

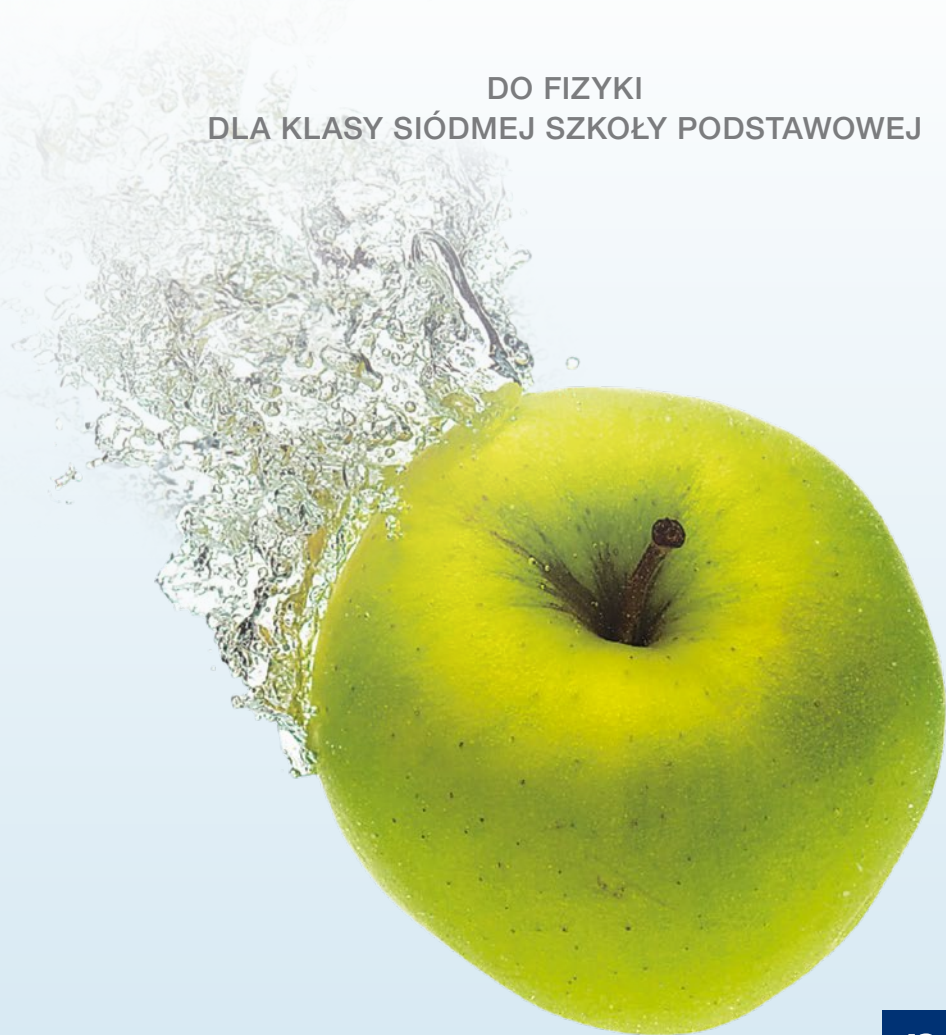
NOWA PODSTAWA  
PROGRAMOWA

7

Spotkania  
z fizyką

# Zeszyt ćwiczeń

DO FIZYKI  
DLA KLASY SIÓDMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ



nowa  
era

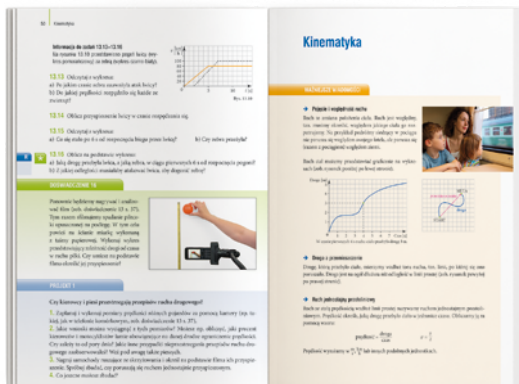
# Zbiór zadań z fizyki dla szkoły podstawowej

Doskonała pomoc przez cały okres nauki w szkole podstawowej.



- Zadania o różnorodnej formie i różnym, oznaczonym stopniu trudności umożliwiające pogłębienie wiedzy i umiejętności z zakresu fizyki.
- Przykładowo rozwiązane zadania, często dwoma sposobami, pomagają w pełniejszym zrozumieniu zagadnień.
- Wprowadzenia teoretyczne zawierające najważniejsze treści z danego działu są doskonałym powtórzeniem wiadomości.
- Odpowiedzi do wszystkich zadań ułatwiają pracę ze zbiorem.

Propozycje doświadczeń i projektów – na lekcje i do samodzielnej pracy.



- Wykonywanie eksperymentów opisanych w zbiorze i ich analiza przygotowują do rozwiązywania zadań doświadczalnych.
- Praktyczne wskazówki dotyczące realizacji doświadczeń ułatwiają ich sprawne przeprowadzenie.
- Propozycje projektów umożliwiają pogłębienie wiedzy na dany temat.

# 7

Spotkania  
z fizyką

Bartłomiej Piotrowski

# Zeszyt ćwiczeń

DO FIZYKI  
DLA KLASY SIÓDMEJ SZKOŁY PODSTAWOWEJ



*Twoje mocne strony*

# Spotkania z fizyką

Zeszyt ćwiczeń jest skorelowany z podręcznikiem *Spotkania z fizyką dla klasy 7 szkoły podstawowej* dopuszczonym do użytku szkolnego i wpisanym do wykazu podręczników przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki w klasie siódmej szkoły podstawowej.

**Numer ewidencyjny podręcznika w wykazie MEN: 885/1/2017**

Nabyta przez Ciebie publikacja jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy o przestrzeganie praw, jakie im przysługują. Zawartość publikacji możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym, ale nie umieszczaj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, to nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. Możesz skopiować część publikacji jedynie na własny użytek.

Szanujmy cudzą własność i prawo. Więcej na [www.legalnakultura.pl](http://www.legalnakultura.pl)



© Copyright by Nowa Era Sp. z o.o. 2017  
ISBN 978-83-267-3192-1

Warszawa 2018  
Wydanie drugie

**Redakcja merytoryczna:** Dorota Brzozowiec-Dek, Agnieszka Grzelińska.

**Współpraca redakcyjna:** Miłosz Budzyński, Dorota Okulewicz.

**Redakcja językowa:** Kinga Tarnowska, Agnieszka Sieczak, Marta Zuchowicz.

**Nadzór artystyczny:** Kaia Juszcak.

**Opieka graficzna:** Małgorzata Gregorczyk. **Projekt okładki:** Aleksandra Szpunar.

**Projekt graficzny:** Ewa Kaletyn, Maciej Galiński, Monika Brózda, Aleksandra Szpunar.

**Ilustracje:** Ewelina Baran, Zuzanna Dudzic, Andrzej Dukata, Maciej Galiński, Agata Knajdek, Joanna Ptak.

**Realizacja projektu graficznego:** Adam Poczciwek.

**Fotoedycja:** Ewa Szymańska, Bogdan Wańkiewicz.

Nowa Era Sp. z o.o.

Aleje Jerozolimskie 146 D, 02-305 Warszawa  
[www.nowaera.pl](http://www.nowaera.pl), e-mail: [nowaera@nowaera.pl](mailto:nowaera@nowaera.pl), tel. 801 88 10 10

Druk i oprawa: DRUK-SERWIS Sp. z o.o. Ciechanów

# SPIS TREŚCI



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

## I Pierwsze spotkanie z fizyką

1. Czym zajmuje się fizyka .....	5
2. Wielkości fizyczne, jednostki i pomiary .....	7
3. Jak przeprowadzać doświadczenia .....	9
4. Rodzaje oddziaływań i ich wzajemność .....	11
5. Siła i jej cechy .....	14
6. Siły wypadkowa i równoważąca .....	16
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	18
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	20

## II Właściwości i budowa materii

7. Atomy i cząsteczki .....	21
8. Oddziaływania międzycząsteczkowe .....	23
9. Badanie napięcia powierzchniowego .....	25
10. Stany skupienia. Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów .....	27
11. Masa a siła ciężkości .....	29
12. Gęstość substancji .....	33
13. Wyznaczanie gęstości .....	36
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	38
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	40

## III Hydrostatyka i aerostatyka

14. Siła nacisku na podłoże. Parcie i ciśnienie ..	41
15. Ciśnienie hydrostatyczne, ciśnienie atmosferyczne .....	43
16. Prawo Pascala .....	47
17. Prawo Archimedesesa .....	50
18. Prawo Archimedesesa a pływanie ciał .....	52
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	54
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	56

## IV Kinematyka

19. Ruch i jego względność .....	57
20. Ruch jednostajny prostoliniowy .....	59
21. Ruch prostoliniowy zmienny .....	63
22. Badanie ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego .....	66
23. Analiza wykresów ruchów prostoliniowych: jednostajnego i jednostajnie zmiennego ...	68
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	70
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	72

## V Dynamika

24. Pierwsza zasada dynamiki Newtona – bezwładność .....	73
25. Druga zasada dynamiki Newtona .....	75
26. Swobodne spadanie ciał .....	77
27. Trzecia zasada dynamiki Newtona. Zjawisko odrzutu .....	80
28. Opory ruchu .....	82
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	84
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	86

## VI Praca, moc, energia

29. Energia i praca .....	87
30. Moc i jej jednostki .....	92
31. Energia potencjalna grawitacji i potencjalna sprężystości .....	95
32. Energia kinetyczna, zasada zachowania energii mechanicznej .....	98
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	102
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	104

## VII Termodynamika

33. Energia wewnętrzna i temperatura .....	105
34. Zmiana energii wewnętrznej w wyniku pracy i przepływu ciepła .....	109
35. Sposoby przekazywania ciepła .....	111
36. Ciepło właściwe .....	113
37. Zmiany stanu skupienia ciał .....	116
38. Topnienie i krzepnięcie .....	117
39. Parowanie i skraplanie .....	119
<b>Dziennik laboratoryjny</b> .....	120
<b>Test powtórzeniowy</b> .....	122

**Dodatki matematyczne z przykładami** .....

**Odpowiedzi do wybranych zadań obliczeniowych** .....

Karta wzorów



Karta wzorów  
dowcizna.pl  
Kod: F76MHD



## Na dobry początek

- 1 Wskaż, które z poniższych opisów ruchu dotyczą ruchu jednostajnie przyspieszonego.
- A. Rowerzysta, jadący z prędkością  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  zaczął zwiększać prędkość. Po 2 s osiągnął prędkość  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , po kolejnych 2 s osiągnął prędkość  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , a po ostatnich 2 s – prędkość  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
- B. Przez pierwsze 2 s pociąg poruszał się z przyspieszeniem  $0,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , przez kolejne 2 s z przyspieszeniem  $0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , natomiast przez ostatnie 2 s – z przyspieszeniem  $0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .
- C. Beczka, staczając się po pochyłej posadzce, po 1 s przebyła drogę 0,5 m, po 2 s od rozpoczęcia ruchu – drogę 2 m, natomiast po 3 s od rozpoczęcia ruchu – drogę 4,5 m.
- D. Zależność prędkości od czasu rozpędzającego się samochodu jest zilustrowana w tabeli obok.
- |                                     |   |   |   |   |    |
|-------------------------------------|---|---|---|---|----|
| $t$ [s]                             | 0 | 2 | 4 | 6 | 8  |
| $v$ [ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ ] | 0 | 2 | 4 | 8 | 16 |
- E. Zależność drogi od czasu dla ruszającego motocykla jest przedstawiona w tabeli obok.
- |         |   |   |   |    |    |
|---------|---|---|---|----|----|
| $t$ [s] | 0 | 1 | 2 | 3  | 4  |
| $s$ [m] | 0 | 2 | 8 | 18 | 36 |

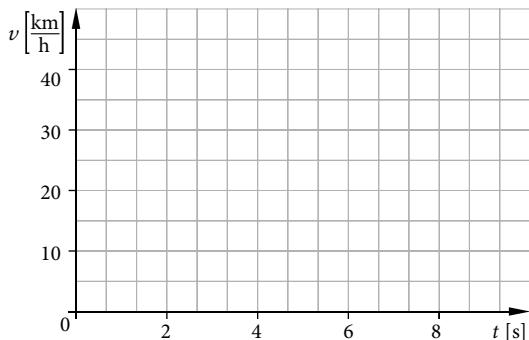
- 2 Na rysunkach pokazano wskazania prędkościomierza skutera w równych odstępach czasu.
- a) Odczytaj wartości prędkości z prędkościomierza i **uzupełnij** tabelę (od  $t = 0$  s, czyli rozpoczęcia ruchu, do osiągnięcia prędkości  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ).



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

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

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







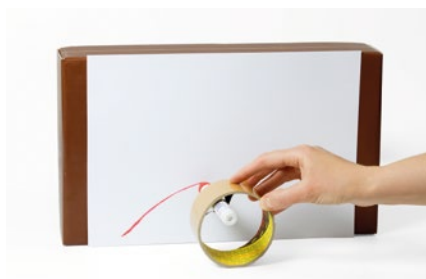




- **Cel:** Badanie kształtu toru ruchu wentyla w dętcie rowerowej w układzie związanym z jezdnią.
- **Potrzebne będą:** szeroka rolka taśmy lub rura o dużym przekroju, pisak, taśma klejąca, gruba kartka papieru lub kawałek tektury, taśma malarska.

● **Przebieg doświadczenia:**

1. Przymocuj ołówek taśmą klejącą do wewnętrznej strony rolki lub rury.
2. Przyklej taśmą malarską kartkę papieru lub tekturę do ściany tak, aby jej dolna krawędź znajdowała się na wysokości blatu stołu. Dosuń stół do ściany. Przyłóż do ściany rolkę lub rurę tak, aby pisak dotykał kartki papieru.
3. Tocz rolkę z pisakiem po stole, dociskając ją do kartki papieru.
4. Opisz kształt toru zakreślonego na kartce przez pisak.



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

6. Spróbuj przeprowadzić eksperyment, rysując tor ruchu w przypadku, gdyby nasze koło (z rolki taśmy) buksowało, czyli obracało się wiele razy, niewiele się przesuwa-  
jąc oraz w przypadku, gdyby koło się zablokowało (tzn. przesuwało się, obracając się  
bardzo wolno lub nie obracając w ogóle).

Czy uzyskane wyniki były zgodne z twoimi przewidywaniami?

---

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



Obejrzyj film  
docwiczenia.pl  
Kod: F7Z64T

●● Dziennik laboratoryjny

Wyznaczanie średniej prędkości marszu

Temat 20

● **Cel:** Wyznaczenie średniej prędkości marszu na podstawie pomiarów przebytej drogi i czasu marszu, porównanie tej prędkości z prędkościami innych ciał.

● **Potrzebne będą:** stoper, taśma miernicza lub zwijana miarka.

● **Przebieg doświadczenia:**

1. Znajdź w najbliższym otoczeniu prosty, około 20-metrowy odcinek drogi, po którym będziesz się mógł bezpiecznie poruszać i spokojnie, nikomu nie przeszkadzając, wykonasz doświadczenie, np. na boisku szkolnym, osiedlu. Najlepiej, jeżeli początek i koniec mierzonego odcinka będą wyznaczać charakterystyczne obiekty w terenie, np. drzewo, ławka, słup latarni.



2. Zmierz dokładną długość wybranego odcinka drogi za pomocą np. zwijanej miarki lub taśmy mierniczej (pomiar wykonany miarką będzie jednak obarczony większym błędem – dlaczego?). Pomiar drogi wykonaj 4 razy, a wyniki wpisz do tabeli. Czy pomiary uzyskane za każdym razem różnią się od siebie znacząco? Jeśli tak, to co może być przyczyną niedokładności pomiaru? Jak zwiększyć jego dokładność?

3. Stań na początku odcinka drogi. Jednocześnie włącz stoper i zacznij się przemieszczać spokojnym krokiem w kierunku końca wyznaczonej drogi. Wykonaj tę samą czynność jeszcze trzy razy. Uzyskane wyniki pomiarów drogi i czasu zapisz w tabeli.

4. Oblicz średnią arytmetyczną długości drogi i średni czas (średnią arytmetyczną obliczamy, dodając wyniki pomiarów, a następnie dzieląc ich sumę przez liczbę wyników).

Numer pomiaru	1	2	3	4
Wynik pomiaru drogi [m]				
Wynik pomiaru czasu [s]				

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. Uzupełnij brakujące dane w tabeli poniżej, wykonując odpowiednie obliczenia.

Średni czas marszu [s]	
Średnia przebyta odległość [m]	
Średnia prędkość marszu [ $\frac{m}{s}$ ] (zaokrąglona do 2 cyfr znaczących)	
Średnia prędkość marszu [ $\frac{km}{h}$ ] (zaokrąglona do 2 cyfr znaczących)	

6. Porównaj otrzymaną prędkość z wynikami uzyskanymi przez koleżanki i kolegów. Czy są zbliżone?

---



# V. Dynamika

24

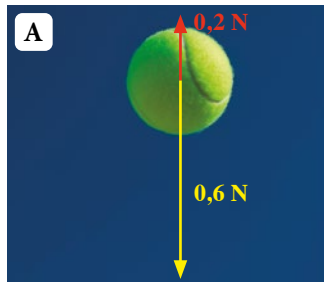
## Pierwsza zasada dynamiki Newtona – bezwładność



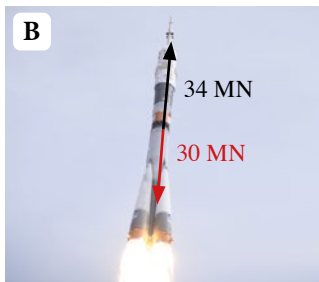
Rozwiąż  
dodatkowe  
zadania  
docwiczenia.pl  
Kod: F7VL8V

### Na dobry początek

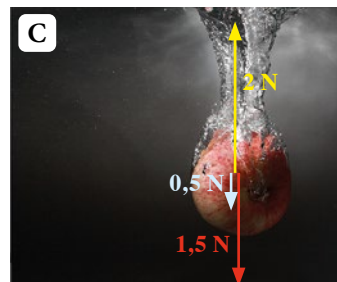
- 1 Na ilustracjach zaznaczono wektory sił działających na przedstawione na nich ciała. Uzupełnij opisy o wartość siły wypadkowej  $F_w$  i znak określający zwrot tej siły: w prawo  $\rightarrow$ , w lewo  $\leftarrow$ , do góry  $\uparrow$ , w dół  $\downarrow$  lub wpisz =, jeżeli siły się równoważą.



$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  N, zwrot  $\vec{F}_w$



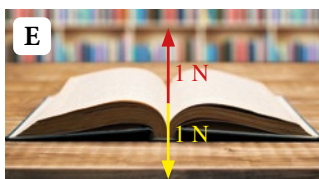
$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  MN, zwrot  $\vec{F}_w$



$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  N, zwrot  $\vec{F}_w$



$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  N, zwrot  $\vec{F}_w$

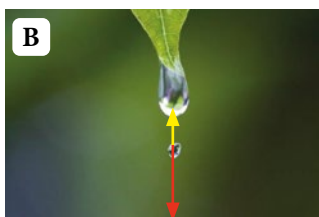


$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  N, zwrot  $\vec{F}_w$



$F_w = \underline{\hspace{2cm}}$  N, zwrot  $\vec{F}_w$

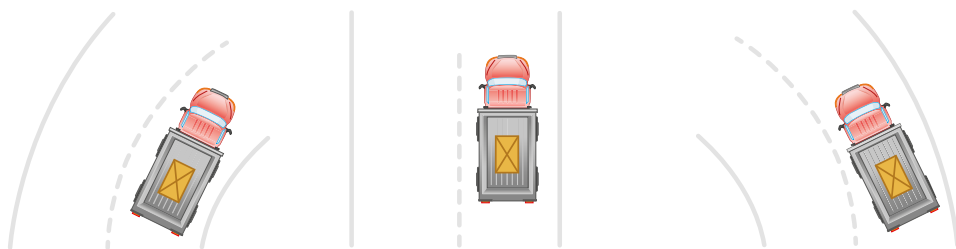
- 2 Na zdjęciach narysowano wektory sił działających na przedstawione na nich ciała. **Uzupełnij** zdania tak, aby były poprawne i **podkreśl** ich właściwe dokończenia.



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

Wznoszący się balon porusza się ruchem \_\_\_\_\_, ponieważ działające na niego siły się równoważą/ nie równoważą.

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



Ciężarówka skręca w prawo.

Ciężarówka gwałtownie hamuje.

Ciężarówka skręca w lewo.

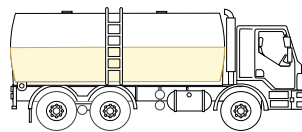
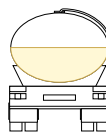


Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.

Wykonaj  
doświadczenie  
docwiczenia.pl  
Kod: F781RBObejrzyj film  
z doświadczenia  
docwiczenia.pl  
Kod: F7Q5FA

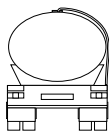
### Dla dociekliwych

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

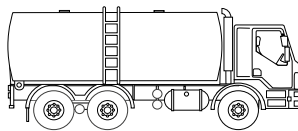


**Zaznacz** powierzchnię cieczy w cysternie: na rysunku A podczas pokonywania zakrętu w lewo, na rysunku B podczas nagłego hamowania.

A.



B.



### Zapamiętaj!

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

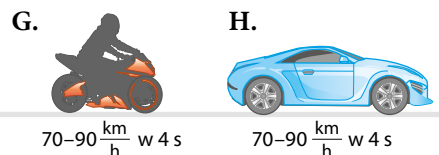
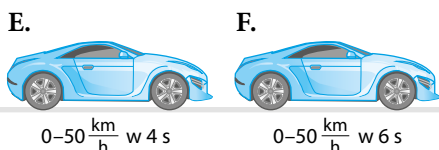
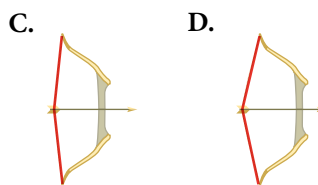
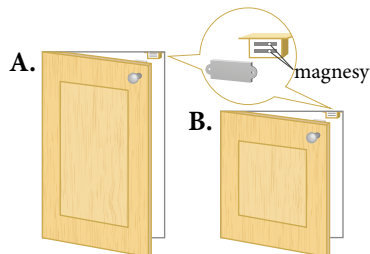


### Na dobry początek

- 1 a) Drzwiczki do szafek A i B różnej wielkości, z takimi samymi zamkami magnetycznymi są otwierane na taką samą odległość. **Uzupełnij** opis zależności między siłą wypadkową działającą na drzwiczki, ich masą oraz przyspieszeniem, podkreślając właściwe określenia.

Zamki magnetyczne są takie same, więc na drzwi A i B działa siła o *takiej samej/ różnej* wartości. Ponieważ masa drzwiczek B jest *większa/ mniejsza* od masy drzwiczek A, to ich przyspieszenie jest *większe/ mniejsze* niż drzwiczek A.

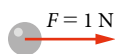
- b) **Przeanalizuj** zobrazowane sytuacje i **ustal**, jak się mają względem siebie masy, przyspieszenia oraz siły wypadkowe działające na ciała. **Uzupełnij** tabelę według wzoru, wstawiając właściwe znaki: <, > lub =. Przyjmij, że w przypadkach C, D użyto identycznych strzał, tego samego łuku oraz, że sytuacje E i F dotyczą tego samego pojazdu.



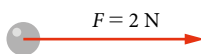
Ciała	Siła	Masa	Przyspieszenie
strzały	C <input type="text"/> D	C <input type="text"/> D	C <input type="text"/> D
samochody	E <input type="text"/> F	E <input type="text"/> F	E <input type="text"/> F
pojazdy	G <input type="text"/> H	G <input type="text"/> H	G <input type="text"/> H

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

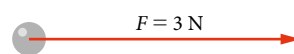
- a) **Wpisz** wartości przyspieszenia, z jakim poruszają się kulki.



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



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

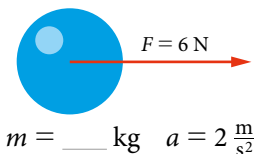
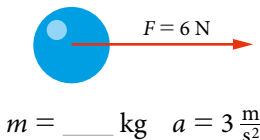
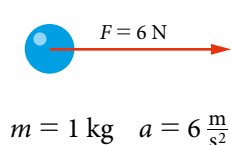


$$m = 0,5 \text{ kg} \quad a = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

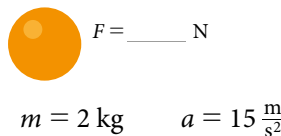
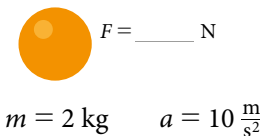
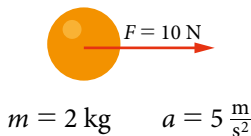
Przyspieszenie ciała, na które działa niezrównoważona siła, jest wprost proporcjonalne do działającej siły.

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

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



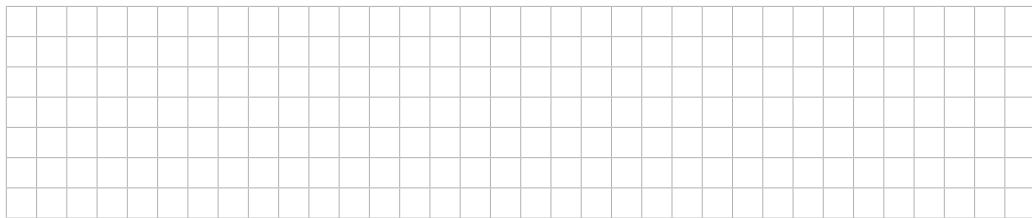
**c) Narysuj** wektory sił działających na kulki, zachowując proporcje długości strzałek. **Zapisz** wartości tych sił przy wektorach.



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



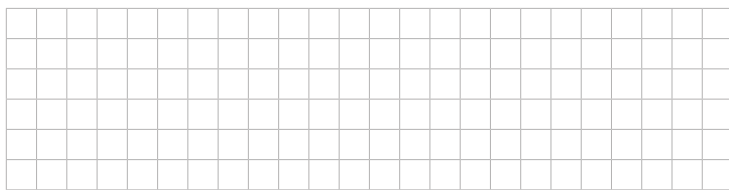
Przeanalizuj  
przykład  
docwiczenia.pl  
Kod: F7QQKB



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



Aby utrzymać stałą prędkość wózka, musimy zrównoważyć siłę tarcia.



Wykonaj doświadczenie z *Dziennika laboratoryjnego* ze s. 84.

### Zapamiętaj!

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

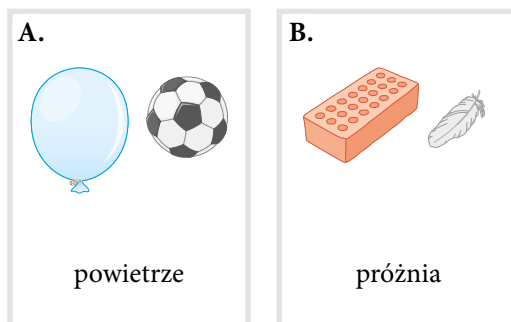




### Na dobry początek

- 1 Na rysunkach pokazano przedmioty, które upuszczone jednocześnie spadają z tej samej wysokości w powietrzu (rysunek A) i w próżni (rysunek B).

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



1.	Piórko będzie się poruszać z mniejszym przyspieszeniem niż cegła.	P	F
2.	Spadająca piłka osiągnie większą prędkość niż balon.	P	F
3.	Z ciał upuszczonych w próżni pierwsza spadnie cegła.	P	F
4.	Balon będzie się poruszał z przyspieszeniem mniejszym niż $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .	P	F

### Przykład

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

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

#### Dane:

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

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

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

#### Szukane:

$$v_1 = ?$$

$$t_2 = ?$$

#### Rozwiązanie:

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

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

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

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

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

- 2 Przeanalizuj powyższy „Przykład” i wskaż poprawne dokończenie zdania.

Spadający swobodnie kamyk po 1,5 s osiągnąłby prędkość około

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

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

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

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

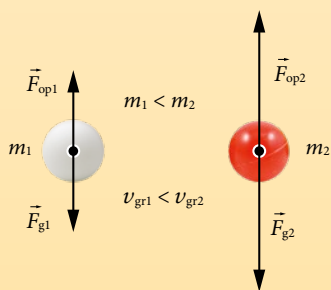
## Prędkość graniczna

Na wszystkie spadające ciała oprócz siły ciężkości działa, skierowana przeciwnie do kierunku ich ruchu, siła oporu powietrza, która wzrasta wraz ze wzrostem prędkości. Kiedy siła oporu powietrza i siła ciężkości zrównoważą się, ciało przestaje przyspieszać i osiąga stałą prędkość, zwaną **prędkością graniczną**.

### ■ Od czego zależy prędkość graniczna

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

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

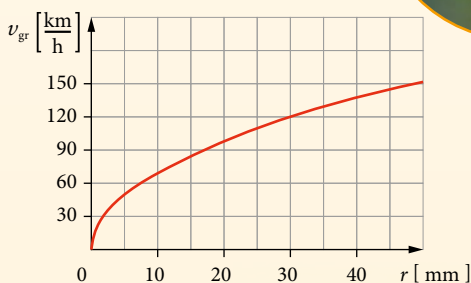
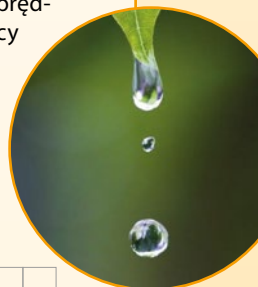


### ■ Czy w warunkach ziemskich można zaobserwować „prawdziwy” spadek swobody

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

### ■ Rozmiary ciał a prędkość graniczna

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



Zależność prędkości granicznej od promienia kropli wody lub kulki gradu.







## Na dobry początek

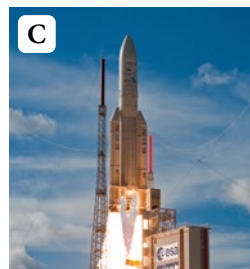
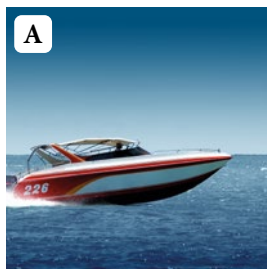
- 1 Przyjrzyj się sytuacjom przedstawionym na rysunkach. Uzupełnij tabelę, wpisując symbole odpowiednich sił.

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



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

- 2 Opisz według wzoru, między jakimi ciałami występują siły akcji i reakcji w przypadku ruchów pokazanych na zdjęciach oraz w którą stronę działają siły akcji i reakcji.



A. Śruba motorówki działa siłą akcji, odpychając wodę do tyłu. Woda działa siłą reakcji na śrubę motorówki, pchając motorówkę do przodu.

B. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

C. \_\_\_\_\_

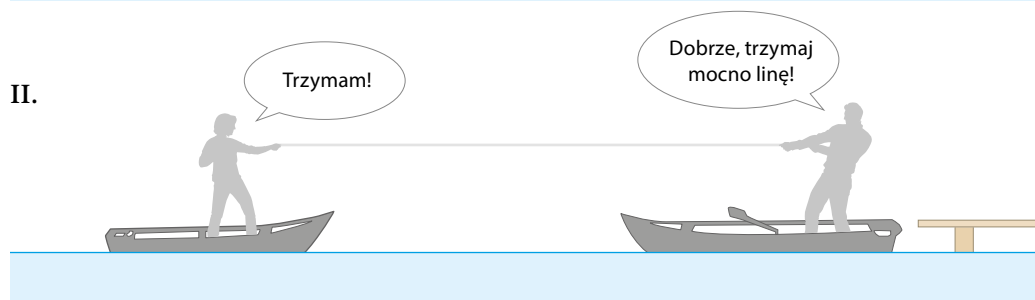
\_\_\_\_\_

### 3 Przeanalizuj historyjkę przedstawioną na ilustracjach poniżej.

I.



II.



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

---



---



---

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

---



---



---

#### Zapamiętaj!

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

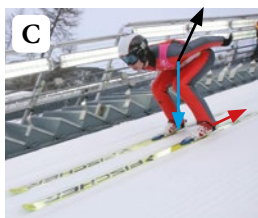
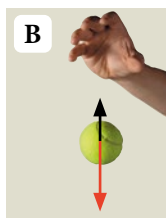
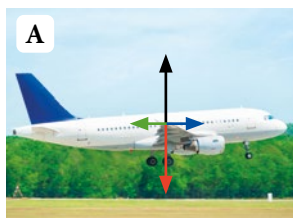
## 28 Opory ruchu



Rozwiąż  
dodatkowe  
zadania  
docwiczenia.pl  
Kod: F76EUY

### Na dobry początek

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



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

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

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

- A. Siły oporu powietrza działające na skoczka narciarskiego w trakcie lotu.  
 B. Siła tarcia między papierem ściernym a zardzewiałą powierzchnią, którą czyścimy.  
 C. Siła tarcia między butami i asfaltem podczas chodzenia.  
 D. Siły oporu powietrza przy rozłożeniu spadochronu przez skoczka.  
 E. Siła tarcia między nartami i śniegiem podczas jazdy.

Korzystny wpływ oporów ruchu	Niekorzystny wpływ oporów ruchu

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

---



---

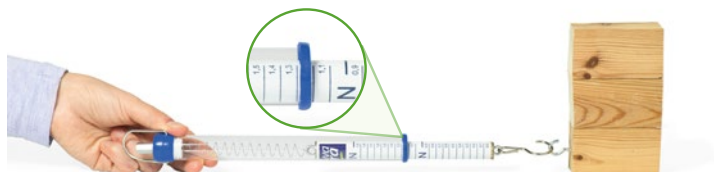
- c) **Wybierz** jeden z przykładów wskazanych jako taki, w którym opory ruchu są niekorzystne, i **opisz**, w jaki sposób można je zmniejszyć w tym przypadku.

---



---

- 4 Uczniowie badali zależność między wartością siły potrzebnej do wprowadzenia w ruch drewnianych prostokątów a siłą nacisku. Użyli 4 identycznych klocków, każdy o masie 200 g, i siłomierza. Najpierw przyczepili siłomierz do jednego klocka i wprowadzili klocek w ruch, trzymając za siłomierz. Odczytali, przy jakiej wartości siły klocek zaczął się przesuwać. Potem mierzyli siłę potrzebną do wprowadzenia w ruch kolejno 2, 3 i 4 klocków ułożonych jeden na drugim. Siłę mierzyli z dokładnością do 0,1 N. Dla każdej liczby klocków uczniowie wykonali po 3 pomiary. Wyniki zapisali w tabeli.



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

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

\* Wynik zaokrąglony do 2 cyfr znaczących.

- b) Wskaż poprawne dokończenie zdania.

Z wyników otrzymanych w doświadczeniu można wywnioskować, że gdyby uczniowie przesuwali wieżę ułożoną z 5 klocków, to potrzebowaliby siły o wartości około

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



Wykonaj doświadczenie ukryte pod kodem QR.



Wykonaj doświadczenie  
docwiczenia.pl  
Kod: F7RVDY

### Zapamiętaj!

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



**Uwaga.** Do wykonania doświadczenia potrzebne są dwie osoby.

● **Cel:** Zbadanie zależności między siłą a przyspieszeniem układu ciężarków o stałej masie.

● **Potrzebne będą:** dwa identyczne plastikowe korki z butelek po wodzie mineralnej (lub inne korki bez zgrubień pośrodku), ostry nóż, taśma klejąca, patyczek do robienia szaszłyków, nić o długości ok. 80–90 cm, 10 monet o nominale 2 zł, dwa woreczki (np. dwie małe torebki strunowe), dwa takie same spinacze biurowe, telefon z możliwością nagrywania filmów.

● **Przebieg doświadczenia:**

1. Wykonaj nożem pośrodku każdego z korków otwór o średnicy umożliwiającej przełożenie przez niego patyka do robienia szaszłyków (patrz zdjęcie 1).

2. Wciśnij jeden korek w drugi.

**Uwaga.** Jeżeli korki będą się rozczepiać, owiń je taśmą klejącą.

3. Owiń jeden z końców patyka do szaszłyków taśmą klejącą i nałóż na patyk oba korki. Patyk powinien swobodnie obracać się w otworach obu korków. Połóż patyk na krawędzi stołu i przyciśnij ciężkimi przedmiotami (np. książkami), aby się nie przesunął.

4. Przygotuj 10 monet dwuzłotowych. Włóż do jednej z torebek 6 monet, a do drugiej 4. Przymocuj do torebek spinacze, a do spinaczy przywiąż końce nici.

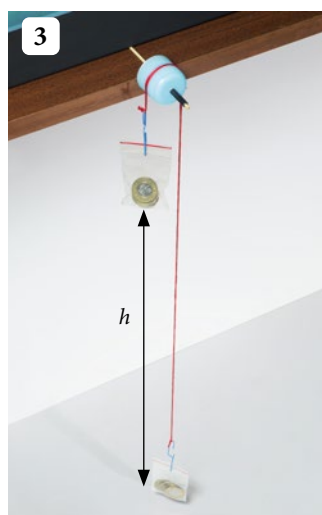
5. Przewieś nić z przymocowanymi do niej torebkami z monetami przez korki tak, aby torebka z 6 monetami znajdowała się na górze, a torebka z 4 monetami na dole (patrz zdjęcie 3). Przytrzymaj ręką torebkę z mniejszą liczbą monet.

6. Zmierz odległość  $h$  między monetami znajdującymi się na górze a podłogą.

7. Poproś drugą osobę o ustawienie kamery aparatu tak, aby obejmowała cały układ, i włączenie kamery. Kiedy rozpocznie nagrywanie, puść nić.

8. Wykonajcie doświadczenie jeszcze dwa razy.

9. Wyznacz czas spadania górnej torebki z monetami. W tym celu odtwórz film nagrany telefonem komórkowym na komputerze klatka po klatce i policz liczbę klatek filmu ( $n$ ), na których opadająca torebka pokonuje







# Test powtórzeniowy | Dynamika



Rozwiąż test  
docwiczenia.pl  
Kod: F7K3BW

- 1 Noże przyczepiono do listwy magnetycznej zawieszanej na ścianie. **Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.**

Noż pozostaje w spoczynku, ponieważ jego ciężar ma **A/ B** siła **C/ D** działająca na ten noż.

- A. taką samą wartość jak  
B. mniejszą wartość niż  
C. magnetyczna  
D. tarcia



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

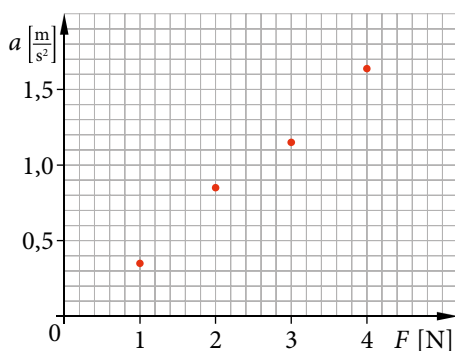
Jeżeli silnik pracujący przez godzinę bez przerwy spowodował zwiększenie prędkości sondy o  $0,648 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , to siła ciągu generowana przez silnik była równa

- A. 60 mN.                      B. 90 mN.                      C. 324 mN.                      D. 180 mN.

- 3 Uczniowie przeprowadzili doświadczenie mające potwierdzić słuszność drugiej zasady dynamiki. Sprawdzali zależność przyspieszenia ciała od działającej na nie siły. Uzyskane wyniki zilustrowali na wykresie. **Wskaż poprawne dokończenie zdania.**

Na podstawie danych zawartych na wykresie można stwierdzić, że masa ciała zawierała się w przedziale

- A. 2–3 kg.                      C. 20–30 dag.  
B. 4–5 kg.                      D. 35–50 dag.



- 4 Gdy zrzucamy kartkę (rysunek A), spada ona z tej samej wysokości dużo dłużej niż wtedy, gdy położymy ją na książce (rysunek B). Gdy kartka leży na książce, oba ciała jednocześnie spadają na ziemię.

A.



B.



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

1.	W przypadku B na kartkę działa mniejsza siła oporu powietrza niż w przypadku A.	P	F
2.	W przypadku B siła wypadkowa działająca na książkę jest większa niż siła wypadkowa działająca na kartkę.	P	F

# VI. Praca, moc, energia

29

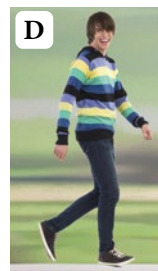
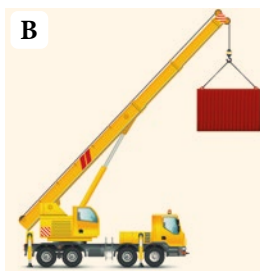
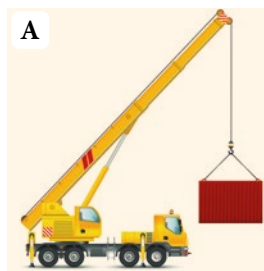
## Energia i praca



Rozwiąż  
dodatkowe  
zadania  
docwiczenia.pl  
Kod: F7Q7R2

### Na dobry początek

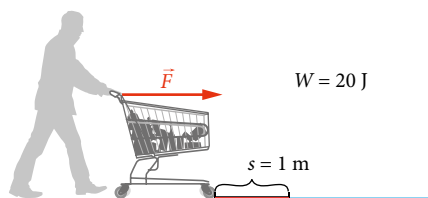
1 Porównaj wartości energii w pokazanych sytuacjach i **podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.



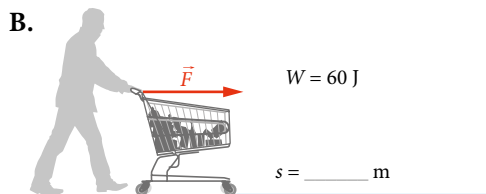
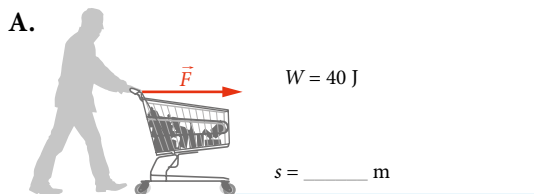
Energia potencjalna grawitacji kontenera na rysunku A jest *mniejsza/większa* niż energia potencjalna grawitacji kontenera na rysunku B.

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

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



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



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

A. Odsuwamy krzesło od stołu.

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

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

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

## Źródła energii – wczoraj i dziś

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

### ■ Poszukiwania źródeł energii

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

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

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

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



**spalanie drewna** – uwalniana energia chemiczna

ok. 1 mln lat temu



**koło wodne** – energia kinetyczna i potencjalna wody

III w. p.n.e.



**tratwa z żaglem** – energia kinetyczna wiatru i prądów wodnych

ok. I w.



**wiatraki** – energia kinetyczna wiatru

ok. XII w.

### Rozwiź zadanie na podstawie informacji

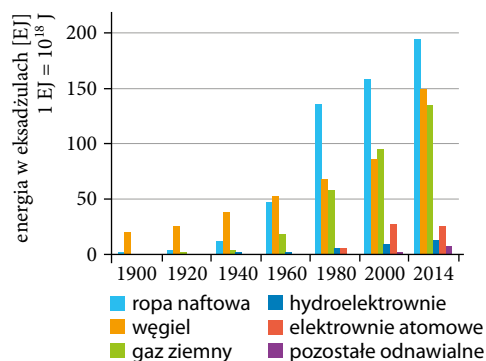
**4 a) Przeanalizuj** powyższy tekst oraz wykres i wśród wymienionych źródeł energii **podkreśl** trzy najczęściej wykorzystywane obecnie.

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

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

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

## ■ Źródła energii



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

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



parowóz – energia chemiczna węgla zamieniana w energię kinetyczną

XVIII w.



lampa naftowa – energia chemiczna ropy zamieniana w energię promieniowania

XIX w.



samochód i samolot – energia chemiczna ropy zamieniana w energię kinetyczną

lata 30. XX w.



elektrownia atomowa – energia jądrowa zamieniana w energię elektryczną

druga poł. XX w.

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

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

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



## Jest na to sposób!

## Szacowanie wyniku

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

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

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

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

ok. 0,5 m
ok. 40 N

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

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

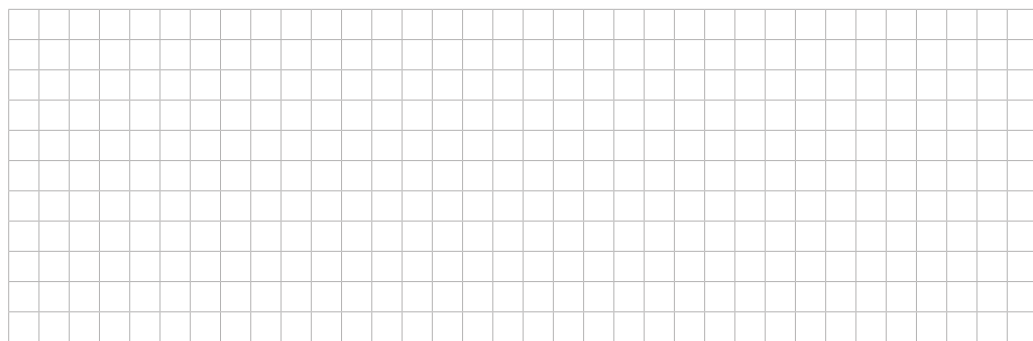
- A. 4,041 J                      B. 0,09702 J                      C. 0,04041 J                      D. 9,702 J

## Dla docieliwych

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

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

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



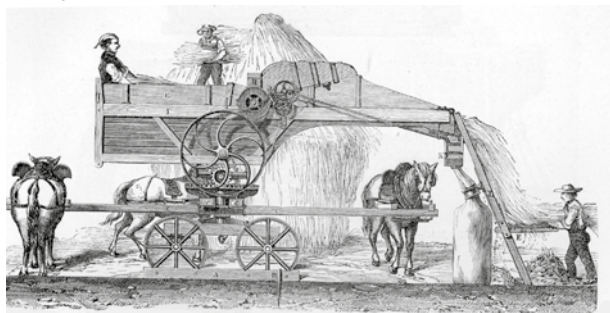
## Zapamiętaj!

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



### Na dobry początek

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



Praca = siła · droga

$$W = F \cdot s$$

Moc  $P$  to iloraz pracy  $W$  i czasu  $t$ , w którym ta praca została wykonana:

$$P = \frac{W}{t}$$

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

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

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

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

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

---



---



---

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

---



---



---

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



**Przykład**

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

**Dane:**

$$h_1 = 15 \text{ m}$$

$$W_1 = 600 \text{ kJ}$$

$$P = 50 \text{ kW}$$

**Szukane:**

$$t = ?$$

**Rozwiązanie:**

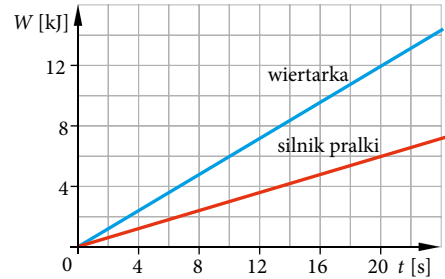
Moc dźwigu 50 kW oznacza, że w ciągu jednej sekundy wykona on pracę 50 kJ. Z treści zadania wiemy, że musi wykonać pracę 600 kJ, czyli 12 razy większą. Jej wykonanie potrwa więc 12 razy dłużej, czyli 12 sekund:

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

**Odpowiedź:** Podniesienie ładunku zajmie 12 s.

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

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

**Informacja do zadań 3 i 4**

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

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

a) Moc silnika pralki wynosi

A. 6 kW.                      B. 120 kW.

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

b) W czasie 1 minuty wiertarka wykona pracę

A. 720 kJ.                    B. 36 kJ.

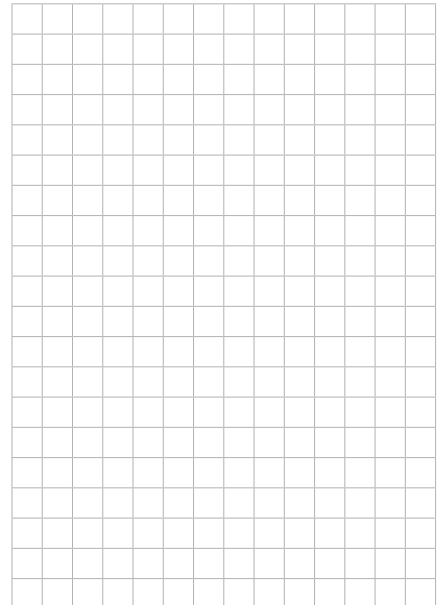
C. 18 kJ.                     D. 0,18 kJ.

- 4 **Wskaż** poprawne uzupełnienia zdań.

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

A. 5 s                         C. dwa razy większą

B. 20 s                      D. dwa razy mniejszą



## Dla dociekliwych

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



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

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

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

---



---



---

**b)** Pewien producent samochodów zamieścił następującą reklamę silnika: „Dzięki nowemu, mocniejszemu silnikowi będziesz miał do dyspozycji dwa razy większą moc. Pozwoli ci to osiągnąć o 50% większą prędkość maksymalną niż dotychczas”. Czy należy wierzyć jego zapewnieniom? **Uzasadnij** odpowiedź.

---



---



---

### Zapamiętaj!

- Moc jest równa ilorazowi pracy  $W$  i czasu  $t$ , w którym ta praca została wykonana:  $P = \frac{W}{t}$ .
- Jednostką mocy jest wat (1 W).
- Jeden wat określa moc takiego urządzenia, które w czasie 1 s wykona pracę 1 J.



## Na dobry początek

- 1 **Napisz**, jaki rodzaj energii został zgromadzony w ciele przedstawionym na zdjęciu: energia potencjalna grawitacji, energia potencjalna sprężystości czy inna forma energii.



- 2 London Eye znajduje się w Londynie, w dzielnicy Lambeth. Jest to diabelski młyn z 32 gondolami, z których każda ma masę około 10 ton. Średnica tego gigantycznego koła wynosi 122 m, a cała konstrukcja ma wysokość 135 m. Przyjmij, że  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ .

a) **Otocz** kółkiem gondolę, która ma taką samą energię potencjalną grawitacji jak gondola otoczona czerwonym kółkiem.

b) **Otocz** kwadratem gondolę, która ma największą energię potencjalną grawitacji.

c) **Uzupełnij** obliczenia.



Gondola otoczona żółtym kółkiem znajduje się około 40 m nad ziemią. Jej energia potencjalna grawitacji względem ziemi wynosi około:

$$E_p = \text{_____ kg} \cdot \text{_____ m} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \text{_____ J} = \text{_____ MJ}$$

1 t = 1000 kg  
1 MJ = 1 000 000 J







## Na dobry początek

1 **Podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań, tak aby powstały informacje prawdziwe.

A.



$$v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

B.



$$v = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Większą energię kinetyczną ma *samochód/ pociąg*, ponieważ ma taką samą *masę/ prędkość* jak drugi pojazd, ale większą *masę/ prędkość*.

C



$$v = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

D



$$v = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Większą energię kinetyczną ma piłka na zdjęciu po *prawej/ lewej* stronie, ponieważ ma taką samą *masę/ prędkość* jak druga piłka, ale większą *masę/ prędkość*.

2 a) **Uzupełnij** tabelę o brakujące obliczenia energii kinetycznej ciała o masie 2 kg i o podanej prędkości.

Prędkość	$1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Energia kinetyczna	$\frac{2 \text{ kg} \cdot (1 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} =$ $= \frac{2 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} =$ $= 1 \text{ J}$	$\frac{2 \text{ kg} \cdot (2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} =$ $= \frac{2 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} =$ $= \underline{\quad} \text{ J}$	$\frac{\text{kg} \cdot (\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} =$ $= \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{2} =$ $= \underline{\quad} \text{ J}$	$\frac{\text{kg} \cdot (\frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2} =$ $= \frac{\cdot}{2} =$ $= \underline{\quad} \text{ J}$

b) Na podstawie uzyskanych wyników **wyberz i podkreśl** poprawne uzupełnienia zdań.

Energia kinetyczna ciała jest proporcjonalna do *prędkości/ kwadratu prędkości* tego ciała. Wynika z tego, że jeżeli samochód zwiększył prędkość z  $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  do  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , to jego energia kinetyczna wzrosła *dwa/ cztery* razy, a jeżeli zwiększył prędkość z  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  do  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , to jego energia kinetyczna wzrosła *trzy/ dziewięć* razy.





**c) Wybierz** poprawne dokończenia zdań będących wnioskiem z wcześniejszych obliczeń.

Droga potrzebna do zatrzymania tą samą siłą hamującą ciała poruszającego się z dwukrotnie większą prędkością jest *dwukrotnie/ czterokrotnie* dłuższa. Gdybyśmy chcieli wyhamować pojazd o prędkości  $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , używając takiej samej siły jak przy hamowaniu pojazdu o prędkości  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , potrzebowalibyśmy *trzykrotnie/ dziewięciokrotnie* dłuższej drogi.

**5** Skoki na elastycznej linie bungee są wykonywane z kilkudziesięciu metrów. Początkowo skoczek spada swobodnie, następnie lina rozciąga się i wyhamowuje go w bezpiecznej odległości od powierzchni ziemi.

**a) Przeanalizuj** etapy ruchu skoczka i **wpisz** brakujące wartości energii:  $E_k$  – energia kinetyczna,  $E_{pg}$  – energia potencjalna grawitacji,  $E_{ps}$  – energia potencjalna sprężystości liny,  $E_c$  – całkowita energia mechaniczna. Przyjmij, że całkowita energia mechaniczna podczas spadania się nie zmienia (pomijamy opory ruchu).

**Etap I** Skok skoczka o masie 80 kg z wysokości 60 m mierzonej względem ziemi. Początkowa prędkość skoczka wynosi  $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , lina nie jest naprężona.

$$E_c = 48\,000 \text{ J} \qquad E_k = 0 \text{ J}$$

$$E_{pg} = \text{_____ J} \qquad E_{ps} = 0 \text{ J}$$

**Etap II** Skoczek znajduje się na wysokości 50 m nad ziemią. Lina nie jest naprężona.

$$E_c = 48\,000 \text{ J} \qquad E_k = \text{_____ J}$$

$$E_{pg} = 40\,000 \text{ J} \qquad E_{ps} = 0 \text{ J}$$

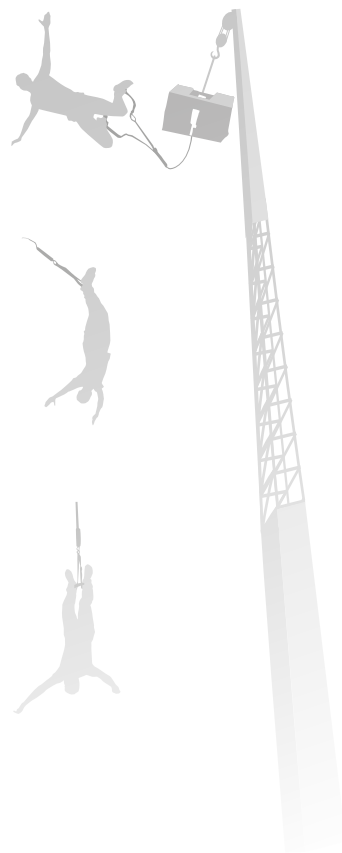
**Etap III** Skoczek znajduje się 10 m nad powierzchnią ziemi, w najniższym położeniu. Lina jest maksymalnie naprężona, a prędkość skoczka wynosi  $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

$$E_c = \text{_____ J} \qquad E_k = \text{_____ J}$$

$$E_{pg} = 8000 \text{ J} \qquad E_{ps} = \text{_____ J}$$

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

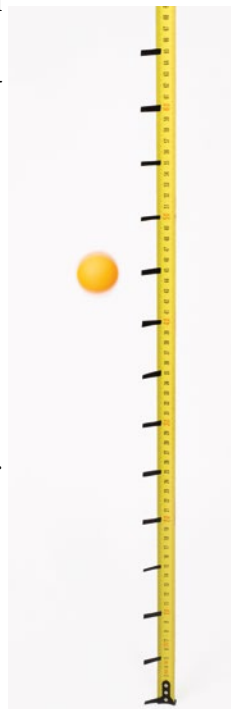
1.	Podczas spadania skoczka, zanim lina zaczęła się naprężać, energia kinetyczna zmieniała się w energię potencjalną grawitacji.	P	F
2.	Na pewnej wysokości energia kinetyczna, energia potencjalna sprężystości oraz energia potencjalna grawitacji przyjmowały niezerowe wartości.	P	F
3.	Gdy lina coraz mocniej się naprężała, malała zarówno energia potencjalna grawitacji, jak i energia potencjalna sprężystości.	P	F
4.	Energia potencjalna sprężystości była największa w najniższym położeniu skoczka.	P	F







- **Cel:** Obserwacja zmiany energii potencjalnej przy odbiciu od podłogi różnych piłeczek spadających z różnych wysokości.
- **Potrzebne będą:** taśma miernicza lub centymetr krawiecki, nieprzezroczysta taśma klejąca, linijka, dwie piłeczki o niedużej średnicy (np. pingpongowa, tenisowa, kauczukowa) oraz telefon komórkowy z możliwością nagrywania filmów.
- **Przebieg doświadczenia:**
  1. Do taśmy mierniczej (lub centymetra krawieckiego) przyklej co 5 cm cienkie paski taśmy klejącej, do wysokości 150 cm – czyli 30 pasków.
  2. Przymocuj taśmę tak, aby ostatni naklejony pasek stykał się z ziemią, np. do uchwyty otwartych drzwiczek szafki.
  3. Włącz nagrywanie i upuść piłeczkę z wysokości 50 cm nad podłogą.
  4. Wykonaj eksperyment jeszcze dwukrotnie, upuszczając piłeczkę kolejno z wysokości 100 cm i 150 cm. Wyniki pomiarów wpisz do tabeli 1.
  5. Powtórz czynności opisane w punktach 3–4, używając innej piłeczki.
  6. Wyniki pomiarów wpisz do tabeli 2.



$H$  – wysokość, z której upuszczamy piłkę       $h$  – wysokość, na jaką odbija się piłka

Tabela 1. Piłka 1

Wysokość $H$ [cm]	Wysokość $h$ [cm]			Średnia wysokość $h_{\text{sr}}$ [cm]	Energia potencjalna grawitacji [J]
	1	2	3		
50					
100					
150					

Tabela 2. Piłka 2

Wysokość $H$ [cm]	Wysokość $h$ [cm]			Średnia wysokość $h_{\text{sr}}$ [cm]	Energia potencjalna grawitacji [J]
	1	2	3		
50					
100					
150					



# Test powtórzeniowy | Praca, moc, energia

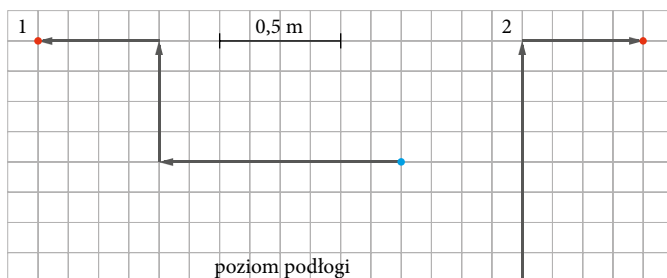


Rozwiąż test  
docwiczenia.pl  
Kod: F7UVQV

- 1 Niewielki dźwig budowlany wciąga ruchem jednostajnym ładunek o masie 100 kg na wysokość 10 m w czasie 10 s. Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.

Moc dźwigu w opisanej sytuacji jest równa	A.	1000 W,	ponieważ jeśli przyjmiemy poniższe oznaczenia: $F$ – siła, z jaką ciągnięta jest lina z ładunkiem, $s$ – wysokość, na jaką wciągany jest ładunek, $t$ – czas, w jakim wciągany jest ładunek, to moc można obliczyć ze wzoru:	1.	$P = \frac{F \cdot s}{t}$ .
	B.	100 W,		2.	$P = \frac{F \cdot t}{s}$ .

- 2 Na rysunku przedstawiono w uproszczeniu dwa tory ruchu ciała o masie 5 kg. Niebieska kropka oznacza początkowe położenie ciała, czerwona – końcowe.



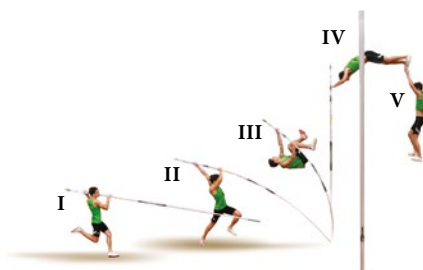
Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.

W przypadku 1. energia potencjalna ciała wzrosła	A.	o 2,5 J,	natomiast w przypadku 2.	1.	o 5 J.
	B.	o 10 J,		2.	o 7,5 J.
	C.	o 25 J,		3.	o 50 J.
	D.	o 100 J,		4.	o 75 J.

- 3 Poniżej przedstawiono kolejne etapy skoku o tyczce.

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

1.	Pomiędzy etapami I i II energia potencjalna grawitacji zawodnika wzrosła, a energia potencjalna sprężystości tyczki zmalała.	P	F
2.	Pomiędzy etapami IV i V nastąpiła przemiana energii potencjalnej grawitacji zawodnika w energię kinetyczną.	P	F



- 4 Leżąca na biurku o wysokości 1 m książka miała energię potencjalną grawitacji 4 J względem podłogi. Paweł niechcący zrzucił ją na ziemię. Przyjmij, że ruch książki to spadek swobodny. Wskaż poprawne uzupełnienia zdania.

Jeśli została spełniona zasada zachowania energii mechanicznej, to energia kinetyczna spadającej książki na wysokości 75 cm nad podłogą była A/ B mniejsza niż jej energia potencjalna grawitacji, a jej prędkość była A/ C mniejsza niż prędkość, z jaką uderzyła o podłogę.

A. 2 razy

B. 3 razy

C. 4 razy

Zdjęcia na okładce: Shutterstock/Tischenko Irina

**Zdjęcia:** **BE&W:** Alamy Stock Photo - Hi-Story s. 6a, Stockimo/Teresa Williams s. 8; GRANGER COLLECTION s. 6c; HERITAGEIMAGES/Oxford Science Archive s. 6d; Nature Picture Library/Kim Taylor s. 23/1b; Wojciech Wójcik s. 97; **DIOMEDIA:** Design Pics Historical / Ken Welsh s. 6d, Mary Evans s. 60, Entertainment pictures s. 88c; **EAST NEWS:** Agencja SE/Piotr Bławicki s. 82c, 95d; **EUROPEAN SPACE AGENCY:** Stephane Corvaja s. 73/1b; CNES-ARIANESPACE / Optique Vidéo du CSG s. 80c; **GETTY IMAGES:** Corbis Documentary/Roger Ressmeyer s. 11a; **NASA:** Glenn Research Center/Paul Riedel, Al Lukas s. 78b; **PROFIMEDIA:** Corbis/Visuals Unlimited/Loren Winters s. 63a; **SHUTTERSTOCK:** Albert Russ s. 5a, workretro s. 5c, Alila Medical Media s. 5e, Michal Ludwiczak s. 5f, donghero s. 9a, horiyana s. 9b, Skobrik s. 9c, Serhiy Kobyakov s. 9d, Lipskiy s. 9e, dimid\_86 s. 9f, Jana Behr s. 9g, Volodymyr Krasyuk s. 9i, Pat\_Hastings s. 11b, John Evans s. 11d, IM\_photo s. 12a, Christian Delbert s. 12b, mstfcm s. 12c, Lane V. Erickson s. 15, wavebreakmedia s. 16b, Sunny Celeste s. 27/2c, Madlen s. 27/2e, Dmitry Kalinovsky s. 29d, aniad s. 30b, tcty s. 30c, Maglara s. 30-31a, oksana2010 s. 31b, Voronina Svetlana s. 42a, Africa Studio s. 42b, 86, konstantynov s. 42c, BW Folsom s. 42d, Jareso s. 44a, Izf s. 44b, 3DMI s. 45a, Early Spring s. 45b, horiyana s. 45c, Lunatictm s. 45d, Djols s. 46a, Karl R. Martin s. 51, Stocksnapper s. 56, Ryszard Filipowicz s. 60-61, Mino Surkala s. 64b, Matt Trommer s. 73/1a, donatas1205 s. 73/1e, Maksim Toome s. 73/1f, Pressmaster s. 82d, Studio AM s. 87a, b, Valentyn Volkov s. 88a, Chris Rawlins s. 88b, Fedor Selivanov s. 88d, coxy58 s. 89a, gwycech s. 89b, Nieuwland s. 89c, Brian Kinney s. 89d, r.classen s. 89e, Darren Brode s. 94, carballo s. 95e, ChameleonsEye s. 95f, kaprik s. 98a, moreimages s. 106a, nikkytok s. 106c, logoboom s. 106d, Ollyy s. 111a; **THINKSTOCK/GETTY IMAGES:** Hemera - Dirk Schroder s. 5b, Benis Arapovic s. 11c, Aleksandr Lychagin s. 71b, Anna Sirotina s. 73/2c, Daniel Slocum s. 116f; Jupiterimages/PhotoObjects.net s. 35; Ingram Publishing s. 64c; Stockbyte s. 73/2a, 87c, Stockbyte/Tom Brakefield s. 80b; iStockphoto s. 9h, 16a, 23/1a, 27/2a, b, 27/2d, 27/2f, 29a, 29b, 29c, 46b, 59a, 59b, 59c, 59d, 64a, 65, 71a, 73/1c, 73/2b, 78a, 80a, 82a, 82b, 87d, 93, 95a, 95b, 95c, 95g, 98b, 98c, d, 106b, 109a, 109b, 109c, 109d, 109e, 109f, 111b, 116a, 116b, 116c, 116d, 116e oraz Anna Budzyńska s. 5d, 7, 10, 14, 18, 23/1c, 23/2, 23/3a, b, 25, 27/1d, e, f, 30a, 38, 39, 48, 50, 54, 55, 70, 83, 84, 105, 119, 120, 121, 126; Agnieszka Żak s. 26; Andrew Davidhazy, Professor Imaging and Photographic Technology School of Photo Arts and Sciences/RIT s. 63b; Wikimedia Commons/Public domain s. 92; Flight-report/Twitter s. 99; Maciej Wróbel s. 104.

# Spotkania z fizyką

Zeszyt ćwiczeń wspiera kształcenie kluczowych umiejętności – planowanie i przeprowadzanie doświadczeń oraz rozwiązywanie zadań różnego typu.

## Rozwiązywanie różnych typów zadań

**Na dobry początek**  
proste zadania wprowadzające w temat

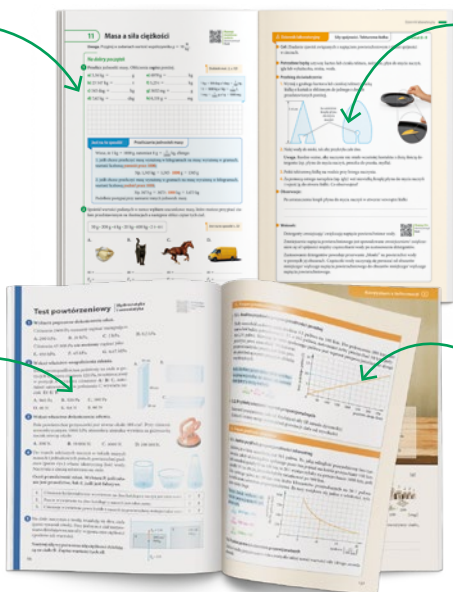
**Korzystam z informacji**  
ciekawe treści wraz z zadaniami sprawdzającymi

**Dla dociekliwych**  
zadania dla bardziej zainteresowanych fizyką

## Powtarzanie i utrwalanie wiadomości

**Zapamiętaj!**  
najważniejsze wiadomości na końcu każdej lekcji

**Test powtórzeniowy**  
zadania sprawdzające na końcu każdego działu



## Wykonywanie prostych doświadczeń

**Dziennik laboratoryjny**  
doświadczenia po każdym dziale, w tym doświadczenia obowiązkowe

**Dodatkowe materiały on-line**  
filmy z doświadczeń, zadania, przykłady, karta wzorów – dostępne pod kodami

## Rozwijanie umiejętności matematycznych

**Dodatki matematyczne z przykładami**

**Jest na to sposób!**  
proste wskazówki o charakterze matematycznym

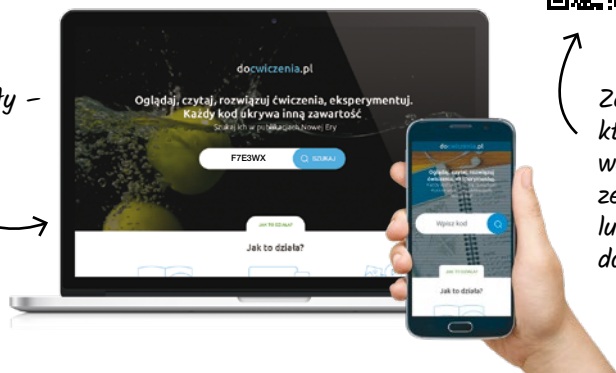


Z DOSTĘPEM DO  
[docwiczenia.pl](http://docwiczenia.pl)



Obejrzyj film  
[docwiczenia.pl](http://docwiczenia.pl)  
Kod: F7E3WX

*Dodatkowe materiały –  
oglądaj, pobieraj,  
drukuj.*



*Zeskanuj kod QR,  
który znajdziesz  
wewnątrz  
zeszytu ćwiczeń,  
lub wpisz kod na  
[docwiczenia.pl](http://docwiczenia.pl).*



[www.nowaera.pl](http://www.nowaera.pl)



[nowaera@nowaera.pl](mailto:nowaera@nowaera.pl)



Centrum Kontaktu: 801 88 10 10, 58 721 48 00

ISBN 978-83-267-3192-1



9 788326 173192 1