Jednostki i pomiary

1. Mierzenie długości

1.1 odcinki A, D

1.2 a) A b) C c) B

1.3 a) 7 m = 700 cm = 7000 mm

b) 0,023 m = 2,3 cm = 23 mm

c) 0,51 m = 51 cm = 510 mm

d) 2 m = 200 cm = 2000 mm

e) 0,0045 m = 0,45 cm = 4,5 mm

f) 0,00001 m = 0,001 cm = 0,01 mm

g) 1,8 m = 180 cm = 1800 mm

h) 0,068 m = 6,8 cm = 68 mm

i) 0,0023 m = 0,23 cm = 2,3 mm

1.4 Taśma stalowa jest mniej podatna na rozciąganie.

1.5 23,0 mm

1.6 Zrób to sam!

1.7

	2 mm	2 cm	2 m	550 cm	22 m	60 m	100 m	2 km	20 km	500 km
rozpiętość skrzydeł pszczoły		×								
długość pokoju				×						
długość najdłuższej wsi w Polsce									×	
wysokość kolumny Zygmunta					×					
wysokość dwudziestopiętrowego wieżowca						×				
rozpiętość skrzydeł bociana			×							
długość bloku mieszkalnego o kilku klatkach							×			

1.8 a) 5 μm = 0,005 mm = 0,000005 m

b) 100 μm = 0,1 mm = 0,0001 m

c) 0,7 μm = 0,0007 mm = 0,0000007 m

d) 4 μm = 0,004 mm = 0,000004 m

1.9 a) $8{,}4 \cdot 10^{10}$ m d) $7 \cdot 10^{-5}$ m

b) $5 \cdot 10^{11}$ m e) $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ m

c) $2{,}5 \cdot 10^{12}$ m f) $1{,}7 \cdot 10^{-7}$ m

1.10 a) 830 tys. km c) 500 nm

b) 1,4 nm d) 0,45 mm = 450 μm

1.11 26″ = 66,04 cm; 12″ = 30,48 cm; 42″ = 106,68 cm; 1 m ≈ 39,4″

1.12 Piłka nie znajduje się wyżej niż dach bloku. Aby poprawnie ocenić tę wysokość, chłopiec powinien patrzeć na nią w kierunku prostopadłym do ściany budynku.

2. Mierzenie czasu

2.1 a) 1 h = 60 min = 3600 s

b) 2,5 h = 150 min = 9000 s

c) 0,1 h = 6 min = 360 s

d) 0,0166... h = 1 min = 60 s

e) 0,166... h = 10 min = 600 s

f) 0,00833... h = 0,5 min = 30 s

g) 0,00166... h = 0,1 min = 6 s

h) 0,033... h = 2 min = 120 s

i) 0,56 h = 33,6 min = 2000 s

2.2 a) 0 h 22 m b) 9 h 28 min c) 13 h 46 min

2.3 a) 3600 s b) 86 400 s c) 604 800 s

2.4 a) 60 s b) 20 s c) 1043 s d) 4566 s

2.5

	138 s	208 s	218 s	328 s	918 s	5568 s	18 928 s	51 528 s
2 min 18 s	×							
15 min 18 s					×			
5 h 15 min 28 s							×	
1 h 32 min 48 s						×		
3 min 28 s		×						

2.6

	7,01 h	7,02 h	7,10 h	7,30 h	7,48 h	7,55 h	7,72 h	7,78 h
7 h 18 min 3 s				×				
7 h 5 min 48 s			×					
7 h 1 min 15 s		×						
7 h 32 min 50 s						×		
7 h 43 min 14 s							×	

2.7 a) 3 h 9 min b) 2 h 37 min c) 5 h 55 min

2.8 Liczba sekund w roku to w przybliżeniu 31,6 miliona. Od przyśnionej liczby różni się tylko o około 0,4 %. To jednak tylko przypadkowa zbieżność. Prawdą natomiast jest, że Ziemia w ciągu roku wykonuje pełen obieg wokół Słońca, że tydzień ma 7 dni i że orbita jest elipsą, a nie okręgiem.

2.9 a) 3 h 9 min 0 s b) 2 h 36 min 55 s

c) 5 h 55 min 4 s

3. Mierzenie masy

3.1 a) 0,04 kg
b) 14 600 dag
c) 1 200 000 dag
d) 0,000103 t
e) 90,2 dag
f) 140 g
g) 125 000 mg
h) 0,038 g

3.2 a) od 0,0005 g do 0,02 g
b) 0,11 g
c) 200 g
d) 2 000 g
e) 3 500 000 g
f) 5 000 000 g

3.3 96,75 g

3.4 pudełko: 250 g, waga: 400 g

3.5 Można zważyć rolkę worków na wadze do warzyw i masę podzielić przez liczbę worków w rolce.

3.6 a) 670 t b) 9 g c) 1,5 mg d) 14 mg

4. Mierzenie powierzchni

4.1 1 m^2, 10 000 cm^2, 1 m^2 = 10 000 cm^2

4.2 a) 3000 cm^2
b) 200 cm^2
c) 57 000 cm^2
d) 0,08 cm^2
e) 0,6 cm^2
f) 9,5 cm^2

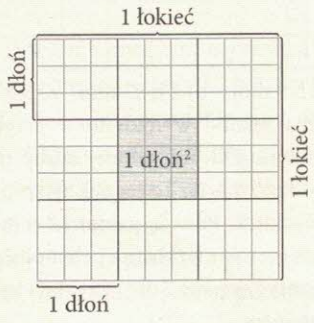
4.3 a) 0,012 m^2
b) 9 m^2
c) 0,73 m^2
d) 0,0013 m^2
e) 0,012 m^2
f) 0,00078 m^2

4.4 a) B b) C c) B d) B

4.5

Zdjęcie	2 cm^2	45 cm^2	1200 cm^2	2 m^2	80 m^2	2 ha	100 ha
karta kredytowa		×					
moneta 1 gr	×						
pole uprawne						×	
plakat formatu A3			×				
Stare Miasto w Krakowie w obrębie Plant							×
mieszkanie					×		

4.6 9 dłoni^2



4.7 a) 2 · 10^6 m^2
b) 15 m^2
c) 0,24 cm^2
d) 0,73 mm^2

5. Mierzenie objętości

5.1 1 m^3, 1 000 000 cm^3, 1 m^3 = 1 000 000 cm^3

5.2 a) 20 000 l
b) 180 l
c) 7 l
d) 1,25 l
e) 0,017 l
f) 0,0037 l
g) 0,13 l
h) 0,0009 l

5.3 a) 0,12 m^3
b) 1,5 m^3
c) 0,085 m^3
d) 0,0014 m^3
e) 0,018 m^3
f) 0,000094 m^3

5.4 a) 70 cm^3
b) 45 000 cm^3
c) 100 cm^3
d) 8000 cm^3
e) 120 000 cm^3
f) 3 500 000 cm^3

5.5

Zdjęcie	0,2 cm^3	3 cm^3	250 cm^3	2000 cm^3	30 000 cm^3	300 000 cm^3
A.		×				
B.				×		
C.			×			
D.						×

5.6 a) C b) C c) B

5.7 Jeśli objętość kropli benzyny wynosi 0,1 cm^3, to jej cena (po 5 zł za litr) wynosi 0,05 gr. Zaokrąglenie tej kwoty do pełnych groszy daje zero. W tym kontekście kropla benzyny nic nie kosztuje.

5.8 a) 20 cm^3; 2,5 cm^3
b) 100 cm^3; 12,5 cm^3
c) 400 cm^3; 50 cm^3

5.9 ciało A: 25 cm^3, ciało B: 50 cm^3

5.10 Zanurzając w cieczy, w której sól się nie rozpuszcza, lub w menzurce częściowo napełnionej piaskiem.

5.11 Nie. Objętość kubka zależy także od jego szerokości.

5.12 Istnieją co najmniej dwa sposoby:
– butelkę umieszczamy poziomo, sprawdzamy, czy woda sięga do połowy szerokości butelki;
– w stojącej butelce zaznaczamy poziom wody, następnie odwracamy ją do góry nogami i sprawdzamy, czy woda sięga wyżej niż zaznaczony poziom.

6. Niepewność pomiarowa

6.1 a) 1 mm b) 0,1 s c) 1 g

6.2 bieg na 100 m: 0,01 s; maraton: 1 s
Dokładność musi być wystarczająco duża, żeby wyniki różnych zawodników różniły się od siebie.

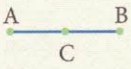
6.3 między 1990 m a 2010 m

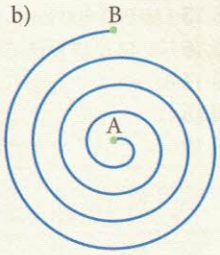
6.4 117 g ± 1 g

6.5 Zważenie jest możliwe, ale nie ma sensu. Wypicie szklanki wody zwiększa masę o około 250 g.
6.6 Dzięki niewielkiej średnicy zmianie objętości cieczy o niewielką wartość odpowiada znaczna zmiana wysokości słupa tej cieczy.
6.7 Należy zważyć znaczną liczbę zapałek, a uzyskany wynik podzielić przez liczbę zapałek.
6.8 a) 26 m b) 8100 s c) 0,00021 kg d) 0,001 m
6.9 a) 15 b) 55 c) 0,50
6.10 a) 460 m
b) niedokładność licznika kilometrów, nieznacznie różna trasa którą jechał rower w czasie różnych pomiarów, różne miejsca włączania i wyłączania licznika
6.11 210 s

Kinematyka

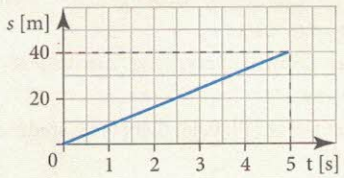
7. Ruch i jego względność

7.1 Dłuższą drogę przebywa autobus „niebieski". Odległość między przystankami jest większa dla autobusu „czerwonego".
7.2 Przemieszczenie jest identyczne. Przebyta droga jest większa dla podróży autobusem.
7.3 $s_A = s_B < s_C$
7.4 Tak, jeśli pasażer porusza się szybciej niż pociąg i w kierunku przeciwnym do jazdy pociągu.
7.5 RUCH: b, d, e SPOCZYNEK: a, c
7.6 Względem Ziemi człowiek spoczywa. Ten stan nie zmienia się po podskoczeniu.
7.7 Jeśli prędkości kuli i samolotu względem ziemi były takie same, to kula spoczywała względem samolotu i pilot mógł ją złapać. W rzeczywistości jest to mało prawdopodobne.
7.8 Ruch pociągu nie spowoduje, że pasażerka poruszy się względem niego.
7.9 a) Krople spadają pionowo względem ziemi, ale względem samochodu poruszają się zarówno pionowo, jak i poziomo (razem z ziemią), co w sumie oznacza ruch po prostej ukośnej.
b) Im szybciej samochód jedzie, tym ślady kropli będą bardziej odchylone od pionu.
7.10 B
Ruch piłki jest złożeniem 2 ruchów: w prawo i w lewo między bawiącymi się dziećmi oraz naprzód wraz z pociągiem. „Zaokrąglenia" skrajnych punktów toru odpowiadają hamowaniu i zawracaniu piłki.
7.11 a) 

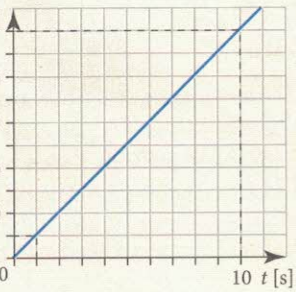
b) 

8. Ruch jednostajny

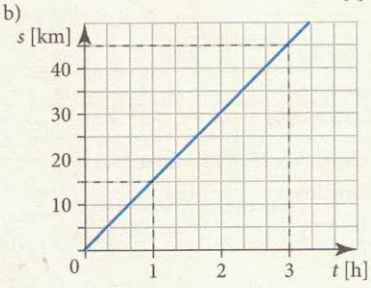
8.1 B
8.2 B
8.3 D
8.4 B
8.5 B
8.6 D
8.7 a) 10 m b) 6 s c) ok. 3,3 $\frac{m}{s}$
8.8 $v = 8\ \frac{m}{s}$



8.9 C
8.10 a)



b)



8.11 ok. 0,0024 $\frac{m}{s}$
8.12 1000 $\frac{km}{h}$; prędkość ratusza względem Ziemi i obserwatora jest równa zero.

8.13 120 $\frac{km}{h}$

8.14 a) 6 km b) 100 m c) 50 m

8.15 150 000 000 km

8.16 ok. 44 h 27 min

8.17 0,5 s

8.18 C

8.19

Prędkość v $[\frac{m}{s}]$	czas t [s]	Przybliżona droga					
		13 m	35 m	380 m	900 m	1,9 km	16 km
31,7	28,3				×		
80	195,2						×
214	8,96					×	
29	13,1			×			
4,8	2,7	×					
3,2	11,05		×				

8.20 a) ok. 0,28 $\frac{m}{s}$ d) 3,6 $\frac{km}{h}$
b) ok. 0,14 $\frac{m}{s}$ e) 1,44 $\frac{km}{h}$
c) ok. 0,97 $\frac{m}{s}$ f) 55,8 $\frac{km}{h}$

8.21 a) 7 $\frac{m}{s}$ c) 20 $\frac{m}{s}$
b) 12 $\frac{m}{s}$ d) 35 $\frac{km}{h}$

8.22 $v_1 < v_3 < v_4 < v_2$

8.23 a) Główną przyczyną różnic jest refleks chłopców.
b) wartości w $[\frac{m}{s}]$: 0,44; 0,40; 0,43; średnia 0,42
c) 1,5 $\frac{km}{h}$

8.24 40 $\frac{km}{godz.lek.} \approx 53 \frac{km}{h}$
53 $\frac{km}{h} < 40 \frac{km}{godz.lek.}$

8.25 a) 0,6 $\frac{km}{h}$ d) 90 $\frac{m}{min}$
b) 250 $\frac{m}{min}$ e) 20 000 $\frac{cm}{s}$
c) 2,5 $\frac{m}{s}$ f) 3 $\frac{cm}{s}$

8.26 240 mil na godzinę

8.27 24 s

9. Prędkość średnia a prędkość chwilowa

9.1

Przykład	a)	b)	c)	d)
Prędkość średnia		×		×
Prędkość chwilowa	×		×	

9.2 chwilowa 23 $\frac{km}{h}$, średnia 14,3 $\frac{km}{h}$

9.3 chwilowa

9.4 B

9.5 D

9.6 Gdynia – Warszawa: ok. 81 $\frac{km}{h}$
Warszawa – Kraków: ok. 105 $\frac{km}{h}$

9.7 a) ok. 3,8 $\frac{km}{h}$
b) Prędkość średnia uwzględnia czas, gdy kosiarka się nie poruszała. Poza tym silnik kosiarki nie mógłby tak długo pracować z maksymalna mocą.
c) 502 320 km
d) ok. 170 h ≈ 7,1 doby

9.8 a) w czasie jazdy przez miasto
b) w biatlonie
c) po Kaszubach

9.9 a) $v_1 = 75 \frac{km}{h}$, $v_2 = 80 \frac{km}{h}$ b) $v_{śr} \approx 76 \frac{km}{h}$

9.10 a) 18 min b) 35 $\frac{km}{h}$

9.11 A

9.12 C

9.13 Pierwszą połowę trasy samochód pokonał w czasie $t_1 = \frac{s}{v}$. Wiemy, że cała trasa jest 2 razy dłuższa, a prędkość 1,5 raza większa, dlatego samochód powinien pokonać tę drogę w czasie:

$$t_{cał} = \frac{2s}{1{,}5v} = \frac{2}{1{,}5}\frac{s}{v} = 1\frac{1}{3}t_1$$

Tak więc drugą połowę trasy musi przebyć w czasie $1\frac{1}{3}t_1 - t_1 = \frac{1}{3}t_1$. Jest to możliwe: prędkość powinna być 3 razy większa niż w pierwszej połowie. Dla prędkości średniej 80 $\frac{km}{h}$ rozumujemy podobnie, dochodząc do wniosku, że $t_{cał} = t_1$, co oznacza, że czas całej podróży ma być taki sam jak pierwszej połowy, a to nie jest możliwe.

10. Prędkość względna

10.1 a) 2,5 $\frac{m}{s}$
b) $-1\frac{m}{s}$ (minus oznacza, że porusza się w dół schodów)

10.2 D

10.3 A

10.4 samochód – motocykl 5 $\frac{km}{h}$,
samochód – ciężarówka 155 $\frac{km}{h}$,
motocykl – ciężarówka 160 $\frac{km}{h}$

10.5 a) 20 $\frac{km}{h}$ lub 140 $\frac{km}{h}$
b) 20 $\frac{km}{h}$ (rower nie może poruszać się z prędkością 140 $\frac{km}{h}$)

10.6 Podróżny biegnie z prędkością 10 $\frac{km}{h}$ w kierunku lokomotywy. Wynik byłby taki sam, gdyby biegł z prędkością 50 $\frac{km}{h}$ w stronę końca pociągu, lecz jest to niemożliwe.

10.7 Siła nośna samolotu zależy od prędkości maszyny względem powietrza: przy starcie pod wiatr prędkości samolotu względem ziemi i wiatru dodają się. Umożliwia to start przy mniejszej prędkości względem ziemi, niż gdyby maszyna startowała z wiatrem. Z tego samego powodu samoloty lądują też zwykle pod wiatr.

10.8 Względna prędkość samochodów w czasie zderzenia czołowego jest sumą ich prędkości i jest znacznie większa niż w czasie uderzenia jednego samochodu w tył drugiego (prędkość względna jest wtedy różnicą prędkości). Większa względna prędkość to większe niebezpieczeństwo dla podróżujących.

10.9 6 s

10.10 Prędkość kajakarza płynącego w dół rzeki względem brzegu wynosi: $v_1 = 10\,\frac{km}{h}$, a względem wody: $v_2 = 10\,\frac{km}{h} - 2{,}5\,\frac{km}{h} = 7{,}5\,\frac{km}{h}$. Prędkość kajakarza płynącego w górę rzeki względem brzegu: $v_3 = 7{,}5\,\frac{km}{h} - 2{,}5\,\frac{km}{h} = 5\,\frac{km}{h}$. Czas potrzebny na powrót ze sklepu jest więc 2 razy dłuższy, bo prędkość jest 2 razy mniejsza, stąd czas oczekiwania na śniadanie: 1 h 40 min.

10.11 Jeśli przyjmiemy długość schodów za jednostkę długości, to prędkość Hani względem schodów można zapisać: $v_1 = \frac{\text{dł. sch.}}{1\text{ min}} = 1\,\frac{\text{dł. sch.}}{\text{min}}$. Prędkość, z jaką poruszają się schody: $v_2 = \frac{\text{dł. sch.}}{0{,}5\text{ min}} = 2\,\frac{\text{dł. sch.}}{\text{min}}$. Gdy Hania wchodzi po jadących schodach, to względem ziemi osiąga prędkość: $v_1 + v_2 = 2\,\frac{\text{dł. sch.}}{\text{min}}$. Wobec tego wejdzie na górę w ciągu $\frac{1}{3}$ min = 20 s.

11. Ruch jednostajnie przyspieszony

11.1 A

11.2 D

11.3 2 s

11.4 5 s

11.5 spoczynek – C, ruch jednostajny – B, ruch przyspieszony –A, ruch opóźniony – D

11.6 a) jednostajny C b) przyspieszony A, B c) opóźniony D, E

11.7 A: 7,5 $\frac{m}{s^2}$, B: 5 $\frac{m}{s^2}$, C: ok. 3,3 $\frac{m}{s^2}$, D: 1,25 $\frac{m}{s^2}$

11.8 Samochód rusza z dużym przyspieszeniem, a nie z dużą prędkością.

11.9 A: $-\frac{1}{3}\,\frac{m}{s^2}$, B: $-\frac{4}{5}\,\frac{m}{s^2}$, C: $-2\,\frac{m}{s^2}$, D: $-6\,\frac{m}{s^2}$

11.10 a) pocisk rozpędzający się w procy
b) samochód jadący prawie z maksymalną prędkością i próbujący się jeszcze rozpędzać
c) pociąg ekspresowy na prostym torze, daleko od stacji

11.11 ok. 2,78 $\frac{m}{s^2}$

11.12 ok. 0,37 $\frac{m}{s^2}$

11.13 $a \approx -0{,}6\,\frac{m}{s^2}$

11.14 na początku

11.15 $800\,\frac{m}{s} \approx 2{,}4\,v_{\text{dźwięk}}$

11.16 5 s

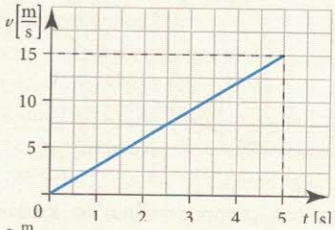
11.17 20 s

11.18 A

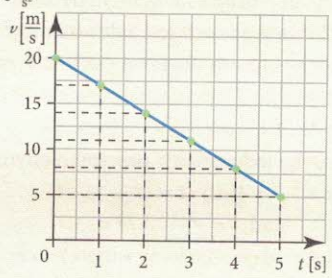
11.19 9 $\frac{m}{s}$

11.20 a) pociąg C b) tramwaj B

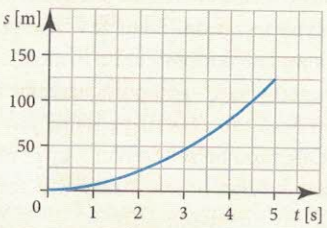
11.21 a) 3 $\frac{m}{s^2}$



b) $-3\,\frac{m}{s^2}$



11.22



11.23 ruch jednostajny, 2 $\frac{m}{s}$

11.24 Ruchem jednostajnie przyspieszonym poruszało się ciało 2, przyspieszenie wynosiło 5 $\frac{m}{s^2}$. Przyspieszenie ciała 1 się zmniejszało (przyrosty prędkości w kolejnych sekundach ruchu były coraz mniejsze), a ciała 3 – się zwiększało.

12. Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym

12.1 B

12.2 C

12.3 A

12.4

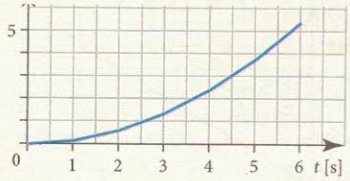
Przyspieszenie $a\,\left[\frac{m}{s^2}\right]$	Czas t [s]	Przybliżona droga s [m]			
		17	66	140	580
7,2	2,15	×			
9,81	5,3			×	
18,2	2,7		×		
2,1	23,5				×

12.5 ok. 7 m

12.6 25 m

12.8

t [s]	1	2	3	4	5	6
s [m]	0,15	0,6	1,35	2,4	3,75	5,4



12.9 Droga jest proporcjonalna do kwadratu czasu ruchu. a) 1 m b) 4 m c) 64 m d) 3 m

12.10 Zakładamy, że ruch jest jednostajnie przyspieszony, a wykresem drogi od czasu jest parabola. Dla czasu $t = 4$ s przebyta droga $s = 40$ m.

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} \qquad a = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{2 \cdot 40\,\text{m}}{(4\,\text{s})^2} = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

12.11 W ruchu jednostajnie przyspieszonym:

$$s = \frac{a \cdot t^2}{2} = \frac{1}{2}(at) \cdot t = \frac{1}{2} v_{\text{końcowa}} \cdot t$$

stąd: $t = \frac{2 \cdot s}{v_{\text{końcowa}}} \approx 72$ s

12.12 Radek podaje poprawny wniosek... chociaż prawidłowe rozumowanie nie jest aż tak proste. Sebastian nie uwzględnił faktu, że wzrost przyspieszenia powoduje skrócenie czasu rozpędzania. Tadeusz pomylił się – gdy przyspieszenie jest np. 2 razy większe, to czas rozpędzania jest 2 razy krótszy, ale zgodnie ze wzorem $s = \frac{a \cdot t^2}{2}$ przebyta droga jest krótsza (a jest 2 razy większe, ale t^2 jest aż 4 razy mniejsze).

13. Wykresy przedstawiające ruch

13.1 $v_1 = 0{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v_2 = 2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

13.2 A, $15\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$, B, $10\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$

13.3 a) 30 s b) 50 m

c)

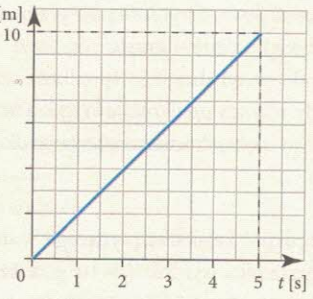
Etap	Początek i koniec	Czas trwania	Droga	Prędkość
1	od $t = 0$ s do $t = 10$ s	10 s	40 m	$4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
2	od $t = 0$ s do $t = 10$ s	20 s	10 m	$0{,}5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

13.4

Etap	Początek, koniec	Czas trwania	Droga	Prędkość
1	10:00, 11:00	1 h	15 km	$15\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
2	11:00, 11:20	20 min	0 km	$0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
3	11:20, 12:20	1 h	20 km	$20\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
4	12:20, 12:50	30 min	0 km	$0\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
5	12:50, 13:10	20 min	5 km	$5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

13.5 a) ruch jednostajny b) 10 m

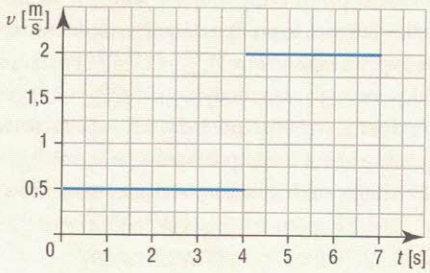
c)



b) Wykres jest tylko przybliżonym opisem ruchu. Zakładamy, że zmiana prędkości między kolejnymi etapami trwała krótko w porównaniu z czasem trwania tych okresów.

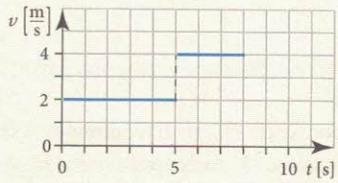
13.6 a) $v = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$, $v = 36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$

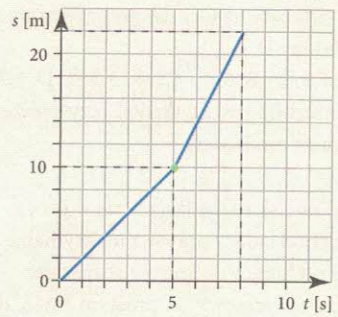
13.7



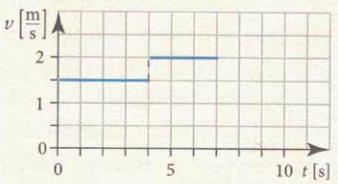
13.8

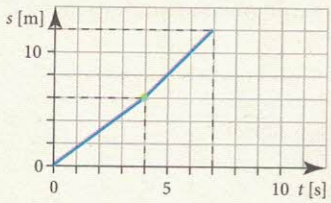
a)



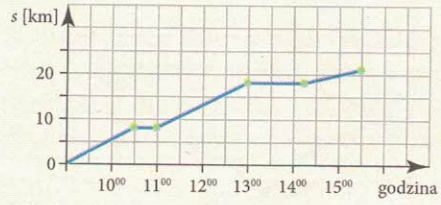


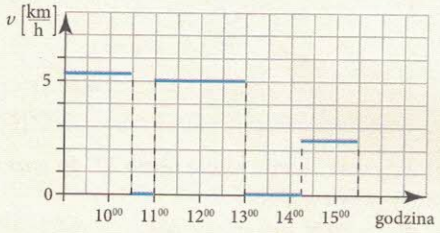
b)





13.9





13.10 a) D b) C c) brak d) B e) A

13.11 a) na 3. piętrze, na 3. piętrze b) w $t = 80$ s
c) na 5. piętrze, na parterze (bardzo krótko) i na 2. piętrze
d) chciał jechać na 2. piętro, przez pomyłkę wcisnął „parter"
e) w górę: 0,3 $\frac{m}{s}$, w dół: 0,3 $\frac{m}{s}$
f) wysokość, w przeciwieństwie do drogi, może się zmniejszać

13.12 A: $a_1 = 0{,}5\ \frac{m}{s^2}$, $a_2 = 0{,}25\ \frac{m}{s^2}$, $a_3 = 0\ \frac{m}{s^2}$, $a_4 = 2\ \frac{m}{s^2}$
B: $a_1 = -0{,}2\ \frac{m}{s^2}$, $a_2 = -2\ \frac{m}{s^2}$, $a_3 = -0{,}5\ \frac{m}{s^2}$, $a_4 = 0\ \frac{m}{s^2}$

13.13 a) po 2 s b) lwica 80 $\frac{km}{h}$, zebra 100 $\frac{km}{h}$

13.14 ok. 4,4 $\frac{m}{s^2}$

13.15 a) prędkości lwicy i zebry były takie same, lwica przestała zbliżać się do zebry
b) tak, skoro porusza się po $t = 6$ s (ucieka wtedy lwicy)

13.16 a) lwica ok. 77,8 m, zebra ok. 44 m
b) mniejszej niż 33,4 m

Dynamika

14. Oddziaływania

14.1 A. grawitacyjnym (i siłą oporu powietrza)
B. elektrostatycznym
C. sprężystym
D. magnetycznym

14.2 A: c, i; B: d, f, h; C: a, e, k; D: b, g, j, l

14.3 STATYCZNY: d, e, g, h, j, l
DYNAMICZNY: a, b, c, f, i, k

14.4 a) rzut wolny
b) bramkarz łapie piłkę w ręce
c) zawodnik uderza piłkę głową

14.5 oddziaływania mechaniczne: naciśnięcie przycisku, podniesienie rękawiczki;
magnetyczne: otwarcie zamka przez elektromagnes;
grawitacyjne: upadek rękawiczki;
elektrostatyczne: przyczepianie się kurzu do terakoty

14.6 skutek statyczny: zawiązanie bungee (oddziaływanie sprężyste);
skutki dynamiczne: skok i spadek (oddziaływanie grawitacyjne), naciągnięcie liny i hamowanie (oddziaływanie sprężyste)

15. Siła

15.1 siła nacisku koszykarza na piłkę,
siła naciągająca łuk,
siła, z jaką karateka działa na deski,
siła, z jaką bramkarz działa na piłkę

15.3 a) takie same: kierunek, zwrot i wartość
b) takie same: kierunek i wartość, przeciwny zwrot
c) ta sama wartość, różny kierunek
d) takie same: kierunek i zwrot, różna wartość

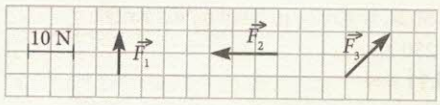
15.4 F_1 – kierunek pionowy, zwrot do góry, wartość 3 N;
F_2 – kierunek ukośny, zwrot w prawo w górę, wartość 4 N;
F_3 – kierunek pionowy, zwrot do góry, wartość 2 N;
F_4 – kierunek poziomy, zwrot w lewo, wartość 5 N

15.5 $F_1 = 20$ N, $F_2 = 15$ N, $F_3 = 5$ N, $F_4 = 10$ N

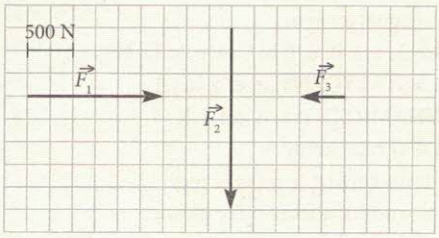
15.6 siła nacisku koszykarza na piłkę $F_1 = 100$ N,
siła naciągająca łuk $F_2 = 150$ N,
siła, z jaką karateka działa na deski $F_3 = 600$ N,
siła, z jaką bramkarz działa na piłkę $F_4 = 200$ N

15.7 0,9 N ± 0,1 N; 5,4 N ± 0,2 N

15.8



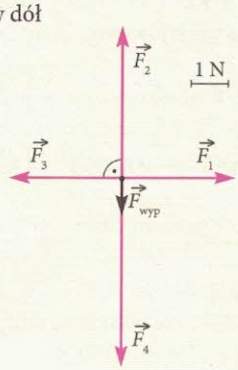
15.9



15.10 a) 100 N b) 50 N
15.11 a) 0,02 kN d) 0,000035 N
b) 156 000 N e) 30 000 N
c) 5000 kN f) 0,0006 N
15.12 a) 1 424 000 N
b) 280 000 N
c) 0,0008 N
d) 0,0002 N
e) 6400 N, 235 000 N

16. Wypadkowa sił równoległych

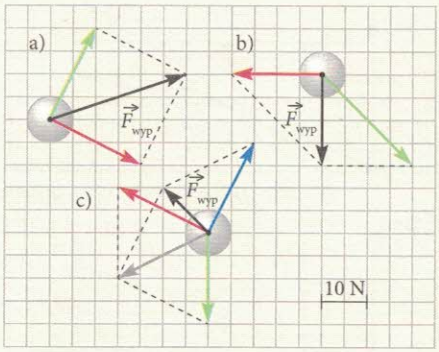
16.1 B
16.2 C
16.3 A
16.4 E
16.5 B
16.6 a) 10 N, w prawo
b) 10 N, w dół
c) 20 N, w górę
16.7 1 N, w dół



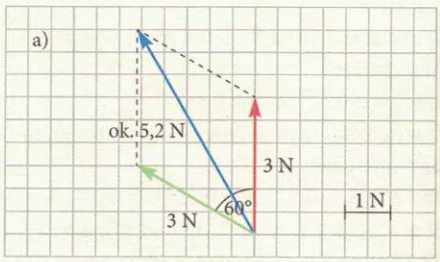
16.8 100 N
16.9 20 N, porusza się w kierunku chłopca ciągnącego większą siłą
16.10 a) 50 N, w tę samą stronę co Krzyś
b) 50 N, w stronę przeciwną niż Krzyś
c) 250 N
16.11 3 N

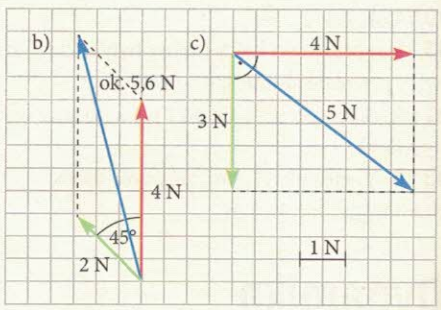
17. Wypadkowa sił nierównoległych

17.1 B
17.2 D
17.3 a) 3 N, w prawo
b) 2 N, w dół
c) 1 N, w lewo
17.4



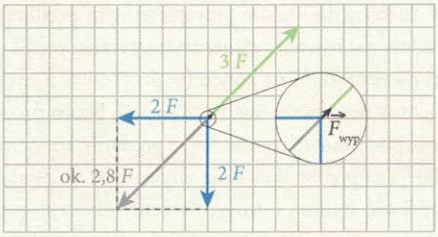
a) $F_{wyp} \approx 32$ N, pod kątem około 20° do poziomu w prawo w górę
b) $F_{wyp} = 20$ N, pionowo w dół
c) $F_{wyp} \approx 14$ N, pod kątem 45° do poziomu w lewo w górę
17.5



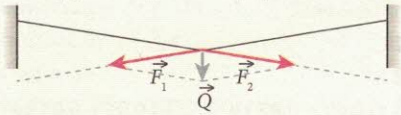


17.6 0 N
17.7 a) nie c) tak e) nie
b) nie d) tak f) nie
17.8 ok. 14,5 kN

17.9 wygra drużyna „zielonych"



17.10 Choć ciężar Q jest niewielki, rozkłada się on na dwie duże siły F_1 i F_2. Lina przenosi te siły i działa nimi na hak. Każda z tych sił ma dużą składową poziomą, która wyrywa hak ze ściany.



17.11 120° (zob. zad. 17.6)

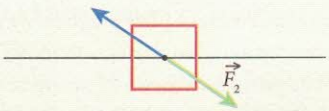
17.12 wartość 2 kratki, skierowana w lewo

18. Pierwsza zasada dynamiki. Bezwładność ciał

18.1 a) PRAWDA b) PRAWDA

18.2 na pewno się równoważą

18.3

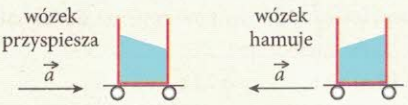


18.4 0 N

18.5 B

18.6 Nie ma możliwości ustalenia tego bez „wyglądania na zewnątrz".

18.7 Jeśli wózek porusza się w prawo, woda odchyla się od położenia poziomego w strony przedstawione na rysunkach:



18.8 Wykorzystuje się tutaj zasadę bezwładności. Wycieraczka zatrzymuje się, błoto „próbuje" kontynuować dotychczasowy ruch.

18.9 Rolka „próbuje" zachować swój ruch – przy szarpnięciu nie zaczyna się obracać i papier się odrywa. Gdy ciągniemy powoli, rolka zaczyna się rozkręcać.

18.10

Przyczyna	Skutek
D	B
D	C

18.11 a) Fantazja – możliwość zatrzymania obrotu Ziemi „na rozkaz", prawda – gdyby Ziemia się zatrzymała, na skutek siły bezwładności poruszalibyśmy się dalej, a siła ta niszczyłaby budynki, powodowała silne wiatry.

b) Na równiku prędkość związana z obrotem Ziemi wynosi około:

$$v = \frac{40\,000\ \text{km}}{1400\ \text{min}} \approx 28\ \frac{\text{km}}{\text{min}} \approx 17\ \frac{\text{mil}}{\text{min}}$$

Bohater poruszał się z mniejszą prędkością. Znajdował się na pośredniej szerokości geograficznej.

18.12 I – W POCIĄGU, II – NA PERONIE

18.13 W czasie hamowania pasażerowie zapierali się (nogami lub rękami), aby nie przewrócić się do przodu na skutek działania siły bezwładności. Działała więc na nich siła skierowana do tyłu, która równoważyła siłę bezwładności. W momencie zatrzymania siła bezwładności zniknęła, a siła „zapierania się" wciąż działała. Spowodowała ona szarpnięcie w tył.

19. Druga zasada dynamiki

19.1 A

19.2 C

19.3 C

19.4 C

19.5 330 kN

19.6 Druga siła musi mieć wartość 3 N lub 15 N i działać w przeciwną stronę.

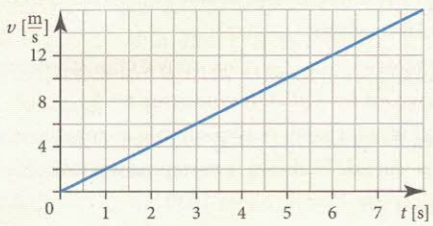
19.7 Gdy ciężarówka jest załadowana, co wynika z II zasady dynamiki.

19.8 Na pociąg działa większa siła. Z większym przyspieszeniem porusza się motocykl, gdyż zależy ono także od masy ciała. Przyspieszenie jest proporcjonalne do siły tylko dla ciał o jednakowej masie.

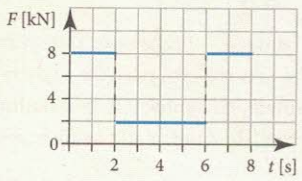
19.9 B

19.10 $1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

19.11



19.12 Oba wózki poruszają się z tym samym przyspieszeniem (siła 10 N działa na masę 2 kg).
19.13 Siła zmieniała się w 2. i 6. sekundzie.



19.14

Sekunda ruchu	Wartość siły [N]					Zwrócona		
	0	0,5	1	2	4	do przodu	do tyłu	nie da się określić
pierwsza				×		×		
czwarta	×							×
szósta					×	×		

19.15 Siły oporów ruchu rosną wraz z prędkością, więc przy pewnej prędkości będą równoważyć siłę napędzającą samochód i przestanie się on rozpędzać.
19.16 Gdy przed ciałem jest ściana, działa ona na ciało siłą, która równoważy siłę pchającą ciało w jej stronę. Dlatego wypadkowa sił działających na ciało jest równa zeru i nie ma tu sprzeczności z zasadami dynamiki.
19.17 Samochód porusza się z przyspieszeniem $-2\ \frac{m}{s^2}$, a hamowanie trwa 15 s. Przebyta do momentu zatrzymania droga jest równa drodze, jaką pokonałby samochód rozpędzając się z przyspieszeniem $2\ \frac{m}{s^2}$ przez 15 s (ruch pojazdu rozpędzającego się i ruch pojazdu hamującego różnią się tylko kierunkiem upływu czasu, jak na filmie puszczonym do tyłu). Stąd $s = 225$ m.
19.18 Można zmierzyć (potrzebne linijka i stoper) przyspieszenie, z jakim poruszają się ciała, gdy działa na nie siła o znanej wartości (potrzebny siłomierz). Znacznie wygodniejsze urządzenie do tego samego celu będziemy mogli zaprojektować, znając zasadę zachowania pędu.
19.19 I sposób
Ze wzoru $v = a \cdot t$ wyznaczamy t i podstawiamy do wzoru $s = \frac{1}{2}at^2$. Otrzymujemy $s = \frac{v^2}{2a}$.
Stąd wyznaczamy przyspieszenie a, znajdujemy jego wartość liczbową, a następnie wartość działającej siły. Wynik: około 1000 N.

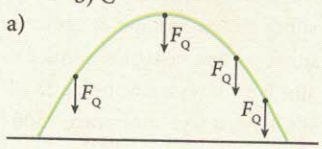
II sposób
W ruchu jednostajnie przyspieszonym prędkość średnia jest równa średniej arytmetycznej prędkości na początku i na końcu (w przypadku innych ruchów nie zawsze jest to prawdą!). Skoro prędkość początkowa wynosi $0\ \frac{m}{s}$, a prędkość końcowa $800\ \frac{m}{s}$, to prędkość średnia wynosi $400\ \frac{m}{s}$. Znając prędkość średnią i drogę, możemy obliczyć czas lotu pocisku w lufie, następnie przyspieszenie (znamy czas i prędkość końcową), a na koniec siłę. Wynik jest oczywiście taki sam jak w sposobie I.

20. Siła ciężkości

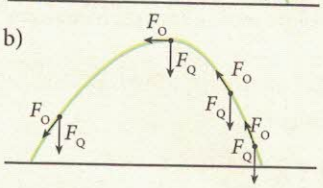
20.1 C
20.2 B
20.3 a) $0{,}60 \pm 0{,}05$ kg b) $0{,}95 \pm 0{,}05$ kg
c) $0{,}25 \pm 0{,}05$ kg
20.4 takie same masy
20.5 0,45 N
20.6 2 kg – 20 N, 20 dag – 2 N, 2 g – 0,02 N
200 kg – 2 kN, 2 t – 0,02 MN, 2 dag – 200 mN
bez pary: 0,2 g oraz 200 N
20.7 a) 25 N b) 15 N
20.8 ok. $19\ \frac{m}{s^2}$
20.9 Zawiesić siłomierz do góry nogami i odczytać wskazania. Pomiar będzie przybliżony, ponieważ wyznaczymy tylko ciężar „obudowy" siłomierza. Nie poznamy ciężaru elementu ze skalą.
20.10 zawieszone ciało: 1 N; 0,1 kg,
dolny siłomierz: 0,5 N; 0,005 kg,
masy i ciężaru górnego siłomierza nie da się odczytać z rysunku
20.11 25 t
20.12 Na wadze sprężynowej – wynik mniejszy niż na Ziemi (inny jest ciężar meteorytu). Na wadze szalkowej – wynik taki sam jak na Ziemi (ciężar odważników zmienia się tak samo jak ciężar meteorytu).
20.13 a) 12 t b) 72 t
20.14 PRAWDA a, c, h FAŁSZ d, b, e, f, g
20.15 a) ciężar na równiku jest mniejszy niż na biegunie
b) masa ciała się nie zmienia
c) większą masę ma ciało znajdujące się na równiku
d) ciężar większy jest w Białymstoku
e) waga sprężynowa będzie zawyżać masę
f) waga szalkowa wskazywałaby prawidłowa masę

21. Spadek swobodny

21.1 C
21.2 D
21.3 B
21.4 C
21.5 Łańcuch porusza się ruchem przyspieszonym. Przyspieszenie rośnie.
21.6 20 m
21.7 I sposób
Wzór $s = \frac{1}{2} at^2$ w naszym przypadku przyjmuje postać $h = \frac{1}{2} gt^2$ (przebyta droga to wysokość wieży, a przyspieszenie wynosi g). Wyprowadzamy z niego t i podstawiamy dane liczbowe. Otrzymujemy: $t \approx 1{,}4$ s.
II sposób
Obliczamy, jaką drogę pokona spadający kamień w czasie 1 s. Otrzymujemy wynik: 5 m. Innymi słowy, z wysokości 5 m kamień spada w czasie 1 s. Droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym jest proporcjonalna do kwadratu czasu, więc jeśli kamień spada z 2 razy większej wysokości, to czas spadania jest $\sqrt{2}$ razy większy niż 1 s, czyli w przybliżeniu 1,4 s.
21.8 2160 $\frac{km}{h}$, ale rozpędzenie do takiej prędkości uniemożliwi siła oporu powietrza
21.9 a) na kartkę papieru
b) moneta
c) na spadającą kartkę papieru będzie działać dużo większa siła oporu powietrza niż na spadającą monetę
21.10 Szybciej spadnie duży kawał blachy. Większa siła oporu działa na spadającą blachę, jednak jej ciężar także jest znacznie większy.
21.11 a) A b) C
21.12 a)



b)



21.13 a) 0 $\frac{m}{s^2}$
b) przyspieszenie (opóźnienie) byłoby 2 razy większe niż przyspieszenie ziemskie
21.14 a) kula 5 kg: $a = 8\ \frac{m}{s^2}$, kula 1 kg: $a = 0\ \frac{m}{s^2}$
b) szybciej spadnie kula o masie 5 kg
21.15 Pierwsza spadnie piłeczka, którą wyrzucimy z mniejszą prędkością (szybciej zatrzyma się i szybciej wróci). Mniejszą prędkość nadamy piłeczce o większej masie i to ona pierwsza spadnie.

22. Trzecia zasada dynamiki

22.1 B, D
22.2 C
22.3 Śmigło działa na powietrze siłą skierowaną w dół. Powietrze działa na śmigło siłą o wartości 10 kN skierowaną w górę.
22.4 750 N, 750 N (odpowiedzi dotyczą sytuacji, gdy człowiek stoi, gdy zaś podnosi ciało, stawiając krok, siły są większe niż 750 N, ale zawsze równe sobie nawzajem).
22.5 Nie, to nie są siły „do pary" występujące w III zasadzie dynamiki. „Parą" ciężaru książki jest siła, z jaką książka przyciąga Ziemię. „Parą" siły reakcji jest siła nacisku książki na stół.
22.6 a) do góry: F_{IJ}, do dołu: F_{JI}, F_{ZJ}; siła F_{JZ} przyłożona jest w środku Ziemi, gdzie pojęcia „góra" i „dół" tracą sens, ale skierowana jest w stronę jabłka
b) F_{IJ} równoważy się z F_{ZJ}
c) F_{IJ} tworzy parę z F_{JI}, F_{ZJ} tworzy parę z F_{JZ}
22.7 a) 1500 N b) 1500 N
22.8 I zasada dynamiki: B
II zasada dynamiki: C
III zasada dynamiki: A
22.9 Siła, z jaką przyczepa ciągnie traktor, nie jest jedyną siłą, która na niego działa. Jest jeszcze siła tarcia opon o podłoże, działająca do przodu. Wypadkowa tych dwóch sił powoduje ruch traktora.
22.10 a) 60 000 N b) 10 $\frac{m}{s^2}$
c) 60 000 N d) $10^{-20}\ \frac{m}{s^2}$
22.11 C, D, E, F

23. Opory ruchu

23.1 a) A, C b) A, D c) B, D d) B, C
23.2 a) Tarcie kół o szyny powoduje rozpędzanie pociągu.
b) Zaciśnięty hamulec powoduje zmniejszanie prędkości roweru.
23.3 C

23.4 $F = 100$ kN

23.5 Siła, z jaką działał chłopiec, była równa sile tarcia statycznego w danej chwili, ale mniejsza niż maksymalna siła tarcia statycznego. Na rysunku wektor siły, z jaką chłopiec pcha szafę, powinien mieć tę samą długość co siła tarcia. Gdyby siły działały tak, jak na ilustracji, szafa przesunęłaby się w stronę chłopca.

23.6 a) 20 N, tarcie statyczne

b) 80 N

c) 60 N

d) nie, tylko maksymalne tarcie statyczne jest większe od kinetycznego

23.7 W obu przypadkach siły oporu mają wartość 800 N.

23.8 Wózek się nie poruszy. Ania powinna podziałać siłą równą co najmniej 10 N (w tę samą stronę, w którą pcha Marysia).

23.9

	A	B	C	D
(a)		×		
(b)			×	
(c)				×
(d)		×		

Uwaga. Siłą na samochód może działać tylko ciało na zewnątrz samochodu (w tym przypadku szosa), a nie silnik, który jest częścią samochodu. Nie można działać siłą na samego siebie.

23.10 a) 150 N b) 250 N

23.11 a) $\vec{F}_3$ b) $\vec{F}_4$ c) $\vec{F}_2$ d) $\vec{F}_1$

23.12 a) Na motorówkę działają także siły oporu ruchu równoważące siłę ciągu.

b) 2000 N

c) Prędkość motorówki zacznie wzrastać. Razem z nią wzrastać będą siły oporu. Po jakimś czasie motorówka będzie znowu poruszać się ze stałą prędkością, ale większą niż początkowo.

d) Siły oporu w powietrzu przy tej samej prędkości są znacznie mniejsze niż w wodzie.

23.13 Tarcie opon zimowych jest większe niż opon letnich. W celu zwiększenia tarcia na opony zakłada się łańcuchy.

23.14 Przyspieszenie nie może być większe niż $5 \frac{m}{s^2}$, później koła zaczną się ślizgać.

23.15 Zatrzymanie się obracania kół powoduje utratę przez kierowcę kontroli nad samochodem.

23.16 o ok. 94%

23.17 Życzymy weny!

Praca, energia, moc

24. Praca

24.1 D

24.2 B

24.3 B

24.4 A

24.5 Ruch ciała ze stałą prędkością po idealnie śliskim, poziomym lodowisku.

24.6 TAK: c, e, f, g NIE: a, b, d

24.7 380 kJ

24.8 żadna z kul nie wykonuje pracy

24.9 3000 J

24.10 jest mniejsza od 750 N

24.11 15 N

24.12 2,5 m

24.13 a) 55 000 J d) 0,024 J

b) 2 000 000 J e) 845 000 J

c) 60 J f) 10 000 000 000 J

24.14 a) 0,458 MJ d) 0,000455 kJ

b) 23 000 kJ e) 0,007 kJ

c) 64 000 J f) 25 500 J

24.15

F [N]	s [m]	Praca			
		13 J	22 J	160 J	21 kJ
31,15	0,7		×		
9,82	1,3	×			
9,88	2140				×
74,3	2,155			×	

24.16 500 m

24.17 a) KRZYSIEK b) 3 RAZY

24.18 a) silnik musi wykonać pracę 45 000 J

b) silnik można zastąpić hamulcem

c) silnik można zastąpić hamulcem

d) silnik musi wykonać pracę 33 000 J

e) silnik musi wykonać pracę 7500 J

f) silnik można zastąpić hamulcem

25. Energia i jej formy. Zasada zachowania energii

25.1 A

25.2 a) energia potencjalna ciężkości ciała wzrosła o 20 J

b) energia potencjalna ciężkości ciężarka zmalała o 40 J

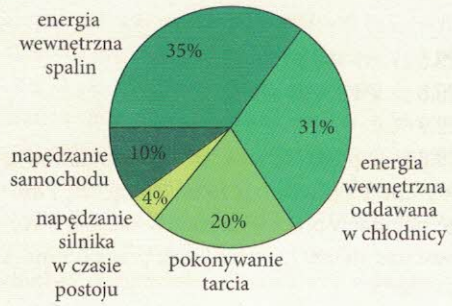
c) energia kinetyczna wagonika wzrosła o 200 J
d) energia kinetyczna młotka zmalała o 10 J

25.3 kosztem energii kinetycznej wiatru

25.4 zmienia się w energię wewnętrzną powietrza i części helikoptera

25.5 najmniejsze – Holandia, największe – Włochy

25.7



25.8 a) dynamo rowerowe
b) żarówka
c) silnik spalinowy

25.9 Elektrownia produkuje mniej energii, niż zużywa na pompowanie wody. Umożliwia jednak zgromadzenie dużej ilości energii (potencjalnej ciężkości), gdy zapotrzebowanie na energię elektryczną jest mniejsze (np. w środku nocy). Gdy zapotrzebowanie na energię wzrasta, można ją szybko z elektrowni odzyskać.

25.10 Maszyny nie da się naprawić. Jej działanie jest sprzeczne z zasadą zachowania energii.

25.11 a) Perpetuum mobile to maszyna, która wytwarza więcej energii, niż zużywa. Jej działanie jest sprzeczne z zasadą zachowania energii.
b) Najlepiej zaproponować, żeby zrezygnował, bo i tak nic z tego mu nie wyjdzie.

25.12 Można jej używać. Informacja o ograniczeniu mocy dotyczy dostarczanej energii elektrycznej (ściślej: wydzielanego ciepła, które może spowodować uszkodzenie lampki), a nie ilości energii emitowanej w postaci światła.

26. Energia potencjalna grawitacji

26.1 D

26.2 D

26.3 B

26.4 10 J

26.5 10 m

26.6 Mają tę samą energię potencjalną.

26.7 Mają tę samą energię potencjalną.

26.8 a) 1m b) 6 m

26.9 „potencjalny" – „możliwy do zrealizowania", z łacińskiego „potentia" – „możność, siła"

26.10 B, D

26.11 C

26.12 a) względem podłogi: 6 J, względem ziemi: 48 J
b) 90 J
c) większa o 105 J względem ziemi

26.13 800 J

27. Energia kinetyczna

27.1 C

27.2 D

27.3 C

27.4 a) 3,75 MJ b) 1000 J c) 750 kJ

27.5 a) 225 J b) ok. 103 J c) 0,72 J

27.6 $E_1 < E_2$, $E_1 = E_3$, $E_2 > E_3$

27.7 a) NIEPOTRZEBNE b) POTRZEBNE

27.8 B

27.9 D (najpierw oblicz prędkość)

27.10 C

27.11 400 m (przy założeniu, że opory ruchu są stałe)

27.12 $1 \frac{m}{s}$

27.13 „Kinetyczny" pochodzi od „kinesis" – „ruch".

27.14 Gdyby nie dwójka w mianowniku wzoru na energię kinetyczną, obrażenia pasażera byłyby dwa razy większe.

27.15 62,5 m

28. Przemiany energii mechanicznej

28.1 ROŚNIE: kinetyczna, MALEJE: potencjalna, JEST STAŁA: mechaniczna

28.2 jastrząb

28.3 Energia kinetyczna spadającej cegły w momencie zetknięcia z ziemią była równa jej początkowej energii potencjalnej (1200 J). Po zetknięciu zamieniła się w energię wewnętrzną cegły i gruntu. Druga cegła w momencie zetknięcia z ziemią miała energię kinetyczną bliską zeru. Jej początkowa energia była stopniowo rozpraszana w czasie znoszenia po schodach.

28.4 Energia kinetyczna spadochroniarza się nie zmienia. Energia potencjalna maleje. Całkowita energia mechaniczna nie jest zachowana, bo część energii mechanicznej zamienia się w energię wewnętrzną.

28.5 a) C

b) C

28.6

Energia	Wykres		
	zielony	niebieski	czerwony
potencjalna		×	
kinetyczna			×
mechaniczna	×		

28.7 zielony

28.8 a) 100 J

b) 100 J

c) 20 m

28.9 ok. 2 m

28.10 Można zapisać równość $\frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot g \cdot h$, skrócić m i wyznaczyć h. Można też uzasadnić, dlaczego wynik nie zależy od masy kropli wody, i wykonać obliczenia dla dowolnie wybranej masy, np. 1 g. Maksymalna wysokość słupa wody: ok. 160 m.

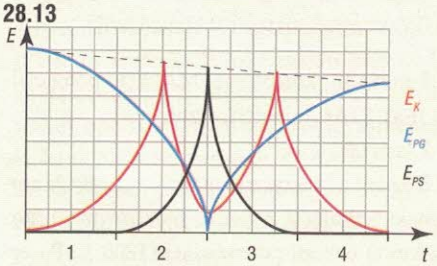
28.11 a) 360 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$

b) ok. 2%

28.12

Etap ruchu	Energia		
	kinetyczna	potencjalna ciężkości	potencjalna sprężystości
1	☒↑ ☐↓ ☐=	☐↑ ☒↓ ☐=	☐↑ ☐↓ ☒=
2	☐↑ ☒↓ ☐=	☐↑ ☒↓ ☐=	☒↑ ☐↓ ☐=
3	☒↑ ☐↓ ☐=	☒↑ ☐↓ ☐=	☐↑ ☒↓ ☐=
4	☐↑ ☒↓ ☐=	☒↑ ☐↓ ☐=	☐↑ ☐↓ ☒=

28.13



29. Moc

29.1 C

29.2 A

29.3 D

29.4

	0,02 W	2 W	125 W	500 W	200 kW	1 MW	100 GW
a)				×			
b)					×		
c)			×				
d)	×						
e)						×	
f)							×

29.5 a) 239 400 J b) ok. 470 W

29.6 25 kWh = 90 MJ

29.7 50 s

29.8 Jeśli prędkość $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, to motorówka w czasie 1 s przebędzie 10 m. Znając siłę i drogę, obliczamy pracę wykonaną w czasie 1 s. Wynosi ona 10 000 J, a więc silnik pracuje z mocą 10 000 W.

29.9 800 N (najpierw oblicz pracę wykonaną przez silnik)

29.10 Maksymalny ciężar, który podnosi winda, to połowa ciężaru jej maksymalnego obciążenia, czyli 3000 N. W ciągu 1 s podnosi go na 0,6 m, a więc w ciągu 1 s wykonuje pracę 1800 J. Moc wynosi 1800 W. W praktyce zawsze instaluje się silnik większej mocy.

29.11 a) 2 kW b) 5 s (jeden postój) c) 20 kJ

29.12 a) 0,0875 kWh, 4 gr.

b) 0,3 kWh, 15 gr.

29.13 a) $\frac{1}{3\,600\,000}$ kWh ≈ 0,00000028 kWh

b) $\frac{1}{3600}$ kWh ≈ 0,00028 kWh

c) $\frac{1}{3{,}6}$ kWh ≈ 0,28 kWh

d) ok. 0,0035 kWh

e) ok. 0,0056 kWh

f) ok. 0,47 kWh

29.14 a) 3 600 000 J d) 288 000 J

b) 7 200 000 J e) 550 800 000 J

c) 54 720 000 J f) 43 452 000 J

29.15 ok. 0,000014 gr

29.16 a) 333 h 20 min b) 1000 h

c) 133 h 30 min

29.17 Dziennikarz nie odróżnia pojęć praca (bądź energia) i moc.

29.18 a) 22,5 kW

b) Mięśnie piłkarza rozpędzają nie piłkę, ale nogę. Odbywa się to przed kopnięciem i trwa znacznie dłużej niż 0,01 sekundy.

29.19 a) ok. 148 kW

b) 148 kW ≈ 200 KM

Maksymalną moc podaną w reklamie samochód rozwija tylko w optymalnych warunkach (np. przy odpowiednich obrotach). Ponadto z powodu oporów ruchu nie cała wytworzona energia mechaniczna zmienia się w energię kinetyczną samochodu.

29.20 Aby obliczyć moc człowieka, możemy przyjąć, że zużywa on dziennie 2500 kcal, czyli około 10 MJ, co daje średnią moc około 120 W, czyli około 2 W na kilogram masy ciała.

Masę i moc Słońca znajdujemy w tablicach astronomicznych albo na wiarygodnej stronie internetowej. Okazuje się, że w przeliczeniu na kilogram masy moc jest aż 10 000 razy mniejsza niż w przypadku człowieka.

29.21 W ciągu 5 minut (300 sekund) wyciąg wywozi $5 \cdot 3 \cdot 4 = 60$ osób o łącznej masie 6000 kg. W tym czasie wyciąg wykonuje pracę 18,9 MJ, co daje moc 63 kW.

30. Maszyny proste

30.1 Klucz o dłuższej rączce.

30.2 Blisko śruby łączącej ostrza. Potrzebna jest wtedy mniejsza siła.

30.3 a) Masa odważników jest wtedy równa masie ważonego przedmiotu.

b) Kładąc odważniki na szalce przy dłuższym ramieniu, mnożylibyśmy wynik przez 2. Kładąc odważniki na szalce przy krótszym ramieniu, dzielilibyśmy wynik przez 2.

30.4 a) RÓWNOWAGA c) W LEWO
b) W LEWO d) W LEWO

30.5 a) równowaga c) w prawo
b) w lewo d) w lewo

30.6 a) zgodnie z ruchem wskazówek zegara
b) równowaga
c) równowaga

30.7 B

30.8 B

30.9 C

30.10 W drugim przypadku.

W pierwszym przypadku część ciężaru chłopca wspiera się na murku, w drugim – ciężar chłopca „unosi" nieco belkę i zwiększa obciążenie liny.

30.11 $m_2 = 2 \cdot m_1$

30.12 500 N

30.13 dowolnie małą siłą

30.14 a) będzie się nawijał
b) będzie się rozwijał
c) równowaga

30.15 40 $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$

30.16 Urządzenia przedstawionego na rysunku nie wprawimy w ruch nawet zewnętrzną siłą. Aby w ogóle mogło się poruszać, koło od strony silnika powinno być większe od koła od strony prądnicy (odwrotnie proporcjonalnie do długości tłoków). Wówczas jednak siła od strony prądnicy będzie większa, ale tłok będzie się poruszał wolniej i nie wyprodukuje większej energii.

30.17 $W_r = W_k = W_d$

30.18 Zakładamy, że rowerzysta nie ma „nosków", więc największą siłę nacisku na pedał uzyska, opierając się na nim całym ciężarem równym 700 N. Obliczamy kolejno: siłę, którą ciągnięty jest łańcuch; siłę, którą łańcuch ciągnie tylną zębatkę, wreszcie siłę, którą opona odpycha szosę. Ta ostatnia siła jest równa sile, którą szosa odpycha oponę, czyli sile napędzającej rower. Wynosi ona ok. 430 N, a więc maksymalne przyspieszenie roweru wynosi ok. 5,4 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Rachunki będą prostsze, gdy zauważymy, że cały mechanizm roweru działa jak jeden kołowrót o ramieniu korby 20 cm i ramieniu wału 13 cali.

30.19 Gdy pchamy pedał w dół, możemy działać większą siłą niż wtedy, gdy przesuwamy pedały w poziomie. Kształt przerzutki na rysunku powoduje, że przełożenie jest różne w zależności od położenia pedałów i wtedy, gdy możemy działać większą siłą, mamy „wyższy bieg".

Właściwości materii

31. Budowa materii

31.1 C

31.2 D

31.3 B

31.4 C

31.5 a) gazowym b) stałym c) ciekłym

31.6 gazowy

31.7 2 litry, zmieściłaby się

31.8 A

31.9 B

31.10 B, C, A

31.11 a) cząsteczki lub atomy tworzące ciało stałe silnie ze sobą oddziałują
b) cząsteczki gazu oddziałują ze sobą bardzo słabo
c) cząsteczki cieczy oddziałują między sobą słabo
d) odległości między cząsteczkami gazu są duże
e) cząsteczki silnie się odpychają, gdy próbuje się je do siebie zbliżyć
f) cząsteczki silnie się odpychają, gdy próbuje się je do siebie zbliżyć
31.12 Krople wody są większe niż szczeliny pomiędzy nitkami tkaniny i z tego powodu napięta tkanina nie przecieka, gdy spadają na nią krople. Jednak dotknięcie tkaniny powoduje rozsuwanie się nitek, a jednocześnie palec zaczyna przyciągać cząsteczki wody.
31.13 a) Powierzchnia kontaktu między stopami i ścianą jest niewielka.
b) Chodzi o to, żeby były porównywalne z rozmiarami cząsteczek. Dzięki temu bardzo duża jest również ich liczba i łączna powierzchnia, jaką przylegają do innych powierzchni.
c) 0,005 mm; 0,00005 mm d) ok. 1 μN
e) ok. 1mm^2
31.14 zmniejsza się
31.15 Żeby człowiek mógł się napić, kropla musiałaby być proporcjonalnie większa. Jednak tak duże krople nie istnieją. Jeśli promień kropli zwiększylibyśmy np. 10 razy, jej powierzchnia byłaby 100 razy większa, ale ciężar aż 1000 razy większy. Ciężar rośnie szybciej niż powierzchnia, więc odpowiednio duża kropla traci swój kształt i rozlewa się pod własnym ciężarem.
31.16 W oceanach znajduje się $1{,}5 \cdot 10^9$ km^3 wody. 1 km^3 to sześcian o boku 1000 m = 10 000 dm, czyli o objętości $(10\,000)^3$ dm^3 = 10^{12} dm^3 = 10^{11} wiader. W oceanie jest więc $1{,}5 \cdot 10^{20}$ wiader wody. Tymczasem 1 wiadro zawiera 10 kg wody, czyli około $3 \cdot 10^{26}$ cząsteczek. W każdym wiadrze jest zatem około 2 mln cząsteczek wody z oceanu.

32. Gęstość

32.1 A
32.2 D
32.3 A
32.4 C
32.5 D
32.6 D
32.7 z ołowiu, ze srebra
32.8 C
32.9 a) ok. 0,83 m^3 b) 1 litr = 1000 cm^3
c) ok. 53 cm^3
32.10 10 cm
32.11 ok. 0,14 cm^3
32.12 ok. 1 kg
32.14 a) 1000 $\frac{kg}{m^3}$ d) 0,023 $\frac{g}{cm^3}$
b) 780 $\frac{kg}{m^3}$ e) 1 $\frac{g}{cm^3}$
c) 0,001 $\frac{kg}{m^3}$ f) 8,35 $\frac{g}{cm^3}$
32.15 a) 2,7 $\frac{g}{cm^3}$ b) ok. 0,1 $\frac{g}{cm^3}$ c) ok. 7,4 $\frac{g}{cm^3}$
32.16 wszystkie gęstości w $\left[\frac{g}{cm^3}\right]$:
Merkury 5,4; Wenus 5,2; Ziemia 5,5; Mars 3,9; Jowisz 1,3; Saturn 0,69; Uran 1,3; Neptun 1,6
32.17 Objętość stali jest równa różnicy objętości dwóch sześcianów: pełnego sześcianu ze stali o krawędzi 10 cm i mniejszego sześcianu wyciętego z jego wnętrza o krawędzi 9,5 cm. Średnia gęstość wynosi ok. 2,1 $\frac{g}{cm^3}$.
32.18 Objętość stali jest równa różnicy objętości dwóch sześcianów. Oblicz najpierw, jaką masę miałby pełny stalowy sześcian ze stali o krawędzi 10 cm. Z jego wnętrza wycinamy mniejszy sześcian. Oblicz po kolei, jakie powinny być jego masa, objętość, długość krawędzi. Teraz łatwo będzie obliczyć grubość ścianki: około 2,2 mm.

33. Ciśnienie

33.1 C
33.2 D
33.3 a) Siła nacisku rozkłada się na dużej powierzchni nart.
b) Zwiększają powierzchnię, na którą wywierają nacisk.
c) Aby przez zmniejszenie wywieranego przez krzesło ciśnienia zmniejszyć uszkodzenia podłogi spowodowe przesuwaniem krzesła.
d) Ciężar ciała rozkłada się na większej powierzchni.
e) Aby nie zapadać się w błocie.
33.4 Nie. Siła nacisku jest równa ciężarowi pojazdu. Zmniejsza się jednak ciśnienie.
33.5 5000 Pa = 5 kPa
33.6 500 Pa
33.7 a) 101 300 Pa d) 2 450 000 Pa
b) 0,0101 MPa e) 2,5 hPa

c) 5600 mPa f) 3,5 kPa

33.8

F [N]	S [m²]	Przybliżone ciśnienie p				
		16 Pa	200 Pa	470 Pa	1,1 kPa	12,5 kPa
1918	4,07			×		
137	0,12				×	
15	0,93	×				
2518	12,3		×			
504	0,04					×

33.9 a) kilka MPa

b) kilkadziesiąt kPa

Pani Aneta wywiera na podłoże około 100 razy wyższe ciśnienie niż ciężki spychacz. Dlatego nie można chodzić po grząskim gruncie w szpilkach, ale można po nim jeździć spychaczem.

33.10 3,2 N

33.11 0,25 m²; 0,5 m

33.12 a) Zwiększają się nacisk na podłoże i siła reakcji podłoża. Aby zrównoważyć siłę reakcji, zwiększają się pole powierzchni, na które naciska opona, i ciśnienie wewnątrz opony.

b) W ugiętej części opony, czyli tej części, która znajduje się na dole, mieści się mniej powietrza. Dlatego podczas toczenia się koła, powietrze cały czas musi się przemieszczać wewnątrz opony. Jego ruch powoduje straty energii. Efekt ten jest większy, gdy opona mocniej się ugina, czyli gdy jest słabiej napompowana.

33.13 a) nie zmieni się b) wzrośnie 4 razy

33.14 Powierzchnia styku nie jest jednym punktem. Siła nacisku powoduje ugięcie zarówno kuli, jak i podłoża.

34. Ciśnienie hydrostatyczne i atmosferyczne

34.1 PRAWDA: a, b, d FAŁSZ: c

34.2 D

34.3 C

34.4 B

34.5 B

34.6 A

34.7 większe ciśnienie – w naczyniu o mniejszym polu powierzchni dna, siła nacisku wody – taka sama

34.8 a) parcie – w obu przypadkach takie samo

b) ciśnienie – w obu przypadkach takie samo

34.9 Na większej głębokości zapora musi wytrzymać większe ciśnienie wody.

34.10 woda: 1 kPa, benzyna: 0,72 kPa, rtęć: 14 kPa

34.11 9000 Pa

34.12 większe niż ok. 120 kPa

34.13 ok. 15 cm

34.14 a) 109 MPa b) 2,21 MPa c) 5,34 MPa

34.15 1300 $\frac{kg}{m^3}$, gliceryna

34.16 D

34.17 B

34.18 C

34.19 TAK: a, c, d, e, g NIE: b, f, h, i, j

34.20 ok. 830 $\frac{kg}{m^3}$

34.21 a) w lewym – olej, w prawym – woda

b) woda zacznie „wypychać" olej, poziom nadal będzie wyższy w lewym ramieniu

c) olej zacznie „wypychać" wodę, poziom nadal będzie wyższy w lewym ramieniu

34.22 a) jest nieco większe

b) było nieco niższe, skoro ciśnienie z zewnątrz zgniotło butelkę; teraz już jest równe

34.23 Przez dodatkowy otwór do wnętrza kartonu dostaje się powietrze. Powoduje to równomierne wyrównywanie się ciśnień powietrza w kartonie i poza nim.

34.24 ok. 10 m

34.25 Nie. Ciśnienie wewnątrz ciała nierównoważone ciśnieniem atmosferycznym rozsadziłoby ciało.

34.26 a) 600 000 N

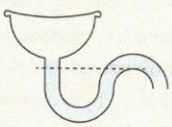
b) 10 000 N

c) Siła, z jaką działa powietrze, jest 60 razy większa.

d) Powietrze działa na szybę z dwóch stron, a siły te się równoważą. Samochód działałby z jednej strony.

34.27 ok. 1,8 cm

34.28 a)



b) Równość poziomów cieczy w naczyniach połączonych.

c) Do wewnątrz budynków dostawałyby się niemiłe zapachy i zarazki z kanalizacji.

d) Umożliwiło instalowanie toalet w mieszkaniach bez obaw o ich stan sanitarny.

35. Prawo Pascala

35.1 B
35.2 C
35.3 A
35.4 a) Pokonujemy coraz większe ciśnienie panujące w oponie.
b) ok. 80 N
35.5 10 cm^2
35.6 25 razy
35.7 0,02 m^2
35.8 4500 N
35.9 a) 8000 N b) 25 N c) 0,1 cm
35.10 a) 500 cm^2 b) 5000 N
35.11 a) 200 N d) 4 kN
b) 200 kPa e) 20 cm
c) 4 kN f) 80 cm
35.12 a) D b) A

36. Prawo Archimedesa

36.1 A
36.2

	Drewno sosnowe	Lód	Stal	Złoto
W alkoholu etylowym	pływa	tonie	tonie	tonie
W wodzie	pływa	pływa	tonie	tonie
W rtęci	pływa	pływa	pływa	tonie

36.3 B
36.4 taka sama jak gliceryny, 1300 $\frac{kg}{m^3}$
36.5 DOLNA WARSTWA: woda, GÓRNA WARSTWA: olej
36.6 zwiększa się objętość ciała, a więc i siła wyporu
36.7 a) Po nabraniu wody, rośnie masa okrętu, gęstość staje się większa od gęstości wody.
b) Wypychają wodę ze zbiorników, posługując się sprężonym powietrzem trzymanym w butlach.
36.8 Gęstość jajka jest większa od gęstości słodkiej wody, ale mniejsza od gęstości wody osolonej. Jeśli chcemy, by jajko było całkowicie zanurzone, nie powinniśmy solić wody. Jednak solenie wody do gotowania jajek ma inny cel. Otóż stykające się ze sobą roztwory dążą do wyrównania stężeń. Jeśli jajko pęknie w wodzie nieosolonej, zaczyna się wylewać. W wodzie osolonej przy niewielkim pęknięciu to zjawisko nie zachodzi, bo stężenie soli jest podobne w wodzie, jak w jajku.
36.9 Gęstość gazu jest kilkaset razy mniejsza niż gęstość wody, dlatego na gaz działa duża siła wyporu. Gdy pęcherzyki są przyczepione do tabletki, siła ta powoduje, że unoszą się one wraz z tabletką.
36.10 Bardziej grzęzną w wodzie do kolan. Siła wyporu zależy od objętości cieczy wypartej przez ciało, a nie od całej objętości ciała. Im większa część ciała jest zanurzona, tym większa siła wyporu, a więc mniejszy nacisk na dno.
36.11 $F_1 = F_2$
36.12 a) zanurzenie zmalało
b) siła wyporu się nie zmieniła (jest nadal równa ciężarowi klocka)
36.13 C
36.14 a) Tak.
b) Nie.
c) Pytania nie są w pełni analogiczne, bo szkło jest cięższe od wody, ale lżejsze od rtęci.
36.15 Zmniejsza się energia potencjalna powietrza, które opada, zajmując miejsce balonu.
36.16 Na butelkę leżącą na dnie, gdyż wypiera ona większą objętość wody – w przypadku butelki pływającej liczy się tylko objętość części zanurzonej. Mimo większej siły wyporu butelka nie wypływa, gdyż ma także większy ciężar.
36.17 Nie ma racji. Mleko działa na hufnale skierowaną do góry siłą wyporu, a hufnale oddziałują na mleko siłą o tej samej wartości, ale skierowaną w dół. Łączny ciężar mleka i hufnali się nie zmienia, Kapturek musi nieść tyle samo.
PS Czy wiesz, co to są hufnale? Jeśli nie – poszukaj takiej informacji.
36.18 A
36.19 A
36.20 w wodzie 1N, w nafcie 0,72 N
36.21 ok. 1,3 N (możesz obliczyć najpierw objętość kostki)
36.22 a) 13,8 kg
b) Masa ratowanego może być większa. Na tonącego działa siła wyporu równoważąca większą część jego ciężaru, bojka ma tylko zrównoważyć niewielką brakującą część.
36.23 a) 0,01 N
b) Brakuje informacji, jaka część klocka jest zanurzona, lub gęstości klocka.

c) Znamy objętość zanurzonej części śruby (jest to po prostu cała jej objętość), natomiast nie wiemy, jaka jest objętość zanurzonej części klocka.

36.24 a) 5 mN c) 0,5 cm^3 e) 8 $\frac{g}{cm^3}$
b) 0,5 cm^3 d) 4 g

36.25 a) 2,7 g c) 1 cm^3 e) 0,7 g
b) 1cm^3 d) 7 mN f) 0,7 $\frac{g}{cm^3}$

36.26 Siła wyporu działająca na trzeci klocek jest 2 razy większa od siły działającej na pierwszy klocek i 3 razy większa od działającej na drugi klocek.

36.27 Ciężar balonika: Q = 0,05 N, siła wyporu działająca na balonik: F_{wyp} = 0,06 N. Balonik może unieść ciężar 0,01 N.

36.28 1 l wodoru jest o 1,12 g lżejszy od litra powietrza, pozwala więc unieść dodatkowy ciężar 1,12 g. Aby unieść 4 g, potrzeba 4 : 1,12 ≈ 3,6 razy więcej, czyli 3,6 l.

36.29 Aby podnieść 900 kg, powietrze w balonie musi być o 900 kg lżejsze od zimnego powietrza o tej samej objętości. 3000 m^3 zimnego powietrza waży 3600 kg, więc powietrze w balonie musi ważyć najwyżej 2700 kg. Jego gęstość nie może przekroczyć 0,9 $\frac{kg}{m^3}$. Z wykresu odczytujemy, że temperatura musi wynosić co najmniej 110°C.

36.30 1 m^3 wodoru waży o 1,12 kg mniej niż 1 m^3 powietrza, więc może unieść 1,12 dodatkowego obciążenia. Podobnie 1 m^3 helu waży o 1,04 kg mniej niż 1 m^3 powietrza, więc może unieść 1,04 dodatkowego obciążenia. Ważna jest nie sama gęstość gazu, ale różnica pomiędzy jego gęstością a gęstością powietrza. Dla helu jest ona mniejsza, ale nie dwa razy, tylko zaledwie około 1,077 razy (bo 1,12 : 1,04 ≈ 1,077).

36.31 zanurzone części: woda 0,7; gliceryna 0,54; rtęć 0,05

36.32 Masa klocka jest równa masie wypartej cieczy. Objętość wypartej cieczy to $\frac{3}{4}$ objętości klocka:

$$d_{cieczy} = \frac{m_{cieczy}}{V_{cieczy}} = \frac{m_{klocka}}{\frac{3}{4}V_{klocka}} = \frac{3}{4}d_{klocka} = 930\ \frac{kg}{m^3}$$

36.33 $d_{klocka} \approx 670\ \frac{kg}{m^3}$, z drewna

36.34 Masa ołowiu i masa żelaza są równe. Objętość żelaza jest większa od objętości ołowiu (porównaj gęstości). W wodzie na żelazo zadziała większa siła wyporu. Waga przechyli się w stronę ołowiu.

36.35 a) Pozostanie bez zmian.
b) Poziom wody nieco się podniesie. Początkowo 1 tona lodu wypierała 1 tonę wody. Po stopieniu z 1 tony lodu powstanie 1 tona wody, ale będzie to woda słodka, o nieco mniejszej gęstości, a więc nieco większej objętości niż słona woda w oceanie.
c) W wypadku a) lód pływa w słodkiej wodzie, w wypadku b) – w słonej. Po jego stopieniu w obu przypadkach powstaje woda słodka.
d) Pozostanie bez zmian. Co prawda w wypadku b) podniesie się nieco poziom wody, ale nie spowoduje to zwiększenia ciśnienia, gdyż początkowo na dno działała nie tylko siła nacisku wody, ale także przenoszona przez wodę siła nacisku lodu. Tę ostatnią możemy inaczej nazwać siłą reakcji lodu na siłę wyporu (por. zad. 36.17).

Nauka o cieple

37. Temperatura i energia wewnętrzna

37.1 ZALEŻY: c NIE ZALEŻY: a, b, d, e

37.2 B

37.3 PRAWDA: a, e FAŁSZ: b, c, d

37.4 D

37.5 a) 225°C
b) 50°C
c) po 2 min od wyjęcia z piekarnika

37.6 Szybciej zaraz po wyjęciu (wykres jest bardziej stromy po lewej stronie). Szybkość stygnięcia malała wraz ze zmniejszaniem się różnicy temperatur między blachą a otoczeniem.

37.7 25°C

37.8 a) zmalała o 90 J
b) wzrosła o 1,5 J

37.9 Postępujemy identycznie, gdy pocieramy zapałkę o draskę.

37.10 100 J

37.11 100 J

37.12 Np. cząsteczki powietrza w temperaturze pokojowej poruszają się z prędkością około 500 $\frac{m}{s}$. To około 2 razy szybciej niż samoloty pasażerskie.

37.13

Ciało lub zjawisko	Temperatura		Uwagi
	°C	K	
Skraplanie helu	−269	4	Skroplonego helu używamy do chłodzenia m.in. aparatury do badań medycznych.
Krzepnięcie alkoholu etylowego	−115	158	
Suchy lód	−78	195	Dwutlenek węgla w stanie stałym.
Orzesznica w czasie snu zimowego	1	274	Mały gryzoń podobny do myszy.
Gorąca sauna	137	410	Wartość orientacyjna.
Lawa wulkaniczna	1100	1373	Wartość orientacyjna.
Topnienie żelaza	992	1265	Piec hutniczy ma około 1600°C.
Topnienie wolframu	3420	3693	Metal używany do produkcji włókien żarówek.

37.14

Rekordy klimatyczne				
Obszar	maksimum		minimum	
	°C	°F	°C	°F
Polska	40	104	−41,1	−42
Europa	50	122	−55	−67
Afryka	58	136,4	−24	−11
Antarktyda	15	59	−89,4	−129

38. Przepływ ciepła

38.1 a) Żeby zmniejszyć odpływ ciepła z ciała do otoczenia; ubranie jest izolatorem.
b) Tworzą grubszą warstwę izolującą ich ciała, zmniejszają utratę ciepła.
c) Garnki dobrze przewodzą ciepło do gotowanego jedzenia, co przyspiesza gotowanie. Porcelanowe talerze słabo przewodzą ciepło, więc posiłek wolniej stygnie.
d) Zapobiegają przepływowi dużej ilości ciepła z gorących naczyń do rąk.
e) Między szybami znajduje się powietrze, które stanowi dodatkową izolację cieplną.
f) Na skutek konwekcji temperatura powietrza przy podłodze jest najniższa.
g) Jej energia wzrosła na skutek wykonywania pracy w czasie mielenia.
h) Siły tarcia powodują wzrost energii wewnętrznej piły.

38.2 Duże uszy słonia, podobnie jak psi język, pomagają zwierzęciu chłodzić jego ciało.

38.3 żelazo, beton, styropian, próżnia

38.4 marmur

38.5 Niekoniecznie. Kubki mogły mieć inny kształt, wpływający na szybkość stygnięcia, mogła być do nich także nalana inna ilość wody.

38.6 Temperatura nie zwiększa się tak szybko. Odczuwamy ciepło docierające do nas ze Słońca przez promieniowanie.

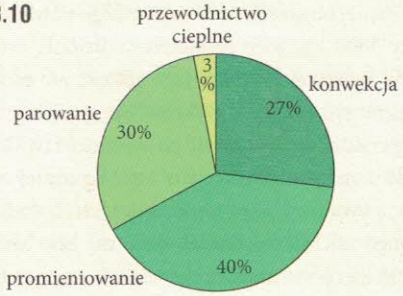
38.7 Konwekcja. Ciepłe powietrze unosi się do góry i temperatura w górnej części przedziału jest wyższa niż w dolnej.

38.8

Zjawisko	Praca	Przepływ ciepła przez		
		przewodnictwo	konwekcję	promieniowanie
A.				×
B.		×		
C.	×			
D.			×	
E.	×			

38.9 wieczorem

38.10



38.11 Wykorzystuje konwekcję, wznoszące prądy ciepłego powietrza. Zyskuje więc energię kosztem energii kinetycznej powietrza.

38.12 Ponad morzem konwekcja jest słabsza niż ponad lądem, gdyż woda nie rozgrzewa się w ciągu dnia tak mocno jak powierzchnia lądu.

38.13 Ochłodzi się dzięki zjawisku promieniowania.

38.14 Ilość ciepła wydzielonego w lufie nie jest wystarczająca, aby nagrzać ją do temperatury topnienia. Po strzale temperatura w lufie bardzo szybko spada.

38.15 Metalowe kombinezony odbijają ciepło biegnące od pieca huty w postaci promieniowania. W przypadku punktowego kontaktu z płynnym metalem ciepło jest szybko rozprowadzane i oddawane do otoczenia. Dzięki temu hutnik nie ulega poparzeniu.

38.16 Na skutek konwekcji ogrzana woda unosi się w czajniku. Na jej miejsce, w okolice grzałki, dopływają kolejne porcje zimnej wody. Grzałka znajdująca się przy szczycie czajnika nie ogrzewałaby wody znajdującej się przy dnie.

38.17 Konwekcja powoduje, że płomień świecy jest zawsze skierowany do góry.

38.18 Sweter nie ogrzewa ciała. Utrudnia tylko „ucieczkę" ciepła wyprodukowanego przez organizm. Woda w zbiorniku nie produkuje ciepła, więc obłożenie zbiornika swetrem nie doprowadzi do wzrostu jej temperatury.

38.19 Miłego oglądania!

38.20 Zjawisko konwekcji polega na tym, że „ciepłe idzie do góry" wtedy, gdy „zimne idzie na dół", a nie na tym, że ciepła woda podnosi się samorzutnie do góry, pozostawiając na dole puste rury. U pana Pietruszki mogą być resztki ciepłej wody pozostałe w systemie wodociągowym.

39. Ciepło właściwe

39.1 D

39.2 D

39.3 A

39.4 D

39.5 4200 J; energia potrzebna do podgrzania zależy od masy, nie od ciężaru.

39.6 18 kJ

39.7 679,5 kJ

39.8 450 $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$, np. żelazo, stal

39.9 8°C

39.10 ok. 24°C

39.11 ok. 0,69 kg

39.12 1000 $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}$

39.13 C

39.14 C

39.15 Najpierw należy wlać zimną wodę, a następnie ciepłą. W odwrotnej kolejności ciepła woda oddałaby otoczeniu dużo więcej ciepła (większa różnica temperatur) i mieszanina, po dodaniu wody zimnej, byłaby chłodniejsza.

39.16 Ciepło właściwe wody jest 30 razy większe od ciepła właściwego rtęci.

39.17 Duży wpływ na klimat ma odległość od mórz i oceanów, które są zbiornikami ciepła (wolno ochładzają się zimą, wolno nagrzewają latem) i powodują zmniejszanie rozpiętości temperatur w rejonach położonych w pobliżu. Suwałki znajdują się dalej od morza.

39.18 a) ok. 3°C

b) ok. 170°C

Piasek odbija część promieniowania słonecznego. Ponadto gorący piasek wypromieniowuje energię. Przy wysokiej temperaturze robi to w takim samym tempie, w jakim Słońce dostarcza mu ciepło. Wzrost o 170°C nastąpiłby, gdyby piasek magazynował całą docierającą do niego energię.

39.19 Energie kinetyczne kul zamieniły się na energię wewnętrzną.

I sposób

$$2 \cdot \frac{m \cdot v^2}{2} = 2 \cdot m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{v^2}{2 \cdot c} = \frac{(10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 130 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}} \approx 0{,}4°\text{C}$$

Temperatura po zderzeniu wynosiła około 20,4°C.

II sposób

Zauważmy, że wynik nie zależy od masy kul. Gdyby masa była większa, proporcjonalnie zwiększyłaby się energia kinetyczna, a więc i przyrost energii wewnętrznej. Jednak ten przyrost w ciele o większej masie wywołałby taką samą zmianę temperatury. Możemy więc wykonać obliczenia dla dowolnie przyjętej masy, np. 1 kg.

40. Zmiany stanu skupienia

40.1

	1	2	3	4	5	6
Topnienie						×
Krzepnięcie					×	
Parowanie				×		
Skraplanie			×			
Sublimacja		×				
Resublimacja	×					

40.2 CIAŁO STAŁE: 1, CIECZ: 2, GAZ: 3

40.3 WPŁYWA: a, c, d, e

NIE WPŁYWA: b

40.4 PRAWDA: a, e

FAŁSZ: b, c, d

40.5 a) 4 b) 1 c) 2 d) 3

40.6 a) ZMALEJE b) ZMALEJE

40.7 Nie, nie.

40.8 Lody mają temperaturę niższą niż 0°C.

40.9 Gdy mówimy w skrócie „temperatura wynosiła 10°C", chodzi nam o temperaturę powietrza. Śnieg miał temperaturę 0°C. Dostarczane ciepło powodowało jego topnienie. Ilość dostarczonego ciepła była zbyt mała, aby stopić śnieg w całości.

40.10 B, A

40.11 sublimacja

40.12 B

40.13 Temperatura wydychanego powietrza jest wyższa niż temperatura zmarzniętych rąk. W przypadku zupy – szybszy przepływ powietrza przyspiesza parowanie.

40.14 W ciepłej cieczy wyższa jest średnia energia kinetyczna cząsteczek. Łatwiej jest im oderwać się od powierzchni cieczy i przejść w stan gazowy.

40.15 20°C

40.16 a) Na talerzu skrapla się woda parująca z tostów.

b) Ochłodzenie szklanki powoduje skraplanie się na niej pary wodnej z powietrza.

c) Metalowa klamka jest dobrym przewodnikiem ciepła i szybko odprowadza ciepło z ręki.

40.17 a) nie

b) Powietrze znajdujące się ponad przetworami w zakręconym gorącym słoiku kurczy się i zasysa zakrętkę.

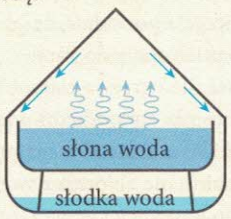
40.18 Grzałka zanurzona w wodzie nie może mieć temperatury wyższej niż 100°C. Woda odbiera nadmiar ciepła i paruje kosztem tej energii.

40.19 Para wodna, pochodząca ze spalania wodoru zawartego w pożywieniu, powstaje zawsze przy oddychaniu. Nie można jej zobaczyć. W zimny dzień widzimy wydobywającą się z ust mgiełkę – jest to efekt skroplenia pary wodnej, a nie sama para.

40.20 W suchym. Łatwiejsze jest odparowywanie wody z powierzchni ciała, a przez to – jego chłodzenie.

40.21 Temperatura odpowiada tylko średniej energii kinetycznej, ale energia kinetyczna różnych cząsteczek wody nie jest jednakowa. Z powierzchni cieczy uciekają te cząsteczki, które w danej chwili mają największą energię kinetyczną. Obniżają one temperaturę cieczy. Jednak ciepło jest wciąż do niej dostarczane z zewnątrz.

40.22 Woda morska nie nadaje się do picia przez człowieka. Musi być z niej usunięta sól. W tym celu poddaje się ją destylacji. Gdy woda paruje, sól pozostaje, a po skropleniu pary otrzymujemy słodką wodę.



40.23 Energia zużywana jest na zwiększanie energii potencjalnej cząsteczek, innymi słowy – na zrywanie wiązań między sąsiednimi cząsteczkami.

40.24 a) 1 b) 3

41. Ciepło topnienia i ciepło parowania

41.1 D

41.2 D

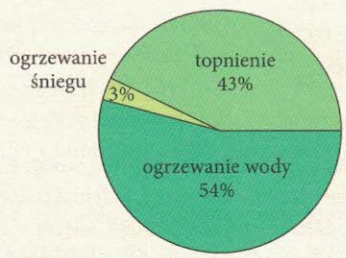
41.3

	60 J	600 J	2 kJ	6 kJ	9 kJ	50 kJ	500 kJ	900 kJ	2 MJ
2,71 kg								×	
6,17 kg									×
15 dag						×			
180 mg	×								
16,9 g				×					
28 g					×				

41.4 4,6 MJ

41.5 a) 385 500 J

b)



41.6 Więcej energii potrzeba do stopienia lodu. Co prawda ołów ma większe ciepło topnienia, ale trzeba go najpierw podgrzać.

41.7 a) 2300 J, 420 J

b) Skraplająca się para oddaje skórze bardzo dużo ciepła.

41.8 a) 2,64 MJ

b) ok. 700 W

41.9 TAK: a, b, c, d

41.10 5,5°C

Uwaga. W praktyce trudno byłoby uzyskać taki efekt, bo pokój musiałby być całkowicie odizolowany od otoczenia.

41.11 291,5 $\frac{kJ}{kg}$

41.12 2 kg

41.13 ok. 76°C

41.14 a) większe w stałym c) B
b) B d) A

41.15 a) –110°C b) 100 $\frac{kJ}{kg}$ c) 2000 $\frac{J}{kg \cdot °C}$

41.16 a) 80°C b) 800 $\frac{kJ}{kg}$ c) 2000 $\frac{J}{kg \cdot °C}$

41.17 a) około 7°C
b) 80°C
c) 400 $\frac{kJ}{kg}$
d) w postaci gazu

41.18 Ciepło topnienia lodu jest 27,5 raza większe od ciepła topnienia rtęci.

41.19 Ciepło parowania żelaza jest ok. 22 razy większe od ciepła parowania rtęci.

41.20 1 kg wody oddałby w tej sytuacji energię:

$$2300\ kJ + 80 \cdot 4200\ J = 2636\ kJ.$$

Z proporcji: 1kg – 2636 kJ
m – 800 kJ

$$\frac{m}{1\ kg} = \frac{800\ kJ}{2636\ kJ}$$

otrzymujemy wynik ok. 0,3 kg.

41.21 Aby ochłodzić sok, musimy odebrać 31 500 J ciepła. Gdy jedna kostka lodu topnieje, po czym powstała woda ogrzewa się do 10°C, pobierane jest ciepło 3720 J. Wobec tego potrzeba 31 500 : 3720 ≈ 8,47 kostki, a ponieważ kostki wrzucamy w całości, musimy ich wrzucić 9.

Elektryczność

42. Elektryzowanie ciał. Ładunki elektryczne

42.1 TAK: a, b, c, e NIE: d, f

42.2 A

42.3 Jego łączny ładunek elektryczny jest równy zeru. Zawiera tyle samo protonów co elektronów.

42.4 C

42.5 B

42.6 B

42.7 Odpłynęła z niego pewna liczba elektronów.

42.8 A

42.9 D

42.10 dodatnio

42.11 a) DODATNIO
b) UJEMNIE

42.12 a) z A do B
b) z B do A

42.13 TAK: a, d
NIE: b, c, e

Uwaga. Znak ładunków ma wpływ na zwrot siły, a nie na jej wartość.

42.14 Największa masa – naładowany ujemnie, najmniejsza – dodatnio, ale różnice są niemierzalne.

42.15 Sztuczne wytwarzanie substancji nie polega na wytwarzaniu atomów ani tym bardziej cząstek mniejszych od atomów, ale na łączeniu atomów w związki chemiczne.

42.16 a) 960 C, protony – ładunek dodatni, elektrony – ujemny
b) 0 C
c) około 10^{-15} (jedna biliardowa część) liczby elektronów

42.17 a) ok. –48 000 C
b) ok. –35 C
c) pierwsza liczba jest ok. 1400 razy większa

43. Przewodniki i izolatory

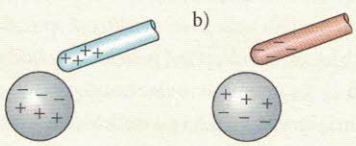
43.1 A

43.2 C

43.3 Kulka elektroskopu jest przewodnikiem. Swobodne elektrony łatwo przepływają z kuli na rękę. Balon jest izolatorem, w którym ładunki nie mogą się swobodnie poruszać. Ładunki na balonie przemieszczą się tylko w obrębie miejsc bezpośrednio stykających się z dłońmi.

43.4 W izolatorach znajdują się elektrony. Nie są one jednak swobodne jak w przewodnikach i dlatego izolatory nie przewodzą prądu.

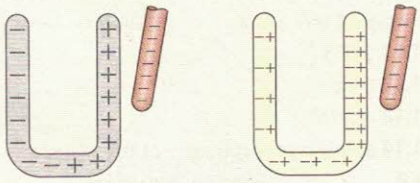
43.5



43.6 a) Tak. Jeśli kulka ma ładunek ujemny, kulka i zbliżane ciało będą się odpychać. Jeśli kulka jest obojętna, na skutek indukcji zgromadzi się na niej od strony zbliżanego ciała ładunek dodatni. Kulka i ciało zaczną się przyciągać.
b) Nie. Na skutek indukcji kulka i zbliżane ciało zawsze będą się przyciągać.
43.7 Ładunki piłeczek wyrównają się i obie będą naładowane dodatnio. Piłki zaczną się odpychać.
43.8 Ładunek ciała B: nie można tego ustalić (może być ono zarówno naelektryzowane ujemnie, jak i obojętne elektrycznie).
Ładunek ciała C: ujemny.
43.9 z izolatorów
43.10 Wykorzystujemy: przewody elektryczne, piorunochrony; nie wykorzystujemy: sztućców, klamek.
43.11 Wykorzystujemy: izolacje kabli, uchwyty niektórych narzędzi; nie wykorzystujemy: mebli, ubrań.
43.12 Ładunek zgromadzony na rurze powoduje:
a) uporządkowane „ustawianie się" cząsteczek izolatora (papieru) – w kierunku rury skierowane będą „końce" cząsteczek o ładunku przeciwnym do ładunku zgromadzonego na rurze,
b) przemieszczanie się elektronów swobodnych w folii aluminiowej – w kierunku rury, jeśli jest ona naładowana dodatnio, lub w kierunku przeciwnym, jeśli ładunek rury jest ujemny.

44. Indukcja elektrostatyczna

44.1 Na rysunku II kulka jest naładowana dodatnio, a listki – ujemnie. Na rysunku III kulka jest naładowana ujemnie, a listki – dodatnio.
44.2 a) B
b) C
44.3 a) UJEMNIE
b) DODATNIO
44.4 Potrzeć pałeczkę materiałem. Wówczas naładuje się ona dodatnio. Zbliżyć pałeczkę do elektroskopu. Jeśli wskazówka elektroskopu odchyli się bardziej, elektroskop jest naładowany dodatnio.
44.5 a) Na przepływie elektronów z (lub do) ciała naelektryzowanego po dotknięciu nim innego ciała.
b) Na przepływie elektronów z jednego ciała do drugiego na skutek ich pocierania.
c) Na rozdzieleniu w ciele ładunków dodatnich i ujemnych pod wpływem zbliżenia ciała naelektryzowanego.
44.6



metalowy porcelanowy

44.7 a) ujemnie
b) z kulki na ziemię
c) dodatni

45. Prąd elektryczny. Obwody elektryczne

45.1 C
45.2 D
45.3 D
45.4 B
45.5

Żarówka	Świeci	Nie świeci
I	×	
II	×	
III	×	
IV		×

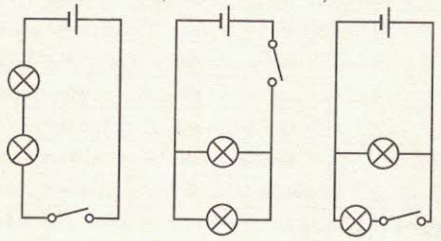
45.6

Obwód	Rysunek				Zdanie		
	A	B	C	D	K	L	M
I				×	×		
II			×		×		
III	×					×	
IV		×					×

45.7 AE, BD, CF
45.8 I A, II D, III B, IV C
45.9 We wszystkich przypadkach mamy do czynienia z zamkniętą linią: obwód elektryczny musi być zamknięty, aby płynął prąd; boki figury tworzą linię zamkniętą; obwód wyborczy jest na mapie ograniczony linią zamkniętą.
45.10 TAK, NIE, TAK
45.11 a) W_1 zamknięty, W_2 otwarty
b) W_1 zamknięty, W_2 zamknięty
c) niemożliwe
d) W_1 otwarty, W_2 dowolnie

45.12

a) b) c)



45.13 z A nie wynika B, z B wynika A

45.14 prąd „wraca" do prądnicy po metalowej ramie roweru

45.15 1) W_1 otwarty, W_2 i W_3 dowolne położenie: żadna żarówka nie świeci,

2) W_1 zamknięty, W_2 otwarty, W_3 otwarty: świecą żarówki A, D,

3) W_1 zamknięty, W_2 otwarty, W_3 zamknięty: świecą żarówki A, B, D,

4) W_1 zamknięty, W_2 zamknięty, W_3 otwarty: świecą żarówki A, D,

5) W_1 zamknięty, W_2 zamknięty, W_3 zamknięty: świecą żarówki A, B, C, D.

46. Napięcie i natężenie

46.1 I F, II A, III B, IV E, V C, VI D, VII G

46.2 napięcie w woltach, natężenie w amperach

46.3 C

46.4 A

46.5 a) natężenie b) napięcie c) natężenie

46.6 a) 1,5 V b) 9 V c) 12 V

46.7 2,5 A

46.8 300 C

46.9 2 min 40 s

46.10 a) napięcia b) natężenia

46.11 a) 73 V b) 73 000 V c) 7300 V

46.12 a) 0,32 A b) 3,2 A c) 0,0032 A

46.13 a) napięcie: 20,4 V

b) napięcie: 12,7 mV = 0,0127 V

c) natężenie: 151,7 mA = 0,1517 A

d) natężenie: 1,517 mA = 0,001517 A

46.14 a) 3600 C

b) 2,5 h

c) mniej niż kulomb (tydzień to $7 \cdot 24 \cdot 3600 < 7 \cdot 25 \cdot 4000 = 700\,000 < 1\,000\,000$ sekund)

47. Połączenia szeregowe i równoległe

47.1 C, E

47.2 B, F

47.3 B

47.4 A

47.5 $I_1 = I_2$

47.6 a) czerwona końcówka do +, czarna do –, 9 V, szeregowo

b) czerwona końcówka do –, czarna do +, 4,5 V, równolegle

47.7 a) 3 V b) 1,5 V c) 1,5 V

47.8 a) 12 V b) 2 A c) około 20 h

47.9 III: 400 mA, IV: 250 mA

47.10 a) w dół, 100 mA

b) w górę, 100 mA

c) w górę, 500 mA

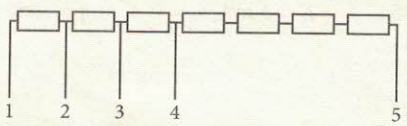
47.11 Podłączyć je do gniazdka połączone szeregowo. Jako wynik przyjąć sumę wskazań.

47.12 a) równolegle c) szeregowo

b) szeregowo d) równolegle

47.13 A będzie świecić słabiej, B zgaśnie, D i E będą świecić mocniej.

47.14 a) 3 V i 4,5 V b) potrzeba 5 przewodów



48. Prąd elektryczny w cieczach i gazach

48.1 a) C b) A c) B

48.2 Na^+, Cl^-

48.3 A

48.4 Jony potasu do przewodu podłączonego do bieguna ujemnego, chloru – do dodatniego.

48.5 a) woda z kranu

b) woda morska

c) krew

d) woda, w której gotujemy ziemniaki

48.6 bateria, ogniwo, akumulator

48.7 a, d, e

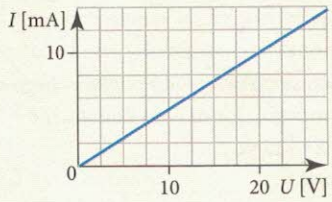
48.8 Przy dużym napięciu między chmurą i ziemią cząsteczki powietrza pod wpływem sił elektrycznych zostają rozerwane na jony i elektrony. Powstałe jony i elektrony stają się nośnikami prądu dla pioruna.

48.9 C → F → B → E → A → D

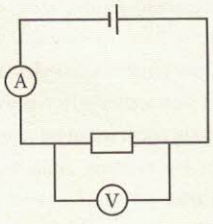
48.10 tak
48.11 Atom sodu „oddaje" elektron chlorowi, w wyniku czego uzyskuje dodatni ładunek elektryczny.
48.12 c → b → a

49. Opór elektryczny

49.1 B
49.2 C
49.3 D
49.4 B
49.5 a) 0,2 A b) 0,6 A
49.6 około 170 Ω
49.7 28,75 Ω
49.8 a) 4 Ω b) 250 Ω c) 50 Ω d) 5 MΩ
49.9 120 mA
49.10 18 V
49.11 5 A
49.12 a) około 0,68 mA
b) około 0,53 μA
c) 0,6 μA
49.13 20 V
49.14 1,2 V
49.15 a) 15 V b) 517 V c) 37,4 V d) 26,4 V
49.16 a) $I_1 = I_2 = 3$ mA, $I_3 = 0$ A, amperomierz A: 6 mA
b) $I_1 = I_2 = I_3 = 3$ mA, amperomierz A: 9 mA
49.17 a) C
b) A: 3,3 Ω, B: 5 Ω, C: 10 Ω
49.18 a) A
b) A: 7500 Ω, B: 5000 Ω, C: 2000 Ω
49.19



49.20 a)



b)

Nr pomiaru	U [V]	I [μA]	R [kΩ]
1	1,2	175	6,86
2	1,7	250	6,80
3	2,3	340	6,76
4	2,8	410	6,83
5	3,3	480	6,88
Średni opór			6,80

49.21 Przyczyny:
a) do przewodu podłączono napięcie,
b) w aluminium elektrony częściej zderzają się z jonami niż w miedzi,
c) w miedzi znajdują się swobodne elektrony,
d) zwiększono napięcie podłączone do przewodu.
49.22 pralka, czajnik elektryczny
49.23 W pokoju jest jaśniej, gdy włączona jest jedna żarówka.

50. Od czego zależy opór elektryczny

50.1 a) Dłuższą drogę. Opór rośnie, gdy rośnie długość przewodnika.
b) Wąską ścieżką. Opór rośnie, gdy maleje pole przekroju poprzecznego przewodnika.
50.2 TAK: a, b, e, f NIE: c, d
50.3 B
50.4 C
50.5 pierwszy, 4 razy
50.6 opory przewodów są równe
50.7 przewód żelazny
50.8 ze złota
50.9 mniejszy

51. Opór zastępczy

51.1 D
51.2 A
51.3 a) szeregowo, 2 kΩ
b) szeregowo, 2 kΩ
c) równolegle, 0,5 kΩ
51.4 a) około 1008 Ω
b) 480 Ω
51.5 Dwa oporniki położone z prawej strony połączone są szeregowo. Ich opór zastępczy wynosi 2 MΩ. Trzeci opornik od prawej połączony jest z nimi równolegle, dlatego opór układu złożonego z 3 oporników z prawej strony wynosi 0,667 MΩ. Opór zastępczy całego układu wynosi 1,667 MΩ.

51.6 Opór zastępczy układu wynosi 0,3 kΩ, więc prąd ma natężenie 0,2 A. Woltomierz V_1 wskazuje napięcie 40 V, a V_2 – napięcie 20 V.

51.7 a) Opór zastępczy wynosi 100 kΩ, więc woltomierze wskazują kolejno 2 V, 3 V, 5 V.

b) Przez opornik R_3 prąd nie płynie. Opór zastępczy włączonej części układu wynosi 50 kΩ, więc woltomierze wskazują kolejno 4 V, 6 V, 0 V.

51.8 Dla wyłącznika otwartego opór zastępczy oporników 2 i 3 wynosi 500 Ω, a opór zastępczy całego układu – 3 kΩ. Natężenie prądu wynosi 4 mA. Dla wyłącznika zamkniętego prąd omija oporniki 2 i 3, więc opór zastępczy całego układu wynosi 2,5 kΩ, a natężenie prądu 4,8 mA.

51.9 Napięcie na oporniku R_1 wynosi 10 V, a więc na opornikach R_2 i R_3 wynosi ono 2 V. Stąd $I_2 = 1$ mA, a więc $I_3 = 4$ mA, zatem $R_3 = 500$ Ω.

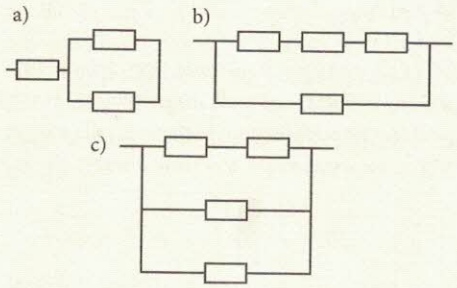
51.10 Opór zastępczy oporników R_2, R_3 R_4, R_5 wynosi 2 kΩ, a opór zastępczy całego układu wynosi 6 kΩ. Przez opornik R_6 płynie prąd o natężeniu 2 mA, więc napięcie na tym oporniku wynosi 4 V.

51.11 Opór zastępczy układu: $R = 200$ Ω. Prąd wypływający z baterii ma natężenie 22,5 mA. Rozgałęzia się on na dwie równe części, więc amperomierz wskaże 11,25 mA, a woltomierz – 1,125 V.

51.12 Opór zastępczy oporników w pojedynczym trójkącie wynosi około 1,33 kΩ.

Dwa trójkąty i opornik z prawej strony połączone są szeregowo, a opór całego układu wynosi $R \approx 4{,}67$ kΩ.

51.13



51.14 a) opornik C musi mieć opór 300 Ω

b) opornik C musi mieć opór 100 Ω

52. Praca i moc prądu

52.1 A

52.2 C

52.3 D

52.4 B

52.5 A

52.6 20 W

52.7 a) 0,48 kWh = 1728 kJ

b) 24 gr c) około 87 mA

52.8 15 kWh

52.9 200 W

52.10 a) 2300 W b) 4,6 kWh = 16,56 MJ

c) 11,50 zł

52.11 90 kW = 122 KM

52.12 a) 0,42 A b) 3000 J

52.13 a) 103,5 kJ b) 1,5 A

52.14 a) moc prądu elektrycznego

b) 1 kWh (=10 hWh) kosztowała w Galicji 60 halerzy, 3 razy drożej niż litr mleka. Obecna cena 1 kWh (ok. 70 gr) jest kilka razy mniejsza od ceny 1 litra mleka. Koszt wytworzenia 1 kWh jest stosunkowo mniejszy niż kiedyś z co najmniej kilku powodów: energia elektryczna wytwarzana jest powszechnie, wydobycie węgla jest bardziej zautomatyzowane, elektrownie mają większą sprawność.

52.15 1,3 mW

52.16 Potrzebna energia to 84 000 J. Grzałka, po uwzględnieniu sprawności, dostarcza 400 J w ciągu 1 s, a więc gotowanie trwa 84 000 : 40 = = 210 (s), czyli 3,5 min. Zauważ, że informacja o napięciu nie jest potrzebna do rozwiązania tego zadania.

52.17 Napięcie sieciowe zmienia się nieznacznie, dlatego możemy pominąć zmiany oporu grzałki związane z jej wyższą temperaturą przy wyższym napięciu sieciowym. Gdy napięcie zmniejszy się o 5%, tak samo zmniejszy się natężenie prądu, a więc moc stanowić będzie $0{,}95 \cdot 0{,}95 = 0{,}9025$ początkowej mocy, czyli będzie wynosić ok. 270 W.

52.18 Samochód zyskuje energię potencjalną 130 kJ. Ponieważ stanowi ona 70% energii zużytej przez silnik wyciągarki, to cała ta zużyta energia wynosi 130 kJ : 0,7 ≈ 186 kJ. Aby wykonać tę pracę w ciągu 600 s, silnik musi osiągnąć moc 310 W. Ponieważ zasilany jest napięciem 12 V, płynie przez niego prąd ok. 26 A.

52.19 a) W ciągu 1 s samochód przebywa 5 m i wykonuje pracę 1000 J, a więc jego moc wynosi 1000 W. Przy napięciu 36 V oznacza to, że prąd płynący przez silnik ma natężenie ok. 28 A.

b) ok. 6,5 h c) ok. 117 km

53. Zastosowania energii elektrycznej

53.1 PRĄD STAŁY: akumulator, bateria
PRĄD PRZEMIENNY: linia wysokiego napięcia, gniazdko sieciowe

53.2

Urządzenie	Powstaje energia					
	kinetyczna	wewnętrzna	potencjalna	światła	dźwięku	jądrowa
żarówka		S		U		
wentylator	U	S				
grzałka		U				
odkurzacz	U	S			S	
suszarka	U	U			S	
głośnik		S			U	

53.3 a) Nie. Przepalona żarówka nie świeci mimo przyłożonego napięcia.
b) Należy wyłączyć lampę z sieci lub wykręcić bezpieczniki.

53.4 Gdy chcemy sprawdzić poprawność podłączenia przewodów w domowej instalacji elektrycznej.

53.5 W przypadku kontaktu z niezabezpieczonymi przewodami i porażenia prądem kurczą się mięśnie i zaciskają pięści. Dotknięcie wewnętrzną stroną dłoni groziłoby zaciśnięciem palców na przewodzie.

53.6 Mokry wyłącznik (w piwnicy jest wilgotno) może spowodować porażenie prądem.

53.7

Urządzenie	Moc				
	2 W	20 W	200 W	600 W	1800 W
a)					×
b)			×		
c)				×	
d)		×			

53.8 a) nie b) tak

53.9 a) 0 V b) –325 V c) 0 V d) 325 V

53.10 230 V to wartość napięcia skutecznego. Oznacza ono, że gdy do gniazdka podłączymy np. lampkę, to jej żarówka będzie świeciła tak samo jasno, jak po podłączeniu do napięcia stałego 230 V.

53.11 Nie. W domu mogą znajdować się urządzenia, które wymagają stałego dopływu prądu, np. lodówka, alarm antywłamaniowy. Lodówka bez zasilania się rozmrozi, a alarm jest najbardziej potrzebny w czasie nieobecności w domu.

53.12 Zwykły bezpiecznik wyłącza prąd, gdy jego natężenie przekroczy ustaloną granicę. Wyłącznik różnicowo-prądowy wyłącza prąd, gdy powstanie różnica między natężeniem prądu wpływającym do sieci domowej i z niej wypływającym. Istnienie takiej różnicy wskazuje na awarię instalacji (przebicie w sieci) lub sytuację niebezpieczną dla ludzi (porażenie prądem).

53.13 a) Wyłączenie aparatury podtrzymującej życie (np. respiratorów) spowodowałoby śmierć pacjentów.
b) Brak kontaktu radiowego samolotów z kontrolą lotów nie tylko uniemożliwiłby start i lądowanie, ale mógłby także doprowadzić do zderzenia samolotów w powietrzu.
c) Problemem byłaby nie tylko ewakuacja górników (brak zasilania windy), lecz także zatrzymanie pomp usuwających wodę z kopalni.

Magnetyzm

54. Oddziaływanie magnesów

54.1 C

54.2 B

54.3 D

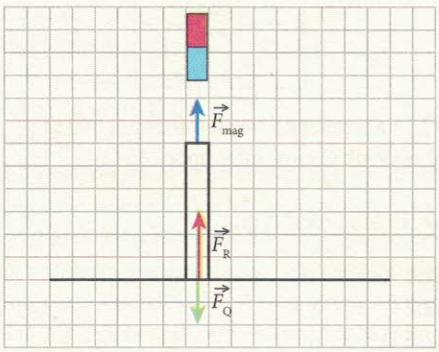
54.4 a) na łebku: południowy
b) na ostrzu: północny

54.5 zbliżenie pręta do drobnych przedmiotów z żelaza (np. gwoździków), do igły kompasu

54.6 a) A,C b) C

54.7 10 N

54.8 Gdy pręt opierał się o stół, jego ciężar równoważony był przez sumę sił: magnetycznej i reakcji podłoża. Po podniesieniu pręta wyżej siła magnetyczna nie wystarczyła, aby zrównoważyć ciężar.



54.9 Siła magnetyczna jest większa od siły ciężkości, gdyż pinezka przyczepiła się do magnesu. Działająca w górę siła magnetyczna jest równoważona przez sumę sił działających w dół sił: grawitacji i dodatkowo nacisku magnesu na łebek pinezki.

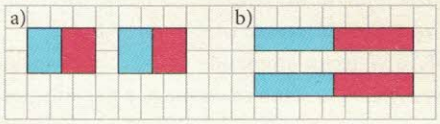
54.10 Zbliżenie magnesu do żelaza powoduje jego namagnesowanie. Bieguny powstającego magnesu układają się zawsze w taki sam sposób, jak w zbliżanym magnesie. Natomiast bieguny dwóch magnesów można ustawić w różny sposób.

54.11 Nie można tego stwierdzić. Możliwe, że kulka B jest namagnesowana, a kulki A i C nie są, ale możliwe jest także, że to A i C są namagnesowane, a B nie. Kulki A i C będą oddziaływać tylko w drugim przypadku.

54.12 a) tak, biegun N b) nie

54.13 powiększą się: I, II, V, VI,
zmniejszą się: III, IV, VII, VIII

54.14



54.15 a) nie wynika, prawdziwe
b) wynika, prawdziwe
c) wynika, nieprawdziwe
d) wynika, prawdziwe
e) wynika, nieprawdziwe
f) wynika, nieprawdziwe
g) nie wynika, prawdziwe

54.16 Nie ma racji. Nawet gdy jeden z magnesów zawiśnie nad drugim, Robokapturek będzie nieść ciężar obu. Zgodnie z trzecią zasadą dynamiki magnes, który się unosi, oddziałuje na magnes w koszyku i zwiększa siłę działającą na koszyk w dół.

55. Prąd elektryczny i magnetyzm

55.1 A

55.2 C

55.3 Elektromagnes to przewód nawinięty na ferromagnetyczny rdzeń.

55.4 TAK: a, c NIE: b

55.5 o 20 zwojach

55.6 Klocek namagnesuje się tak, że po jego lewej stronie powstanie biegun północny, a po prawej – południowy i zostanie przez elektromagnes przyciągnięty. Po zmianie biegunów baterii klocek namagnesuje się odwrotnie i również zostanie przyciągnięty.

55.7 a) N b) N c) S

55.8 ujemny

55.9 B

55.10

Para magnesów	A i B	A i C	A i D	B i C	B i D	C i D
przyciąganie	×		×		×	
odpychanie		×		×		×

55.11 najmocniej: D najsłabiej: A

55.12 obróci się biegunem N w lewą stronę

55.13 B

55.14 B

55.15 duża moc: elektrowóz, kolej linowa,
mała moc: wiatrak procesora, dziecięcy samochodzik

55.16 przeciwnie do ruchu wskazówek zegara

55.17 Za powstawanie domen magnetycznych odpowiedzialne są m.in. poruszające się elektrony, czyli przepływ prądu. Prąd jest więc w magnesie (podobnie jak w elektromagnesie) przyczyną powstawania pola magnetycznego.

56. Indukcja elektromagnetyczna

56.1 B

56.2 C

56.3 D

56.4 A I, B III, C II

56.5 Włączać i wyłączać prąd płynący w zwojnicy, zmieniać natężenie prądu płynącego w zwojnicy, zbliżać lub oddalać od pierścienia zwojnicę, w której płynie prąd, wkładać i wyjmować rdzeń ferromagnetyczny do zwojnicy, w której płynie prąd.

56.6 Bujający się magnes będzie indukował w zwojnicy prąd elektryczny. Indukowany prąd spowoduje, że zwojnica stanie się elektromagnesem. Układ jej biegunów będzie zawsze taki, że spowolni szybkość, z jaką buja się magnes (gdy magnes będzie się zbliżać, zwojnica będzie się starać go odepchnąć, a kiedy magnes będzie się oddalał, zwojnica będzie go przyciągać). Magnes w końcu się zatrzyma.

56.7 z pracy wykonywanej w czasie poruszania magnesem względem tej zwojnicy

56.8 a) tak
b) nie
c) nie

56.9 Prąd zmienia kierunek, gdy magnes położony jest „poziomo" (linia przechodząca przez bieguny magnesu jest równoległa do rdzenia zwojnicy). Biegun południowy (lub północny) magnesu przestaje się wtedy oddalać od zwojnicy, a zaczyna się do niej zbliżać. Dzieje się tak 80 razy w ciągu sekundy.

56.10 Najpierw zmieniane jest napięcie, potem następuje prostowanie. Wyprostowanego prądu nie da się przetwarzać w transformatorze.

Drgania i fale

57. Ruch drgający

57.1 TAK: a, c NIE: b

Uwaga. W punkcie b) rozważamy ruch całego dzięcioła. Gdyby chodziło tylko o jego skrzydła, odpowiedź brzmiałaby: TAK.

57.2 a) Ruch będzie na pewno drgający – bliższa płytka odpycha mocniej niż dalsza, więc wypadkowa sił skierowana jest w stronę pierwotnego położenia.

b) Kulka zostanie jeszcze mocniej przyciągnięta do tej płytki, bliżej której znalazła się po odchyleniu. To, co się wydarzy później, zależy od ładunków kulki i płytki. Jeśli ładunek kulki jest mniejszy niż płytki i jeśli ładunki mogą między nimi przepływać, to kulka naładuje się dodatnio i powtórzy się sytuacja z punktu a).

57.3 C

57.4 A

57.5 $T = 0{,}1$ s; $f = 10$ Hz

57.6 $f = 0{,}5$ Hz; wahadło wykonuje 30 drgań w ciągu 1 min

57.7 od 18 do 180 błysków

57.8 dla jednej lekcji w tygodniu ok. 1,7 μHz

57.9 po wydłużeniu wahadła wzrośnie okres drgań

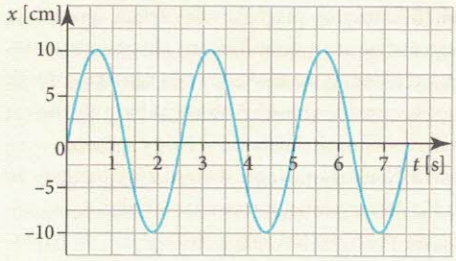
57.10 a) ok. 88 b) ok. 136

57.11 a) $A = 5$ cm; $T = 8$ s; $f = 0{,}125$ Hz
b) $A = 6$ cm; $T = 4$ s; $f = 0{,}25$ Hz

57.12 a) oba jednakowy
b) czerwony
c) oba jednakową

57.13 różny okres, różna częstotliwość, różna amplituda, drgania na wykresie I są niegasnące (stała amplituda), na II – gasnące (amplituda maleje)

57.14



57.15 W czasie 0,4 s wahadło mogło wykonać pół pełnego cyklu drgań, cały cykl, 1,5 cyklu itd. Okres mógł zatem wynosić 0,8 s, 0,8 s : 2 = 0,4 s, 0,8 s : 3 itd. Ogólnie można napisać $T = 0{,}8$ s : n, gdzie n jest dowolną dodatnią liczbą naturalną. Częstotliwość wynosi więc $f = (n : 0{,}8)$ Hz.

57.16 W fizyce amplituda określa maksymalne wychylenie ze stanu równowagi, a nie odległość skrajnych położeń ciała. Odległość skrajnych położeń to dwie amplitudy. Amplituda w geografii jest więc w pewnym sensie 2 razy większa.

57.17 potencjalną – w maksymalnym wychyleniu, kinetyczną – przechodząc przez położenie równowagi.

57.18 a) A, B b) A, B, C c) A, C

Uwaga. Gdybyśmy uwzględniali tarcie, dodatkowo zmieniałyby się energia wewnętrzna i mechaniczna (jak?).

57.19

Czas t [s]	Wysokość h [cm]						Kierunek ruchu	
	1,0	1,9	4,0	6,1	6,6	7,0	w dół	w górę
0,5				×				×
1,5				×			×	
2,0			×				×	
2,5		×					×	

57.20 $A = 3$ cm; $T = 4$ s; $f = 0{,}25$ Hz

57.21

od $t = 0$ s	do $t = 2$ s	ruch w lewo
od $t = 2$ s	do $t = 6$ s	ruch w prawo
od $t = 6$ s	do $t = 10$ s	ruch w lewo
od $t = 10$ s	do $t = 12$ s	ruch w prawo

57.22

Czas t [s]	W górę	W dół	W prawo	W lewo
1	×			×
3		×	×	
5	×		×	
7		×		×

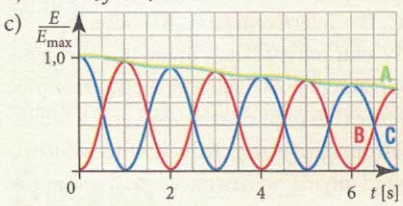
57.23

Pytanie	Czas t [s]						
	0	2	4	6	8	10	12
a)		×				×	
b)				×			
c)	×		×		×		×
d)	×		×		×		×
e)		×		×		×	

57.24 $A = 3$ cm, $T = 8$ s, $f = 0{,}125$ Hz

57.25 a) 0 s, 4 s, 8 s, 12 s c) 2 s, 6 s, 10 s
b) 2 s, 6 s, 10 s d) 0 s, 4 s, 8 s, 12 s

57.26 a) kinetyczna w potencjalną
b) potencjalna w kinetyczną
c) kinetyczna w potencjalną
d) potencjalna w kinetyczną

57.27 a) energia kinetyczna B, energia potencjalna sprężystości C, energia mechaniczna A
b) $T = 2$ s, $f = 0{,}5$ Hz
c) 

58. Fale mechaniczne

58.1 TAK: b, d NIE: a, c, e

58.2 a) podłużna
b) poprzeczna

58.3 punkt A w górę, punkt B w dół

58.4 B

58.5 a) 4 cm b) 0 cm c) 0 cm

58.6 $T = 4{,}5$ s; $f \approx 0{,}22$ Hz; $\lambda = 30$ m; $v = 6{,}7 \frac{m}{s}$

58.7 $A = 20$ cm, $\lambda = 40$ cm

58.8 a) 4 m
b) 4 m
c) wspólna amplituda, różne długości
d) wspólna długość, różne amplitudy

58.9 a) $T \approx 0{,}074$ s, $f \approx 13{,}5$ Hz
b) $v = 2{,}16 \frac{m}{s}$

58.10 $v = 3 \frac{m}{s}$

58.11 Statek nie poruszałby się do przodu, a jedynie unosił się na falach i opadał, podobnie jak cząsteczki wody, po której powierzchni rozchodzi się fala.

58.12 a) o brzeg 0,625 Hz, o łódź 1 Hz
b) O brzeg – nadal 0,625 Hz, bo łódź nie wpływa na rozchodzenie się fali. O łódź – tylko 0,25 Hz. Gdy łódź płynie przeciwnie do kierunku fali, jej prędkość względem fali jest większa (równa sumie prędkości fali i łodzi) niż w przypadku, gdy łódź płynie zgodnie z kierunkiem ruchu fal (wówczas prędkość jest równa różnicy prędkości fali i łodzi).

59. Fale dźwiękowe

59.1 Samochód wprawił w drganie cząsteczki powietrza na ulicy. Cząsteczki wywołały drgania szyby. Szyba wprawiła w ruch drgający cząsteczki powietrza w pokoju. Dźwięk dotarł do ucha.

59.2 C

59.3 dla –20°C ok. 480 m, dla +20°C ok. 515 m

59.4 a) 5400 $\frac{km}{h}$ b) 15 km c) ok. 6,7 s

59.5 a) 340 kHz b) 3,4 kHz c) 34 Hz

59.6 a) B b) A

59.7 D → E → H → B → C → A → F → G

59.8 dla 16 kHz: a) 2,1 cm b) 9,4 cm

59.9 około 0,7 mm

59.10 a) drugi b) dla pierwszego c) nic

59.11 a) d^1: ok. 294 Hz, e^1: ok. 329 Hz, f^1: ok. 349 Hz
b) nie
c) nie (częstotliwości różnią się tyle samo razy, gdy między dźwiękami jest ta sama liczba półtonów, jednak między c i d są dwa półtony: c – cis i cis – d, natomiast między e i f jest tylko jeden półton)

59.12 a) $\frac{6}{5}$ b) o ok. 0,1%

59.13 a) B, C b) B, D

59.14 Prędkość światła jest znacznie większa od prędkości dźwięku.

59.15 Wraz z temperaturą rośnie średnia prędkość cząsteczek i mogą one szybciej przekazywać drgania.

59.16 Pudło rezonansowe wzmacnia dźwięk, nie łamiąc zasady zachowania energii. Drgająca struna powoduje drgania pudła rezonansowego i przekazuje mu energię. Dzięki obecności pudła struna szybciej traci swoją energię. Dźwięk jest głośniejszy, ale trwa krócej.

59.17 Należy trącić kieliszek palcem i sprawdzić, z jaką częstotliwością drga (tzn. posłuchać, jakiej wysokości dźwięk wydaje). Następnie trzeba pobudzać go do silnych drgań własnych, emitując w pobliżu dźwięk o tej samej częstotliwości.

59.18 Aby obliczyć czas spadania kamienia, możemy przekształcić wzór na drogę w ruchu jednostajnie przyspieszonym, wyznaczając z niego t. Otrzymamy wynik 1,41 s. Natomiast dźwięk plusku przebywa 10 m w czasie 0,03 s. Łączny czas wyniesie więc 1,43 s. Jak widać, czas przelotu dźwięku jest znacznie mniejszy od czasu spadania.

60. Fale elektromagnetyczne

60.1 A

60.2 a) fale radiowe, podczerwień, światło widzialne, promieniowanie gamma

b) światło widzialne, promieniowanie rentgenowskie, promieniowanie gamma

c) długie fale radiowe, mikrofale, podczerwień, nadfiolet, promieniowanie rentgenowskie

60.3 a) 1 mm c) od $4 \cdot 10^{14}$ Hz do $7{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz

b) 400 nm d) $3 \cdot 10^{11}$ Hz

60.4 a) fale radiowe, 1,5 MHz

b) mikrofale, $6 \cdot 10^{10}$ Hz

c) podczerwień, $1{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz

d) promieniowanie rentgenowskie, $3 \cdot 10^{18}$ Hz

60.5

Zdjęcie	Mikrofale	Podczerwień	Promieniowanie gamma	Promieniowanie rentgenowskie	Światło widzialne	Ultrafiolet
a)					×	
b)		×				
c)					×	
d)			×			
e)				×		
f)						×
g)	×					
h)		×				

60.6 mikrofale, podczerwień, światło widzialne, ultrafiolet, promieniowanie rentgenowskie, promieniowanie gamma

60.7 od 31,3 cm do 32,4 cm

60.8 6000 km – tyle co np. promień Ziemi

60.9 około 1,3 s

60.10 ok. $9{,}5 \cdot 10^{12}$ km

60.11 4 lata

60.12 Immobilizer wykorzystuje fale elektromagnetyczne do komunikowania się z kluczykiem. Fale nie są w stanie przeniknąć do urządzenia owiniętego aluminiową folią.

60.13 Aby jak najbardziej zmniejszyć dawkę promieniowania rentgenowskiego, jaką sam otrzyma.

60.14 Energia czerpana była z fali, którą takie radio odbierało.

60.15

Własność	Fale mechaniczne		Fale elektromagnetyczne	
	TAK	NIE	TAK	NIE
Mogą się rozchodzić w próżni.		×	×	
Mogą się rozchodzić z największą możliwą w przyrodzie prędkością.		×	×	
Mogą się odbijać od niektórych przeszkód.	×		×	
Ulegają dyfrakcji.	×		×	
Ulegają interferencji.	×		×	

60.16 C, D – interferencja; A, B – odbicie

60.17 W obu przypadkach mamy do czynienia z wytwarzaniem pola magnetycznego przez pole elektryczne (lub prąd elektryczny) oraz z indukcją elektromagnetyczną. Jednak w transformatorze prąd płynie w uzwojeniach, a pole magnetyczne zamknięte jest w rdzeniu, natomiast w przypadku fal zmiany pola rozchodzą się na wielkie odległości, i to nawet w próżni.

60.18 Do rejestracji promieniowania cieplnego (podczerwieni) emitowanego przez przyszły posiłek węża.

60.19 Można podejrzewać, że rację ma Paweł (nawet gdyby tusz miał bardzo małe ciepło właściwe, nie byłby w stanie tak bardzo obniżyć ciepła właściwego mieszaniny). Jednak nie wynika to jednoznacznie z przeprowadzonego doświadczenia. Aby to rozstrzygnąć, można np. podgrzać wodę bez tuszu i wodę z tuszem w inny sposób, np. wrzucając do naczynia rozgrzaną stalową kulkę.

60.20 a) Przez kółko przenikało zmienne pole magnetyczne. Indukowało ono prąd, który zasilał żarówkę.

b) Energię niosła fala elektromagnetyczna.
c) Świecenie żarówki udowadniało emisję fali elektromagnetycznej. Fal o tej długości nie można dostrzec wzrokiem, ale można opisanym urządzeniem.

60.21 Dzięki popiołowi lód pochłaniał więcej promieniowania słonecznego (ciemna powierzchnia pochłania go więcej niż jasna). Lód nagrzewał się i w końcu zaczął się topić.

60.22 Odpływ ciepła z naszego ciała odczuwamy jako „przypływ zimna" . Gdy zbliżamy rękę do ciała o temperaturze pokojowej, np. stołka, ręka traci ciepło przez promieniowanie, ale jednocześnie zyskuje, pochłaniając promieniowanie cieplne emitowane przez stołek. Gdy zbliżamy ją do lodu, pochłania wprawdzie promieniowanie emitowane przez lód, ale jest ono znacznie słabsze, dlatego ręka traci więcej energii, niż zyskuje.

60.23 Huk nie mógł dotrzeć do ludzi. Dźwięk w próżni się nie rozchodzi. Wzrost promieniowania gamma mógł nastąpić. Fale elektromagnetyczne nie potrzebują ośrodka materialnego.

60.24 ok. 230 kHz

60.25 300 km

60.26 B

Na samym początku wykresu obie fale „idą" stromo w górę. Należy się spodziewać, że ich złożenie również będzie mieć tę własność.

Optyka

61. Rozchodzenie się światła

61.1 Nie. Jest tylko źródłem oświecenia w dziedzinie fizyki ;) Do oczu dociera światło odbite od książki.

61.2 TAK: gwiazda, ekran telewizora, świetlówka, laser, lawa
NIE: planeta, śnieg, ekran w kinie

61.3 a) ZBIEŻNA b) RÓWNOLEGŁA
c) ROZBIEŻNA

61.4 Nie można zobaczyć wiązki laserowej w przestrzeni kosmicznej. Widzimy ją tylko wtedy, gdy częściowo rozprasza się np. na cząsteczkach dymu albo na pyłkach kurzu. Nawet w czystym powietrzu promień lasera jest słabo widoczny, a w kosmosie, w próżni, jest całkowicie niewidoczny.

61.5 Na śniegu następuje rozproszenie światła, natomiast wszystkie równoległe promienie padające na lustro odbijają się pod tym samym kątem.

61.6 a) B b) C c) A

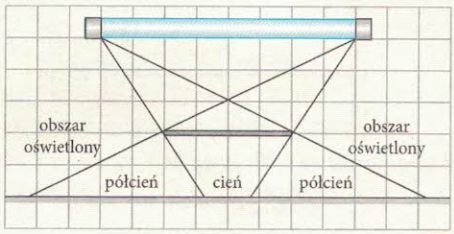
61.7 B i C

61.8 2 i 3

61.9

Obszar	A	B	C	D	E
wcale nieoświetlony			×		
oświetlony tylko przez źródło światła I		×			
oświetlony tylko przez źródło światła II				×	
oświetlony przez oba źródła światła	×				×
w cieniu			×		
w półcieniu		×		×	

61.10



61.11 Należy przesunąć świetlówkę co najmniej o 1 kratkę w dół.

61.12 10 cm

61.13 C

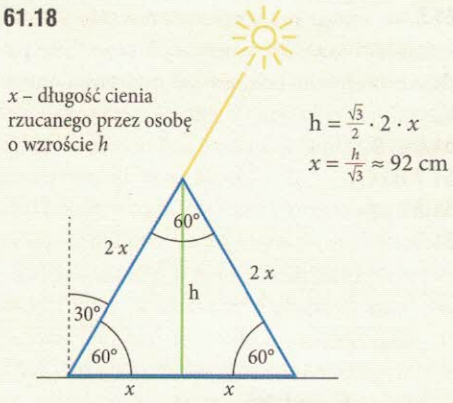
61.14 Słońce nie może „zobaczyć" wnętrza cienia. Cień to (z definicji) obszar, do którego ono nie „zagląda".

61.15 Kałuża odbija światło jak lustro, prawie bez rozpraszania. Asfalt, który nie jest idealnie czarny i nie pochłania całego padającego światła, rozprasza je. Dlatego w dzień światło słoneczne, które pada ze wszystkich stron i odbija się od kałuży we wszystkie strony, sprawia, że jest ona dobrze widoczna. W nocy na kałużę pada tylko światło reflektorów samochodu, z jednego kierunku. Odbija się ono „do przodu" i nie dociera do oczu kierowcy. Kałuża wydaje się być ciemna. Asfalt nocą rozprasza we wszystkich kierunkach padające światło reflektorów samochodu, a część tego światła dociera do oczu kierowcy.

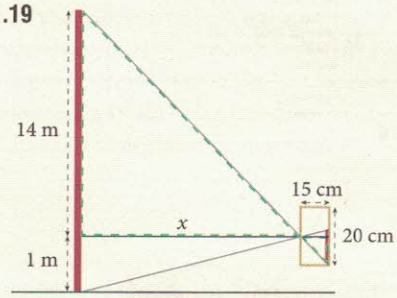
61.16 3,6 m

61.17 45°

61.18



61.19



Z podobieństwa trójkątów:

$\frac{x}{14\text{ m}} = \frac{15\text{ cm}}{0{,}5 \cdot 20\text{ cm}}$, zatem $x = 21$ m

62. Zwierciadła płaskie

62.1

	A	B	C	D	E	F	G	H
Kąt padania				×				
Kąt odbicia						×		
Zwierciadło	×							
Prosta prostopadła do zwierciadła					×			
Promień padający			×					
Promień odbity							×	

62.2 C

62.3 B

62.4 A

62.5 TAK: AFB, AHC

NIE: AEB, AEC, AFC, AGB, AGC, AHB

62.6 PRAWDA: b, c, e, h, k

FAŁSZ: a, d, f, g, i, j

62.7 C

62.8 a) B b) C c) C d) B

62.9 a) tak, tak c) nie, nie

b) tak, tak d) tak, tak

62.10 Z daleka obraz w zwierciadle płaskim wydaje się mniejszy, bo wszystko, co oglądamy z daleka, wydaje się mniejsze, jednak wielkość obrazu się nie zmienia. Obraz w lustrze jest zawsze takiej samej wielkości jak przedmiot, czyli w tym przypadku jak przeglądająca się osoba. Nie zależy to od odległości osoby od obrazu.

62.11 TAK: a, c NIE: b

62.12 B

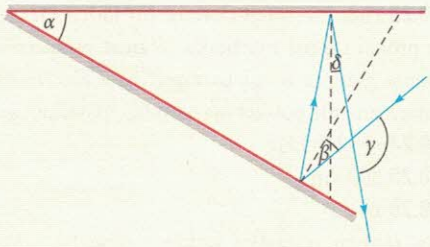
62.13 Bez względu na kierunek, z którego pada światło, po dwóch odbiciach kierunek promienia odbitego jest taki sam jak kierunek promienia padającego.

62.14 D

62.15 a) $\delta = \alpha - \beta$

b) $\gamma = 180 - 2 \cdot \alpha$

c) nie zależy



63. Zwierciadła wklęsłe i wypukłe

63.1 a) C b) B c) A

63.2

	A	B	C	D	E	F
Oś optyczna			×			
Ognisko				×		
Ogniskowa		×				
Promień padający	×					
Promień odbity					×	
Środek krzywizny						×

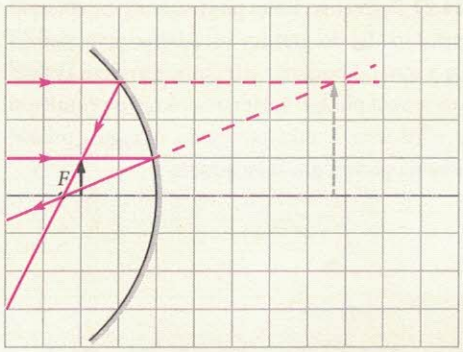
63.3 a) C b) C c) D

63.4 Promień może odbijać się od zwierciadła w dowolnym punkcie.

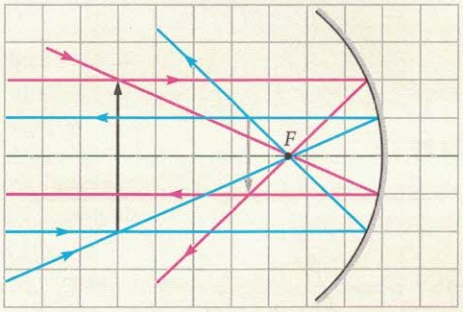
63.5 a) pozorny, prosty

b) rzeczywisty, odwrócony

63.6 a) pozorny, prosty, powiększony 3 razy

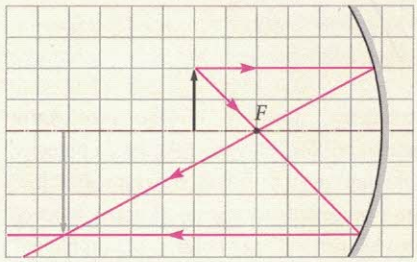


b) rzeczywisty, odwrócony, pomniejszony 2 razy

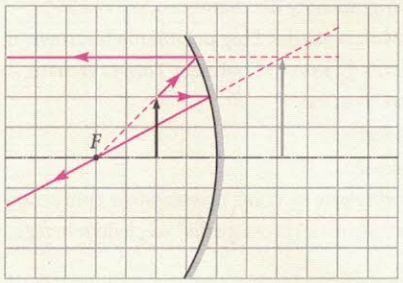


63.7 20 cm

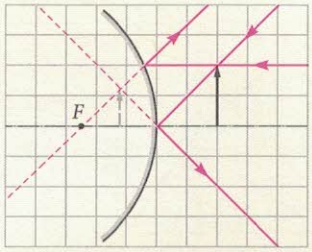
63.8 a) rzeczywisty, odwrócony, powiększony



b) pozorny, prosty, powiększony



63.9 pozorny, prosty, pomniejszony



63.10 Żarówkę należy umieścić w ognisku zwierciadła. Wiązka nie będzie idealnie równoległa, bo żarówka nie jest świecącym punktem.

63.11 Słuszna jest tylko odpowiedź C. Obraz wszystkich fragmentów był pomniejszony. Jeśli jednak np. oczy były silniej zmniejszone niż policzek, to w stosunku do nich policzek wydawał się „rozdęty".

63.12 środek krzywizny zwierciadła

64. Załamanie światła

64.1 N < L < K < M

64.2 TAK: b, d, e, f NIE: a, c

64.3 a) dolny b) górny c) nie da się ustalić

64.4 TAK: b, d, e, f NIE: a, c

64.5 A

64.6 D

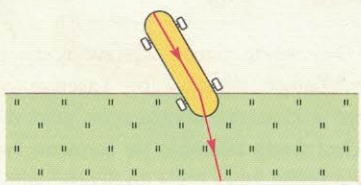
64.7 $v_{\text{światła w ośrodku I}} < v_{\text{światła w ośrodku II}}$

64.8 a) D b) C

64.9 PRAWDA: b, c FAŁSZ: a, d

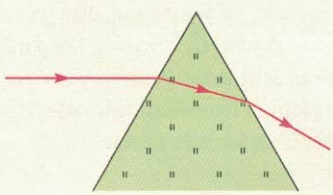
64.10

a)



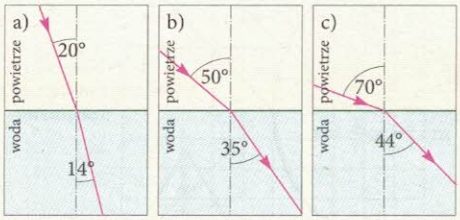
b) tak jak w przypadku światła

c) pryzmat

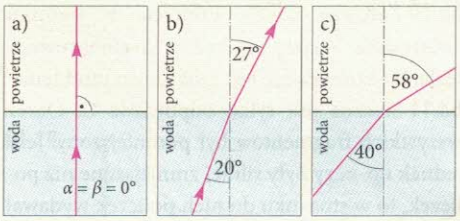


64.11 C

64.12

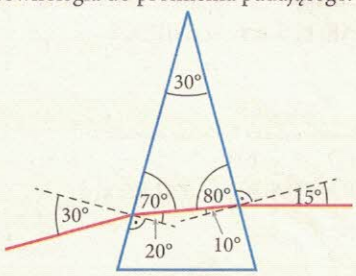


64.13



64.14 $\beta \approx 20°$, $\gamma \approx 10°$, $\delta \approx 15°$

Kąt między promieniem padającym na pryzmat a promieniem wychodzącym wynosi 15°. Najłatwiej go obliczyć, gdy zauważymy, że prosta prostopadła do prawej ścianki pryzmatu przecina jego lewą ściankę pod kątem 60°, a wobec tego jest równoległa do promienia padającego.



64.15 Oszczepem trzeba uderzyć nieco poniżej widzianego obrazu ryby. Laserem należy mierzyć w kierunku obrazu ryby, gdyż na powierzchni wody załamuje się zarówno światło odbite od ryby, które trafia do naszych oczu, jak i światło lasera.

64.16 W gorącym powietrzu światło rozchodzi się nieco szybciej niż w zimnym, dlatego na granicy warstw powietrza o różnej temperaturze światło ulega załamaniu. Ponieważ warstwy powietrza o różnych temperaturach stale się poruszają, zmienia się kąt załamania.

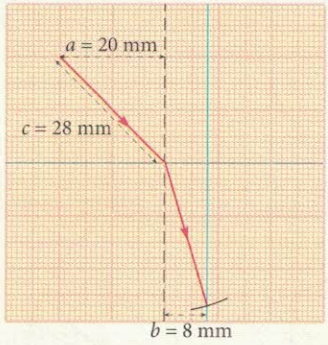
64.17 B

64.18 D

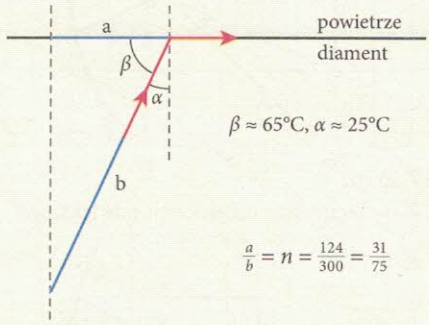
64.19 B

64.20 $n = 2$, więc $v = 150\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

64.21 Rysujemy linię pomocniczą (niebieską) prostopadłą do granicy ośrodków, przechodzącą 8 mm od punktu załamania. Cyrklem rysujemy wokół punktu załamania okrąg o promieniu $c = 28$ mm. Punkt przecięcia okręgu i prostej leży na promieniu załamanym.



64.22



Konstruujemy dowolny trójkąt prostokątny o stosunku boków (przyprostokątna do przeciwprostokątnej) $a : b = \frac{31}{75}$ (np. o przyprostokątnej 31 mm i przeciwprostokątnej 75 mm). Mierzymy jego kąt ostry β przy boku a. Ma on ok. 65°. Wobec tego kąt padania na naszym rysunku α, czyli kąt graniczny dla diamentu, ma ok. 25°.

64.23 Można zbadać bieg promienia laserowego przez badany kryształ pełniący rolę pryzmatu.

64.24 a) na górze

b) na górze

c) tak samo

d) fale wpływają na coraz płytszą wodę i poruszają się „coraz bardziej prostopadle" względem brzegu

65. Soczewki

65.1 a) B, C b) A, D

65.2 a) A c) C e) B

b) B d) C f) C

65.3 TAK: e, f NIE: a, b, c, d

65.4 B

65.5 C

65.6 B

65.7

	Cechy obrazu						
Rysunek	rzeczywisty	pozorny	prosty	odwrócony	naturalnej wielkości	powiększony	pomniejszony
a)		×	×			×	
b)	×			×		×	
c)	×			×	×		
d)	×			×			×

65.8 a) 0,5 m

b) nie da się zapalić papieru soczewką rozpraszającą

65.9 C

65.10 Promień może padać na soczewkę w dowolnym punkcie, po załamaniu i tak biegnie do obrazu.

65.11 Promień może padać na soczewkę w dowolnym punkcie, po załamaniu biegnie tak, że jego przedłużenie przechodzi przez obraz.

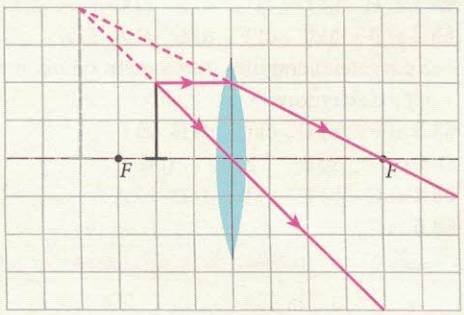
65.12 Trzeba prześledzić promień, który biegł równolegle do osi optycznej, a następnie został załamany. Gdzie ten promień (albo jego przedłużenie) przecina oś optyczną?

a) 0,02 m, +50 D

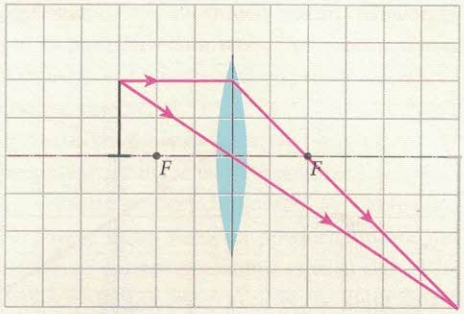
b) −0,01 m, −100 D

65.13 PRAWDA: a, d, e FAŁSZ: b, c

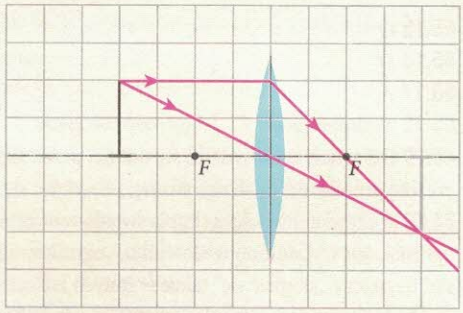
65.14 a) pozorny, prosty, powiększony 2 razy



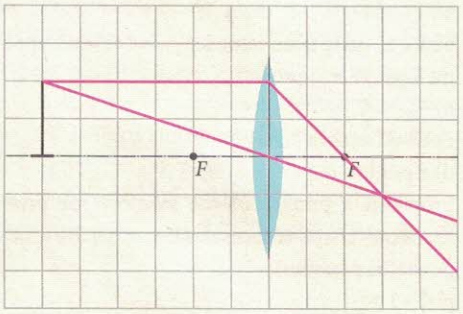
b) rzeczywisty, odwrócony, powiększony 2 razy



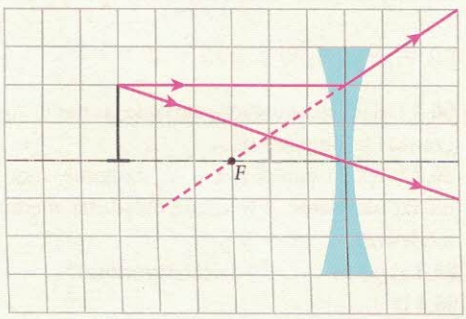
c) rzeczywisty, odwrócony, tej samej wielkości



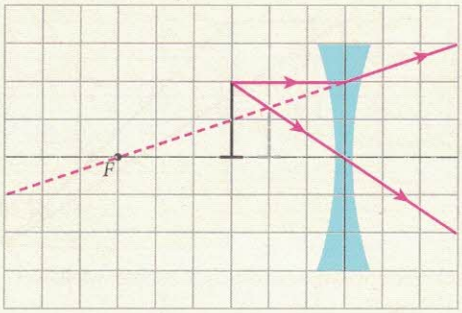
d) rzeczywisty, odwrócony, pomniejszony 2 razy



e) pozorny, prosty, pomniejszony 3 razy



f) pozorny, prosty, pomniejszony 1,5 raza (tzn. pomniejszony do $\frac{2}{3}$ pierwotnej wielkości)



65.15 C
65.16 D
65.17 A
65.18 a) skupiającą b) rozpraszającą
65.19 Od zwierciadła światło się odbija, przez soczewkę przechodzi na drugą stronę, załamując się.
65.20 Soczewka skupiająca skupia światło w swoim ognisku. Jak wyjaśniono w słowniku, „ogniskować się" to znaczy „skupiać się" także w innych znaczeniach. Na przykład wszystkie promienie świetlne biegną do ogniska jak uczeni do biblioteki.
65.21 a) D b) A
65.22 a) mają takie same kąty (kąt G jest wspólny, kąty S i E są proste)
b) $\frac{a+b}{b} = \frac{x}{f}$
c) CDS (a także SDG) $\frac{a}{b} = \frac{x}{f}$
d) z punktu b: $\frac{a}{b} = \frac{x}{f} - 1$
Proporcji z punktu c) nie musimy już przekształcać (chyba że zapisałeś ją inaczej niż w odpowiedzi powyżej).
e) $\frac{x}{f} - 1 = \frac{x}{y}$
f) równość z punktu e) dzielimy stronami przez x, po uporządkowaniu otrzymamy: $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{f}$

66. Wzrok i wady wzroku

66.1 Dzięki akomodacji, zmianie kształtu soczewki i jej ogniskowej.
66.2 Większa ogniskowa – na stadionie, mocniejsze skupianie – w czasie oglądania meczu w telewizji.
66.3 a) 0,5 m b) dalekowzroczność
66.4 D
66.5 a) B b) A c) C
66.6 Dzięki adaptacji, zmianie średnicy źrenicy.
66.7 PRAWDA: c FAŁSZ: a, b
66.8 PRAWDA: a, c FAŁSZ: b

67. Barwy. Rozszczepienie światła

67.1 niebieski
67.2

Przedmiot	A	B	C	D	E	F	G
zielona kartka					×		
czarna kartka			×				
zielone szkiełko				×			
biała kartka		×					
przezroczyste szkiełko	×						

67.3 B → C → A
67.4 a) 550–570 nm b) 620–750 nm
67.5 Tęcza składa się z nieskończonej liczby kolorów. Nasze ograniczone postrzeganie i nazywanie barw spowodowało nadanie im tylko 7 nazw.
67.6 a) D b) F c) E d) A e) B f) C
67.7 a) czerwony b) czerwony c) czarny
67.8 Czarna – pochłania większą ilość światła.
67.9 Tak, na drugiej ściance.
67.10 Nie. Światło laserowe jest wiązką jednobarwną.
67.11 Oba wiersze odnoszą się do tego, że światło białe jest sumą wszystkich barw. Pierwszy wiersz wyraża niespełnienie.

Zadania przekrojowe

68.1 a) H b) D c) C d) B e) C f) A g) G
68.2 a) B b) C c) F d) G e) A f) D
bez pary: temperatura – termometr, omomierz – opór elektryczny
68.3 a) F b) D c) C d) H e) I
f) A g) B h) E i) G
68.4 a) C b) E c) B d) D e) A
68.5

Sytuacja	Przyczyna	Skutek
I.	☐ A ☒ B	☒ A ☐ B
II.	☐ A ☒ B	☒ A ☐ B
III.	☒ A ☐ B	☐ A ☒ B
IV.	☒ A ☐ B	☐ A ☒ B
V.	☒ A ☐ B	☐ A ☒ B

68.6 a) B, E b) A c) C

68.7 a) B b) C c) A
d) C e) C f) B
g) A h) C i) D

68.8 PRAWDA: d, e FAŁSZ: a, b, c, f

68.9

Wniosek Jacka	☐ jest	poprawny, ponieważ	☐ jeśli ciało oddziałuje siłą na igłę magnetyczną, to znaczy, że działa siłą magnetyczną.
			☒ na igłę magnetyczną może działać nie tylko siła magnetyczna.
	☒ nie jest		☐ igła magnetyczna reaguje tylko na siły magnetyczne pochodzące od Ziemi.

Dlatego Jacek	☐ może zakończyć prowadzenie doświadczeń.
	☒ powinien sprawdzić, czy pałeczka przyciąga także nienamagnesowany kawałek metalu.

68.10 C

68.11

Kostka ołowiu leży na dnie naczynia z wodą.	Siły wyporu i ciężkości ☐ równoważą się, ☒ nie równoważą się,	ponieważ	☐ A ☒ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F
Kostka ołowiu pływa po powierzchni rtęci.	Siły wyporu i ciężkości ☒ równoważą się, ☐ nie równoważą się,		☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☒ F

68.12 Prawdziwa jest tylko odpowiedź trzecia.

68.13 a) TAK b) NIE c) NIE

Uwaga. Na Księżycu można używać wagi sprężynowej, trzeba jednak jej wskazania mnożyć przez 6. Natomiast odkurzacza nie można używać, gdyż nie ma tam powietrza.

68.14 a) Bazyliszek wykorzystuje napięcie powierzchniowe oraz siłę reakcji wody.

b) Kamień po każdym uderzeniu traci energię i w końcu jest ona za mała na kolejne odbicie. Bazyliszek ma własny „napęd", może zwiększać energię kinetyczną.

c) Nartnik ma niewielką masę i jego ciężar nie powoduje przebicia błonki powstałej w wyniku napięcia powierzchniowego. W przypadku bazyliszka samo napięcie powierzchniowe nie wystarczy do zrównoważenia ciężaru ciała. Dodatkową siłą jest siła reakcji wody, która działa wtedy, gdy zwierzę odpycha wodę, a więc gdy jest w ruchu.

68.15 Wszystkie obserwacje potwierdzają hipotezę.

68.16 TAK: a, b, c, NIE: d

68.17 PRAWDA: a, d, FAŁSZ: b, c

Uwaga. Odpowiedź c jest całkowicie nieprawdziwa – por. zadanie 36.17. Odpowiedzi b także nie można uznać za poprawną, bo choć siła wyporu powoduje zmniejszenie nacisku i tarcia, to efekt ten jest minimalny.

68.18 Na samochód należy działać siłą 7500 N. Na każdy z klocków przypada siła 937,5 N. Gdyby klocek tarł o brzeg tarczy, siła nacisku klocka na tarczę musiałaby wynosić 1875 N. Jednak klocek jest dociskany w jednej trzeciej promienia koła. Z zasady działania kołowrotu wynika, że siła docisku klocka musi być 3 razy większa, a więc powinna wynosić $F = 5625$ N. Powierzchnia tłoka wynosi $S \approx 0{,}002\ \text{m}^2$, a więc ciśnienie powinno wynosić $p = \frac{5625\ \text{N}}{0{,}002\ \text{m}^2} \approx 2{,}9$ MPa.

Tabela 1. Wielokrotności i podwielokrotności jednostek

Przedrostek		Znaczenie	
T	tera	1 000 000 000 000	10^{12}
G	giga	1 000 000 000	10^{9}
M	mega	1 000 000	10^{6}
k	kilo	1000	10^{3}
h	hekto	100	10^{2}
da	deka	10	10^{1}
d	decy	$\frac{1}{10}$	10^{-1}
c	centy	$\frac{1}{100}$	10^{-2}
m	mili	$\frac{1}{1000}$	10^{-3}
μ	mikro	$\frac{1}{1\,000\,000}$	10^{-6}
n	nano	$\frac{1}{1\,000\,000\,000}$	10^{-9}
p	piko	$\frac{1}{1\,000\,000\,000\,000}$	10^{-12}

Tabela 2. Wzory na obliczanie objętości niektórych brył

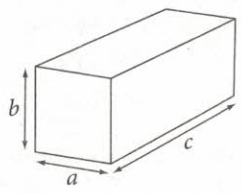
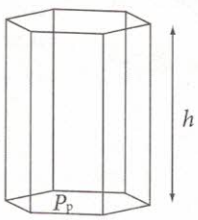
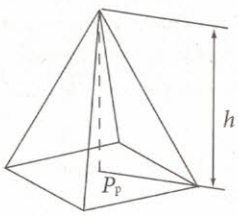
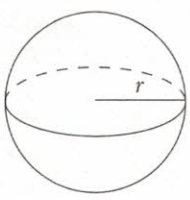
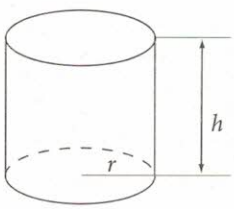
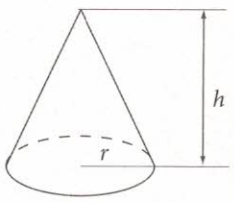
Prostopadłościan	Graniastosłup	Ostrosłup
 $V = a \cdot b \cdot c$	 $V = P_p \cdot h$	 $V = \frac{1}{3} P_p \cdot h$
Kula	**Walec**	**Stożek**
 $V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$	 $V = \pi r^2 \cdot h$	 $V = \frac{1}{3} \pi r^2 \cdot h$

Tabela 3. Gęstość substancji*

Substancja	Gęstość $\frac{g}{cm^3}\left(\frac{kg}{l}\right)$	Gęstość $\frac{kg}{m^3}$
Gazy		
Dwutlenek węgla	0,0018	1,8
Hel	0,00016	0,16
Metan	0,00072	0,72
Powietrze	0,0012	1,2
Tlen	0,0013	1,3
Wodór	0,00008	0,08
Ciecze		
Aceton	0,79	790
Alkohol etylowy (spirytus)	0,79	790
Benzyna (średnio)	0,72	720
Gliceryna	1,3	1300
Olej słonecznikowy	0,92	920
Rtęć	14	14 000
Woda	1	1000
Woda słona (z oceanu – zasolenie 3,5%)	1,03	1030
Ciała stałe		
Aluminium (glin)	2,7	2700
Cyna	7,3	7300
Diament	3,5	3500
Drewno dębowe	0,6–0,9	600–900
Drewno hebanowe	1,1–1,3	1100–1300
Drewno sosnowe	0,4–0,6	400–600
Lit (najlżejszy metal)	0,53	530
Lód	0,92	920
Miedź	9	9000
Ołów	11	11 000
Srebro	11	11 000
Stal (średnio)	7,8	7800
Suchy piasek (średnio)	1,5	1500
Szkło (średnio)	2,4	2400
Platyna	21	21 000
Złoto	19	19 000
Żelazo	7,9	7900

* Gęstości substancji podano w temperaturze pokojowej i pod ciśnieniem 1013 hPa.

Tabela 4. Ciepło właściwe substancji

Substancja	Ciepło właściwe $\left[\frac{J}{kg \cdot °C}\right]$
Ciała stałe	
Cegła	850
Lód	2100
Miedź	380
Ołów	130
Piasek	800
Szkło	670
Złoto	130
Żelazo	450
Ciecze	
Alkohol etylowy	2400
Gliceryna	2400
Kwas siarkowy	1400
Rtęć	140
Woda	4200
Gazy	
Para wodna (100°C)	2000
Powietrze	1000

Tabela 5. Temperatura topnienia i temperatura wrzenia oraz ciepło topnienia i ciepło parowania

Substancja	Temperatura topnienia [°C]	Ciepło topnienia $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$	Temperatura wrzenia [°C]	Ciepło parowania w temperaturze wrzenia $\left[\frac{kJ}{kg}\right]$
Alkohol etylowy	–115	110	78	960
Ołów	328	25	1756	860
Rtęć	–39	12	357	290
Srebro	962	100	2155	2400
Woda	0	330	100	2300
Wolfram	3420	180	5700	5000
Żelazo	1538	270	2800	6300

Tabela 6. Symbole elementów elektrycznych

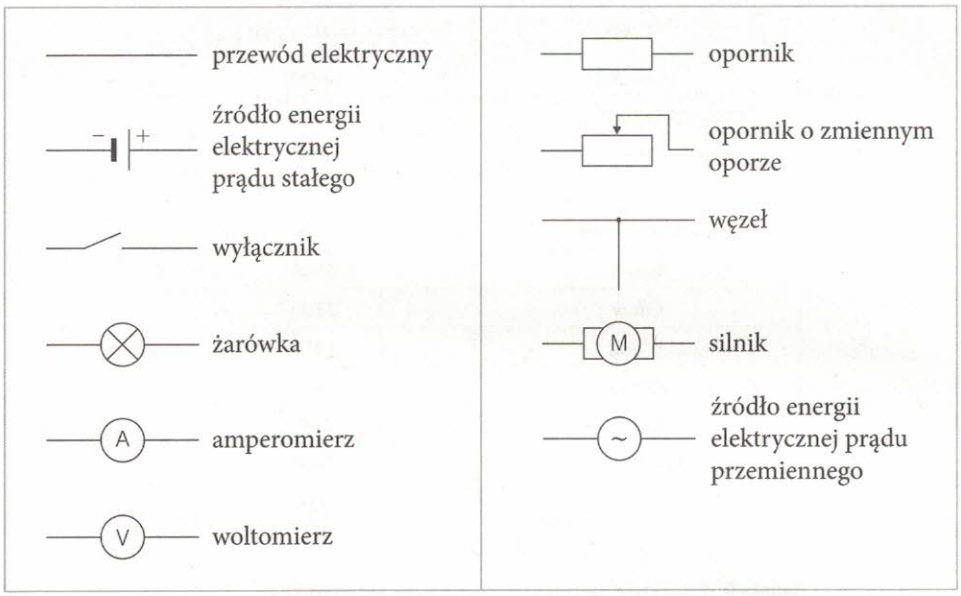


Tabela 7. Opór właściwy metali w temperaturze 0°C

Substancja	$\rho\left[10^{-8}\frac{\Omega m^2}{m}\right]$
Cyna	10,6
Cynk	5,7
Glin	2,5
Konstantan	45
Manganin	43
Miedź	1,6
Mosiądz	6,3
Nikiel	6,1

Substancja	$\rho\left[10^{-8}\frac{\Omega m^2}{m}\right]$
Nikielin	43
Ołów	19,2
Platyna	9,8
Rtęć	94,1
Srebro	1,5
Wolfram	4,9
Złoto	2,3
Żelazo	8,6

Tabela 8. Prędkość dźwięku w temperaturze 20°C

Ośrodek	Prędkość dźwięku $\left[\frac{m}{s}\right]$
Diament	18 000
Aluminium	6420
Stal	6000
Szkło kwarcowe	5900
Drewno dębowe	3800
Cegła	3600
Ołów	2100
Woda	1482
Wodór	1313
Korek	500
Powietrze	344
Tlen	329

Tabela 9. Prędkość światła w zależności od ośrodka

Ośrodek	Prędkość światła $\left[\frac{km}{s}\right]$
Próżnia, powietrze	300 000
Woda	225 000
Szkło	190 000
Lód	230 000
Diament	125 000

Tabela 10. Kąt załamania światła

Kąt padania [°]	Kąt załamania [°] przy przejściu			
	z powietrza do wody	z powietrza do szkła	z wody do powietrza	ze szkła do powietrza
10	7	6	13	15
20	14	13	27	30
30	22	20	41	48
40	28	25	58	74
50	35	30	(całkowite wewnętrzne odbicie)	
60	40	35		
70	44	38		
80	47	41		

WIELKOŚĆ FIZYCZNA	WZÓR	JEDNOSTKA
KINEMATYKA		
prędkość w ruchu jednostajnym	$v = \frac{s}{t}$	$\left[\frac{m}{s}\right]$
droga w ruchu jednostajnym	$s = v \cdot t$	[m]
prędkość średnia w ruchu niejednostajnym	$v_{średnia} = \frac{s_{cał}}{t_{cał}}$	$\left[\frac{m}{s}\right]$
przyspieszenie w ruchu jednostajnie przyspieszonym	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
droga w ruchu jednostajnie przyspieszonym z prędkością początkową równą zeru	$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$	[m]
DYNAMIKA		
siła	$F = m \cdot a$	$[N] = \left[\frac{kg \cdot m}{s^2}\right]$
siła ciężkości (ciężar ciała)	$Q = m \cdot g$	$[N] = \left[\frac{kg \cdot m}{s^2}\right]$
PRACA, MOC, ENERGIA		
praca	$W = F \cdot s$	[J] = [N · m]
energia kinetyczna	$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$[J] = \left[\frac{kg \cdot m^2}{s^2}\right]$
energia potencjalna ciężkości	$E_p = Q \cdot h = m \cdot g \cdot h$	[J] = [N · m]
moc	$P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$	$[W] = \left[\frac{J}{s}\right]$
warunek równowagi dźwigni dwustronnej i kołowrotu	$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$	
WŁAŚCIWOŚCI MATERII		
gęstość	$\rho = \frac{m}{V}$	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
ciśnienie	$p = \frac{F}{S}$	$[Pa] = \left[\frac{N}{m^2}\right]$
ciśnienie hydrostatyczne	$p = \rho_{cieczy} \cdot g \cdot h$	[Pa]
siła wyporu	$F_w = \rho_{cieczy} \cdot V_{wypartej\ cieczy} \cdot g$	[N]
TERMODYNAMIKA		
ciepło właściwe	$c = \frac{E}{m \cdot \Delta T}$	$\left[\frac{J}{kg \cdot °C}\right]$
ciepło topnienia	$c_t = \frac{E}{m}$	$\left[\frac{J}{kg}\right]$
ciepło parowania	$c_p = \frac{E}{m}$	$\left[\frac{J}{kg}\right]$
ELEKTRYCZNOŚĆ		
napięcie	$U = \frac{E}{q}$	$[V] = \left[\frac{J}{C}\right]$
natężenie	$I = \frac{q}{t}$	$[A] = \left[\frac{C}{s}\right]$
opór elektryczny	$R = \frac{U}{I} = \rho \frac{l}{S}$	$[\Omega] = \left[\frac{V}{A}\right]$
praca prądu elektrycznego	$W = U \cdot I \cdot t$	[J] = [V · C]
moc prądu elektrycznego	$P = U \cdot I$	$[W] = \left[\frac{J}{s}\right]$
FALE I DRGANIA		
częstotliwość	$f = \frac{1}{T}$	$[Hz] = \left[\frac{1}{s}\right]$
prędkość fali	$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$	$\left[\frac{m}{s}\right]$
OPTYKA		
zdolność skupiająca soczewki o ogniskowej f	$Z = \frac{1}{f}$	$[D] = \left[\frac{1}{m}\right]$
temperatura w stopniach Fahrenheita	$T_F = 32 + \frac{9}{5} \cdot T_{°C}$	$\left[T_F\right] = [°F]$