# FIZYKA

## Świat fizyki

zeszyt ćwiczeń



7

WSiP

szkoła podstawowa

© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
Warszawa 2017

Wydanie VI (2024)

ISBN 978-83-02-22424-9 (zeszyt ćwiczeń w wersji elektronicznej – flipbook)
ISBN 978-83-02-21593-3 (zeszyt ćwiczeń w wersji papierowej)

Opracowanie merytoryczne i redakcyjne: **Agnieszka Drzazgowska** (redaktor koordynator),
**Karolina Jagodnicka** (współpraca redakcyjna)
Redakcja językowa: **Milena Schefs**
Redakcja techniczna: **Janina Soboń**
Projekt okładki, projekt graficzny: **Ewa Pawińska**
Fotoedycja: **Ignacy Składowski**
Skład i łamanie: **MathMaster Studio**

Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne Spółka Akcyjna
00-807 Warszawa, Aleje Jerozolimskie 96
KRS: 0000595068
Infolinia: **801 220 555**
**www.wsip.pl**
Druk i oprawa: Drukarnia Pozkal

Publikacja, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

prawolubni

Szanujmy cudzą własność i prawo.
Więcej na www.legalnakultura.pl
*Polska Izba Książki*

# Spis treści

O zeszycie ćwiczeń ..... 5

## 1. Wykonujemy pomiary

1.1. Wielkości fizyczne, które mierzysz na co dzień ..... 6
- Pomiar długości ..... 6
- Pomiar temperatury ..... 8
- Pomiar czasu ..... 10
- Pomiar szybkości ..... 12
- Pomiar masy ..... 13

1.2. Pomiar wartości siły ciężkości ..... 15
1.3. Wyznaczanie gęstości substancji ..... 17
1.4. Pomiar ciśnienia ..... 21
1.5. Sporządzamy wykresy ..... 23

## 2. Niektóre właściwości fizyczne ciał

2.1. Trzy stany skupienia ..... 25
2.2. Zmiany stanów skupienia ..... 27
2.3. Rozszerzalność temperaturowa ciał ..... 30

## 3. Cząsteczkowa budowa ciał

3.1. Cząsteczkowa budowa ciał ..... 32
3.2. Siły międzycząsteczkowe ..... 34
3.3. Różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów ..... 36
3.4. Gaz w zamkniętym zbiorniku ..... 38

## 4. Jak opisujemy ruch?

4.1. Układ odniesienia ..... 40
4.2. Tor ruchu, droga ..... 42
4.3. Ruch prostoliniowy jednostajny ..... 44
4.4. Wartość prędkości w ruchu jednostajnym ..... 47
4.5.* Prędkość w ruchu jednostajnym prostoliniowym ..... 49
4.6. Ruch zmienny ..... 52
4.7. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony ..... 55
4.8. Przyspieszenie w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym ..... 57
4.9.* Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym ..... 60
4.10. Ruch jednostajnie opóźniony ..... 63

## 5. Siły w przyrodzie

5.1. Rodzaje i skutki oddziaływań ... 65
5.2. Siła wypadkowa. Siły równoważące się ... 67
5.3. Pierwsza zasada dynamiki Newtona ... 70
5.4. Trzecia zasada dynamiki Newtona ... 73
5.5. Siła sprężystości ... 76
5.6. Siła oporu powietrza i siła tarcia ... 79
5.7. Prawo Pascala. Ciśnienie hydrostatyczne ... 84
5.8. Siła wyporu ... 87
5.9. Druga zasada dynamiki Newtona ... 92

## 6. Praca, moc, energia mechaniczna

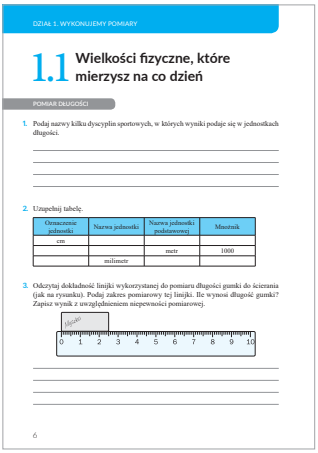
6.1. Praca mechaniczna ... 95
6.2. Moc ... 97
6.3. Energia mechaniczna ... 100
6.4. Energia potencjalna i energia kinetyczna ... 102
6.5. Zasada zachowania energii mechanicznej ... 106

Dodatek A. Siła nośna ... 109
Źródła ilustracji i fotografii ... 112

*Gwiazdką oznaczono treści nadobowiązkowe.

# O zeszycie ćwiczeń

Zeszyt, podobnie jak podręcznik, został podzielony na sześć działów tematycznych, a każdy dział – na rozdziały.


DZIAŁ 1. WYKONUJEMY POMIARY

1.1 Wielkości fizyczne, które mierzysz na co dzień

POMIAR DŁUGOŚCI

1. Podaj nazwy kilku dyscyplin sportowych, w których wyniki podaje się w jednostkach długości.

2. Uzupełnij tabelę.

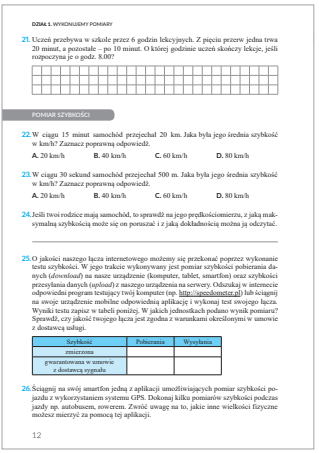
| Oznaczenie jednostki | Nazwa jednostki | Nazwa jednostki podstawowej | Mnożnik |
|---|---|---|---|
| cm | | | |
| | | metr | 1000 |
| | milimetr | | |

3. Odczytaj dokładność linijki wykorzystanej do pomiaru długości gumki do ścierania (jak na rysunku). Podaj zakres pomiarowy tej linijki. Ile wynosi długość gumki? Zapisz wynik z uwzględnieniem niepewności pomiarowej.



6

Numer i tytuł rozdziału są takie same jak w podręczniku.


DZIAŁ 1. WYKONUJEMY POMIARY

21. Uczeń przebywa w szkole przez 6 godzin lekcyjnych. Z pięciu przerw jedna trwa 20 minut, a pozostałe – po 10 minut. O której godzinie uczeń skończy lekcje, jeśli rozpoczyna je o godz. 8.00?

POMIAR SZYBKOŚCI

22. W ciągu 15 minut samochód przejechał 20 km. Jaka była jego średnia szybkość w km/h? Zaznacz poprawną odpowiedź.

**A.** 20 km/h **B.** 40 km/h **C.** 60 km/h **D.** 80 km/h

23. W ciągu 30 sekund samochód przejechał 500 m. Jaka była jego średnia szybkość w km/h? Zaznacz poprawną odpowiedź.

**A.** 20 km/h **B.** 40 km/h **C.** 60 km/h **D.** 80 km/h

24. Jeśli twoi rodzice mają samochód, to sprawdź na jego prędkościomierzu, z jaką maksymalną szybkością może się on poruszać i z jaką dokładnością można ją odczytać.

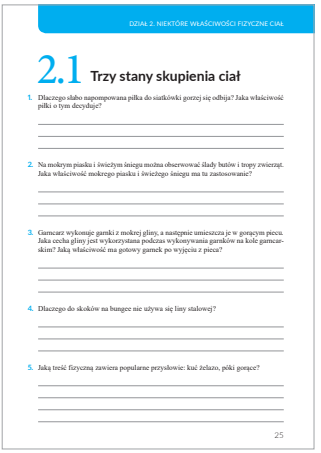
25. O jakości naszego łącza internetowego możemy się przekonać poprzez wykonanie testu szybkości. W jego trakcie wykonywany jest pomiar szybkości pobierania danych (*download*) na nasze urządzenie (komputer, tablet, smartfon) oraz szybkości przesyłania danych (*upload*) z naszego urządzenia na serwery. Odszukaj w internecie odpowiedni program testujący twój komputer (np. http://speedometer.pl/) lub ściągnij na swoje urządzenie mobilne odpowiednią aplikację i wykonaj test swojego łącza. Wyniki testu zapisz w tabeli poniżej. W jakich jednostkach podano wynik pomiaru? Sprawdź, czy jakość twojego łącza jest zgodna z warunkami określonymi w umowie z dostawcą usługi.

| Szybkość | Pobierania | Wysyłania |
|---|---|---|
| zmierzona | | |
| gwarantowana w umowie z dostawcą sygnału | | |

26. Ściągnij na swój smartfon jedną z aplikacji umożliwiających pomiar szybkości pojazdu z wykorzystaniem systemu GPS. Dokonaj kilku pomiarów szybkości podczas jazdy np. autobusem, rowerem. Zwróć uwagę na to, jakie inne wielkości fizyczne możesz mierzyć za pomocą tej aplikacji.

12

W zeszycie znajdują się zarówno **zadania otwarte**, jak i **zamknięte**.


DZIAŁ 2. NIEKTÓRE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE CIAŁ

2.1 Trzy stany skupienia ciał

1. Dlaczego słabo napompowana piłka do siatkówki gorzej się odbija? Jaka właściwość piłki o tym decyduje?

2. Na mokrym piasku i świeżym śniegu można obserwować ślady butów i tropy zwierząt. Jaka właściwość mokrego piasku i świeżego śniegu ma tu zastosowanie?

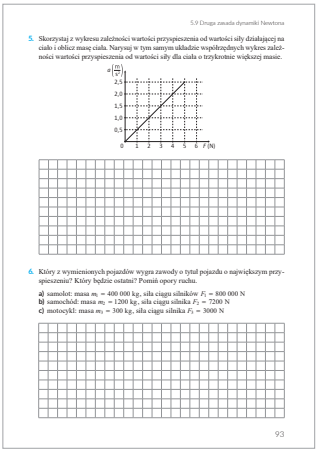
3. Garncarz wykonuje garnki z mokrej gliny, a następnie umieszcza je w gorącym piecu. Jaka cecha gliny jest wykorzystana podczas wykonywania garnków na kole garncarskim? Jaką właściwość ma gotowy garnek po wyjęciu z pieca?

4. Dlaczego do skoków na bungee nie używa się liny stalowej?

5. Jaką treść fizyczną zawiera popularne przysłowie: kuć żelazo, póki gorące?

25

W zeszycie znajdują się **zadania otwarte**, jak i **zamknięte**.


5.9 Druga zasada dynamiki Newtona

5. Skorzystaj z wykresu zależności wartości przyspieszenia od wartości siły działającej na ciało i oblicz masę ciała. Narysuj w tym samym układzie współrzędnych wykres zależności wartości przyspieszenia od wartości siły dla ciała o trzykrotnie większej masie.

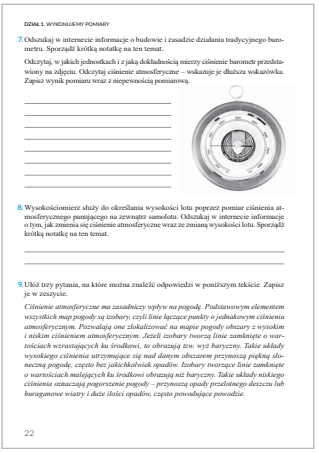


6. Który z wymienionych pojazdów wygra zawody o tytuł pojazdu o największym przyspieszeniu? Który będzie ostatni? Pomiń opory ruchu.

**a)** samolot: masa $m_1 = 400\,000$ kg, siła ciągu silników $F_1 = 800\,000$ N
**b)** samochód: masa $m_2 = 1200$ kg, siła ciągu silnika $F_2 = 7200$ N
**c)** motocykl: masa $m_3 = 300$ kg, siła ciągu silnika $F_3 = 3000$ N

93

Jeśli zadanie wymaga obliczeń, zapisz je na kratce pod zadaniem.


DZIAŁ 1. WYKONUJEMY POMIARY

7. Odszukaj w internecie informacje o budowie i zasadzie działania tradycyjnego barometru. Sporządź krótką notatkę na ten temat.

Odczytaj, w jakich jednostkach i z jaką dokładnością mierzy ciśnienie barometr przedstawiony na zdjęciu. Odczytaj ciśnienie atmosferyczne – wskazuje je dłuższa wskazówka. Zapisz wynik pomiaru wraz z niepewnością pomiarową.

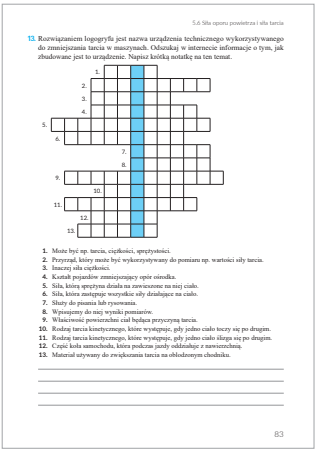
8. Wysokościomierz służy do określania wysokości lotu poprzez pomiar ciśnienia atmosferycznego panującego na zewnątrz samolotu. Odszukaj w internecie informacje o tym, jak zmienia się ciśnienie atmosferyczne wraz ze zmianą wysokości lotu. Sporządź krótką notatkę na ten temat.

9. Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Ciśnienie atmosferyczne ma zasadniczy wpływ na pogodę. Podstawowym elementem wszystkich map pogody są izobary, czyli linie łączące punkty o jednakowym ciśnieniu atmosferycznym. Pozwalają one zlokalizować na mapie pogody obszary z wysokim i niskim ciśnieniem atmosferycznym. Jeżeli izobary tworzą linie zamknięte o wartościach wzrastających ku środkowi, to obrazują tzw. wyż baryczny. Takie układy wysokiego ciśnienia utrzymujące się nad danym obszarem przynoszą piękną słoneczną pogodę, często bez jakichkolwiek opadów. Izobary tworzące linie zamknięte o wartościach malejących ku środkowi obrazują niż baryczny. Takie układy niskiego ciśnienia oznaczają pogorszenie pogody – przynoszą opady przelotnego deszczu lub huraganowe wiatry i duże ilości opadów, często powodujące powodzie.*

22

Pytania do **tekstów popularnonaukowych** zapisz w zeszycie przedmiotowym.


5.6 Siła oporu powietrza i siła tarcia

13. Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa urządzenia technicznego wykorzystywanego do zmniejszania tarcia w maszynach. Odszukaj w internecie informacje o tym, jak zbudowane jest to urządzenie. Napisz krótką notatkę na ten temat.

1. Może być np. tarcia, ciężkości, sprężystości.
2. Przyrząd, który może być wykorzystywany do pomiaru np. wartości siły tarcia.
3. Inaczej siła ciężkości.
4. Kształt pojazdów zmniejszający opór ośrodka.
5. Siła, która sprężyna działa na zawieszone na niej ciało.
6. Siła, która zastępuje wszystkie siły działające na ciało.
7. Służy do pisania lub rysowania.
8. Wpisujemy do niej wyniki pomiarów.
9. Właściwość powierzchni ciał będąca przyczyną tarcia.
10. Rodzaj tarcia kinetycznego, które występuje, gdy jedno ciało toczy się po drugim.
11. Rodzaj tarcia kinetycznego, które występuje, gdy jedno ciało ślizga się po drugim.
12. Część koła samochodu, która podczas jazdy oddziałuje z nawierzchnią.
13. Materiał używany do zwiększania tarcia na oblodzonym chodniku.

83

W zeszycie znajdziesz także **logogryfy**.

# 1.1 Wielkości fizyczne, które mierzysz na co dzień

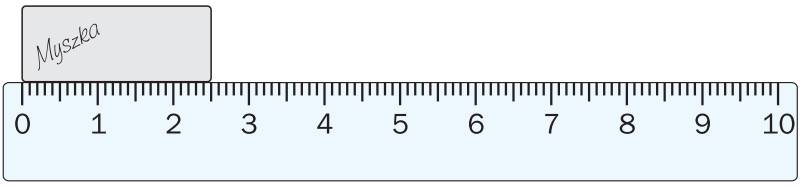
## POMIAR DŁUGOŚCI

**1.** Podaj nazwy kilku dyscyplin sportowych, w których wyniki podaje się w jednostkach długości.

**2.** Uzupełnij tabelę.

| Oznaczenie jednostki | Nazwa jednostki | Nazwa jednostki podstawowej | Mnożnik |
|---|---|---|---|
| cm | | | |
| | | metr | 1000 |
| | milimetr | | |

**3.** Odczytaj dokładność linijki wykorzystanej do pomiaru długości gumki do ścierania (jak na rysunku). Podaj zakres pomiarowy tej linijki. Ile wynosi długość gumki? Zapisz wynik z uwzględnieniem niepewności pomiarowej.



**4.** Wyraź zmierzone długości w podanych jednostkach.

**a)** 5 m 38 cm 8 mm = _____ mm

**b)** 7 m 45 cm 25 mm = _____ km

**c)** 75 m 29 cm 13 mm = _____ cm

**d)** 89 dm 32 cm 2 mm = _____ mm

**e)** 12 560 m 35 cm 5 mm = _____ km

**5.** Przyporządkuj elementy kolumny prawej odpowiednim elementom kolumny lewej.

| | |
|---|---|
| **A.** 0,5 m | **1)** 55 cm |
| **B.** 5 dm 5 cm | **2)** 5 m |
| **C.** 5 m 50 mm | **3)** 50 cm |
| **D.** 5 cm | **4)** 50 mm |
| **E.** 505 mm | **5)** 50,5 cm |
| **F.** 50 dm | **6)** 5050 mm |

**A** – ____ **B** – ____ **C** – ____ **D** – ____ **E** – ____ **F** – ____

**6.** Uczniowie klasy 7a dostali do wykonania zadanie: mieli zmierzyć długość szkolnego korytarza. Zostali podzieleni na 5 zespołów. Podczas wykonywania pomiarów każdy zespół korzystał z tej samej taśmy mierniczej o zakresie pomiarowym 0–25 m i najmniejszej działce równej 1 cm. Wyniki pomiarów uzyskanych przez poszczególne zespoły zapisano w tabeli.

| Zespół | Wynik (m) |
|---|---|
| 1 | 22,42 |
| 2 | 22,43 |
| 3 | 22,42 |
| 4 | 22,44 |
| 5 | 22,42 |

Oblicz średnią arytmetyczną wyników pomiarów i zapisz wartość najbliższą wartości rzeczywistej długości korytarza z uwzględnieniem niepewności pomiarowej. Wskazówka: skorzystaj z przykładu 1.1. na s. 9 podręcznika.

**7.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Na XVII Generalnej Konferencji Miar, która odbyła się w 1983 roku, przyjęto obecnie obowiązującą definicję 1 metra, czyli podstawowej jednostki długości. Zgodnie z tą definicją 1 metr to odległość, jaką pokonuje światło w próżni w czasie* $\frac{1}{299\,792\,458}$ *s. Pierwotnie jednostkę tę definiowano w odniesieniu do odległości między równikiem a biegunem, mierzonej wzdłuż południka paryskiego. Przyjęto wtedy, że 1 metr jest równy jednej dziesięciomilionowej części tej odległości. Na podstawie tej definicji wykonano wzorzec metra. Jest to szyna ze stopu platyny i irydu, na której odległość 1 metra wyznaczono między dwiema kreskami. Wzorzec metra jest przechowywany w Międzynarodowym Biurze Miar i Wag w Sèvres koło Paryża.*

## POMIAR TEMPERATURY

**8.** Odczytaj dokładność termometrów, które przedstawiono na rysunkach. Jakie są ich zakresy pomiarowe? Odczytaj temperaturę na każdym z termometrów. Zapisz wyniki z uwzględnieniem niepewności pomiarowych.

A




B




Termometr A: zakres – _____ , dokładność – _____ , temperatura – _____ .

Termometr B: zakres – _____ , dokładność – _____ , temperatura – _____ .

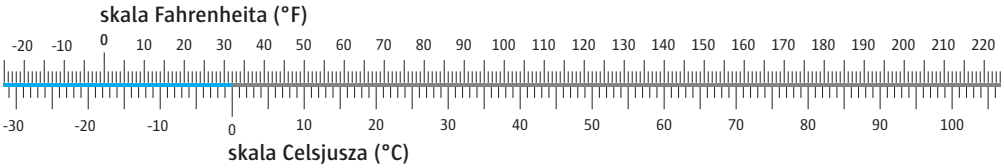
**9.** W tabeli zamieszczono wyniki pomiarów temperatury wody, wykonywanych między godziną 14.10 a 14.55.

| Godzina pomiaru | Temperatura (°C) |
|---|---|
| 14.10 | 30 |
| 14.25 | 32 |
| 14.40 | 34 |
| 14.55 | 36 |

Podaj trzy informacje, które można odczytać z tej tabeli.

**10.** W USA podczas pomiarów temperatury korzysta się ze skali, której twórcą był holenderski fizyk i inżynier Daniel Gabriel Fahrenheit. Odszukaj w Wikipedii hasło: „skala Fahrenheita" i dowiedz się, jak powstała ta skala i jak przeliczamy temperaturę podaną w stopniach Celsjusza na temperaturę w stopniach Fahrenheita. Zapisz odpowiedni wzór.

**11.** Na rysunku przedstawiono porównanie termometrycznych skal Fahrenheita i Celsjusza.




Odczytaj z rysunku, jakiej temperaturze w skali Fahrenheita odpowiada podana temperatura w skali Celsjusza (punkty a, b, c) oraz jakiej temperaturze w skali Celsjusza odpowiada podana temperatura w skali Fahrenheita (punkty d, e, f).

**a)** 0ºC = _____ ºF **b)** 100ºC = _____ ºF **c)** 25ºC = _____ ºF

**d)** 0ºF = _____ ºC **e)** 100ºF = _____ ºC **f)** 50ºF = _____ ºC

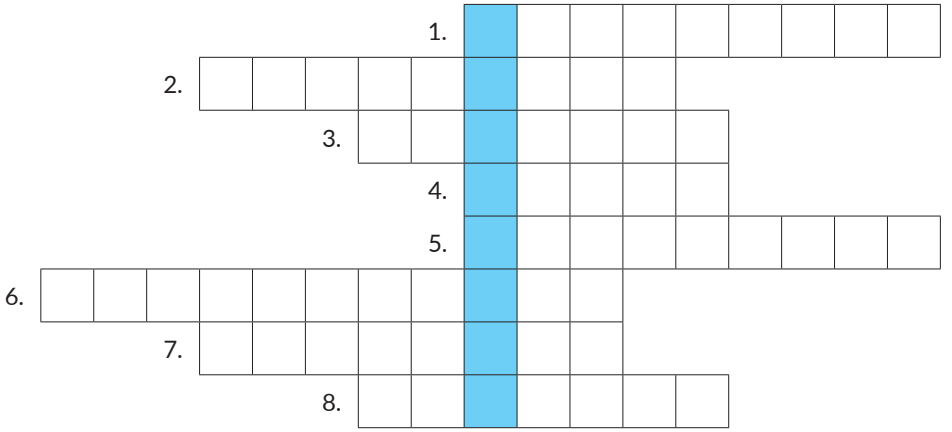
**12.** Temperaturę wody w naczyniu zmierzono trzykrotnie za pomocą termometru o dokładności 0,5ºC. Uzyskano wyniki pomiarów: 22,0ºC, 22,5ºC, 22,5ºC. Oblicz średnią arytmetyczną wyników pomiarów i zapisz wartość najbliższą wartości rzeczywistej z uwzględnieniem niepewności pomiarowej.

**13.** Przyjrzyj się termometrom lekarskiemu i okiennemu i odpowiedz na poniższe pytania. Odpowiedzi uzasadnij.

**a)** Czy za pomocą termometru lekarskiego można zmierzyć temperaturę powietrza na zewnątrz domu?

**b)** Czy za pomocą termometru pokojowego można zmierzyć temperaturę ciała?

**14.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwisko znanego fizyka. Odszukaj w internecie (np. w Wikipedii) jego biografię i dowiedz się, jakie były jego naukowe dokonania.




**1.** Jednostka długości równa 0,01 m.
**2.** Zjawisko fizyczne, które posłużyło do wyznaczenia punktu zerowego w skali Celsjusza.
**3.** Skala temperatur, którą posługują się naukowcy.
**4.** Jest podana na każdym termometrze; może być Celsjusza lub Fahrenheita.
**5.** 1°C to ____ temperatury.
**6.** Wielkość fizyczna, którą mierzy się termometrem.
**7.** Rodzaj termometru, którego używasz podczas choroby.
**8.** Zjawisko fizyczne, które posłużyło do wyznaczenia punktu 100° w skali Celsjusza.

## POMIAR CZASU

**15.** Oblicz, ile to godzin.

**a)** 1 tydzień = _____
**b)** 1 miesiąc = _____
**c)** 1 rok = _____

**16.** Wyraź zmierzony czas w innych jednostkach.

**a)** 10 min = _____ h
**b)** 100 min = _____ h
**c)** 0,3 h = _____ min = _____ s
**d)** 3,75 h = _____ min

**17.** Do najstarszych przyrządów służących do pomiaru czasu, używanych już w starożytności, należy zegar słoneczny. Odszukaj informacje o tym zegarze. Sporządź w zeszycie notatkę o tym, jak zbudowany jest taki zegar i na jakiej zasadzie działa. Spróbuj zbudować zegar słoneczny. Skorzystaj z porad i opisów znalezionych w internecie.

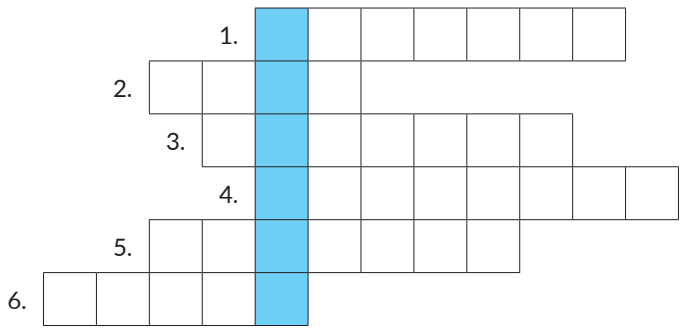
**18.** Skorzystaj z funkcji stopera w swoim telefonie komórkowym i wykonaj kilka pomiarów upływającego czasu. Z jaką dokładnością jest wyświetlany wynik pomiaru?

---

**19.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Klepsydra to przyrząd służący do odmierzania przedziałów czasu, składający się z dwóch zazwyczaj szklanych stożkowatych naczyń, umieszczonych jedno nad drugim i stykających się szyjkami. Z górnego do dolnego naczynia przez mały otwór w określonym czasie przesącza się woda lub przesypuje piasek. Znane są klepsydry odmierzające od kilkudziesięciu sekund do jednej doby. Ten rodzaj zegarów pozwolił ludziom do pewnego stopnia uniezależnić się od obserwacji astronomicznych. Klepsydry były znane już około 1500 r. p.n.e. Dzisiaj są używane głównie jako gadżety służące m.in. do mierzenia czasu gotowania jajek, a w niektórych kawiarniach – do odmierzania czasu zaparzania herbaty.*

**20.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa pewnego przyrządu pomiarowego. Jaki to przyrząd i do czego służy?




**1.** Jednostka podstawowa czasu.
**2.** Jeden z miesięcy zimowych.
**3.** Ma 3600 sekund.
**4.** Czas to _____ – mówi znane przysłowie.
**5.** Jeden z dwunastu w roku.
**6.** Służy do pomiaru czasu.

---

**21.** Uczeń przebywa w szkole przez 6 godzin lekcyjnych. Z pięciu przerw jedna trwa 20 minut, a pozostałe – po 10 minut. O której godzinie uczeń skończy lekcje, jeśli rozpoczyna je o godz. 8.00?

## POMIAR SZYBKOŚCI

**22.** W ciągu 15 minut samochód przejechał 20 km. Jaka była jego średnia szybkość w km/h? Zaznacz poprawną odpowiedź.

**A.** 20 km/h **B.** 40 km/h **C.** 60 km/h **D.** 80 km/h

**23.** W ciągu 30 sekund samochód przejechał 500 m. Jaka była jego średnia szybkość w km/h? Zaznacz poprawną odpowiedź.

**A.** 20 km/h **B.** 40 km/h **C.** 60 km/h **D.** 80 km/h

**24.** Jeśli twoi rodzice mają samochód, to sprawdź na jego prędkościomierzu, z jaką maksymalną szybkością może się on poruszać i z jaką dokładnością można ją odczytać.

---

**25.** O jakości naszego łącza internetowego możemy się przekonać poprzez wykonanie testu szybkości. W jego trakcie wykonywany jest pomiar szybkości pobierania danych (*download*) na nasze urządzenie (komputer, tablet, smartfon) oraz szybkości przesyłania danych (*upload*) z naszego urządzenia na serwery. Odszukaj w internecie odpowiedni program testujący twój komputer (np. http://speedometer.pl) lub ściągnij na swoje urządzenie mobilne odpowiednią aplikację i wykonaj test swojego łącza. Wyniki testu zapisz w tabeli poniżej. W jakich jednostkach podano wynik pomiaru? Sprawdź, czy jakość twojego łącza jest zgodna z warunkami określonymi w umowie z dostawcą usługi.

| Szybkość | Pobierania | Wysyłania |
|---|---|---|
| zmierzona | | |
| gwarantowana w umowie z dostawcą sygnału | | |

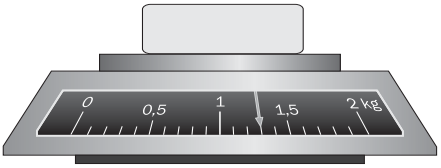
**26.** Ściągnij na swój smartfon jedną z aplikacji umożliwiających pomiar szybkości pojazdu z wykorzystaniem systemu GPS. Dokonaj kilku pomiarów szybkości podczas jazdy np. autobusem, rowerem. Zwróć uwagę na to, jakie inne wielkości fizyczne możesz mierzyć za pomocą tej aplikacji.

## POMIAR MASY

**27.** Uzupełnij tabelę. Wyraź masę w innych jednostkach.

| Masa | | |
|---|---|---|
| g | dag | kg |
| 354 | | |
| | 75 | |
| | | 9 |
| | | 48 |
| | 352 | |
| 273 | | |

**28.** Rysunek przedstawia wagę kuchenną.



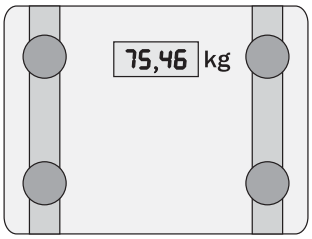

Odczytaj z rysunku:

- zakres pomiarowy wagi: _____ ,
- dokładność przyrządu: _____ ,
- wskazanie wagi z uwzględnieniem niepewności pomiarowej: _____

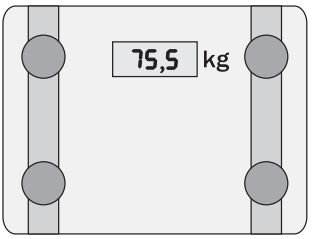
_____ .

**29.** Rysunki poniżej przedstawiają dwie wagi łazienkowe i wyniki pomiaru masy tej samej osoby. Która waga waży z większą dokładnością? Zapisz wyniki pomiaru z uwzględnieniem niepewności pomiarowej.

**A.**




**B.**




_____

_____

**30.** Samochód ciężarowy o masie 2000 kg przewozi ładunek o masie 625 kg. Przy wjeździe na most kierowca widzi taki znak drogowy, jaki pokazano na rysunku. Czy kierowca może wjechać na ten most? Odpowiedź uzasadnij.




**31.** Zaproponuj możliwie dokładny sposób wyznaczenia masy jednej płaskiej łyżki mąki za pomocą wagi kuchennej, której dokładność wynosi 5 dag. Jeśli w domu masz taką wagę – wykonaj ten eksperyment.

**Potrzebne przedmioty i przyrządy:**

**Kolejne czynności i pomiary:**

**Obliczenia:**

**Wynik doświadczenia:**

**32.** Wpisz do przeglądarki internetowej hasło „ważenie bez wagi” i odszukaj metodę pozwalającą na zmierzenie masy różnych produktów bez użycia wagi. Wykorzystaj znalezione informacje i odmierz 20 g soli oraz 330 g cukru.

# 1.2 Pomiar wartości siły ciężkości

**1.** Wyjaśnij, jaką fizyczną treść zawiera powiedzenie: niedaleko pada jabłko od jabłoni.

**2.** We wzorze $F_c = m \cdot g$ służącym do obliczania ciężaru ciała współczynnik $g$ przyjmuje wartość $g_Z = 10 \frac{N}{kg}$ tylko na powierzchni Ziemi lub w niedużej od niej odległości. Przy powierzchni Księżyca współczynnik ten wynosi $g_K = 1{,}62 \frac{N}{kg}$, a przy powierzchni Jowisza – $g_J = 25{,}3 \frac{N}{kg}$. Oblicz, jaką wartość ma twój ciężar na Ziemi, a jaką miałby na Księżycu i na Jowiszu. Przyjmij odpowiednią skalę i narysuj wektor siły ciężkości w każdym z powyższych przypadków.

**3.** Sprawdź na opakowaniach różnych produktów, czy podano na nich masę czy ciężar. Uwaga! Zamiast słowa „masa" na niektórych produktach znajduje się potoczna nazwa „waga". Pamiętaj, że w języku fizyki waga to przyrząd do ważenia.

**4.** Duży plastikowy worek zawiera 1 kg popcornu, a 1 kg cukru kupujemy w niewielkiej torebce. Czy ciężar worka popcornu i ciężar torebki cukru są jednakowe? Uzasadnij odpowiedź.

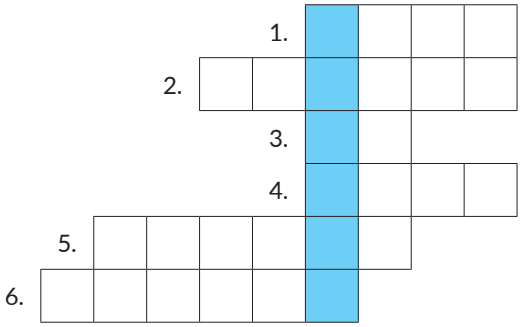
**5.** Na złomowisku wrak samochodu został zgnieciony w zwarty sześcian. Czy jego masa uległa przy tym zmianie? Czy zmienił się jego ciężar? Odpowiedź uzasadnij.

**6.** Wykonaj doświadczenie 1.3 opisane w podręczniku na s. 21. Jego celem jest zbadanie zależności wartości ciężaru ciała od masy tego ciała.

| $m$ (kg) | $F_c$ (N) | $\frac{F_c}{m}\left(\frac{\text{N}}{\text{kg}}\right)$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Wniosek:

**7.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa odcinka skierowanego, służącego do przedstawiania pewnych wielkości fizycznych. Jakie cechy ma taka wielkość?




**1.** Przyrząd służący do pomiaru masy ciała.
**2.** Jest źródłem siły ciężkości.
**3.** Oznaczenie jednostki masy.
**4.** Jednostka masy równa 1000 kg.
**5.** Jednostka siły.
**6.** Inaczej siła ciężkości.

# 1.3 Wyznaczanie gęstości substancji

**1.** Powszechnie uważa się, że ołów jest metalem o największej gęstości. Czy słusznie? Sprawdź w tabeli 1.2 zamieszczonej w podręczniku na s. 24.

**2.** Jaka woda – morska czy rzeczna – ma większą gęstość? Uzasadnij swoją odpowiedź. Skorzystaj z tabeli 1.2 zamieszczonej w podręczniku na s. 24.

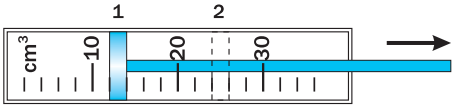
**3.** Oceń, w którym przypadku zmieniła się gęstość substancji.

**a)** Czekolada została złamana na dwie różne części.
**b)** Do cukiernicy, w której była jednocentymetrowa warstwa cukru, wsypano cukier do pełna.
**c)** Worek z pustymi plastikowymi butelkami został zgnieciony.

**4.** Z tej samej substancji wykonano trzy różne przedmioty. Oblicz objętość drugiego przedmiotu i masę trzeciego. Wyniki obliczeń wpisz do tabeli. Z jakiej substancji wykonano te przedmioty? Skorzystaj z tabeli 1.2 zamieszczonej w podręczniku na s. 24.

| Przedmiot | $m$ (g) | $V$ (cm$^3$) |
|---|---|---|
| 1 | 425 | 50 |
| 2 | 1275 | |
| 3 | | 25 |

**5.** Tłok w cylindrze został przesunięty w prawo z pozycji 1 do pozycji 2.




Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Gęstość powietrza w cylindrze

**A.** zmalała dwukrotnie.
**B.** wzrosła dwukrotnie.
**C.** wzrosła czterokrotnie.
**D.** nie zmieniła się.

Odpowiedź uzasadnij. Wskazówka: zwróć uwagę na to, czy uległa zmianie masa czy objętość powietrza w cylindrze.

**6.** Dlaczego menzurki stosowane do pomiaru objętości cieczy wykonuje się w postaci wąskich cylindrów?

**7.** Odszukaj w internecie informację o tym, ile wynosi gęstość styropianu. Na podstawie uzyskanej informacji oblicz objętość tony styropianu.

**8.** Oblicz masę wody wypełniającej basen olimpijski o wymiarach: 50 m × 20 m × 2 m. Przyjmij, że gęstość wody wynosi $1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

**9.** Wykonaj doświadczenie 1.4, którego opis zamieszczono w podręczniku na s. 25.

| Mierzona lub wyznaczana wielkość | Klocek A | Klocek B | Klocek C |
|---|---|---|---|
| masa klocka (g) | $m_{1A} =$ | $m_{1B} =$ | $m_{1C} =$ |
| | $m_{2A} =$ | $m_{2B} =$ | $m_{2C} =$ |
| | $m_{3A} =$ | $m_{3B} =$ | $m_{3C} =$ |
| średnia arytmetyczna wyników pomiarów masy (g) | $m_{śrA} =$ | $m_{śrB} =$ | $m_{śrC} =$ |
| wymiary klocka – długość / szerokość / wysokość (cm) | ____/____/____ | ____/____/____ | ____/____/____ |
| | ____/____/____ | ____/____/____ | ____/____/____ |
| | ____/____/____ | ____/____/____ | ____/____/____ |
| objętość klocka ($cm^3$) | $V_{1A} =$ | $V_{1B} =$ | $V_{1C} =$ |
| | $V_{2A} =$ | $V_{2B} =$ | $V_{2C} =$ |
| | $V_{3A} =$ | $V_{3B} =$ | $V_{3C} =$ |
| średnia arytmetyczna objętości klocka ($cm^3$) | $V_{śrA} =$ | $V_{śrB} =$ | $V_{śrC} =$ |
| gęstość substancji $d = \frac{m_{śr}}{V_{śr}} \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ | | | |
| substancja, z jakiej wykonano klocek: | | | |

**10.** Wykonaj doświadczenie 1.5, którego opis zamieszczono w podręczniku na s. 27.

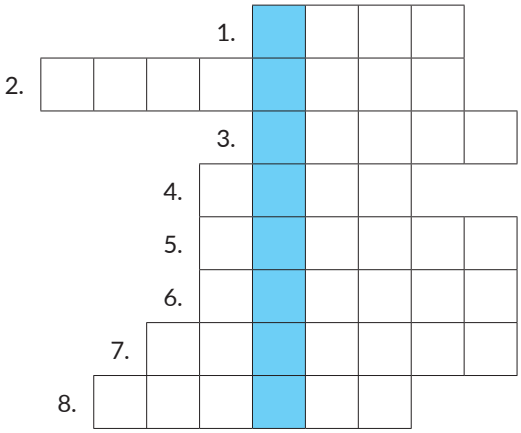
| Mierzona lub wyznaczana wielkość | Pomiar 1 | Pomiar 2 | Pomiar 3 |
|---|---|---|---|
| masa przedmiotu $m$ (g) | $m_1 =$ | $m_2 =$ | $m_3 =$ |
| średnia arytmetyczna wyników pomiarów masy (g) | $m_{śr} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} =$ | | |
| początkowa objętość wody w menzurce $V_w$ ($cm^3$) | | | |
| objętość wody w menzurce wraz z zanurzonym w niej przedmiotem $V_{w+p}$ ($cm^3$) | | | |
| objętość przedmiotu $V = V_{w+p} - V_w$ ($cm^3$) | $V_1 =$ | $V_2 =$ | $V_3 =$ |
| średnia arytmetyczna objętości przedmiotu | $V_{śr} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} =$ | | |
| gęstość substancji $d = \frac{m_{śr}}{V_{śr}} \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ | | | |
| substancja, z jakiej wykonano przedmiot: | | | |

Uwaga: za każdym razem przed zmierzeniem objętości $V_w$ i $V_{w+p}$ zmień ilość wody w menzurce.

**11.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Pod względem gęstości materii tzw. białe karły są rekordzistami wśród gwiazd, gdyż charakteryzują się szczególnie dużą gęstością. Takim obiektem astronomicznym położonym najbliżej Ziemi jest Syriusz B. Masa tej gwiazdy jest w przybliżeniu równa masie Słońca, a jej średnica jest nieco mniejsza od średnicy Ziemi. Średnia gęstość materii tworzącej gwiazdę jest około 18 000 razy większa od gęstości najgęstszej materii ziemskiej i około 100 000 razy większa od gęstości Słońca. 1 $cm^3$ tej materii (tyle zmieści się na małej łyżeczce od herbaty) ma masę około 2500 kg.*

**12.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa naczynia stosowanego podczas wyznaczania gęstości ciał. Do pomiaru jakiej wielkości fizycznej służy to naczynie?




**1.** Wielkość fizyczna niezbędna do obliczenia gęstości ciała.

**2.** Rodzaj wagi.

**3.** Ciecz o gęstości 0,81 $\frac{g}{cm^3}$.

**4.** Ciecz o gęstości 0,81 $\frac{g}{cm^3}$ (w temperaturze –196°C).

**5.** Ciało stałe o gęstości ok. 1,59 $\frac{g}{cm^3}$.

**6.** Metal o gęstości 10,80 $\frac{g}{cm^3}$.

**7.** Ciecz o gęstości 0,79 $\frac{g}{cm^3}$.

**8.** Metal o gęstości 7900 $\frac{kg}{m^3}$.

# 1.4 Pomiar ciśnienia

1. Dlaczego w pomieszczeniach, w których podłoga wyłożona jest miękką wykładziną z PVC, kobiety powinny chodzić w obuwiu na płaskim obcasie, a nie w szpilkach?

2. Na pewno wiesz, że nie da się zgnieść łupiny orzecha włoskiego przez ściśnięcie go w dłoni. Jeżeli jednak umieścisz w dłoni dwa orzechy i ściśniesz je razem, łupina jednego lub obu orzechów pęknie. Jaki ma to związek z tematyką tego rozdziału?

3. Dlaczego główki pinezek są większe od główek szpilek?

4. Jeśli chcemy zawiesić w łazience wieszak z gumową przyssawką, dociskamy przyssawkę do gładkiej czystej powierzchni płytki ceramicznej. Dlaczego wieszak nie spada na podłogę? Jakie znaczenie ma w tym przypadku stan powierzchni płytki, tzn. jej gładkość i czystość?

5. Dlaczego nie odczuwamy ciśnienia atmosferycznego?

6. Na portalu internetowym zamieszczono prognozę pogody na następny dzień. Według niej ciśnienie atmosferyczne ma w tym dniu wynosić 1030 hPa. Wyraź to ciśnienie w paskalach i megapaskalach.

**7.** Odszukaj w internecie informacje o budowie i zasadzie działania tradycyjnego barometru. Sporządź krótką notatkę na ten temat.

Odczytaj, w jakich jednostkach i z jaką dokładnością mierzy ciśnienie barometr przedstawiony na zdjęciu. Odczytaj ciśnienie atmosferyczne – wskazuje je dłuższa wskazówka. Zapisz wynik pomiaru wraz z niepewnością pomiarową.



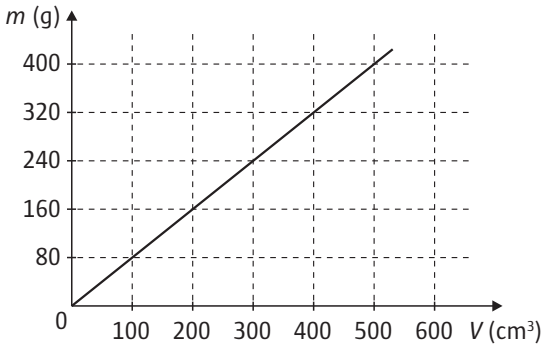

**8.** Wysokościomierz służy do określania wysokości lotu poprzez pomiar ciśnienia atmosferycznego panującego na zewnątrz samolotu. Odszukaj w internecie informacje o tym, jak zmienia się ciśnienie atmosferyczne wraz ze zmianą wysokości lotu. Sporządź krótką notatkę na ten temat.

**9.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Ciśnienie atmosferyczne ma zasadniczy wpływ na pogodę. Podstawowym elementem wszystkich map pogody są izobary, czyli linie łączące punkty o jednakowym ciśnieniu atmosferycznym. Pozwalają one zlokalizować na mapie pogody obszary z wysokim i niskim ciśnieniem atmosferycznym. Jeżeli izobary tworzą linie zamknięte o wartościach wzrastających ku środkowi, to obrazują tzw. wyż baryczny. Takie układy wysokiego ciśnienia utrzymujące się nad danym obszarem przynoszą piękną słoneczną pogodę, często bez jakichkolwiek opadów. Izobary tworzące linie zamknięte o wartościach malejących ku środkowi obrazują niż baryczny. Takie układy niskiego ciśnienia oznaczają pogorszenie pogody – przynoszą opady przelotnego deszczu lub huraganowe wiatry i duże ilości opadów, często powodujące powodzie.*

# 1.5 Sporządzamy wykresy

**1.** Z danej substancji mogą być wykonane różne przedmioty, o różnej masie i objętości. Poniższy rysunek przedstawia wykres zależności masy przedmiotów ($m$) wykonanych z drewna dębowego od ich objętości ($V$).




Odczytaj z wykresu:

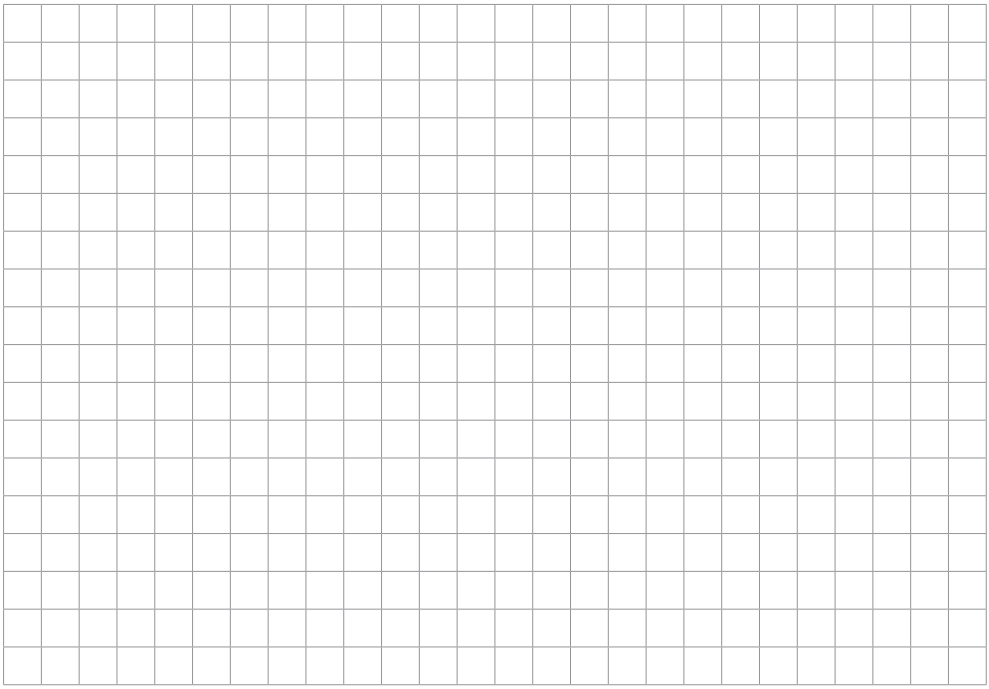
**a)** objętość przedmiotów o masie 160 g i 400 g,

**b)** masę przedmiotów o objętości 100 $cm^3$ i 400 $cm^3$.

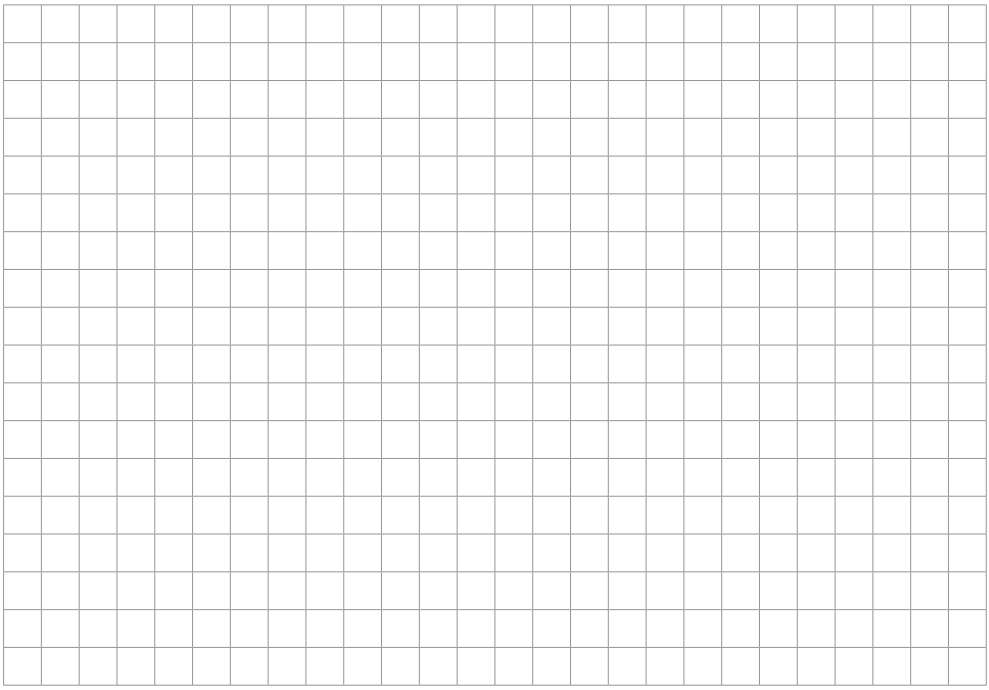
Oblicz gęstość drewna dębowego.

**2.** Jedno pudełko z płytą kompaktową ma masę 50 g i powierzchnię 167 $cm^2$. Na stole układano takie pudełka jedno na drugim. Wypełnij poniższą tabelę, a następnie sporządź wykres zależności ciśnienia pudełek na stół od wartości ich ciężaru.

| Liczba pudełek | $m$ (kg) | $F_c = m \cdot g$ (N) | $p = \frac{F_c}{S}$ (Pa) |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |



**3.** Na podstawie danych z zadania 9 na s. 8 tego zeszytu narysuj wykres zależności temperatury wody od czasu.



# 2.1 Trzy stany skupienia ciał

1. Dlaczego słabo napompowana piłka do siatkówki gorzej się odbija? Jaka właściwość piłki o tym decyduje?

2. Na mokrym piasku i świeżym śniegu można obserwować ślady butów i tropy zwierząt. Jaka właściwość mokrego piasku i świeżego śniegu ma tu zastosowanie?

3. Garncarz wykonuje garnki z mokrej gliny, a następnie umieszcza je w gorącym piecu. Jaka właściwość gliny jest wykorzystana podczas wykonywania garnków na kole garncarskim? Jaką właściwość ma gotowy garnek po wyjęciu z pieca?

4. Dlaczego do skoków na bungee nie używa się liny stalowej?

5. Jaką treść fizyczną zawiera popularne przysłowie: kuć żelazo, póki gorące?

**6.** Uzupełnij tabelę. Wpisz w każdą pustą komórkę odpowiednie słowo: „łatwo” lub „trudno”.

| Stan skupienia | Czy łatwo zmienić | |
|---|---|---|
| | kształt? | objętość? |
| stały | | |
| ciekły | | |
| gazowy | | |

**7.** Czy zmienią się kształt i objętość soku owocowego, jeżeli przelejemy go z butelki do szklanki?

**8.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Najważniejszą cechą resorów w pojazdach samochodowych jest
**A.** twardość.
**B.** stały kształt.
**C.** sprężystość.
**D.** ściśliwość.

**9.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Efekt zmiany kształtu gumki do ścierania, z jakim mamy do czynienia podczas jej ściskania i rozciągania, jest możliwy dzięki temu, że materiał, z którego ją wykonano, jest
**A.** miękki.
**B.** plastyczny.
**C.** sprężysty.

**10.** Ta sama substancja może występować w różnych postaciach. Określ, w jakim stanie skupienia znajdują się wymienione poniżej postacie wody.

woda z kranu, śnieg, szron, rosa, mgła, para wodna, lód

| Stan stały | Stan ciekły | Stan gazowy |
|---|---|---|
| | | |

# 2.2 Zmiany stanów skupienia ciał

**1.** Uzupełnij tabelę. Podaj nazwę substancji zmieniającej swój stan skupienia oraz nazwę zjawiska powodującego tę zmianę.

| Obserwowane zjawisko | Substancja zmieniająca stan skupienia | Zjawisko powodujące zmianę stanu skupienia |
|---|---|---|
| suszenie bielizny latem | | |
| suszenie bielizny zimą (przy ujemnej temperaturze powietrza) | | |
| wysychanie mokrej ulicy na skutek działania promieni słonecznych | | |
| palenie się świecy | | |
| osiadanie rosy na trawie w chłodny poranek | | |

**2.** Sople lodu pojawiające się zimą na zaśnieżonych dachach domów powstają w wyniku dwóch następujących po sobie procesów. Podaj nazwy tych procesów.

**3.** Oceń, kiedy zjawisko parowania wody zawartej w mokrej bieliźnie zachodzi szybciej.

**a)** Czy wtedy, gdy rozwiesimy bieliznę na sznurku, czy gdy pozostawimy ją w miednicy?

**b)** Czy wtedy, gdy rozwieszoną bieliznę przewiewa wiatr, czy gdy pogoda jest bezwietrzna?

Jakie ogólne wnioski można sformułować na tej podstawie?

**4.** W zamrażalniku lodówki powstaje szron. Z jakim zjawiskiem fizycznym mamy tu do czynienia?

**5.** Zajrzyj do tabel 2.1 i 2.2 z podręcznika (s. 52 i 55) i zapisz stan skupienia podanych substancji w temperaturze pokojowej, czyli 20°C.

**a)** rtęć – _____

**b)** eter – _____

**c)** naftalen – _____

**d)** alkohol metylowy – _____

**6.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest obserwowanie parowania, wrzenia i skraplania wody.

**Potrzebne przedmioty:** garnek z pokrywką, kuchenka gazowa lub elektryczna.

**Kolejne czynności:**

1. Do garnka nalej około pół litra wody i ogrzewaj na palniku mniej więcej przez minutę.
2. Nakryj garnek pokrywką, a po 30 sekundach podnieś ją i przyjrzyj się jej dolnej powierzchni.
3. Doprowadź wodę w garnku do wrzenia, obserwuj jej powierzchnię.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Wynik obserwacji:** _____

_____

**Wniosek:** _____

_____

_____

Z jakimi postaciami wody mamy do czynienia podczas wykonywania tego doświadczenia?

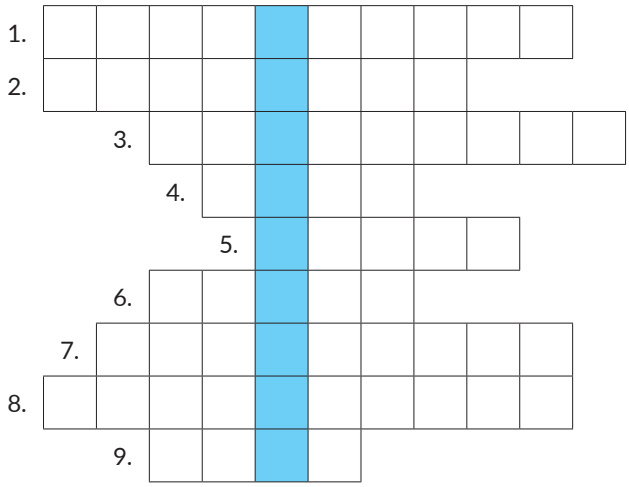
_____

_____

**7.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Ludwisarstwo to rodzaj rzemiosła artystycznego, w którym wykorzystuje się zmianę stanu skupienia materii. Do przygotowanej uprzednio formy wlewa się ciekłą substancję (roztopiony metal lub stop metali), która podczas krzepnięcia przyjmuje kształt formy. Tą metodą do dziś wytwarza się dzwony do świątyń, ale także lufy dział, posągi, tablice pamiątkowe, świeczniki i wiele drobnych przedmiotów codziennego użytku. Najsłynniejsza w Polsce ludwisarnia, należąca do rodziny Felczyńskich, znajduje się w Przemyślu i funkcjonuje już ponad 200 lat. Sztuka odlewania dzwonów jest przekazywana w tej firmie z pokolenia na pokolenie.*

**8.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa pewnego zjawiska fizycznego. Podaj przykłady tego zjawiska w swoim otoczeniu.




1. Zjawisko fizyczne polegające na przejściu substancji ze stanu gazowego do ciekłego.
2. Substancja, której temperatura topnienia wynosi 80ºC.
3. Przyrząd pomiarowy stosowany do pomiaru temperatury.
4. Substancja powstała po stopieniu lodu.
5. Substancja, która wrze w temperaturze –253ºC.
6. Pojawia się w mroźne dni na drzewach lub przewodach sieci elektroenergetycznej.
7. Ma wpływ na temperaturę wrzenia wody.
8. Zjawisko polegające na przejściu substancji ze stanu stałego w stan gazowy z pominięciem stanu ciekłego.
9. Substancja, której temperatura wrzenia wynosi 35ºC.

# 2.3 Rozszerzalność temperaturowa ciał

**1.** Dwa termometry rtęciowe mają jednakowe zbiorniczki z rtęcią. Pierwszy z nich ma większą, a drugi mniejszą średnicę wewnętrzną rurki. Którym z termometrów możemy mierzyć temperaturę z większą dokładnością? Odpowiedź uzasadnij.

**2.** Masz kłopoty z odkręceniem metalowej nakrętki na butelce? Zanurz nakrętkę razem z górną częścią butelki w gorącej wodzie. Wraz ze wzrostem temperatury nakrętka rozszerzy się i wówczas będzie ją można swobodnie odkręcić.

Wyjaśnij, dlaczego słoiki z przetworami zamyka się „na gorąco".

**3.** Dlaczego przewody linii energetycznych mają taką długość, że w lecie zwisają swobodnie między słupami? Jak wyglądają te przewody w zimie?

**4.** Na podstawie diagramu 1. z podręcznika (s. 58) wybierz materiały, z których powinien być zbudowany bimetal, jeśli ma zapewniać największe odkształcenie przypadające na jednostkową zmianę temperatury.

Jak można wykorzystać taśmę bimetaliczną, by posłużyła za termoregulator? Narysuj schemat takiego urządzenia.

**5.** Żelbet to kompozyt strukturalny, składający się z betonu i stali, stosowany powszechnie w budownictwie. Uzasadnij taki dobór materiałów w tym kompozycie. Wykorzystaj do tego celu diagram 1. na s. 58 w podręczniku i informacje znalezione w internecie. Sporządź krótką notatkę na ten temat.

**6.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest obserwacja rozszerzalności temperaturowej ciał stałych.

**Potrzebne przedmioty:** dowolna moneta, dwie szpilki, pudełko od zapałek, zapalona świeca, drewniana klamerka do bielizny.

**Kolejne czynności:**

1. Monetę połóż na pudełku od zapałek, wbij w nie szpilki w odległości równej średnicy monety, tak aby można było ją ciasno przesunąć między szpilkami.
2. Chwyć monetę klamerką i na kilkanaście sekund umieść ją w płomieniu świecy (zachowaj przy tym szczególną ostrożność), po czym spróbuj ponownie przesunąć monetę pomiędzy szpilkami.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Wynik doświadczenia:**

**Wyjaśnienie zaobserwowanego zjawiska:**

# 3.1 Cząsteczkowa budowa ciał

1. Dlaczego mieszamy cukier łyżeczką w szklance herbaty, a nie czekamy, aż sam się rozpuści i dzięki zjawisku dyfuzji wymiesza z herbatą?

2. Zgrzewanie metali jest procesem polegającym na trwałym łączeniu dwóch elementów, np. blach karoserii samochodowej. Podczas zgrzewania dwa elementy metalowe w miejscu styku są silnie rozgrzewane i mocno do siebie dociskane. Jakie zjawisko zachodzi w miejscu styku tych elementów i powoduje trwałe ich połączenie? Jaki jest wpływ temperatury na przebieg tego procesu?

3. Pewnego dnia Piotr wrócił ze szkoły. Otworzył drzwi i radośnie wykrzyknął: „Wspaniale! Mama piecze mój ukochany sernik!”. Wyjaśnij, skąd Piotr mógł wiedzieć, że mama właśnie piecze ciasto.

4. Szczególnym rodzajem dyfuzji jest osmoza. Na czym polega to zjawisko i gdzie ma zastosowanie? Znajdź w internecie i zapisz poniżej odpowiedzi na te pytania.

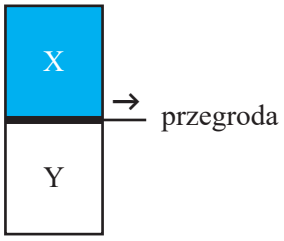
5. Odczytaj temperaturę powietrza w pokoju i na zewnątrz swojego domu. Wyraź ją w kelwinach i w stopniach Fahrenheita.

**6.** W lipcowy upalny dzień o godzinie 12.00 w pięciu miastach zanotowano następujące temperatury: Warszawa 27°C, Rzym 302 K, Oslo 292 K, Kair 45°C, Nowy Jork 82,4°F. Uszereguj miasta od najcieplejszego do najchłodniejszego.

**7.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Zjawisko dyfuzji zachodzi
**A.** tylko w gazach.
**B.** tylko w cieczach.
**C.** tylko w gazach i cieczach.
**D.** w gazach, cieczach i ciałach stałych.

**8.** W naczyniu z przegrodą znajdują się dwa gazy: w części górnej gaz X, a w części dolnej gaz Y.




Wybierz poprawne dokończenie zdania.
Po upływie dłuższego czasu od chwili usunięcia przegrody
**A.** gaz X pozostanie w górnej części naczynia, a gaz Y – w dolnej części naczynia.
**B.** gazy zamienią się miejscami, tzn. gaz X przemieści się do dolnej części naczynia, a gaz Y – do górnej.
**C.** oba gazy dokładnie się wymieszają – w całym naczyniu powstanie jednorodna mieszanina.

**9.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Zanieczyszczenie powietrza jest jednym z głównych zagrożeń naturalnego środowiska człowieka, ponieważ powoduje degradację tego środowiska. Najczęściej powietrze zanieczyszczają takie gazy jak: dwutlenek węgla, dwutlenek siarki, tlenki azotu oraz pyły. Zwiększona zawartość tych związków w powietrzu przyczynia się do powstawania u ludzi schorzeń układu oddechowego, a także alergii. Głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest emisja pyłów i szkodliwych gazów przez duże zakłady przemysłowe oraz przez lokalne kotłownie węglowe i domowe piece grzewcze. Szkodliwe substancje są emitowane także przez pojazdy mechaniczne. Zanieczyszczenia powietrza są najbardziej niebezpieczne ze wszystkich zanieczyszczeń, gdyż ze względu na zachodzące w powietrzu zjawisko dyfuzji mogą skazić środowisko na dużych obszarach.*

# 3.2 Siły międzycząsteczkowe

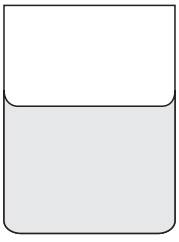
1. Dlaczego nie można ponownie połączyć ze sobą części rozbitej porcelanowej filiżanki przez dociśnięcie do siebie kawałków tej filiżanki?

2. Do sprawdzania bardzo dokładnych przyrządów pomiarowych, np. suwmiarek czy śrub mikrometrycznych, stosuje się specjalne płytki pomiarowe, które stanowią dokładny wzorzec miary długości. Powierzchnie płytek są idealnie wypolerowane. Po zetknięciu ze sobą płytki „sklejają się" i utrzymują się w takim stanie w dowolnym położeniu. Jak można wyjaśnić to wzajemne „klejenie się" płytek?

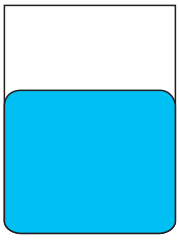
3. Jaką właściwość ciał wykorzystujemy podczas pisania kredą po tablicy szkolnej? Dlaczego nie udaje się nam pisać po tablicy, gdy zamiast kredy weźmiemy do ręki kawałek białego marmuru lub kamienia wapiennego?

4. Na poniższych rysunkach przedstawiono kształt powierzchni wody i powierzchni rtęci przy ściankach szklanego naczynia. O czym świadczą takie kształty powierzchni?

**a)** woda



**b)** rtęć



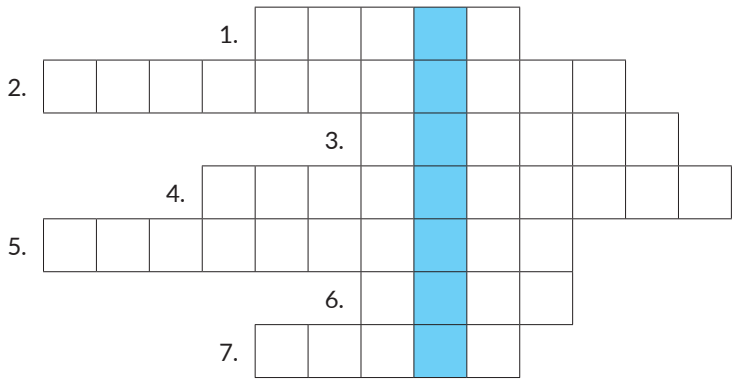
**5.** Dlaczego pióra ptaków wodnych są pokryte warstwą tłuszczu?

**6.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Cząsteczki danej substancji oddziałują ze sobą, gdy substancja jest w stanie skupienia
**A.** tylko ciekłym lub gazowym.
**B.** tylko stałym lub gazowym.
**C.** tylko ciekłym lub stałym.
**D.** stałym, ciekłym lub gazowym.

**7.** Tzw. obrusy plamoodporne pokryte są powłoką z substancji hydrofobowej. Jakie właściwości mają takie substancje? Odszukaj w internecie informacje na ten temat i sporządź krótką notatkę.

**8.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa owada, którego często można zaobserwować na powierzchni zbiorników wodnych.



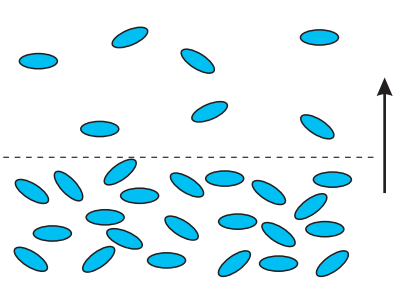

**1.** Powstaje na powierzchni wody na skutek napięcia powierzchniowego.
**2.** Nazwa sił międzycząsteczkowych działających między cząsteczkami różnych ciał.
**3.** Mała ilość cieczy o kulistym kształcie.
**4.** Wzajemnie przyciągają się siłami spójności lub przylegania.
**5.** Zmniejszają siły międzycząsteczkowe roztworu przygotowanego do prania.
**6.** Może być spójności lub przylegania.
**7.** Mydlana, w kształcie kuli.

# 3.3 Różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów

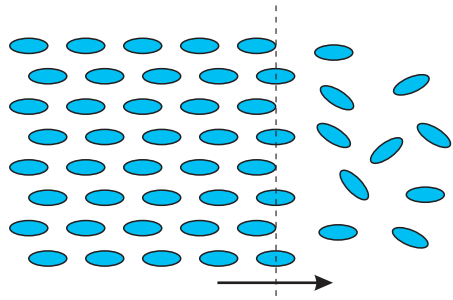
**1.** Woda, lód i para wodna to trzy stany skupienia tej samej substancji. Co można powiedzieć o możliwości przemieszczania się dowolnej cząsteczki lodu, wody i pary wodnej z jednego miejsca w inne?

**2.** Który rysunek przedstawia schematycznie proces:

**a)** topnienia ciała krystalicznego,
**b)** parowania?



**1.**



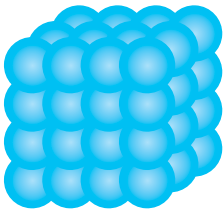
**2.**

Odpowiedź uzasadnij.

**3.** Dlaczego trudniej jest zmniejszyć objętość cieczy niż gazu?
Wybierz poprawną odpowiedź.

**A.** Gaz łatwo zmienia kształt, a ciecz nie.
**B.** Średnie odległości między cząsteczkami gazu są dużo większe niż między cząsteczkami cieczy.
**C.** Wzajemne oddziaływanie cząsteczek gazu jest większe niż w przypadku cząsteczek cieczy.

**4.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

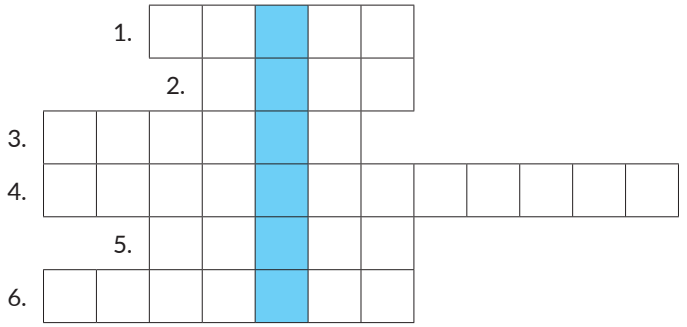


Poniższy rysunek przedstawia model budowy cząsteczkowej
**A.** cieczy.
**B.** ciała stałego o budowie krystalicznej.
**C.** gazu.

**5.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*W drugiej połowie XX wieku zaczęto prowadzić badania nad zastosowaniem wytworzonych sztucznie materiałów, które łączą w sobie właściwości cieczy i kryształów. Nazwano je ciekłymi kryształami. Szerokie możliwości zastosowania ciekłych kryształów wynikają stąd, że są one czułe na zmiany warunków zewnętrznych, np. mogą zmieniać barwę na skutek niewielkiej zmiany temperatury lub ciśnienia. Dzięki temu ciekłe kryształy stosuje się m.in. w ciekłokrystalicznych termometrach medycznych. Pewne szczególne właściwości optyczne pozwalają stosować ciekłe kryształy do wytwarzania różnych wyświetlaczy: od zegarków i telefonów komórkowych do ekranów komputerów i telewizorów.*

**6.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwisko pewnego naukowca. Odszukaj w encyklopedii lub w internecie informacje na jego temat i zapisz, w jaki sposób jego odkrycia wiążą się z tematyką tego działu w podręczniku.




**1.** Pierwiastek chemiczny, którego dwa atomy wchodzą w skład cząsteczki wody.
**2.** Ogólna nazwa substancji, które mają największą ściśliwość.
**3.** Grupa ciał stałych, do których należą m.in. miedź, aluminium, żelazo.
**4.** Sieć, którą w ciałach stałych tworzą ułożone regularnie atomy.
**5.** Są trzy w cząsteczce wody.
**6.** Rodzaj ruchu wykonywanego przez cząsteczki ciał stałych.

# 3.4 Gaz w zamkniętym zbiorniku

**1.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Na ciśnienie gazu w zbiorniku wpływa
**A.** tylko liczba cząsteczek gazu.
**B.** tylko objętość zbiornika.
**C.** tylko temperatura gazu.
**D.** liczba cząsteczek gazu, objętość zbiornika i temperatura gazu.

**2.** Dlaczego ilość powietrza w oponach samochodowych latem powinna być nieco mniejsza niż zimą?

**3.** Dlaczego butle z gazem (np. turystyczne, zawierające propan–butan) nie powinny być przechowywane i użytkowane w zbyt wysokiej temperaturze?

**4.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

W każdym z poniższych zbiorników znajduje się taka sama masa powietrza. Największe ciśnienie powietrza jest w zbiorniku A / B / C / D.

**A.** $4\ m^3$, $20°C$

**B.** $2\ m^3$, $20°C$

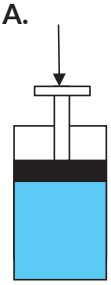
**C.** $4\ m^3$, $100°C$

**D.** $2\ m^3$, $100°C$

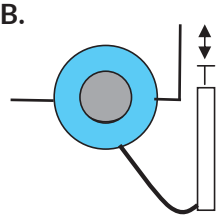
**5.** Jeżeli szklankę umytą w ciepłej wodzie postawimy do góry dnem na stole przykrytym ceratą, to zauważymy, że po pewnej chwili szklanka zacznie wciągać ceratę do środka. Wyjaśnij to zjawisko.

**6.** Na rysunkach przedstawiono sytuacje, w których następuje wzrost ciśnienia powietrza zgromadzonego w trzech zbiornikach, tj. kolejno: w cylindrze z tłokiem, oponie samochodowej i słoiku nakrytym gumową membraną. Uzupełnij poniższe zdania.

**A.**



**B.**

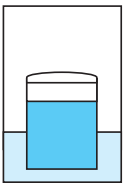


pompowanie opony

**C.**



słoik nakryty gumową membraną



słoik włożony do naczynia z ciepłą wodą

Ciśnienie powietrza

- w zbiorniku A wzrosło na skutek _____ .
- w zbiorniku B wzrosło na skutek _____ .
- w zbiorniku C wzrosło na skutek _____ .

**7.** Zapewne wiesz, jak przebiega prażenie popcornu. Otoczka ziaren kukurydzy umieszczonych na gorącej patelni pęka i na zewnątrz wydobywa się biała skrobia. Towarzyszą temu głośne „wybuchy". Wyjaśnij to zjawisko na postawie wiadomości uzyskanych na lekcji.

_____

_____

_____

**8.** Jaki jest wpływ ciśnienia powietrza w oponach samochodu osobowego na ich zużycie oraz na komfort i bezpieczeństwo jazdy pasażerów? Odszukaj w internecie odpowiedzi na te pytania i sporządź w zeszycie notatkę na ten temat.

**9.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Na pojemnikach zawierających substancje pod dużym ciśnieniem (np. na dezodorantach w aerozolu) można przeczytać takie ostrzeżenie: „Chronić przed światłem słonecznym, nie dopuszczać do ogrzania powyżej 50°C". Zawarty w pojemniku gaz, który powoduje rozpylenie w powietrzu substancji (np. perfum), wraz ze wzrostem temperatury zwiększa ciśnienie na ścianki pojemnika, co w zbyt wysokiej temperaturze może spowodować groźną w skutkach eksplozję.*

# 4.1 Układ odniesienia

**1.** Czy znane są ciała fizyczne znajdujące się w stanie bezwzględnego spoczynku?

Wybierz poprawną odpowiedź.
**A.** Nie.
**B.** Tak – tylko Słońce.
**C.** Tak – każdy przedmiot leżący na Ziemi.

**2.** Skorzystaj z definicji układu odniesienia i podaj fizyczną interpretację przysłowia: nie przyszła góra do Mahometa, to Mahomet przyszedł do góry.

_____

_____

_____

**3.** Jesteś pasażerem jadącego samochodu i siedzisz bez ruchu na tylnym siedzeniu. Względem kierowcy jesteś _____ . Względem przystanku autobusowego jesteś _____ . Względem fotela jesteś _____ . Względem nadjeżdżającego z naprzeciwka samochodu jesteś _____ .

**4.** Pasażer pociągu siedzi w wagonie nieruchomym względem budynku stacji. Gdy patrzy przez okno na wagony jadące po sąsiednim torze, mówi, że wagon, w którym siedzi, się porusza. Gdy spojrzy w okno po przeciwnej stronie na budynek stacji, mówi, że pozostaje w spoczynku. Które stwierdzenie jest prawdziwe? Odpowiedź uzasadnij.

_____

_____

_____

**5.** Uzupełnij poniższy tekst.

Pasażer jadącego tramwaju znajduje się w spoczynku względem takich ciał, jak:

_____

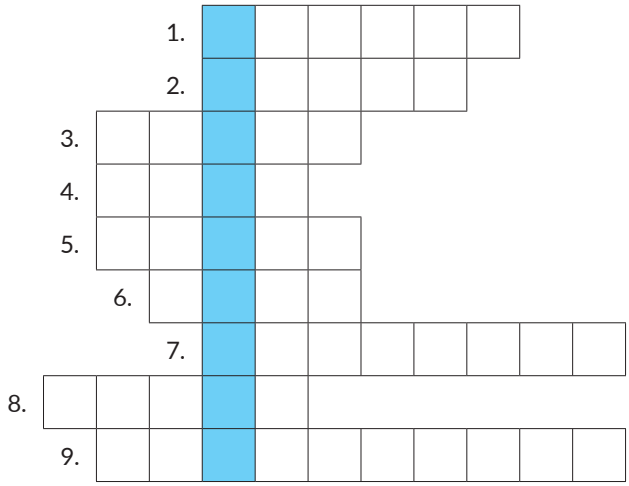
Porusza się natomiast względem takich ciał, jak: _____

_____

**6.** Pociąg jedzie z Poznania do Warszawy. Czy jest możliwe, aby pasażer samolotu lecącego nad pociągiem stwierdził, że pociąg oddala się od niego w kierunku zachodnim?

Wybierz poprawną odpowiedź.
**A.** Nie.
**B.** Możliwe, gdy samolot leci na zachód.
**C.** Możliwe, gdy samolot leci na wschód.

**7.** Rozwiązaniem logogryfu jest jeden z możliwych stanów ciała względem innego ciała.



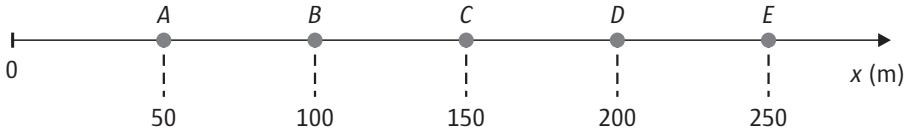

**1.** Jego ruch obserwujemy na niebie w pogodny dzień.
**2.** Porusza się względem bramkarza.
**3.** Jeden z układów odniesienia, względem którego porusza się jadący samochód.
**4.** Wykonuje go np. pieszy względem chodnika.
**5.** Jeden z układów odniesienia, względem którego łódź płynąca po rzece się porusza.
**6.** Ulubiony przysmak pelikanów.
**7.** Zmienia swoje położenie na trasie zjazdowej np. z Kasprowego Wierchu.
**8.** Pojazd dla małych dzieci.
**9.** W wierszu Juliana Tuwima: „Stoi na stacji _____ ciężka, ogromna i pot z niej spływa”.

# 4.2 Tor ruchu, droga

**1.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Torem ruchu samolotu jest
**A.** zawsze linia prosta.
**B.** droga przebyta przez samolot.
**C.** linia zakreślona przez dowolny punkt tego samolotu.

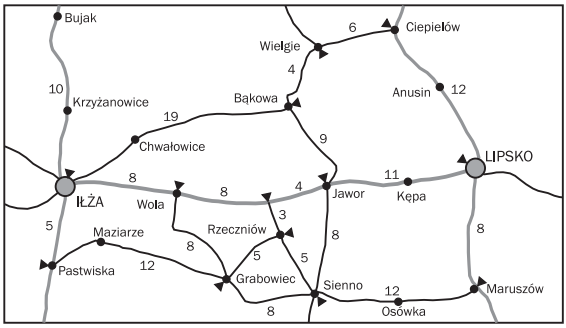
**2.** Samochód z nieszczelnym układem smarowania poruszał się po prostym odcinku szosy. Z silnika samochodu spadały na szosę pojedyncze krople oleju, jak pokazano na rysunku.




Samochód przejechał drogę:

- między punktami *A* i *B* równą _____ ,
- między punktami *A* i *C* równą _____ ,
- między punktami *B* i *C* równą _____ ,
- między punktami *A* i *E* równą _____ .

**3.** Poniższy rysunek przedstawia fragment mapy samochodowej Polski z zaznaczonymi odległościami między miejscowościami.



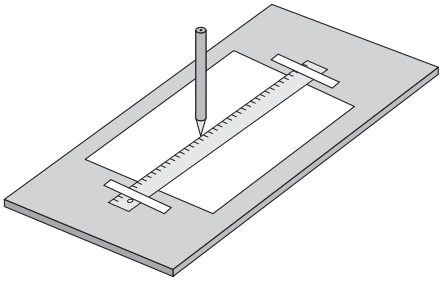

Wybierz na mapie tor jazdy między Lipskiem a Iłżą o najmniejszej długości i zaznacz go kolorową kredką. Następnie wybierz dwa inne możliwe tory jazdy i zaznacz je na rysunku innymi kolorami. Oblicz długość każdej z tych dróg.

Najkrótsza droga między Lipskiem i Iłżą jest równa _____ . Długości dwóch innych zaznaczonych na rysunku dróg są równe _____ .

**4.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest wykazanie względności ruchu (według „Fizyki w szkole” 2005, nr 3, autor: Juliusz Domański).

**Potrzebne przedmioty:** taśma klejąca, długa linijka, kartka papieru z zeszytu.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**



**Kolejne czynności:**

1. Przymocuj taśmą klejącą dwa końce linijki do stołu.
2. Wsuń pod linijkę kartkę papieru.
3. Rysuj kreskę wzdłuż linijki, równocześnie przesuwając wolno kartkę prostopadle do linijki. Obserwuj tor ruchu ołówka względem stołu i linijki oraz względem kartki.

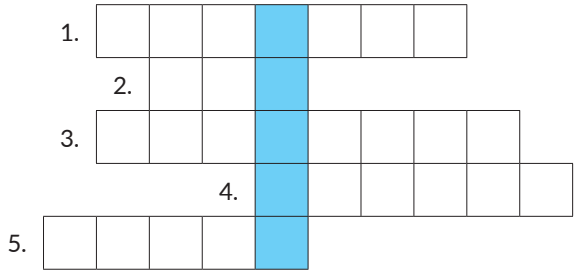
**Wynik obserwacji:** _____

_____

**Wniosek:** _____

_____

**5.** Rozwiąż logogryf i odpowiedz na pytanie: „Co oznacza w fizyce słowo będące rozwiązaniem logogryfu, a co oznacza ono w kodeksie drogowym?”.




1. Miasto znane z największej czynnej obecnie kopalni soli w Polsce.
2. Linia, którą zakreśla dowolny punkt ciała wykonującego ruch.
3. Jednostka służąca do wyrażenia odległości między dwoma miastami.
4. Język, z którego fizycy zapożyczyli literę Δ.
5. Tor to ..., którą zakreśla ciało wykonujące ruch.

_____

_____

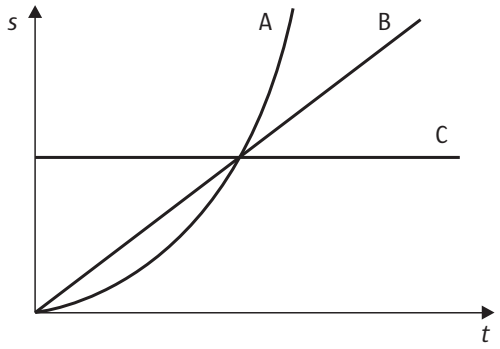
# 4.3 Ruch prostoliniowy jednostajny

**1.** Podaj przykłady ciał, które poruszają się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

**2.** Krążek hokejowy porusza się po tafli lodowiska ruchem jednostajnym prostoliniowym. W ciągu pierwszej sekundy pokonał 10 m. Droga przebyta przez krążek:

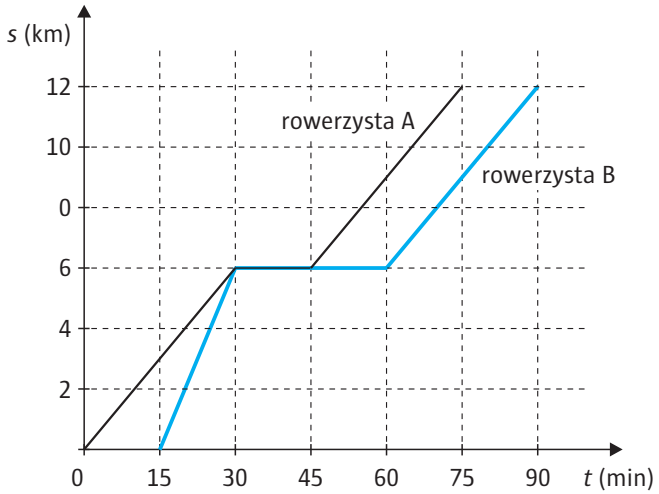
- w ciągu drugiej sekundy to _____ ; w ciągu dwóch sekund to _____ ;
- w ciągu trzeciej sekundy to _____ ; w ciągu trzech sekund to _____ ;
- w ciągu piątej sekundy to _____ ; w ciągu pięciu sekund to _____ .

**3.** Poniższe wykresy przedstawiają zależność drogi od czasu dla trzech ciał A, B, C. Które z tych ciał porusza się ruchem jednostajnym?




Ruchem jednostajnym porusza się ciało ____ . Wykresem zależności jego drogi od czasu jest _____ .

**4.** Wykres przedstawia zależność drogi ($s$) od czasu ($t$) dla dwóch rowerzystów, którzy wyjechali z miasta X z tego samego miejsca i jechali do miasta Y tą samą szosą po torze prostoliniowym.




Na podstawie tego wykresu odpowiedz na poniższe pytania.

**a)** Jaka jest odległość między miastami X i Y?

**b)** Jakim ruchem w poszczególnych przedziałach czasu poruszali się rowerzyści?

**c)** Który rowerzysta wyjechał później i o ile minut?

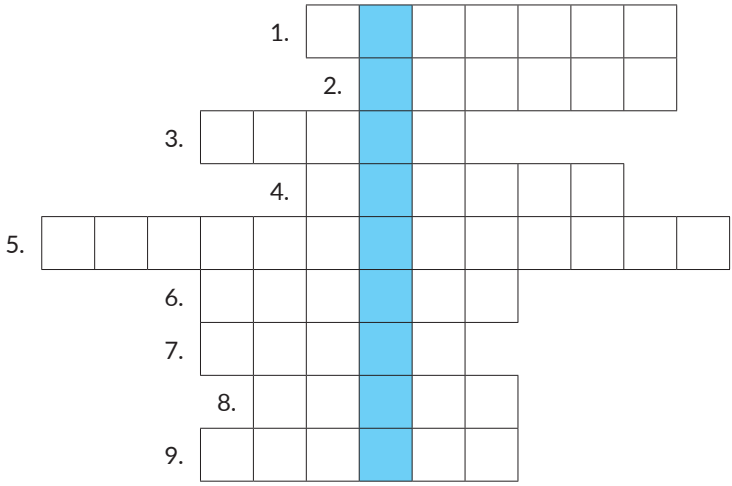
**d)** W jakiej odległości od punktu startowego rowerzyści się spotkali?

**e)** Ile minut odpoczywał każdy z rowerzystów?

**f)** Który rowerzysta dojechał do celu wcześniej i o ile minut?

**g)** W jakim czasie każdy z rowerzystów przejechał z miasta X do miasta Y?

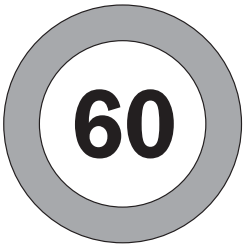
**5.** Odszukaj w Wikipedii lub słowniku wyrazów obcych, co oznacza słowo będące rozwiązaniem logogryfu. Czy to urządzenie porusza się ruchem prostoliniowym jednostajnym?




1. Jednostka czasu.
2. Służy do pomiaru czasu.
3. Jest wypełniona olejem z banieczką powietrza i służy do badania ruchu jednostajnego prostoliniowego.
4. Wpisujemy do niej wyniki pomiarów.
5. Ruch, którego torem jest prosta
6. Sportowiec jeżdżący na rowerze.
7. Grecka litera Δ.
8. W fizyce jest oznaczana literą *s*.
9. Rysunek przedstawiający pewną zależność, np. *s*(*t*).

# 4.4 Wartość prędkości w ruchu jednostajnym

**1.** Kierowca, który jechał samochodem ruchem jednostajnym prostoliniowym, przejechał obok znaku drogowego przedstawionego na rysunku. Kierowca nie zmienił prędkości i przejechał od tego miejsca drogę 2,5 km w czasie 2 minut, po czym został zatrzymany przez policjanta. Policjant ukarał kierowcę mandatem za naruszenie przepisów ruchu drogowego. Czy miał rację? Uzasadnij odpowiedź.




**2. a)** Narysuj wykres $v(t)$ dla rowerzysty jadącego ze stałą szybkością 1,5 m/s. Nie zapomnij oznaczyć osi!

**b)** Oblicz drogę, którą przejechał rowerzysta w ciągu 5 sekund ruchu. Zaznacz tę drogę na wykresie.

**3.** Wyraź szybkość 108 km/h w m/s, a szybkość 5 m/s w km/h.

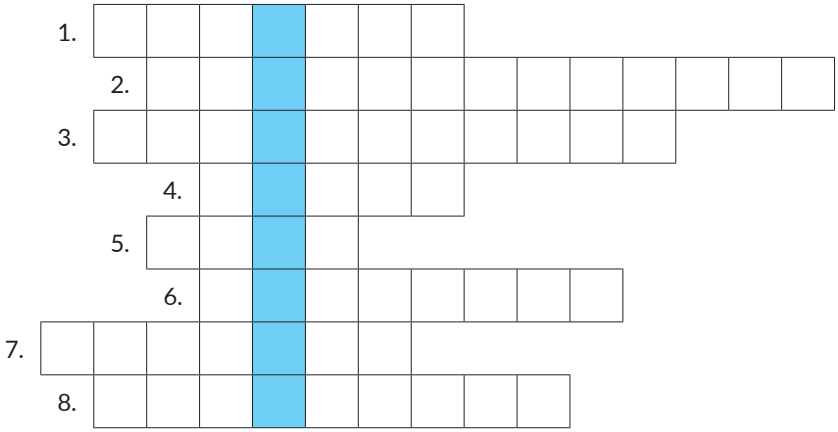
$108\ \frac{\text{km}}{\text{h}} =$ _____

$5\ \frac{\text{m}}{\text{s}} =$ _____

**4.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Ruchem jednostajnym prostoliniowym poruszają się m.in. przenośniki taśmowe, zwane potocznie (lecz błędnie) taśmociągami. Są to urządzenia transportowe o charakterze ciągłym, zwykle stosowane do transportu materiałów sypkich lub drobnych po określonym torze. Używa się ich w magazynach, kopalniach kruszywa, na składowiskach, placach budów, a także na liniach produkcyjnych. Szybkość przesuwania się taśmy wynosi zwykle od 0,2 do 1,5 m/s.*

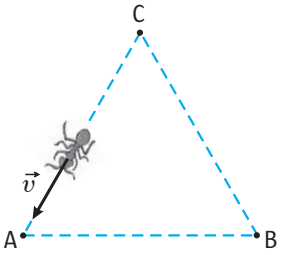
**5.** Co oznacza słowo będące rozwiązaniem logogryfu?




1. Porusza się ze średnią szybkością ok. 5,4 km/h.
2. Ruch, którego torem jest linia prosta.
3. Ruch, w którym ciało w kolejnych jednakowych przedziałach czasu przebywa takie same drogi.
4. Imię sportowca, który w 2009 roku ustanowił rekord świata w biegu na 100 metrów.
5. Jednostka drogi w SI.
6. Pojazd poruszający się po ulicy.
7. Jednostka czasu w SI.
8. Figura geometryczna, która na wykresie $v(t)$ dla ruchu jednostajnego jest miarą przebytej drogi.

# 4.5* Prędkość w ruchu jednostajnym prostoliniowym

**1.** Czy prędkość mrówki wędrującej po obwodzie trójkąta ze stałą szybkością jest stale taka sama? Uzasadnij odpowiedź.

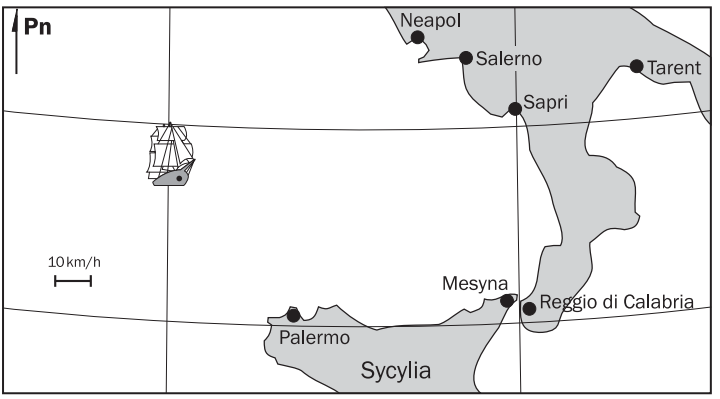



**2.** Samochód jedzie krętą górską drogą ze stałą szybkością. Czy jego prędkość też jest stała? Uzasadnij odpowiedź.

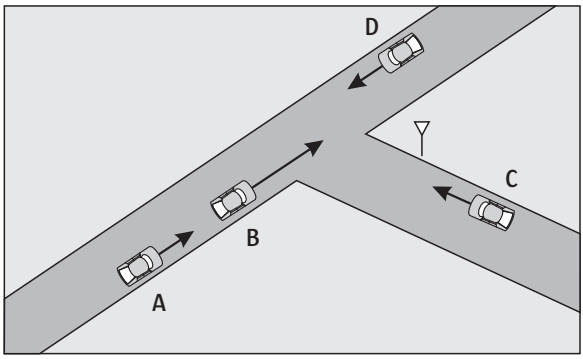
**3.** Narysuj wektory prędkości żaglowca poruszającego się ruchem jednostajnym prostoliniowym z szybkością 40 km/h w kierunku miast:

**a)** Palermo,
**b)** Neapol,
**c)** Sapri.

Podczas rysowania wektorów zastosuj podaną na rysunku jednostkę szybkości.



**4.** Rysunek przedstawia samochody poruszające się w obrębie skrzyżowania. Na podstawie kierunków wektorów prędkości poszczególnych samochodów uzupełnij poniższy tekst.




Ten sam kierunek mają prędkości samochodów _____ . Takie same są szybkości samochodów _____ Prędkości samochodów A i D mają takie same _____ i _____ , a przeciwne _____ . Prędkości samochodów A i B mają takie same _____ i _____ , a różne _____ . Prędkości samochodów A i C mają takie same _____ , a różne _____ .

**5.** Dwa samochody poruszają się po prostoliniowym odcinku wąskiej szosy. W chwili rozpoczęcia obserwacji odległość między samochodami wynosi 500 m.




$v_A = 60 \frac{km}{h}$ $v_B = 40 \frac{km}{h}$

Przeanalizuj podane niżej sytuacje. W którym przypadku dojdzie do kolizji samochodów, a w którym nie? Każdą odpowiedź uzasadnij.

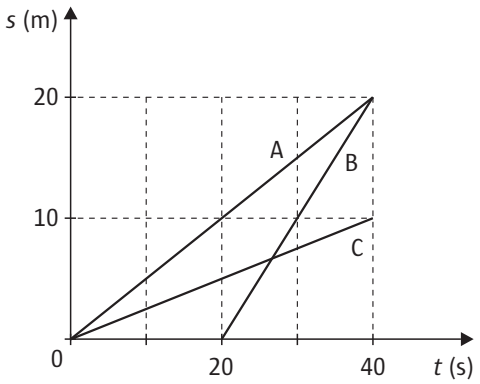
**a)** Wektory prędkości obu samochodów są zwrócone w prawo.

**b)** Wektory prędkości obu samochodów są zwrócone w lewo.

**c)** Wektor $\vec{v}_A$ skierowany jest w lewo, a wektor $\vec{v}_B$ w prawo.

**d)** Wektor $\vec{v}_A$ skierowany jest w prawo, a wektor $\vec{v}_B$ w lewo.

**6.** Wykres przedstawia zależność drogi od czasu w ruchach trzech ciał. Jakie informacje dotyczące tych ruchów można odczytać z wykresu?




**7.** Dwie windy jeżdżące w centrum handlowym poruszają się ruchem jednostajnym prostoliniowym z szybkością 0,6 m/s – jedna w górę, druga w dół. Jakie są wartości prędkości ludzi stojących w jednej windzie względem ludzi z drugiej windy, a jakie względem ścian budynku? Wykonaj odpowiedni rysunek i narysuj wektory tych prędkości.

**8.** W astronomii do pomiaru bardzo dużych odległości (np. między gwiazdami) używa się **roku świetlnego**. Jeden rok świetlny to droga, którą w czasie jednego roku przebywa w próżni światło rozchodzące się z szybkością 300 000 km/s.

Jedną z gwiazd położonych najbliżej Ziemi jest Syriusz, z którego światło dociera do Ziemi w 8,65 roku ziemskiego. Oblicz odległość Syriusza od Ziemi w latach świetlnych i w kilometrach. Przyjmij, że rok ma 365 dni.

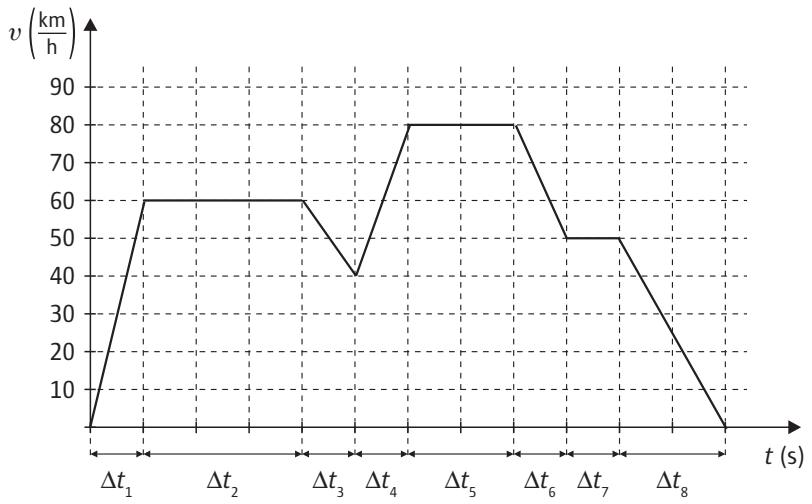
# 4.6 Ruch zmienny

**1.** Na prędkościomierzu samochodowym odczytano szybkość 80 km/h. Czy jest to szybkość chwilowa czy średnia?

**2.** Tor w Budapeszcie, na którym są rozgrywane zawody Formuły 1 (tzw. Hungaroring), ma długość 4,381 km. Rekord szybkości na tym torze należy do Michaela Schumachera, który w 2004 roku przejechał ten dystans w czasie 1 minuty i 19,071 sekundy. Z jaką średnią szybkością jego bolid jechał po torze? Podaj wynik w m/s oraz km/h.

**3.** Wykres ilustruje, jak zmieniała się szybkość samochodu w czasie 180 sekund ruchu.

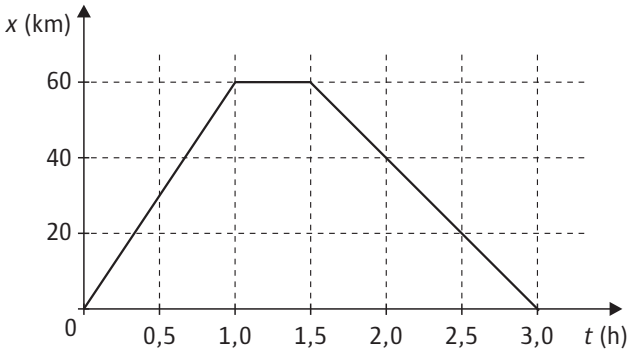
**a)** Zaznacz różnymi kolorami przedziały czasu $t$, w których szybkość chwilowa samochodu wzrastała, zmniejszała się lub pozostawała bez zmian.



**b)** Uzupełnij tabelę według wzoru.

| Przedział czasu | Szybkość samochodu |
|---|---|
| $\Delta t_1$ | Wzrastała od 0 do 60 km/h. |
| $\Delta t_2$ | |
| $\Delta t_3$ | |
| $\Delta t_4$ | |
| $\Delta t_5$ | |
| $\Delta t_6$ | |
| $\Delta t_7$ | |
| $\Delta t_8$ | |

**4.** Po prostoliniowym odcinku szosy porusza się samochód. Poniższy wykres przedstawia zależność położenia samochodu od czasu ruchu.




Na podstawie wykresu uzupełnij poniższe zdania.

Ruch samochodu trwał _____ . Samochód w tym czasie przebył drogę _____ .

Kierowca stał na parkingu _____ godziny.

Szybkość średnia samochodu w pierwszej godzinie wynosiła _____ , a w ciągu 3 godzin wyniosła _____ .

**5.** Wykonaj doświadczenie 4.2, którego opis zamieszczono na s. 115 w podręczniku. Jego celem jest wyznaczenie średniej wartości prędkości przez pomiar odległości i czasu. Do pomiaru czasu wykorzystaj stoper swojego zegarka elektronicznego lub telefonu komórkowego, a do pomiaru odległości – taśmę mierniczą.

Dystans wyznaczony dla uczestników zawodów: _____ .

Tabela wyników pomiarów czasu dla poszczególnych uczniów.

| Imię ucznia | Pomiar 1 (s) | Pomiar 2 (s) | Pomiar 3 (s) | Średnia arytmetyczna wyników pomiarów (s) | Średnia wartość prędkości $\left(\frac{m}{s}\right)$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Uwaga!

1. Czas biegu każdego ucznia mierzą równocześnie trzy osoby i wynik pomiaru wpisują do tabeli.
2. Jeśli w zawodach bierze udział większa liczba uczniów, to powyższą tabelę przerysuj do zeszytu i zwiększ odpowiednio liczbę jej wierszy.
3. Zamiast zawodów sprinterskich możesz zorganizować zawody w jeździe na rowerze.
4. Podobne doświadczenie możesz wykonać z kolegami lub rodzeństwem w warunkach domowych. Na podłodze zaznacz paskiem papieru dwie linie odległe od siebie np. o 2 m. Następnie oblicz średnią szybkość wprawionych w ruch przedmiotów, np. samochodu zabawki, toczącej się piłki lub metalowej kulki.

**6.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Tachograf (gr. tachos – prędkość, grapho – pisać) to urządzenie pomiarowe łączące w sobie funkcje prędkościomierza i zegara. Tachograf rejestruje w funkcji czasu: przejechaną przez pojazd drogę, chwilową szybkość pojazdu, a także tzw. aktywność kierowcy, czyli okresy jego pracy i przerwy na odpoczynek. Ze względów bezpieczeństwa wiele państw wprowadziło ograniczenia czasu pracy kierowców pewnych pojazdów, takich jak autobusy i samochody ciężarowe.*

# 4.7 Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony

**1.** Poniższe tabele przedstawiają, jak zmienia się szybkość chwilowa ciała w pewnych rodzajach ruchu. Która z tabel dotyczy ruchu jednostajnie przyspieszonego? Odpowiedź uzasadnij.

Tabela 1.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |

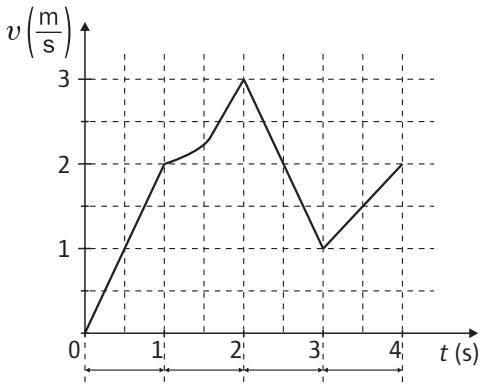
Tabela 2.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 0 | 2 | 3 | 5 | 8 | 10 |

**2.** Uzupełnij tabelę dla ruchu jednostajnie przyspieszonego, a następnie narysuj wykres $v(t)$ dla tego ruchu.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 0 | 2 | | | | |

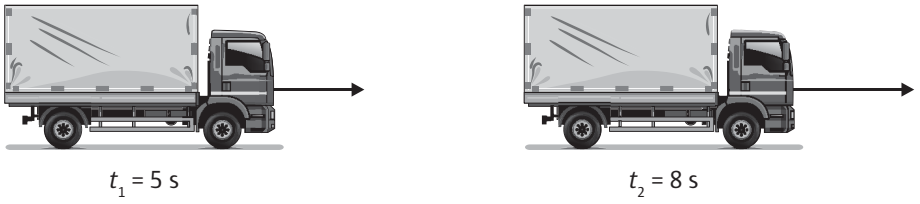
**3.** Wykres przedstawia zależność szybkości od czasu dla pewnego ciała.




**a)** W którym przedziale czasu ciało poruszało się ruchem jednostajnie przyspieszonym?

**b)** W którym przedziale czasu nastąpił największy przyrost szybkości ciała?

**4.** Na rysunku przedstawiono wektory prędkości samochodu poruszającego się ruchem prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym.




**a)** Z jaką szybkością jechał samochód w chwili $t_1$, a z jaką w chwili $t_2$?

**b)** O ile wzrosła szybkość samochodu i w jakim czasie?

**c)** Oblicz wartość przyspieszenia tego samochodu.

# 4.8 Przyspieszenie w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym

**1.** Parametrem podawanym w danych technicznych samochodów jest czas, jakiego nieruchomy początkowo pojazd potrzebuje na osiągnięcie szybkości 100 km/h. Odszukaj w internecie (np. na stronie http://www.motofakty.pl/samochody/dane-techniczne/) ten parametr dla trzech samochodów i oblicz dla każdego z nich wartość przyspieszenia w $\frac{m}{s^2}$. Dane i wyniki obliczeń wpisz do tabeli.

| Marka samochodu | Czas rozpędzania do 100 $\frac{km}{h}$ (s) | Wartość przyspieszenia $\left(\frac{m}{s^2}\right)$ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

**2.** Wartość przyspieszenia ciała w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym wynosi $5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

O ile wzrasta szybkość tego ciała w każdej sekundzie? _____

O ile wzrasta szybkość tego ciała:

**a)** w ciągu drugiej sekundy – _____ ,

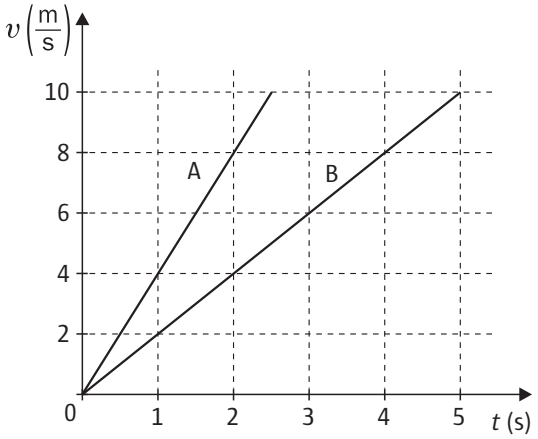
**b)** w czasie dwóch sekund – _____ ,

**c)** w ciągu piątej sekundy – _____ ,

**d)** w czasie pięciu sekund – _____ ?

Narysuj wykresy $a(t)$ i $v(t)$ dla tego ruchu. Przyjmij, że jest to ruch, w którym szybkość początkowa jest równa zeru.

**3.** Wykres przedstawia zależność $v(t)$ w ruchu ciała A i ciała B.




**a)** Ile wynoszą wartości przyspieszeń tych ciał?

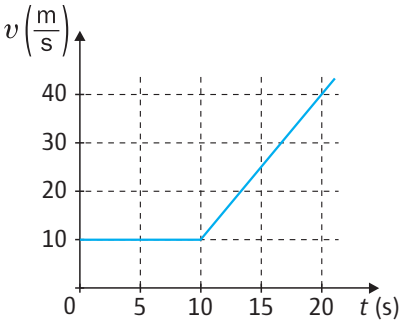
**b)** Przyspieszenie którego z ciał ma większą wartość i ile razy?

**c)** Odczytaj szybkości chwilowe tych ciał w końcu drugiej sekundy.

**4.** Wykres przedstawia zależność wartości prędkości $v$ od czasu $t$ dla pewnego pojazdu. Uzupełnij zdania.

Przez pierwsze 10 sekund pojazd poruszał się ruchem _____ .

Przez następne 10 sekund pojazd poruszał się ruchem _____ .



# 4.9* Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym

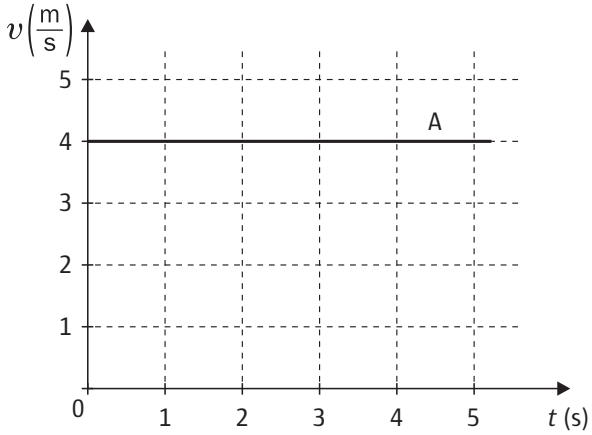
**1.** W ruchu jednostajnie przyspieszonym $a = \text{const}$, a więc we wzorze $s = \frac{1}{2}at^2$ współczynnik $\frac{1}{2}a$ jest stały, a zależność przebytej drogi od czasu ruchu można zapisać w postaci proporcji $s \sim t^2$.

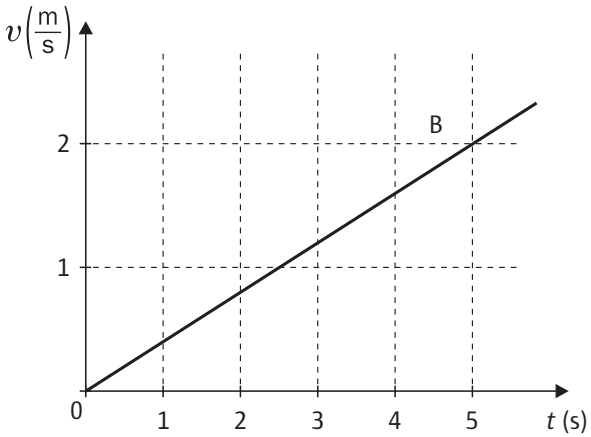
Uzupełnij zdanie.
Jeżeli samochód, który wcześniej stał na parkingu, rozpędza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i w pewnym czasie przebywa określoną drogę, to
**a)** w dwukrotnie dłuższym czasie przebywa drogę _____ krotnie dłuższą,
**b)** a w trzykrotnie dłuższym czasie przebywa drogę _____ krotnie dłuższą.

**2.** W chwili rozpoczęcia obserwacji samochód rusza z miejsca (tj. w chwili początkowej jego szybkość wynosi $v_0 = 0$), a następnie porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym. W ciągu pierwszej sekundy ruchu przebywa 5 m.

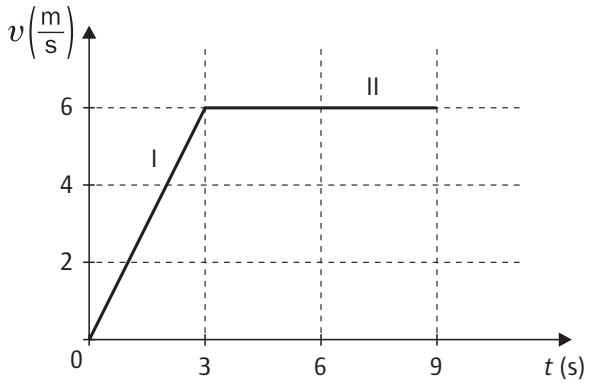
Uzupełnij zdania.
**a)** W czasie dwóch pierwszych sekund samochód przejedzie _____ , a w ciągu drugiej sekundy _____ .
**b)** W czasie trzech pierwszych sekund samochód przejedzie _____ , a w ciągu trzeciej sekundy _____ .
**c)** w czasie czterech pierwszych sekund samochód przejedzie _____ , a w ciągu czwartej sekundy _____ .

**3.** Rysunki przedstawiają wykresy $v(t)$ dla ruchów dwóch ciał A i B. Oblicz drogę, jaką przebędzie każde z tych ciał w czasie 5 sekund.






**4.** Poniższy rysunek przedstawia wykres zależności szybkości ciała od czasu trwania ruchu.



Uzupełnij zdania.

**a)** W przedziale czasu oznaczonym jako I ciało poruszało się ruchem _____

_____ .

Szybkość ciała w tym przedziale _____ .

W przedziale czasu oznaczonym jako II ciało poruszało się ruchem _____

_____ .

Szybkość ciała w tym przedziale _____ .

**b)** Wartość przyspieszenia wynosiła:

w przedziale I: $a_1$ = _____

w przedziale II: $a_2$ = _____

**c)** W czasie 3 sekund ciało przebyło drogę:

$s_1$ = _____

W czasie następnych 6 sekund ciało przebyło drogę:

$s_2$ = _____

W czasie 9 sekund ciało przebyło drogę:

$s$ = _____

# 4.10 Ruch jednostajnie opóźniony

**1.** Podaj przykłady ciał poruszających się ruchem opóźnionym.

**2.** Czy kierowca samochodu może nagle zatrzymać na drodze pojazd, gdy ktoś niespodziewanie pojawi się tuż przed nim? Jaki stąd płynie praktyczny wniosek dotyczący bezpieczeństwa pieszych lub innych uczestników ruchu drogowego?
(Uwaga! Dokładne wyjaśnienie tego problemu poznasz w dalszej części podręcznika).

**3.** Poniższe tabele przedstawiają, jak zmieniała się wraz z upływem czasu szybkość chwilowa ciała w pewnych rodzajach ruchu. Która z tabel dotyczy ruchu jednostajnie opóźnionego? Odpowiedź uzasadnij.

Tabela 1.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | 0 |

Tabela 2.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 10 | 8 | 7 | 5 | 4 | 0 |

**4.** Uzupełnij tabelę dla ruchu jednostajnie opóźnionego, a następnie narysuj wykres $v(t)$ dla tego ruchu.

| $t$ (s) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $v\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ | 10 | 8 | | | | |

# 5.1 Rodzaje i skutki oddziaływań

**1.** Piotr jadący na rowerze zderzył się ze stojącym na ulicy samochodem. Poniższe rysunki przedstawiają dwie sytuacje: przed zderzeniem i po zderzeniu.

I



II



Porównaj oba rysunki i uzupełnij zdanie.
Wzajemne oddziaływanie ciał (samochodu, roweru i Piotra) wywołało skutki:

**a)** statyczne – _____

_____

**b)** dynamiczne – _____

_____

**2.** Przy każdym z poniższych zjawisk fizycznych wpisz, z jakim rodzajem oddziaływania na odległość (grawitacyjnym, elektrostatycznym, magnetycznym) mamy do czynienia.

**a)** przyleganie kurzu do ekranu telewizora – _____

**b)** ustawianie się igły kompasu w kierunku północ–południe – _____

**c)** zbieranie rozsypanych szpilek za pomocą magnesu – _____

**d)** ruch spadochroniarza po opuszczeniu samolotu – _____

**e)** przyciąganie przez grzebień świeżo umytych włosów – _____

**f)** spadanie liści z drzew – _____

**3.** Na stole leży książka. Rozstrzygnij, czy w układzie Ziemia–książka siła, jaką stół działa na książkę, jest siłą zewnętrzną czy wewnętrzną. Uzasadnij odpowiedź.

_____

_____

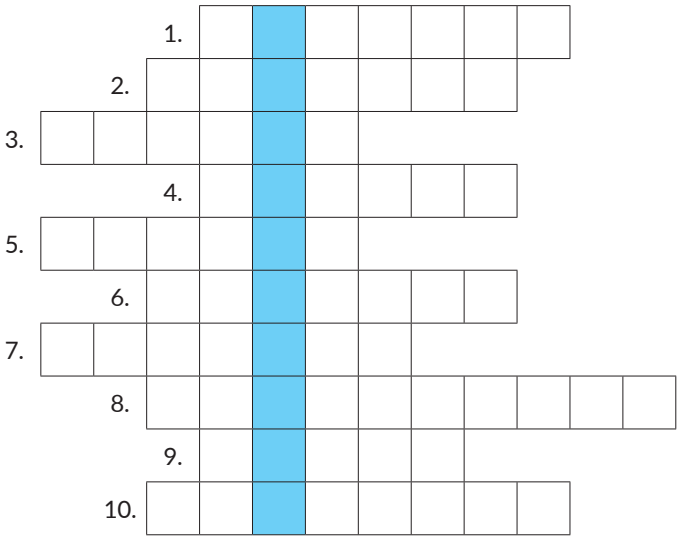
_____

_____

**4.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Krater Barringera to zagłębienie o średnicy ok. 1200 m i głębokości ok. 170 m znajdujące się na pustyni w północnej części Arizony (USA). Krater powstał prawdopodobnie około 50 000 lat temu w wyniku upadku na powierzchnię Ziemi żelaznego meteorytu, którego średnicę szacuje się na 50 metrów, a masę – na 300 000 ton. Przypuszcza się, że przemieszczał się on w przestrzeni kosmicznej z szybkością ok. 20 km/s. Dno krateru w latach 60. ubiegłego stulecia było wykorzystywane przez amerykańskich astronautów jako miejsce treningowe przed misją na Księżyc.*

**5.** Rozwiązaniem logogryfu jest jeden ze skutków statycznych wzajemnego oddziaływania ciał. Podaj przykłady oddziaływań, w których mamy do czynienia z takim skutkiem.




**1.** Oddziałuje na nią sztangista.
**2.** Mają po dwa bieguny.
**3.** Po napompowaniu można je łatwo naelektryzować papierem.
**4.** Część wyposażenia kajaka oddziałująca z wodą.
**5.** Przy wzajemnym oddziaływaniu ciał może być statyczny lub dynamiczny.
**6.** Sportowiec posługujący się łukiem.
**7.** Oddziałuje z piłeczką tenisową.
**8.** Rodzaj skutków wzajemnego oddziaływania ciał, związany ze zmianą prędkości ciała.
**9.** Oddziałuje z nią noga piłkarza.
**10.** Jedna z cech prędkości, która może ulec zmianie na skutek wzajemnego oddziaływania ciał.

# 5.2 Siła wypadkowa. Siły równoważące się

**1.** Dlaczego ciężką szafę łatwiej przesunąć z pomocą drugiej osoby?

**2.** Dlaczego w składzie pociągu kursującego w terenie górskim zwykle znajdują się dwie lokomotywy?

**3.** W zawodach przeciągania liny uczestniczy sześciu chłopców reprezentujących dwie klasy.

- Z lewej strony są przedstawiciele klasy 7a: Wojtek (ciągnący linę siłą o wartości $F_1 = 50$ N), Piotr (ciągnący linę siłą o wartości $F_2 = 70$ N) i Karol (ciągnący linę siłą o wartości $F_3 = 60$ N).
- Z prawej strony są przedstawiciele klasy 7b: Adam (ciągnący linę siłą o wartości $F_4 = 80$ N), Marek (ciągnący linę siłą o wartości $F_5 = 50$ N) i Bogdan (ciągnący linę siłą o wartości $F_6 = 60$ N).

Wszyscy uczestnicy zawodów mają jednakowe buty z szorstkimi podeszwami.

**a)** Sporządź odpowiedni rysunek.

**b)** Który zespół wygra tę konkurencję?

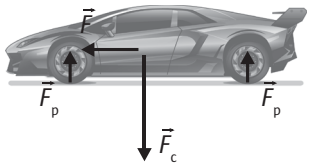
**4.** Na ciało działają dwie siły o tym samym kierunku i przeciwnych zwrotach. Wartości tych sił wynoszą odpowiednio $F_1 = 20$ N i $F_2 = 15$ N.




Jaką dodatkową siłę należy przyłożyć do tego ciała (określ jej kierunek, zwrot i wartość), aby działające na nie siły równoważyły się wzajemnie? Dorysuj tę siłę na rysunku.

**5.** Na rysunku przedstawiono siły działające na samochód w czasie jazdy. Dorysuj brakującą siłę tak, aby wartość wypadkowej wszystkich sił działających na ten samochód wynosiła zero. Co może być źródłem dorysowanej przez ciebie siły?

Uwaga: na każde koło samochodu działa siła oddziaływania podłoża $\vec{F}_p$ o wartości równej $\frac{1}{4}$ wartości ciężaru samochodu.




$\vec{F}_c$ – siła ciężkości

$\vec{F}_p$ – siła działająca na koło, pochodząca od podłoża

$\vec{F}$ – siła ciągu silnika

**6.** Odważnik o masie 5 kg jest częściowo podtrzymywany przez siłomierz, jak na rysunku A.

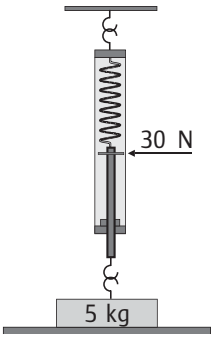
**a)** Oblicz ciężar $\vec{F}_c$ tego odważnika.

**b)** Zapisz wartość siły $\vec{F}_s$ podtrzymującej odważnik.

**c)** Oblicz wartość siły $\vec{F}_p$, którą podłoże działa na odważnik.

**d)** Na rysunku B narysuj i oznacz wektory wszystkich sił działających na odważnik w sytuacji przedstawionej na rysunku A; uwzględnij odpowiednie proporcje między długościami wektorów.

**A.**




**B.**



**7.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

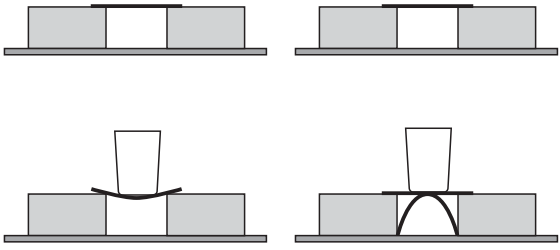
*Statyka to ważny dział mechaniki, zajmujący się m.in. równowagą układów sił działających na ciało pozostające w spoczynku. Zasady i prawa statyki mają zastosowanie przy projektowaniu takich konstrukcji jak budynki i mosty. Aby konstrukcja była stabilna i bezpieczna, wszystkie siły działające na nią muszą się równoważyć. I tak na przykład znajomość ciężaru dachu budynku czy ciężaru pociągu lub innych pojazdów przejeżdżających w jednej chwili przez most pozwala na podstawie praw statyki zaplanować właściwą konstrukcję budowli.*

**8.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest wykazanie właściwości konstrukcji w kształcie łuku.

**Potrzebne przedmioty:** 2 cienkie kartoniki (np. z bloku technicznego), szklanka, drobne przedmioty (np. kilka dużych śrub lub nakrętek), kilka grubych książek o jednakowym formacie.

**Kolejne czynności:**

1. Na stole ustaw dwa stosy książek o takiej samej wysokości, w odległości ok. 15 cm obok siebie.
2. Połóż jeden kartonik tak, aby opierał się na obu stosach książek, a na nim, na środku, postaw szklankę. Obserwuj, co się wydarzy (przypadek I).
3. Zegnij drugi kartonik i umieść pod pierwszym w taki sposób, aby powstały łuk był wsparty u dołu o ścianki stosów książek, a u góry stykał się ze środkiem pierwszego kartonika. Jeśli zachodzi taka konieczność, dostosuj długość kartonika do swojej konstrukcji.
4. Postaw szklankę na powstałej konstrukcji. Obciążaj ją dodatkowo przez wkładanie do niej drobnych przedmiotów (przypadek II). Obserwuj, co się dzieje z konstrukcją.



Przypadek I Przypadek II

**Wynik doświadczenia:** _____

_____

**Wniosek:** _____

_____

# 5.3 Pierwsza zasada dynamiki Newtona

**1.** Ojciec Piotra tankował benzynę na stacji benzynowej i położył na dachu samochodu korek wlewu paliwa. Po zatankowaniu i zapłaceniu za benzynę zapomniał zakręcić korek i odjechał. Co stanie się z korkiem w przypadku, gdy samochód ruszy ze stacji:

**a)** gwałtownie,
**b)** powoli?
Uzasadnij odpowiedź.

**2.** Sportowcy uprawiający kolarstwo górskie często są zmuszeni do nagłego zatrzymania roweru. Dlaczego w takiej sytuacji zastosowanie wyłącznie hamulca działającego na przednie koło roweru może być niebezpieczne?

**3.** Na tylnym siedzeniu jadącego samochodu osobowego leżała piłeczka. Pasażer, który siedział obok niej, zaobserwował, że w pewnej chwili potoczyła się ona do tyłu, w stronę oparcia, a następnie do przodu, w stronę siedzenia kierowcy. Jak poruszał się ten samochód w czasie dokonywania tych obserwacji?

**4.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Jeżeli książka leży na stole (czyli spoczywa), to mamy pewność, że
**A.** działa na nią tylko siła ciężkości.
**B.** nie działa na nią żadna siła.
**C.** działają na nią siły wzajemnie się równoważące.

**5.** U sufitu w pokoju wisi lampa o masie 0,5 kg. Jaka jest wartość siły wypadkowej działającej na tę lampę? Wymień źródła sił działających na tę lampę.

**6.** Pociąg rusza ze stacji ruchem jednostajnie przyspieszonym. W którą stronę jest wówczas łatwiej przesunąć drzwi przedziału?

**7.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest sprawdzenie, jak odróżnić jajko gotowane od surowego.

**Potrzebne przedmioty:** talerz, 2 jajka (jedno surowe, drugie ugotowane na twardo – każde z nich odpowiednio oznacz, np. przez napisanie flamastrem liter S i U).

**Kolejne czynności:**

1. Połóż oba jajka na talerzu i wpraw je w ruch obrotowy.
2. Obserwuj, które jajko obracało się wolniej, a które krócej.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Wynik obserwacji:**

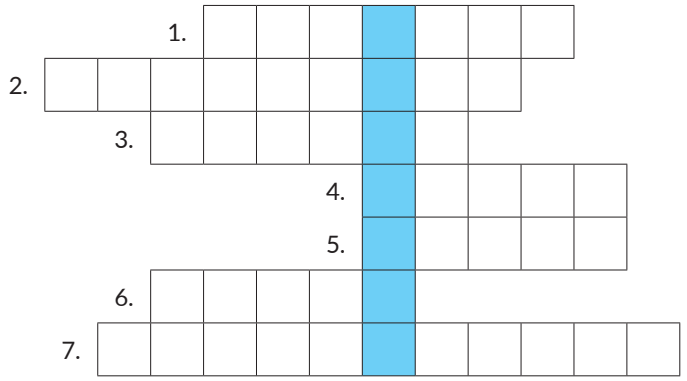
**Wyjaśnienie zaobserwowanego zjawiska:**

**8.** W pewnej gazecie ukazała się taka oto relacja z przedstawienia cyrkowego.

*W następnym punkcie programu na arenie cyrkowej pojawiło się dwóch potężnie zbudowanych atletów. Jeden niósł duże i ciężkie kowadło, drugi zaś wielki młot. Pierwszy atleta położył się na piasku areny na wznak i ustawił sobie na piersi kowadło, a drugi z całej siły tym wielkim młotem uderzał w kowadło. Myślicie, że leżącemu coś się stało? Nic! Zupełnie nic! Wstał uśmiechnięty, jakby nie na niego spadały miażdżące uderzenia wielkiego młota. Kowadło miało bowiem tak dużą masę, a więc i tak dużą bezwładność, że gwałtowne, lecz krótkotrwałe uderzenia młota nie były w stanie go poruszyć. Było ono jakby tarczą zatrzymującą te ciosy.*

Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w powyższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

**9.** Rozwiąż logogryf i odszukaj w internecie lub encyklopedii znaczenie słowa będącego jego rozwiązaniem.




1. Rozsypane na podłodze można łatwo zebrać z użyciem magnesu.
2. Jeden z możliwych stanów ciała, gdy działające na nie siły wzajemnie się równoważą.
3. Narzędzie złożone z obucha i trzonka.
4. Pojazd dwukołowy.
5. W języku fizyki ogólna nazwa przedmiotów materialnych.
6. Gra zespołowa rozgrywana na lodowisku.
7. Zjawisko zachowania prędkości ciała, gdy nie działają na nie żadne siły lub gdy działające siły wzajemnie się równoważą.

# 5.4 Trzecia zasada dynamiki Newtona

**1.** Wyjaśnij własnymi słowami, dlaczego trzecią zasadę dynamiki nazywa się często zasadą akcji i reakcji.

**2.** Na początku XX wieku wielu ludzi, którzy znali treść trzeciej zasady dynamiki, było przekonanych, że wysłanie rakiety na Księżyc jest niemożliwe. W kosmosie nie ma bowiem atmosfery, której cząsteczki mogłyby powodować odrzut rakiety, czyli spełniać funkcję, jaką spełnia woda w przypadku ruchu np. kałamarnicy. Późniejsze loty w kosmos wykazały, że nie mieli oni racji. Na czym polegał błąd w ich rozumowaniu?

**3.** Wartość siły, którą naciskasz na podłogę, gdy na niej stoisz, jest równa wartości działającej na ciebie siły ciężkości. Czy jest to ta sama siła? Wykonaj odpowiedni rysunek i uzasadnij swoją odpowiedź. Wymień cechy wspólne tych sił oraz określ, czym te siły się różnią. Podaj źródła tych sił.

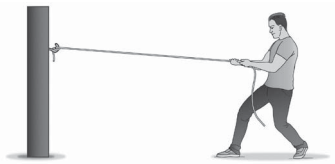
**4.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Na drodze doszło do zderzenia czołowego samochodu ciężarowego z samochodem osobowym, co spowodowało znaczne uszkodzenia obu samochodów, ale szkody w samochodzie osobowym były dużo większe. W tej kolizji drogowej

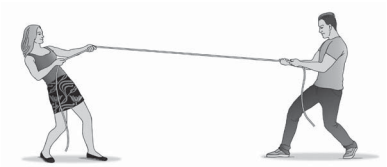
**A.** większa siła działała na samochód osobowy.
**B.** wartości sił działających na samochód osobowy i na samochód ciężarowy były takie same.
**C.** nie można określić, na który samochód działała większa siła.

**5.** Na rysunku A chłopiec ciągnie linę przyczepioną drugim końcem do ściany. Na rysunku B linę ciągną w przeciwne strony dziewczyna i chłopiec. Załóżmy, że siły, którymi działają osoby na rysunkach A i B, mają jednakowe wartości. Czy w obu przypadkach lina jest tak samo naciągnięta? Uzasadnij odpowiedź.

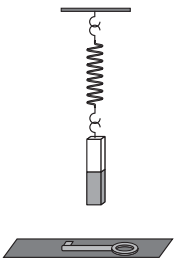
**A.**



**B.**



**6.** Na sprężynie wisi magnes, jak pokazano na rysunku. Pod magnesem na stole umieszczono stalowy klucz. Czy wydłużenie sprężyny się zmieni? Czy zmieni się wartość nacisku klucza na stół? Uzasadnij odpowiedź. Narysuj wektory obrazujące siły wzajemnego oddziaływania magnesu i klucza.



**7.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest zbudowanie fizycznego modelu rakiety.

**Potrzebne przedmioty:** butelka z korkiem, soda oczyszczona, ocet, kilka okrągłych ołówków.

**Kolejne czynności:**
1. Do butelki nasyp 2 łyżki sody oczyszczonej, a następnie wlej do niej 2 łyżki octu.
2. Butelkę zamknij korkiem, ale niezbyt mocno.
3. Połóż butelkę poziomo na ołówkach ułożonych równolegle do siebie.
4. Odczekaj chwilę i obserwuj, co się stanie.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Wynik obserwacji:** _____

_____

_____

**Wniosek:** _____

_____

_____

**8.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

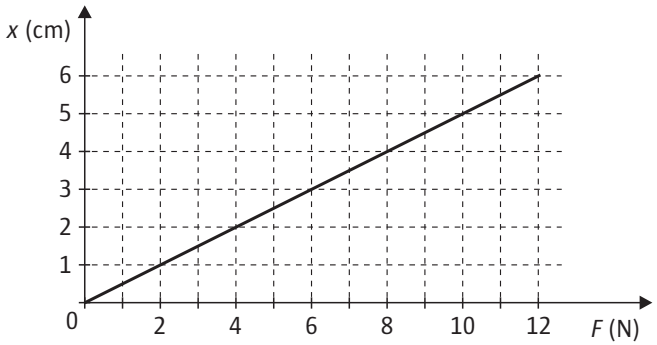
*Silnik odrzutowy, stosowany głównie w samolotach, jest silnikiem spalinowym, w którym wykorzystuje się trzecią zasadę dynamiki Newtona. Zasadniczą częścią takiego silnika jest komora spalania, do której wtryskiwacze wtryskują paliwo, a sprężarki dostarczają sprężone powietrze. Zmieszane z powietrzem paliwo ulega zapaleniu, co prowadzi do powstania gorących gazów. Gazy naciskają na ściany komory spalania, a ściany działają na gazy siłą reakcji zwróconą przeciwnie. Wskutek tego gazy są wyrzucane na zewnątrz silnika przez dyszę wylotową do tyłu, a samolot porusza się w stronę przeciwną, czyli do przodu.*

# 5.5 Siła sprężystości

**1.** Podaj przykłady dyscyplin sportowych, w których wykorzystuje się siły sprężystości.

**2.** Wpisz do wyszukiwarki internetowej hasło: *bungee jumping*. W wynikach wyszukiwania kliknij zakładkę Filmy i obejrzyj zamieszczone tam materiały filmowe.

**3.** Na wykresie przedstawiono zależność wydłużenia $x$ od wartości siły $F$ dla pewnej sprężyny.




Odczytaj z wykresu:

**a)** jakie wydłużenie sprężyny powodują siły o wartości $F_1 = 4$ N oraz $F_2 = 9$ N;

**b)** jaką wartość musi mieć siła, aby spowodować wydłużenie sprężyny o $x_3 = 3$ cm oraz $x_4 = 5$ cm.

**4.** Wykonaj doświadczenie domowe, aby wykazać, że istnieje pewna graniczna wartość siły, po przekroczeniu której materiał traci sprężystość i staje się plastyczny**.**

**Potrzebne przedmioty:** mała sprężynka, np. od długopisu.

**Kolejne czynności:**

1. Jeden koniec sprężynki ujmij między dwa palce jednej ręki, a drugi koniec między dwa palce drugiej ręki.
2. Rozciągnij delikatnie sprężynkę i puść. Czynność powtórz kilkakrotnie, zwiększając stopniowo wartość sił rozciągających sprężynkę.
3. Obserwuj odkształcenia sprężynki.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

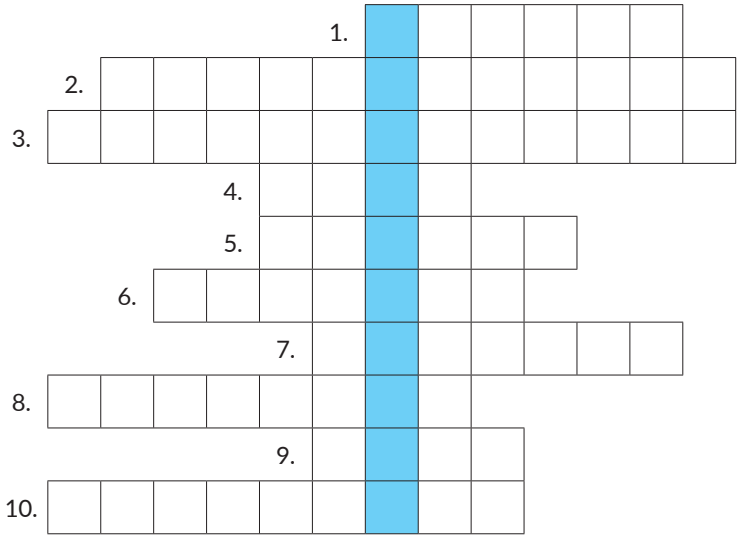
**Wynik doświadczenia:**

**Wniosek:**

**5.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Skoki na bungee to jeden z najbardziej widowiskowych i popularnych sportów ekstremalnych. Często gromadzą wielu obserwatorów. Ten sport polega na skakaniu z dużej wysokości na długiej i elastycznej linie, wykonanej z około tysiąca gumowych włókien. Stosuje się trzy grubości lin: cienką – dla masy skoczka od 40 do 65 kg, średnią – od 65 do 90 kg i grubą – od 90 do 120 kg. Wypadki, które zdarzają się podczas uprawiania tego sportu, są przeważnie spowodowane błędami w obliczeniach, czego skutkiem jest nieodpowiednie dostosowanie grubości liny do masy skoczka i złe dopasowanie długości liny do wysokości skoku.*

**6.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa skutku oddziaływania siły na sprężynę. Podaj przykłady urządzeń technicznych, w których wykorzystano ten skutek.




1. Graficzne przedstawienie zależności wydłużenia sprężyny od wartości działającej na nią siły.
2. Siła, którą sprężyna działa na zawieszony na niej klocek.
3. Inaczej eksperyment.
4. Oznaczana jest symbolem $\vec{F}$.
5. Jednostka siły.
6. Inaczej podręcznik.
7. Siły akcji i ...
8. Jest podstawowym elementem siłomierza.
9. Jest niezbędna do uprawiania skoków na bungee.
10. Służy do pomiaru wartości siły.

# 5.6 Siła oporu powietrza i siła tarcia

**1.** Uzupełnij poniższy tekst.

**a)** Jeżeli samochód jedzie ulicą ruchem jednostajnym prostoliniowym, to wszystkie siły działające na niego _____ . Działanie Ziemi na samochód jest równoważone przez oddziaływanie na niego podłoża (ulicy). Siła ciągu silnika jest _____ przez siły oporu.

**b)** Lecący w dół spadochroniarz porusza się, gdy nie ma wiatru, ruchem jednostajnym prostoliniowym, ponieważ opory ruchu _____ oddziaływanie grawitacyjne Ziemi na spadochroniarza i spadochron.

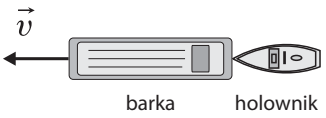
**c)** Gdyby nie było zjawiska tarcia i innych oporów ruchu, to każde ciało, które uzyskało prędkość na skutek oddziaływania z innym ciałem lub ciałami, poruszałoby się ruchem _____ .

**2.** Wyjaśnij, dlaczego wyhamowanie lądującego wahadłowca (promu kosmicznego) wymaga nie tylko hamulców, lecz także użycia ogromnego spadochronu, przymocowanego do tylnej części statku.

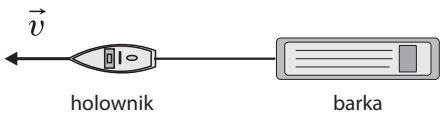
**3.** Podaj przykłady szkodliwości i korzyści tarcia w życiu codziennym. Kiedy je zmniejszamy, a kiedy zwiększamy?

**4.** Rysunek przedstawia dwa stosowane w praktyce sposoby transportu wodnego: holownik pcha barkę lub ją ciągnie. Holownik jest napędzany przez silnik wprawiający w ruch śrubę znajdującą się na jego rufie (z tyłu). W którym przypadku (pomijamy prąd rzeki) holownik może płynąć szybciej? Uzasadnij odpowiedź.

**a)**




**b)**




**5.** Na daleki zagraniczny wyjazd wakacyjny rodzina postanowiła zabrać rowery. W sklepie zaoferowano im dwa rodzaje bagażników samochodowych służących do przewozu rowerów. Oba pokazano na rysunkach poniżej. Jak myślisz, który z tych bagażników powinni wybrać, jeśli chcą zaoszczędzić paliwo? Uzasadnij swój wybór.

**A**



**B**



**6.** Dlaczego biegacze używają na stadionie lekkoatletycznym specjalnych butów zwanych kolcami, a piłkarze grający w piłkę nożną – butów zwanych korkami?

**7.** Na samochód poruszający się ruchem jednostajnym prostoliniowym działa siła ciągu 10 kN i siła oporu powietrza 4 kN. Jaka jest wartość siły tarcia?

**8.** Spróbuj podać fizyczną interpretację następującego przysłowia: baba z wozu, koniom lżej.

**9.** Podjeżdżający na wzniesienie samochód często ślizga się w zimie po oblodzonej jezdni. Co należy zrobić, aby samochód mógł ruszyć z miejsca i wjechać na wzniesienie?

**10.** Zaznacz poprawne dokończenie zdania.

Ze względu na opór powietrza ciała poruszające się z dużymi szybkościami mają opływowe kształty. Takiego kształtu nie musi mieć

**A.** samolot.
**B.** foka.
**C.** sztuczny satelita Ziemi.
**D.** samochód wyścigowy.

**11.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest wykazanie, od czego zależy siła tarcia.

**Potrzebne przedmioty:** gruba książka z kartonową okładką, 2 kartki papieru formatu A4.

**Kolejne czynności:**

1. Połóż na stole jedną kartkę na drugiej, pociągnij górną kartkę równolegle do stołu. Obserwuj, co się dzieje w tym czasie z kartką dolną. Czy czujesz jakiś opór?
2. Połóż książkę na stole. Między jej górną okładkę a pierwszą stronę włóż jedną z kartek formatu A4, a następnie pociągnij tę kartkę do siebie.
3. Powtórz kilkakrotnie czynność z punktu 2., ale zmieniaj za każdym razem miejsce położenia kartki w taki sposób, aby w kolejnych próbach coraz większa liczba stron książki naciskała na kartkę. Co obserwujesz?

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

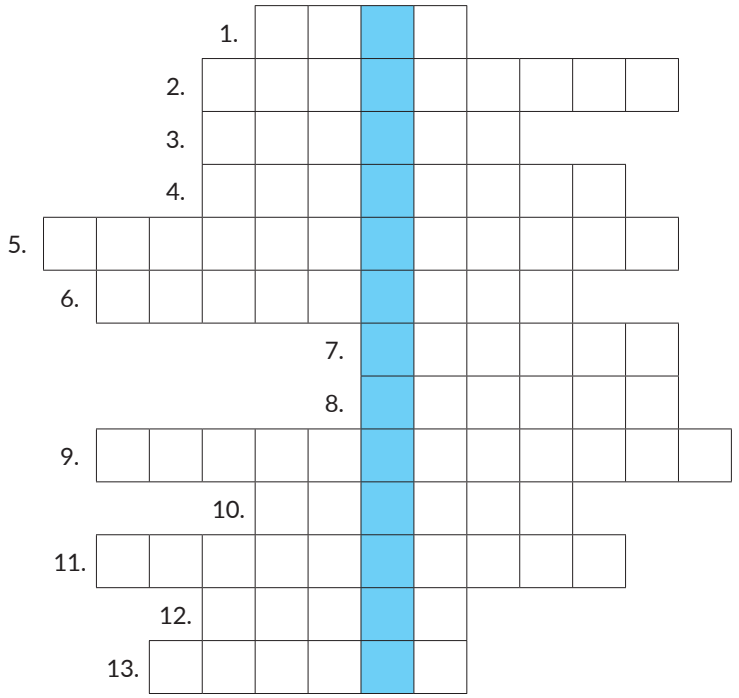
**Wynik obserwacji:** _____

**Wyjaśnienie zaobserwowanych zjawisk:** _____

**12.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Aerodynamika (gr. aéros – powietrze, dynamikós – mający siłę, silny) jest działem techniki zajmującym się m.in. badaniem zjawisk związanych z ruchem ciał stałych w ośrodku gazowym i sił działających na te ciała. Podstawowym urządzeniem badawczym jest w tym przypadku tunel aerodynamiczny, czyli specjalna komora umożliwiająca symulację rzeczywistych zjawisk zachodzących podczas ruchu obiektów w ośrodku gazowym. W urządzeniu tym wykorzystuje się strumień powietrza, który opływa badany obiekt. Powietrze w tunelu jest wprawiane w ruch za pomocą specjalnych wentylatorów. Poruszające się powietrze działa tak samo na model jak w przypadku, gdyby to ono było nieruchome, a model się w nim poruszał. Tunele aerodynamiczne mają zastosowanie m.in. przy projektowaniu kształtu pojazdów, np. samolotów i samochodów. Dzięki tym badaniom można nadać im kształt aerodynamiczny, który zminimalizuje siłę oporu powietrza.*

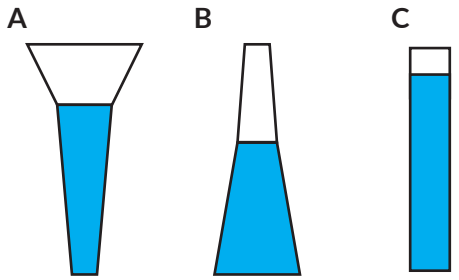
**13.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa urządzenia technicznego wykorzystywanego do zmniejszania tarcia w maszynach. Odszukaj w internecie informacje o tym, jak zbudowane jest to urządzenie. Napisz krótką notatkę na ten temat.




**1.** Może być np. tarcia, ciężkości, sprężystości.
**2.** Przyrząd, który może być wykorzystywany do pomiaru np. wartości siły tarcia.
**3.** Inaczej siła ciężkości.
**4.** Kształt pojazdów zmniejszający opór ośrodka.
**5.** Siła, którą sprężyna działa na zawieszone na niej ciało.
**6.** Siła, która zastępuje wszystkie siły działające na ciało.
**7.** Służy do pisania lub rysowania.
**8.** Wpisujemy do niej wyniki pomiarów.
**9.** Właściwość powierzchni ciał będąca przyczyną tarcia.
**10.** Rodzaj tarcia kinetycznego, które występuje, gdy jedno ciało toczy się po drugim.
**11.** Rodzaj tarcia kinetycznego, które występuje, gdy jedno ciało ślizga się po drugim.
**12.** Część koła samochodu, która podczas jazdy oddziałuje z nawierzchnią.
**13.** Materiał używany do zwiększania tarcia na oblodzonym chodniku.

# 5.7 Prawo Pascala. Ciśnienie hydrostatyczne

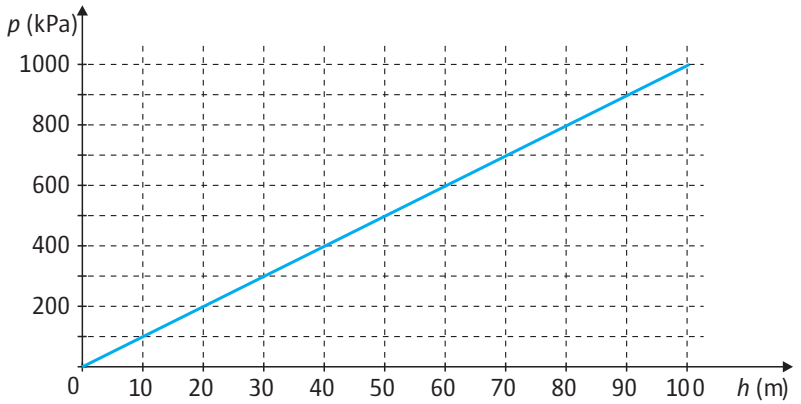
**1.** Do trzech naczyń przedstawionych na rysunku wlano po 1 litrze wody. Czy ciśnienie hydrostatyczne wywierane na dno naczyń jest jednakowe? Jeśli nie, to w którym przypadku jest ono największe, a w którym najmniejsze?




**2.** Zapory wodne są zawsze szersze przy podstawie, a węższe przy koronie. Dlaczego?

**3.** Dany jest wykres zależności ciśnienia hydrostatycznego od głębokości wody. Odczytaj z niego lub oblicz:

**a)** ciśnienie wody na głębokościach 20 m i 300 m,
**b)** głębokość, na jakiej ciśnienie wody wynosi 400 kPa i 1200 kPa.



**4.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest wykazanie istnienia ciśnienia hydrostatycznego.

**Potrzebne przedmioty:** butelka plastikowa po wodzie mineralnej (1,5 l), średniej grubości gwóźdź, taśma samoprzylepna, miska, pojemnik z wodą.

**Kolejne czynności:**

1. Za pomocą gwoździa zrób w butelce trzy otwory rozmieszczone jeden nad drugim w równych odległościach. Otwory zaklej taśmą samoprzylepną.
2. Butelkę umieść w misce i nalej do niej wody.
3. Zerwij taśmę i obserwuj tor strumieni wody wypływających z otworów butelki.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Zaobserwowane zjawisko:** _____

_____

_____

**Wniosek:** _____

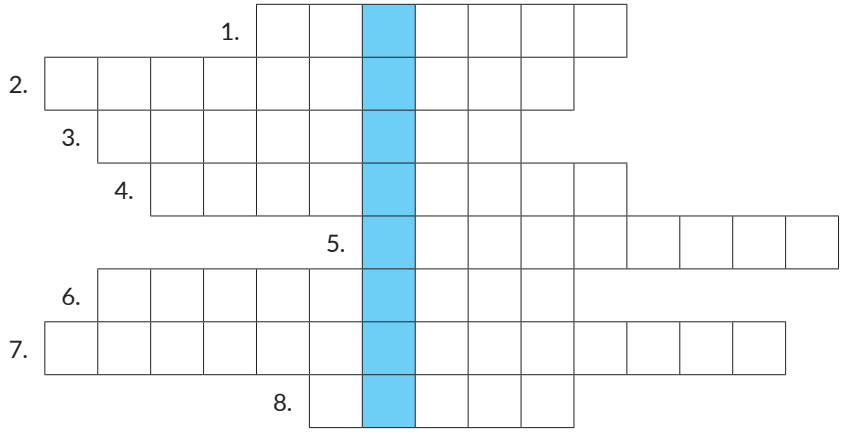
_____

_____

**5.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Batyskaf (gr. bathos – głębokość, skaphos – statek) to specjalny statek podwodny z własnym napędem, przeznaczony do badań głębinowych. Składa się z kadłuba nośnego, który jest zespołem zbiorników wypełnionych płynem lżejszym od wody (jego wypuszczanie służy regulacji zanurzenia), oraz podwieszonej pod nim kulistej kabiny obserwacyjnej z iluminatorami. Batyskaf jest wyposażony w silniki elektryczne napędzające śruby okrętowe, co umożliwia mu przemieszczanie się w płaszczyźnie poziomej. Jego konstrukcja musi wytrzymać ciśnienie hydrostatyczne panujące na głębokości, do której statek ma się zanurzyć. W 1960 roku dwuosobowa załoga amerykańskiego batyskafu „Trieste" osiągnęła dno najgłębszego rowu oceanicznego na świecie, czyli Rowu Mariańskiego, położonego na głębokości 10 911 metrów. Na tej głębokości woda oceanu wywiera na batyskaf ciśnienie ok. 110 MPa, czyli ponad 1000-krotnie wyższe niż normalne ciśnienie atmosferyczne.*

**6.** Rozwiąż logogryf i poszukaj w internecie odpowiedzi na pytanie: „Do czego służy przyrząd, którego nazwa jest rozwiązaniem logogryfu?".




**1.** Urządzenie hydrauliczne mające zastosowanie w samochodzie.
**2.** Przedmiot medyczny z podziałką i tłokiem.
**3.** Może być wypełniony gazem.
**4.** Urządzenie hydrauliczne, które ma zastosowanie w warsztacie samochodowym.
**5.** Najgłębszy rów oceaniczny na świecie.
**6.** Skutek oddziaływania cząsteczek gazu na ścianki naczynia.
**7.** Ciśnienie wywierane na dno naczynia przez słup cieczy znajdujący się powyżej niego.
**8.** _____ Pascala.

# 5.8 Siła wyporu

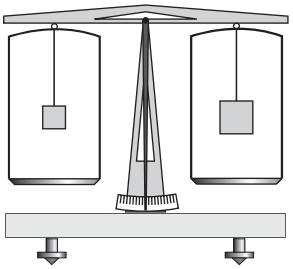
**1.** Poszukaj odpowiednich informacji i napisz, dlaczego fokom łatwiej poruszać się w wodzie niż na lądzie.

**2.** Natura wyposażyła większość ryb w pęcherz pławny wypełniony powietrzem. Jaki to ma wpływ na ich życie w wodzie?

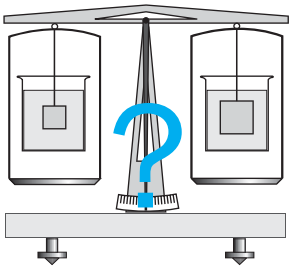
**3.** Kamizelka ratunkowa, zwana popularnie kapokiem, jest niezbędnym wyposażeniem osób uprawiających sporty wodne, takie jak np. kajakarstwo, żeglarstwo lub windsurfing. Odszukaj w internecie informacje o tym, jak jest ona skonstruowana i jaka jest jej rola w zapewnieniu bezpieczeństwa sportowcowi. Napisz krótką notatkę w zeszycie.

**4.** Na wadze powieszono dwie kostki: jedną wykonaną z aluminium, a drugą z żelaza (rys. a). Waga pozostaje w równowadze. Następnie obie kostki zanurzono całkowicie w tej samej cieczy, np. w wodzie (rys. b). Czy waga nadal pozostanie w równowadze? Uzasadnij odpowiedź.

**a)**

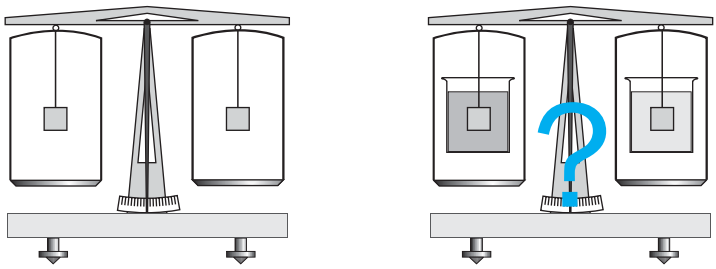


**b)**

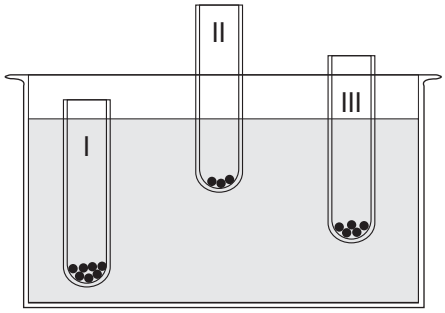


**5.** Na wadze powieszono dwie jednakowe kostki wykonane z aluminium (rys. a). Waga pozostaje w równowadze. Następnie obie kostki zanurzono całkowicie w różnych cieczach: kostkę przymocowaną do lewego ramienia wagi – w denaturacie, a kostkę przymocowaną do prawego ramienia – w wodzie (rys. b). Czy waga nadal pozostanie w równowadze? Uzasadnij odpowiedź.

**a)** **b)**




**6.** Do trzech jednakowych probówek wsypano śrut, po czym umieszczono je w naczyniu z wodą. Probówki pływały w wodzie, jak pokazano na rysunku.




Odpowiedz na pytania.

**a)** Która probówka ma największy ciężar?

**b)** Na którą probówkę działa największa siła wyporu?

**c)** Do której probówki trzeba od góry przyłożyć największą siłę, aby zanurzyć ją całkowicie w wodzie?

**7.** Wykonaj doświadczenie, którego celem jest wyznaczenie gęstości ciała zanurzonego w cieczy o znanej gęstości (opis na s. 178 w podręczniku).

**Kolejne czynności:**

1. Na siłomierzu zawieś ciało, którego gęstość chcesz wyznaczyć. Wynik pomiaru siły ciężkości $F_{\text{c ciała}}$ zapisz w tabeli.
2. Ciało zawieszone na siłomierzu zanurz w cieczy o znanej gęstości. Wpisz wskazania $F$ siłomierza do tabeli.
3. Oblicz wartość siły wyporu: $F_{\text{w}} = F_{\text{c ciała}} - F$.
4. Wartość siły wyporu jest równa ciężarowi wypartej cieczy, czyli:
$$F_{\text{c wypartej cieczy}} = d_{\text{cieczy}} \cdot g \cdot V_{\text{ciała}}$$
5. Na tej podstawie oblicz objętość ciała:
$$V_{\text{ciała}} = \frac{F_{\text{w}}}{d_{\text{cieczy}} \cdot g}$$
6. Ciężar ciała jest równy $F_{\text{c ciala}} = m_{\text{ciala}} \cdot g$. Na tej podstawie oblicz masę ciała:
$$m_{\text{ciała}} = \frac{F_{\text{c ciała}}}{g}$$
7. Jeśli znasz już masę ciała i jego objętość, oblicz gęstość ciała:
$$d_{\text{ciała}} = \frac{m_{\text{ciała}}}{V_{\text{ciała}}}$$

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Wyniki pomiarów:**

| Ciało w powietrzu – wskazania siłomierza $F_{\text{c ciała}}$(N) | Ciało zanurzone w cieczy – wskazania siłomierza $F$ (N) | Gęstość cieczy $d_{\text{cieczy}}\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$ |
|---|---|---|
| | | |

Ad 3. $F_w = F_{ciała} - F =$

Ad 4. $F_{c\ wypartej\ cieczy} = d_{cieczy} \cdot g \cdot V_{ciała} =$

Ad 5. $V_{ciała} = \frac{F_w}{d_{cieczy} \cdot g} =$

Ad 6. $m = \frac{F_{c\ ciała}}{g} =$

Ad 7. $d_{ciała} = \frac{m_{ciała}}{V_{ciała}} =$

**Wniosek:** Substancją, z której wykonano ciało, jest _____ .

**8.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest obserwacja „tańczącego" winogrona.

**Potrzebne przedmioty:** szklanka z gazowaną wodą mineralną, pojedyncze winogrono lub rodzynek.

**Kolejne czynności:**
Do szklanki z wodą gazowaną wrzuć winogrono lub rodzynek i obserwuj przez dłuższą chwilę jego zachowanie.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**

**Zaobserwowane zjawisko:** _____

_____

_____

**Wyjaśnienie zaobserwowanego zjawiska:** _____

_____

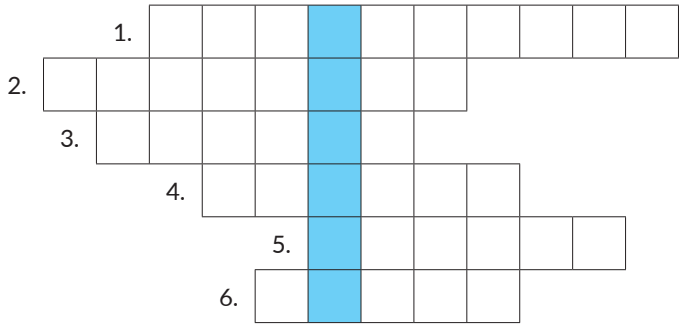
_____

**9.** *Władca Syrakuz zlecił Archimedesowi – greckiemu filozofowi przyrody i matematykowi – sprawdzenie uczciwości złotnika, który wykonał dla niego złotą koronę. Wprawdzie ciężar korony był równy ciężarowi dostarczonego złotnikowi złota, władca jednak podejrzewał, że złotnik go oszukał i wykonał koronę ze stopu złota i innego, tańszego metalu. Archimedes długo rozmyślał nad tym problemem, aż znalazł jego rozwiązanie, kiedy kąpał się w wannie. Uradowany, wyskoczył z niej i nagi biegł po ulicach rodzinnego miasta Syrakuzy, krzycząc: „Eureka!”, co w języku greckim oznacza „Znalazłem!”.*

*Aby sprawdzić uczciwość złotnika, Archimedes zważył wykonaną przez niego koronę, a następnie włożył ją do wypełnionego po brzegi naczynia. Woda przelała się z niego do drugiego naczynia. W ten sposób wyznaczył objętość korony. Następnie powtórzył doświadczenie z bryłką czystego złota, która ważyła dokładnie tyle samo, ile korona przyniesiona władcy przez złotnika. Po porównaniu ilości wypartej wody w pierwszym i drugim przypadku Archimedes mógł stwierdzić, czy złotnik oszukał władcę czy nie.*

Zapisz dalszy ciąg rozumowania przeprowadzonego przez Archimedesa.

**10.** Rozwiąż logogryf, którego hasła i rozwiązanie są związane z Archimedesem i odkrytym przez niego prawem.




1. Jedna z dziedzin nauki, którą zajmował się Archimedes.
2. Rodzinne miasto Archimedesa.
3. Siła działająca na ciało zanurzone w cieczy.
4. Państwo, którego obywatelem był Archimedes.
5. Atrybut władcy.
6. Miejsce, w którym Archimedes wpadł na pomysł sprawdzenia uczciwości złotnika.

# 5.9 Druga zasada dynamiki Newtona

**1.** Podczas jazdy samochodem możemy zauważyć, że poruszające się po szosie samochody są łatwo wyprzedzane przez motocykle. Wyjaśnij to zjawisko przy założeniu, że w samochodzie i motocyklu zainstalowano silniki, które mogą działać na pojazd siłą ciągu o takiej samej wartości, i że pomijamy opory ruchu.

**2.** Podczas oglądania scen batalistycznych ze strzelającą armatą możemy zauważyć, że po wystrzale armata zostaje odrzucona w stronę przeciwną niż pocisk. Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki siła działająca na pocisk ma taką samą wartość jak siła działająca na armatę. Czy przyspieszenia obu tych ciał też mają takie same wartości? Odpowiedź uzasadnij.

**3.** Dlaczego lecąca rakieta, która w jednostce czasu spala taką samą ilość paliwa, stopniowo zwiększa wartość swego przyspieszenia? Wskazówka: ok. 90% masy początkowej rakiety stanowi paliwo.

**4.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

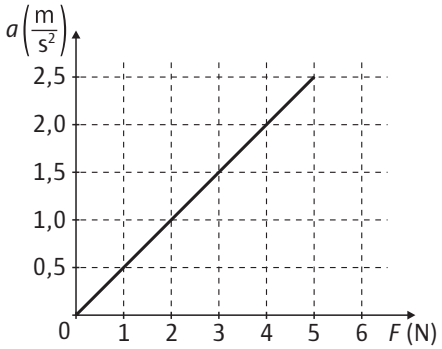
Wartość przyspieszenia ciała o masie 10 kg poruszającego się pod wpływem działania dwóch sił, jak na rysunku, wynosi

**A.** $2\ \frac{m}{s^2}$ **B.** $8\ \frac{m}{s^2}$

**C.** $5\ \frac{m}{s^2}$ **D.** $3\ \frac{m}{s^2}$



**5.** Skorzystaj z wykresu zależności wartości przyspieszenia od wartości siły działającej na ciało i oblicz masę ciała. Narysuj w tym samym układzie współrzędnych wykres zależności wartości przyspieszenia od wartości siły dla ciała o trzykrotnie większej masie.

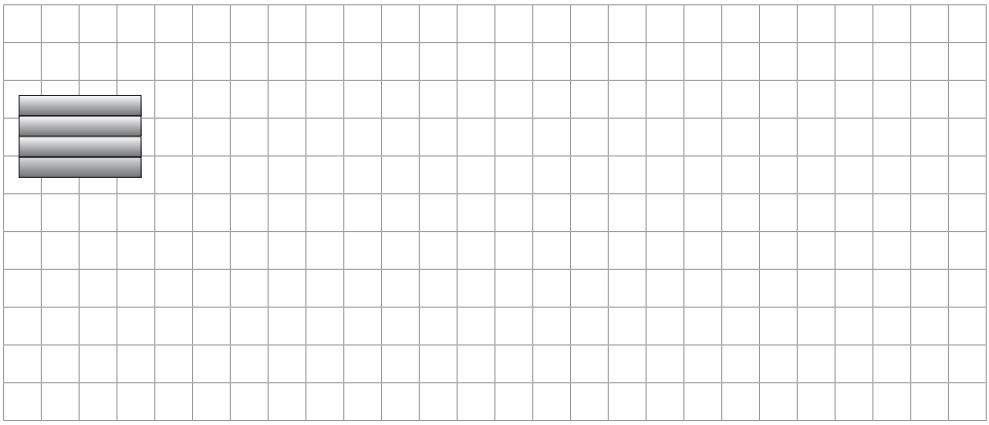



**6.** Który z wymienionych pojazdów wygra zawody o tytuł pojazdu o największym przyspieszeniu? Który będzie ostatni? Pomiń opory ruchu.

**a)** samolot: masa $m_1 = 400\,000$ kg, siła ciągu silników $F_1 = 800\,000$ N
**b)** samochód: masa $m_2 = 1200$ kg, siła ciągu silnika $F_2 = 7200$ N
**c)** motocykl: masa $m_3 = 300$ kg, siła ciągu silnika $F_3 = 3000$ N

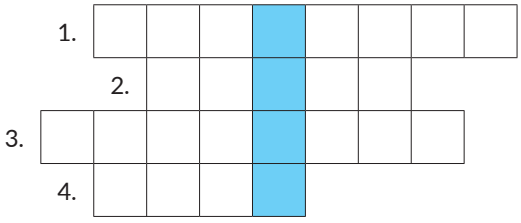
**7.** Dźwig portowy podczas rozładunku towaru przywiezionego przez statek działa na skrzynię o masie $m = 210$ kg siłą o wartości $F = 2205$ N i podnosi ją na pewną wysokość.

**a)** Narysuj wektory sił działających na skrzynię.
**b)** Oblicz wartość przyspieszenia skrzyni, a następnie narysuj wykres $v(t)$ w tym ruchu.
**c)** Z wykresu odczytaj wartość prędkości po 3 sekundach ruchu oraz wyznacz wysokość, na jaką w tym czasie została podniesiona skrzynia.



**8.** Czy z faktu, że ciało porusza się bez przyspieszenia, wynika, że nie działa na nie żadna siła? Odpowiedź uzasadnij.

**9.** Co jest jednostką wielkości fizycznej będącej rozwiązaniem logogryfu?




**1.** Przyspieszenie, z jakim poruszają się ciała spadające swobodnie.
**2.** Imię twórcy zasad dynamiki.
**3.** Przyspieszenie oznaczane literą $g$.
**4.** Może być wypadkowa.

# 6.1 Praca mechaniczna

**1.** Dojrzałe jabłko o masie *m* spada z drzewa. Czy zostaje wykonana praca? Jeśli tak, to jaka siła ją wykonuje?

**2.** W których przypadkach przedstawionych na rysunkach jest wykonywana praca w znaczeniu fizycznym? Opisz to, co widzisz na rysunkach i uzasadnij swój wybór.

1.



2.



3.

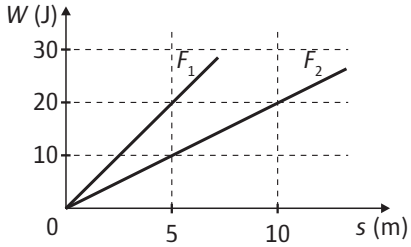


4.

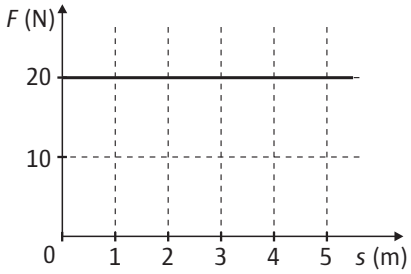


**3.** Atlas – jeden z tytanów (postać z mitologii greckiej) – był przedstawiany w sztuce antycznej jako mężczyzna podtrzymujący Ziemię. Odszukaj w internecie ilustrację przedstawiającą Atlasa i odpowiedz na pytanie: „Czy Atlas podtrzymujący Ziemię wykonuje pracę w sensie fizycznym?”.

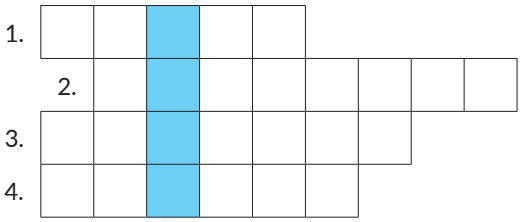
**4.** Na wykresie przedstawiono zależność pracy wykonanej przez dwie różne siły od drogi przebytej przez to samo ciało. Która siła miała większą wartość? Ile razy większą?




**5.** Posłuż się wykresem zależności $F(s)$ i oblicz pracę wykonaną przy przesunięciu ciała na odległość 5 m.




**6.** Co oznacza słowo będące rozwiązaniem logogryfu?

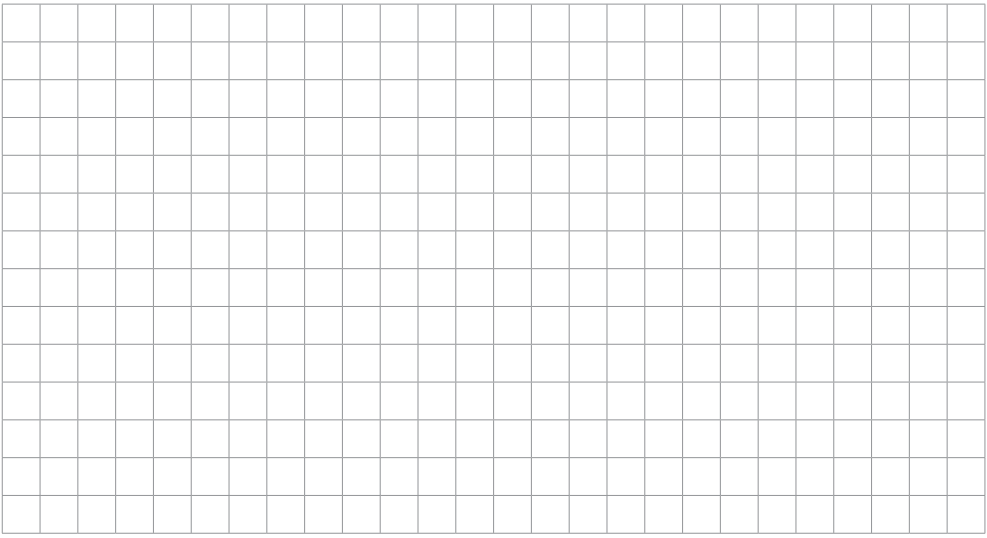



**1.** Jedno z urządzeń wykonujących pracę podczas budowy wysokiego domu.
**2.** Na rzece lub potoku, gdy woda spada z wyższego poziomu na niższy.
**3.** Cecha siły potrzebna do obliczenia pracy.
**4.** Gdy leczy chorych, nie wykonuje pracy w znaczeniu fizycznym.

# 6.2 Moc

**1.** Poproś kogoś, kto ma samochód, by podał ci, jaką moc ma silnik tego pojazdu. Oblicz pracę, jaką może wykonać samochód w czasie: 1 sekundy, 1 minuty i 1 godziny.

Uwaga! Moc silników spalinowych często jest podawana w koniach mechanicznych. Jeden koń mechaniczny (1 KM) odpowiada mocy około 735,5 W.



**2.** Nawet jeśli dysponuje się urządzeniem o małej mocy, można wykonać dużą pracę. Podaj odpowiedni przykład.

_____

_____

_____

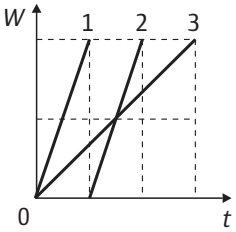
_____

**3.** Uzupełnij zdanie.

Jeśli moc urządzenia wynosi 200 W, to znaczy, że:

- w czasie 1 sekundy wykonuje ono pracę _____ ,
- w czasie _____ wykonuje ono pracę 1000 J,
- w czasie 2 minut wykonuje ono pracę _____ .

**4.** Wykres przedstawia zależność wykonanej pracy $W$ od czasu jej trwania $t$ dla trzech maszyn. Która z maszyn wykonała największą, a która najmniejszą pracę? Która maszyna pracowała z największą, a która z najmniejszą mocą?




**5.** Wybierz poprawne dokończenie zdania.

W hali produkcyjnej pewnego zakładu przemysłowego pracują trzy maszyny napędzane trzema silnikami elektrycznymi. Moc pierwszego silnika (1) wynosi 25 kW, moc drugiego (2) to 25 000 W, a moc trzeciego (3) jest równa 0,025 MW. Po porównaniu ze sobą mocy tych silników możemy stwierdzić, że

**A.** największą moc ma silnik 1.
**B.** największą moc ma silnik 2.
**C.** najmniejszą moc ma silnik 3.
**D.** moce wszystkich silników są identyczne.

**6.** Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest wykazanie, że gdy wykonujemy tę samą pracę, możemy pracować z różną mocą.

**Potrzebne przedmioty:** mała deska z miękkiego drewna, 2 jednakowe, średniej wielkości gwoździe, młotek.

**Kolejne czynności:**

1. Ustaw deseczkę poziomo i jednym energicznym uderzeniem młotka wbij w nią jeden z gwoździ.
2. Drugi gwóźdź ustaw w bliskiej odległości od pierwszego i dociskaj go do deski za pomocą młotka.

**Schematyczny rysunek:**

**Wynik doświadczenia:** _____

**Wyjaśnienie zaobserwowanych zjawisk:**

**a)** W którym przypadku została wykonana większa praca?

**b)** W którym przypadku na wykonanie pracy potrzeba było więcej czasu?

Podaj przykład wykonania dużej pracy w znacznie dłuższym czasie, niż jest to możliwe przy wykorzystaniu współczesnej techniki.

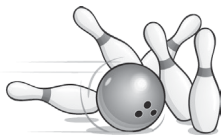
**7.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Przeciętny dorosły człowiek może pracować z mocą ok. 400 W. Współczesne elektronarzędzia mają moc kilku kilowatów (kW), a duże maszyny robocze mogą mieć moc nawet ok. 500 kW. Silniki stosowane w bolidach Formuły 1 osiągają moc ok. 550 kW. W związku z tym wielu współczesnych ludzi zdumiewa fakt, że w starożytności i średniowieczu wznoszono ogromne budowle z użyciem prostych maszyn budowlanych i znacznie mniejszych mocy niż obecnie. Z powodu tych ograniczeń budowanie takich obiektów musiało trwać bardzo długo.*

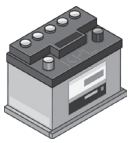
*Jedną z najbardziej znanych budowli starożytności jest zachowana do dziś piramida Cheopsa, którą 100 tys. robotników budowało przez 20 lat. Piramidę zbudowano z wielkich bloków kamiennych, ważących po 2,5 tony (największe ważyły nawet około 15 ton). Piramida Cheopsa składa się z ponad 2,3 mln takich bloków, co sprawia, że jest najcięższą budowlą stworzoną przez człowieka – ma masę ponad 6 mln ton.*

# 6.3 Energia mechaniczna

**1.** Które z przedstawionych ciał ma energię mechaniczną?



pędząca kula



akumulator



płomień świecy



jadący samochód



podniesiona sztanga

jabłko na drzewie

**2.** Aby człowiek mógł wykonać pracę mechaniczną, musi wcześniej dostarczyć swojemu organizmowi energię w postaci pokarmu. Każde 100 g konkretnego pokarmu ma określoną wartość energetyczną. Do poniższej tabeli wpisz nazwy kilku artykułów spożywczych i ich wartość energetyczną w przeliczeniu na 100 g produktu. Potrzebne informacje odczytaj z opakowań artykułów.

| Nazwa artykułu | Wartość energetyczna (kJ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

**3.** W zadaniu 1. zamieszczono rysunek przedstawiający zawodnika podnoszącego sztangę. Umówmy się, że do układu ciał, który rozpatrujemy, należą sztanga i Ziemia.

**a)** Wymień siły wewnętrzne w tym układzie.

**b)** Która zasada dynamiki opisuje wzajemne oddziaływanie tych ciał?

**c)** Czy siła, którą zawodnik podnosi sztangę, to w rozpatrywanym układzie siła zewnętrzna czy wewnętrzna?

**d)** Dlaczego energia mechaniczna sztangi wzrasta podczas jej podnoszenia?

**4.** Napięta cięciwa łuku wprawiła w ruch strzałę i nadała jej pewną szybkość. Strzała uderzyła w drzewo i wykonała przy tym pracę 150 J. Ile wynosiła energia mechaniczna strzały przed uderzeniem? Jaką pracę wykonały mięśnie łucznika podczas naciągania cięciwy łuku?

**5.** W których przypadkach energia mechaniczna ciał zmieni się pod wpływem zadziałania na nie siłą?

**a)** Nakręcenie sprężyny w samochodziku.
**b)** Przestawienie książek umieszczonych na tej samej półce.
**c)** Przeniesienie ciężkiej paczki po schodach z drugiego piętra na piąte.
**d)** Kopnięcie piłki, która uzyska pewną prędkość.
**e)** Naciągnięcie cięciwy łuku.

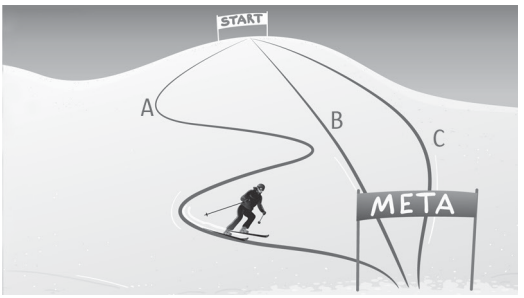
**6.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Na niektórych towarowych stacjach kolejowych znajdują się tzw. górki rozrządowe, czyli naturalne lub sztuczne wzniesienia służące do zestawiania składów wagonów jadących do różnych miejscowości. Do rozłączonych wagonów podjeżdża lokomotywa manewrowa i zaczyna pchać kolejne wagony na tzw. grzbiet, czyli najwyższy punkt na górce. Z tego miejsca wagony pod wpływem działającej na każdy z nich siły grawitacji są rozrządzane (czyli kierowane) na położone niżej poszczególne tory kierunkowe. Nad każdym wagonem siła zewnętrzna (pochodząca od lokomotywy, która pcha wagon na grzbiet górki) wykonuje pracę i powoduje przyrost jego energii mechanicznej. Kosztem uzyskanej energii wagony pokonują opór powietrza oraz tarcie i jadą samodzielnie z górki rozrządowej do miejsca, w którym są zestawiane nowe składy pociągów.*

Ze schematem kolejowej górki rozrządowej możesz się zapoznać na stronie internetowej http://pl.wikipedia.org/wiki/Górka_rozrządowa.

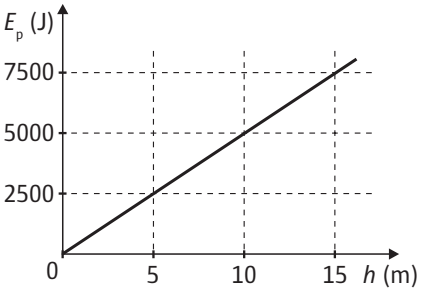
# 6.4 Energia potencjalna i energia kinetyczna

**1.** Narciarz może zjechać z góry po jednej z trzech tras zjazdowych, jak pokazano na rysunku. W którym przypadku zmiana energii potencjalnej narciarza będzie najmniejsza, a w którym największa? Uzasadnij odpowiedź.




**2.** Dwie jednakowe paczki należy dostarczyć do mieszkania znajdującego się na szóstym piętrze. Jedną z paczek przewieziono z parteru windą, a drugą wniesiono po schodach. W którym przypadku wykonano większą pracę? Uzasadnij odpowiedź.

**3.** Poniższy wykres przedstawia zależność energii potencjalnej grawitacji $E_p$ od wysokości $h$ dla worka z cementem podnoszonego przez dźwig budowlany.




**a)** Odczytaj z wykresu energię potencjalną worka na wysokości 5 m i 15 m.

**b)** Na jakiej wysokości energia potencjalna grawitacji worka wynosi 5000 J?

**c)** Skorzystaj z wykresu i oblicz masę worka.

**4.** Po wykonaniu odpowiednich obliczeń uzupełnij tabelę. Przyjmij, że $g = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$.

| $E_p$ (J) | $m$ (kg) | $h$ (m) |
|---|---|---|
| | 10 | 0,2 |
| 1000 | | 5 |
| 50 | 0,25 | |

**5.** Czy jest możliwe, aby jadący samochód i poruszający się pocisk miały takie same energie kinetyczne? Odpowiedź uzasadnij.

**6.** Który z pojazdów przedstawionych na rysunkach, jadących z taką samą szybkością, ma największą, a który najmniejszą energię kinetyczną?





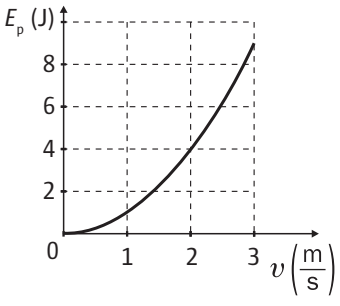

**7.** Jeżeli szybkość ciała wzrosła:

- trzykrotnie, to jego energia kinetyczna _____ ;
- _____ , to jego energia kinetyczna wzrosła szesnastokrotnie.

**8.** Po wykonaniu odpowiednich obliczeń uzupełnij tabelę.

| $E_k$ (J) | $m$ (kg) | $v$ (m/s) |
|---|---|---|
| 40 | 20 | |
| | 50 | 4 |
| 100 | | 5 |

**9.** Wykres przedstawia zależność energii kinetycznej $E_k$ kuli armatniej od jej szybkości $v$. Oblicz masę tej kuli.

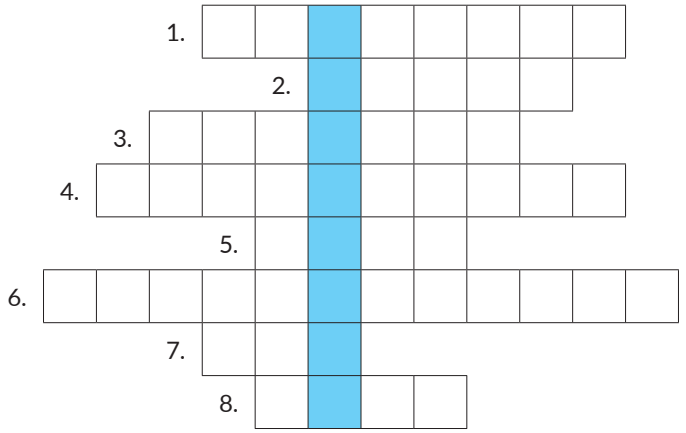


**10.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Koła wodne należą do najstarszych urządzeń przetwarzających energię przyrody nieożywionej w energię mechaniczną; znane były już w starożytności. W Polsce koła wodne stosowano od XII wieku, a w XVI wieku pracowało ich już około 3000. Te silniki wodne, najczęściej o pionowym kole i poziomej osi, mają na obwodzie koła łopatki lub przegrody poruszane siłą naporu wody. Takie koła najczęściej były używane do napędzania mechanizmów młynów wodnych i różnych narzędzi, np. w tartakach lub kuźniach. W zależności od sposobu zasilania koła wodne wykonywały pracę, wykorzystując energię potencjalną lub kinetyczną wody albo obie te energie równocześnie. Koła wodne miały moc od 1,5 do 3 kW.*

Rozróżnia się trzy główne typy kół wodnych: nasiębierne, śródsiębierne i podsiębierne. Jak zbudowane jest każde z tych kół i na jakiej zasadzie działa? Odszukaj w internecie informacje na ten temat. Sporządź w zeszycie szczegółową notatkę o typach kół, zawierającą odpowiednie rysunki.

**11.** Rozwiązaniem logogryfu jest nazwa elementu wchodzącego w skład wielu maszyn i urządzeń. Jego głównym zadaniem jest gromadzenie energii potencjalnej. Podaj przykłady zastosowania tego elementu.

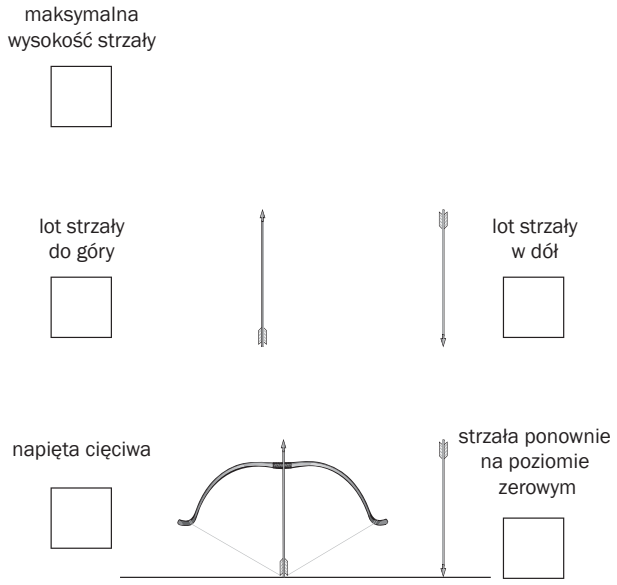



**1.** Wielkość, od której zależy energia potencjalna grawitacji.
**2.** Wykonana – powoduje wzrost energii mechanicznej.
**3.** Ma ją ciało zdolne do wykonania pracy.
**4.** Rodzaj sił, które powodują zmianę energii mechanicznej układu ciał.
**5.** Jednostka energii.
**6.** Jeden z rodzajów energii potencjalnej.
**7.** Nazwa rzeki, na której postawiono największą w Polsce zaporę.
**8.** Inna nazwa zapory wodnej.

# 6.5 Zasada zachowania energii mechanicznej

**1.** Spadanie ciał nazywamy swobodnym, gdy opory ruchu są tak małe, że można je pominąć. Jakie przemiany energii zachodzą podczas swobodnego spadania piłki upuszczonej z kosza balonu znajdującego się na pewnej wysokości nad powierzchnią ziemi?

**2.** Łucznik wystrzelił strzałę pionowo do góry. Uzupełnij schemat przemian energii, jakie zachodzą od chwili napięcia cięciwy łuku do chwili upadku strzały na ziemię. W każde okienko wstaw właściwą cyfrę, odpowiadającą jednej z możliwości zapisanych poniżej.




1. Energia potencjalna grawitacji strzały maleje, wzrasta jej energia kinetyczna.
2. Energia kinetyczna strzały jest największa, energia potencjalna jest równa zeru.
3. Energia potencjalna sprężystości cięciwy jest największa, energia kinetyczna strzały jest równa zeru.
4. Energia potencjalna grawitacji strzały jest największa, energia kinetyczna jest równa zeru.
5. Energia kinetyczna strzały maleje, wzrasta jej energia potencjalna grawitacji.

**3.** Kamyk wystrzelony z procy trafił w szklany wazon i go rozbił. Opisz kolejne przemiany energii.

**4.** Kamień o masie 1 kg spada swobodnie (pomiń opory ruchu) z wysokości 5 m. Oblicz jego energię kinetyczną w chwili uderzenia o ziemię.

**5.** Podczas podnoszenia piłki ruchem jednostajnym na wysokość 2 m wykonano pracę 4 J. Jaka jest masa tej piłki? Jaką energię kinetyczną będzie miała piłka w chwili upadku na ziemię?

**6.** Ułóż trzy pytania, na które można znaleźć odpowiedzi w poniższym tekście. Zapisz je w zeszycie.

*Łuk to jedna z najstarszych broni, znana ludzkości od co najmniej 35 tys. lat. Składa się z łęczyska, czyli sprężystego pręta lub listwy, oraz linki łączącej oba jego końce, zwanej cięciwą. Pociskiem wystrzeliwanym z łuku jest strzała – cienki i długi pręt zakończony ostrzem (grotem). Podczas naciągania cięciwy łuku łucznik wykonuje pracę, a w łęczysku jest gromadzona energia potencjalna sprężystości, która w czasie wystrzału przekształca się w energię kinetyczną strzały. Ten rodzaj broni miotającej wykorzystywano dawniej do walki zbrojnej lub polowania. Współcześnie łucznictwo należy do olimpijskich dyscyplin sportowych. Podczas zawodów sportowych łucznicy rywalizują w strzelaniu na celność do tarczy umieszczonej w odległości kilkudziesięciu metrów. Łuk sportowy jest wyposażony w wiele akcesoriów ułatwiających celowanie i strzelanie.*

**7.** Wejdź na stronę http://www.edukator.pl/index.php/main/index/page/8622. Uruchom program *Zasada zachowania energii* przez naciśnięcie kolejno przycisków Blue i Red. Dwie jednakowe piłki – czerwona i niebieska – toczą się po jednej pochyłości w dół, osiągają pewien poziom, a następnie toczą się po następnej pochyłości w górę. Zaobserwuj ruch obu piłek i odpowiedz na poniższe pytania.

**1.** Na jaką wysokość w porównaniu z wysokością startową dotarła każda z piłek?

**2.** Jak zmienia się szybkość piłek podczas ruchu w dół, a jak podczas ruchu w górę? Kiedy ta szybkość jest największa?

**3.** Która z piłek w chwili startu ma większą energię potencjalną? Uzasadnij odpowiedź.

**4.** Która z piłek w najniższym położeniu ma większą szybkość? Uzasadnij odpowiedź.

**5.** W których punktach energia potencjalna i energia kinetyczna każdej z piłek są największe, a w których – najmniejsze?

**8.** Wejdź na stronę http://www.wgrane.pl/film/f83447aa5aa3b8c21d10fcd0880908f0. Zapoznaj się z relacją filmową z eksperymentu ilustrującego zasadę zachowania energii mechanicznej, a następnie odpowiedz na pytania.

**1.** Jakie warunki musiały być spełnione, aby eksperyment był bezpieczny dla Eda?

**2.** Z jakimi stratami energii mieliśmy do czynienia podczas wykonywania ekperymentu?

# Dodatek A. Siła nośna

1. Jakie siły działają na samolot podczas lotu? Odszukaj informacje na ten temat na s. 226 w podręczniku i narysuj wektory tych sił na poniższym rysunku.




2. Wykonaj doświadczenie opisane na s. 225 w podręczniku, a następnie na podstawie prawa Bernoulliego odpowiedz na pytanie: „Na jakie niebezpieczeństwo są narażone na autostradzie dwa samochody ciężarowe w sytuacji, gdy jeden z nich wyprzedza drugi?”.

3. Wpisz w wyszukiwarkę internetową pytanie: „Jak zrobić samolot z papieru?”. Zapoznaj się z jedną z filmowych instrukcji, wykonaj papierowy samolot i przeprowadź próbę lotu.

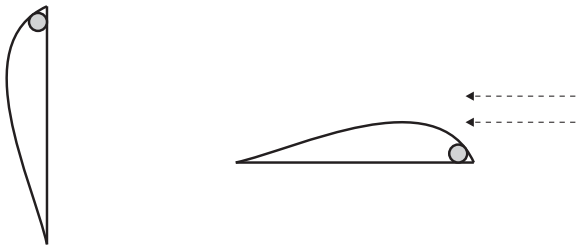
4. Wykonaj doświadczenie domowe, którego celem jest zbudowanie modelu skrzydła samolotu.

**Potrzebne przedmioty:** kartka formatu A4, taśma klejąca (klej roślinny), linijka, ołówek, kawałek drutu lub cienki patyk długości ok. 25 cm, suszarka do włosów.

**Kolejne czynności:**

1. W połowie kartki narysuj linię równoległą do jej krótszego boku, a następnie w odległości 2 cm od pierwszej linii wykreśl drugą linię równoległą do pierwszej.
2. Mocno zegnij kartkę wzdłuż tej drugiej linii. Krótsze brzegi kartki złóż razem i sklej tak, aby kartka utworzyła bryłę o przekroju charakterystycznym dla skrzydła samolotu.
3. Wsuń pod miejsce zgięcia drut ułożony poziomo.
4. Z odległości ok. 10 cm skieruj na skrzydło od góry poziomy strumień powietrza wytworzony przez suszarkę i obserwuj zachowanie się skrzydła.

**Schematyczny rysunek doświadczenia:**



**Wynik doświadczenia:** _____

_____

_____

**Wniosek:** _____

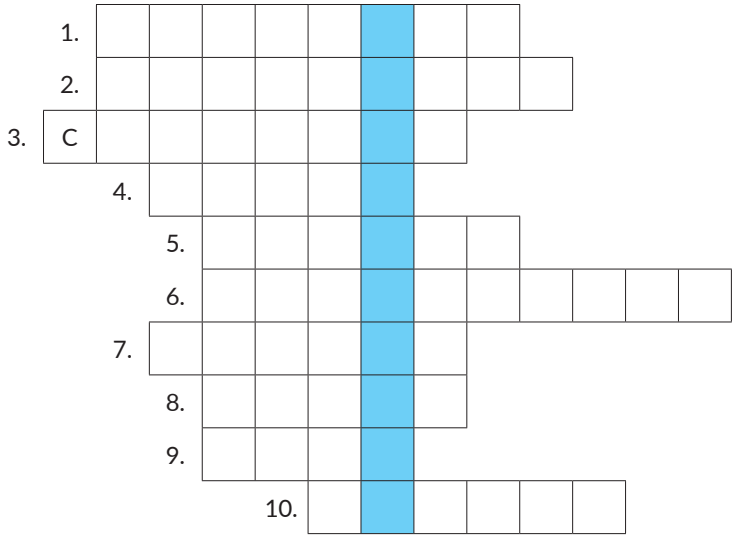
_____

_____

_____

**5.** Przeczytaj poniższy tekst o początkach lotnictwa, a następnie rozwiąż logogryf.

*Ludzkie pragnienie wzbicia się w przestworza sięga niepamiętnych czasów. Mówi o tym już choćby starożytny mit o Dedalu i Ikarze. Maszynę służącą do latania na przełomie XV i XVI wieku próbował skonstruować – bez powodzenia – genialny Leonardo da Vinci. W 1783 roku jako pierwsi wznieśli się w powietrze balonem bracia Montgolfier. Baloniarstwo było popularnym sportem przez cały XIX wiek. Kiedy wydawało się, że przyszłość latania związana jest właśnie z balonami, eksperymenty brytyjskiego inżyniera sir George'a Cayleya ponownie zwróciły uwagę na skrzydła. Po wykonaniu wielu prób z latawcami potrafił on wykazać, że do wzniesienia się człowieka w powietrze jest potrzebna odpowiednia siła nośna. Dzisiejsze samoloty wywodzą się z modelu szybowca z 1804 roku, skonstruowanego przez Cayleya. Za pierwszego prawdziwego lotnika jest uważany powszechnie Niemiec Otto Lilienthal. Pod koniec XIX wieku z powodzeniem odbył on kilka kontrolowanych lotów na szybowcach własnej konstrukcji. Ograniczony czas lotu szybowców spowodował, że coraz częściej konstrukcje te wyposażano w silniki. Amerykanie, bracia Orville i Wilbur Wright, w 1903 roku dokonali pierwszego na świecie kontrolowanego lotu samolotu z silnikiem spalinowym. Chociaż ich dwupłatowiec przeleciał zaledwie 40 m, osiągnięcie to zapoczątkowało prawdziwy rozwój lotnictwa.*




1. Element samolotu.
2. Niskie i wysokie, działa na skrzydło samolotu.
3. Najsłynniejszy pasażerski samolot ponaddźwiękowy.
4. Siła wznosząca samolot do góry.
5. Brytyjski inżynier, którego eksperymenty były podstawą konstrukcji samolotu.
6. Niemiec, którego uważa się za pierwszego prawdziwego lotnika.
7. Spalinowy lub odrzutowy, niezbędny do nadania samolotowi odpowiedniej szybkości.
8. Latające zwierzęta.
9. Zjawisko atmosferyczne szczególnie niebezpieczne podczas startu i lądowania samolotu.
10. Bracia, którzy dokonali pierwszego na świecie kontrolowanego lotu samolotem napędzanym silnikiem spalinowym.

Po rozwiązaniu logogryfu zapisz w zeszycie, kim byli dwaj mężczyźni, których imiona stanowią rozwiązanie.

# Źródła ilustracji i fotografii

**Okładka:** (piłka w koszu) bigstevemac/iStockphoto/Getty Images

**Tekst główny:** s. 22 (barometr) Alexandra Lande/Shutterstock.com; s. 37 (struktura krystaliczna) Katarzyna Mentel; s. 56 (samochód ciężarowy) Wojciech Jaruszewski; s. 65 (rowerzysta i samochód) Wojciech Jaruszewski; s. 68 (samochód rajdowy) Wojciech Jaruszewski; s. 74 (chłopiec z liną), (dziewczyna i chłopiec z liną) Wojciech Jaruszewski; s. 80 (samochód z rowerami) Mike Triapitsyn/Shutterstock.com; s. 95 (człowiek z psem), (alpinista), (jacht), (ciężarowiec) Wojciech Jaruszewski; s. 100 (kręgle), (akumulator), (płomień świecy), (jabłoń), (samochód), (ciężarowiec) Wojciech Jaruszewski; s. 102 (narciarz i trasy zjazdowe) Wojciech Jaruszewski; s. 104 (samochód rajdowy), (samochód ciężarowy), (skuter), (rowerzysta) Wojciech Jaruszewski; s. 106 (łuk i strzała) Wojciech Jaruszewski; s. 109 (samolot) Angel DiBilio/Shutterstock.com

Pozostałe ilustracje: Stanisław Sagnowski, MathMaster Studio