), Valentyn Volkov s. 52 (olej), vovashevchuk s. 27 (drut), yschiu s. 73 (jabłko w wodzie), zokru s. 59 (gepard), Stockbyte - s. 73, 87 (rowerzysta), Tom Brakefield s. 80 (kangur); Anna Budzyńska s. 5 (obwód), s. 7, 10, 14, 18, 23 (krople na szybie, krople na szkle, kubek), s. 25, 27 (woreczki), s. 30 (waga), s. 38, 48, 50, 54, 70, 83, 105, 119, 120, 126; Miłosz Budzyński s. 26 (doświadczenie 1), s. 36, 84; Agnieszka Żak s. 26 (doświadczenie 2); Andrew Davidhazy, Professor Imaging and Photographic Technology School of Photo Arts and Sciences/RIT s. 63 (ruch samochodu); European Space Agency/ESA/CNES-ARIANESPACE/Optique Vidéo du CSG s. 80 (rakieta); NASA/Glenn Research Center/ Paul Riedel, Al Lukas s. 78 (komora próżniowa); Wikipedia/Wikimedia Commons/public domain s. 92.