

## Zbiór zadań dla uczniów przygotowujących się do konkursu kuratorskiego z fizyki

Zadania autorów: Zofia Drabek, Klaudia Dec, Małgorzata Berajter, Magda Gładka, Joanna Drabarz, Andrzej Twardowski, Piotr Nieżurawski.

*Gdy jestem pytany, dlaczego zajmuję się nauką, odpowiadam: aby zaspokoić moją ciekawość, gdyż jestem z natury poszukiwaczem zrozumienia. Jeśli nie zdziwiło cię coś przez cały dzień, to nie był on zbyt udany.*

John A. Wheeler (1911–2008)

Poniższe zadania mogą być przydatne dla uczniów gimnazjum lub szkoły podstawowej w trakcie przygotowań do konkursu z fizyki.

### 1 Zadanie – Prędkość człowieka

Z jaką prędkością – w kilometrach na godzinę – porusza się człowiek, który pokonuje 33600 metrów w ciągu 105 minut?

### 2 Zadanie – Echo

Anna słyszy dwa jednakowe dźwięki oddzielnie, jako echo, jeśli docierają do niej w odstępie czasu nie mniejszym niż 70 ms. Oblicz, w jakiej najmniejszej odległości od pionowej ściany odbijającej dźwięk powinna znajdować się Anna, aby po klaśnięciu w dłonie usłyszała echo. Przyjmij wartość prędkości dźwięku w powietrzu 337 m/s.

### 3 Zadanie – Prędkość jazdy rowerem

Jaś wyruszył rowerem z linii startu i jechał ze średnią prędkością 8,8 m/s. Maciek, który wyruszył 6 s po Jasiu z linii startu, ukończył wyścig 6 s przed Jasiem. Obaj chłopcy przebyli tę samą odległość. Z jaką średnią prędkością jechał Maciek, jeśli całą trasę przejechał w trakcie 528 s?

### 4 Zadanie – Sztafeta żółwi

Pałeczka niesiona przez trzy żółwie poruszała się ze średnią szybkością 200 cm/s przez 13 minut. Pierwszy żółw niosący pałeczkę w sztafecie poruszał się z szybkością 210 cm/s przez 2,5 minuty, po czym natychmiast pałeczkę przejął drugi żółw poruszający się z szybkością 180 cm/s przez 6,5 minuty, a potem przekazał ją błyskawicznie trzeciemu żółwiowi. Z jaką średnią szybkością poruszał się trzeci żółw?

## 5 Zadanie – Droga do szkoły

Jaś pokonuje swoją drogę do szkoły ze średnią szybkością 17 km/h. Pierwszą część drogi pokonuje rowerem miejskim, a drugą autobusem. Oba odcinki drogi są sobie równe. Rowerem porusza się ze średnią szybkością 16 km/h. Oblicz średnią szybkość jazdy autobusem. Wynik podaj z dokładnością do 2 cyfr znaczących.

## 6 Zadanie – Samochód

Samochód pana Krzysztofa spala 5 litrów benzyny na sto kilometrów, a litr benzyny kosztuje 6 zł. Ile **pełnych** kilometrów przejedzie pan Krzysztof samochodem za równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej, czyli za 3 zł?

## 7 Zadanie – Koło ratunkowe

Wioślarz płynął łodzią w górę szerokiej, prostej i równomiernie płynącej rzeki. Gdy przepływał pod kładką, z jego łodzi wypadło koło ratunkowe. Po 17,7 min. wioślarz zauważył zgubę. Natychmiast zaczął płynąć w dół rzeki i dopędził koło w odległości 1534 m od kładki. Oblicz prędkość prądu rzeki względem brzegu w km/h, jeżeli wioślarz cały czas wiosłował z jednakowym wysiłkiem i w jednakowy sposób, a koło od chwili, gdy wypadło z łodzi, nie poruszało się względem wody.

## 8 Zadanie – Przejazdźka metrem

Uczeń wsiadł do metra na początku pociągu. Postanowił przejść podczas jazdy na jego koniec korytarzem o długości  $l = 120$  m. Gdy tam dotarł, pociąg wjechał na kolejną stację. Uczeń szedł ze średnią szybkością  $v_p = 4,7 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  względem pociągu. Pociąg przejechał drogę  $s = 1100$  m. Oblicz średnią szybkość, z jaką jechał pociąg względem stacji metra  $u$ , oraz średnią szybkość ucznia względem ziemi  $v_z$ .

## 9 Zadanie – Wąż ogrodowy

Gumowy wąż ogrodowy o wewnętrznej średnicy 13 mm zakończony jest otworem o średnicy 4 mm. Z jaką szybkością wylatuje woda z otworu, jeśli w wężyku porusza się ona z szybkością 40 cm/s?

## 10 Zadanie – W ile sekund do setki?

Samochód, ruszając z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym po linii prostej, osiągnął po pierwszej sekundzie ruchu szybkość  $17 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Jaką drogę przebędzie ten samochód w drugiej sekundzie ruchu, a jaką w piątej? Ile czasu potrzebuje ten samochód, aby rozpędzić się do  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ?

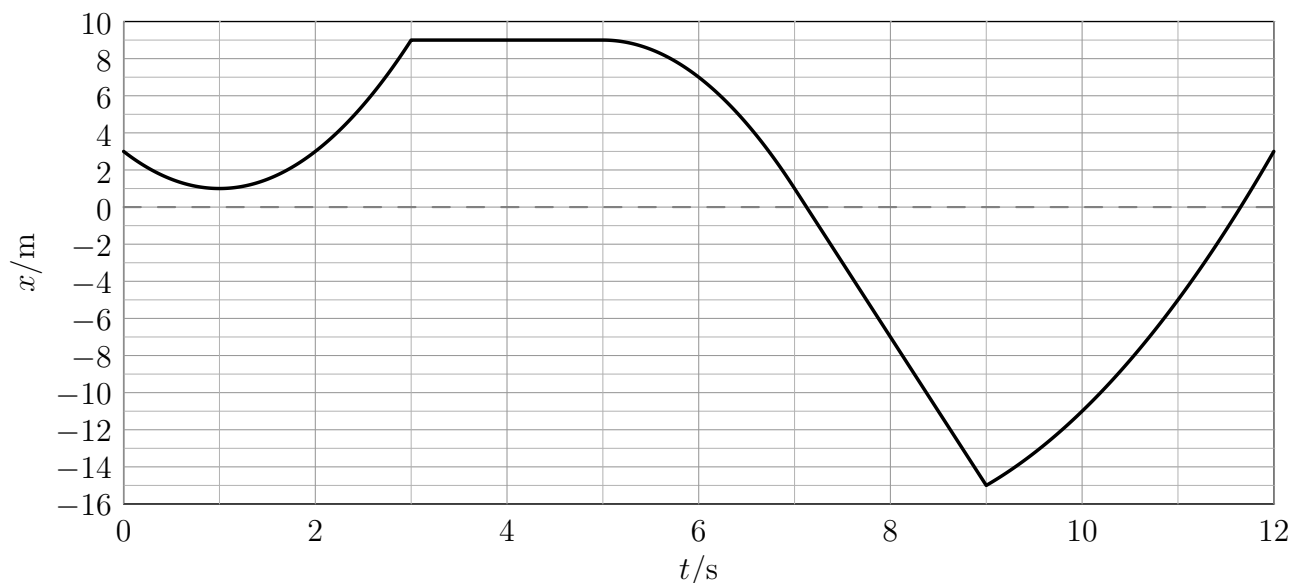
## 11 Zadanie – Kolumna wojskowa

Pieszna kolumna wojskowa o długości 6 km porusza się cały czas ze stałą szybkością 4 km/h. Z tyłu kolumny został wysłany żołnierz na rowerze, aby przekazać ważną informację dowódcy, który znajduje się na czele kolumny. Jego zadanie polegało na tym, aby dojechać do dowódcy, przekazać mu meldunek i wrócić na swoją początkową pozycję. Sama rozmowa z dowódcą zajęła mu 3 min. Podczas przekazywania informacji rowerzysta porusza się z prędkością kolumny wojskowej. Poza czasem składania meldunku średnia szybkość jadącego żołnierza wynosiła 34 km/h.

- a) Ile czasu zajmie mu wykonanie zadania?
  - b) Oblicz drogę, jaką pokona podczas wykonywania zadania.
- Pomiń moment zawracania rowerzysty po przekazaniu meldunku.

## 12 Zadanie – Niezdecydowany punkt materialny

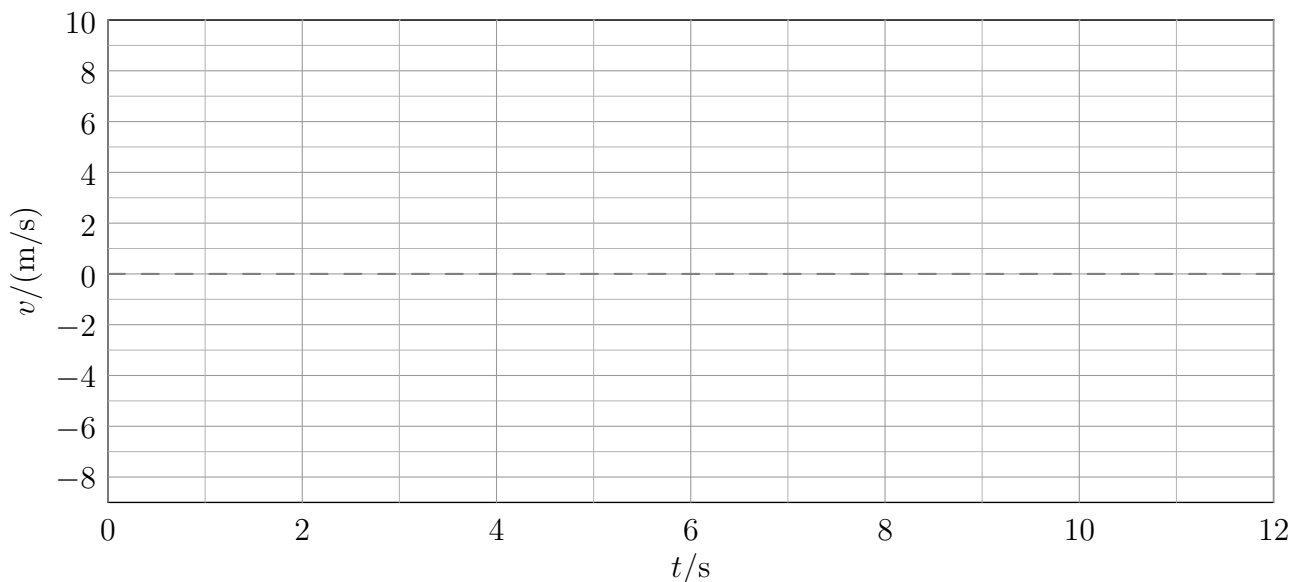
Punkt materialny porusza się wzdłuż osi  $X$ . Na wykresie przedstawiono zależność jego położenia  $x$  od czasu  $t$ .



W tabeli podano przyśpieszenie  $a$  punktu materialnego w poszczególnych interwałach czasu.

$t/s$	$[0, 3[$	$]3, 5[$	$]5, 7[$	$]7, 9[$	$]9, 12]$
$a/(m/s^2)$	4	0	-4	0	2

Wykonaj wykres zależności prędkości  $v$  od czasu dla tego punktu materialnego dla  $t \in [0, 12]$  s.



## 13 Zadanie – Strzelec

Antyterrorysta strzelił z poziomo ustawionego karabinu do pionowej tarczy oddalonej od niego o 210 m. Pocisk opuścił lufę z szybkością 930 m/s. Pomijając opory powietrza i przyjmując wartość przyśpieszenia ziemskiego  $9,8 \text{ m/s}^2$ , oblicz o ile opadł pocisk w pionie podczas lotu. Wynik wyraż w centymetrach.

## 14 Zadanie – Przyssawka

Oblicz maksymalną masę odważnika, który może wisieć przyczepiony do okrągłej przyssawki przylegającej do poziomego sufitu. Średnica przyssawki jest równa 25 cm. Przyjmij, że między przyssawką a sufitem jest próżnia, ciśnienie atmosferyczne jest równe 1000 hPa, a przyspieszenie ziemskie  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

## 15 Zadanie – Pod wodą

Oblicz ciśnienie wody działające na nurka znajdującego się na głębokości 40 m. Przyjmij gęstość wody  $1017 \text{ kg/m}^3$  oraz natężenie pola grawitacyjnego  $9,8 \text{ N/kg}$ .

## 16 Zadanie – Prasa hydrauliczna

Dwa walcowe tłoki prasy hydraulicznej mogą poruszać się w pionie. Gdy są nieobciążone, znajdują się na tym samym poziomie. Mniejszy tłok ma średnicę 2 cm, a duży średnicę 46 cm. Jaki odważnik trzeba umieścić na małym tłoku, by utrzymać bryłę o masie 500 kg leżącą na dużym tłoku?

## 17 Zadanie – Statek kosmiczny Zazula

W przestrzeni kosmicznej, z dala od innych ciał spoczywał w układzie inercyjnym statek międzygalaktyczny Zazula. Na skutek eksplozji rozpadł się na trzy części. Jedna część o masie  $17,7 \cdot 10^3 \text{ kg}$  porusza się z szybkością  $3,2 \text{ m/s}$ . Druga część o masie  $26,2 \cdot 10^3 \text{ kg}$  nadal spoczywa. Oblicz masę trzeciego fragmentu statku, jeśli jego szybkość jest równa  $5,9 \text{ m/s}$ .

## 18 Zadanie – Spadochroniarz

Spadochroniarz wraz z wyposażeniem ma masę 106 kg i opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości  $7,3 \text{ m/s}$ . Dzieje się to około 300 m nad poziomem morza, a przyspieszenie ziemskie jest tam równe  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Oblicz siłę oporów ruchu działającą na spadochroniarza wraz z jego wyposażeniem.

## 19 Zadanie – Zderzenie wagonów

Wagon kolejowy o masie 22 ton, jadąc po poziomych torach z prędkością o wartości  $2,4 \text{ m/s}$ , uderzył w stojący skład 7 wagonów. Po zderzeniu wszystkie wagony poruszają się razem, ze stałą prędkością. Wszystkie wagony są identyczne. Można pominąć wpływ zewnętrznych sił poziomych. Oblicz:

- wartość prędkości, z jaką poruszają się wagony tuż po zderzeniu i połączeniu,
- o ile zmniejszyła się na skutek szepienia wagonów energia kinetyczna ich ruchu postępowego.

## 20 Zadanie – Kula w polu dwóch sił

Kula o masie 4 kg porusza się pod wpływem siły ciężkości oraz poziomo skierowanej, stałej siły elektrostatycznej. Wpływ innych sił jest pomijalny. Przyspieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Wartość siły elektrostatycznej to 36 N. Oblicz:

- wartość wypadkowej siły działającej na kulę,
- wartość przyspieszenia kuli,

c) wartość prędkości kuli po czasie 9 s, zakładając, że początkowo znajdowała się ona w spoczynku.

## 21 Zadanie – Kula w cieczy

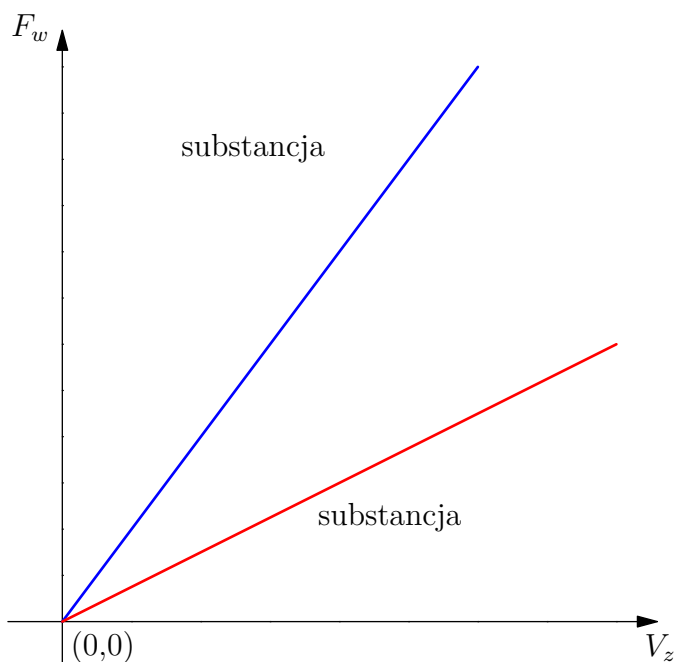
Pełna kula wykonana z materiału o gęstości  $1600 \text{ kg/m}^3$  pływa w cieczy o gęstości  $2100 \text{ kg/m}^3$ . Cały układ znajduje się w jednorodnym polu grawitacyjnym. Oblicz stosunek objętości tej części kuli, która znajduje się powyżej powierzchni cieczy, do objętości całej kuli.

## 22 Zadanie – Która to ciecz?

Prostopadłościan wykonany z porcelany zawieszono na siłomierzu i zmierzono jego ciężar  $Q$ . Następnie zanurzano prostopadłościan w cieczy A, a później w cieczy B. Notowano przy tym wartości wskazywane przez siłomierz oraz objętość zanurzonej części prostopadłościanu. Poniższa tabela przedstawia wyniki pomiarów.

siła ciężkości $Q$ [N]	odczyt z siłomierza [N]	siła wyporu $F_w$ [N]	objętość zanurzonej części $V_z$ [cm <sup>3</sup> ]
substancja A			
0,100	0,080	0,020	2
0,100	0,072	0,028	3
0,100	0,058	0,042	4
substancja B			
0,100	0,086	0,014	2
0,100	0,078	0,022	3
0,100	0,069	0,031	4

- a) Poniżej przedstawiono wykresy zależności siły wyporu  $F_w$  od objętości zanurzonej części prostopadłościanu  $V_z$  dla dwóch cieczy. Podpisz odpowiednio: „substancja A”, „substancja B”.



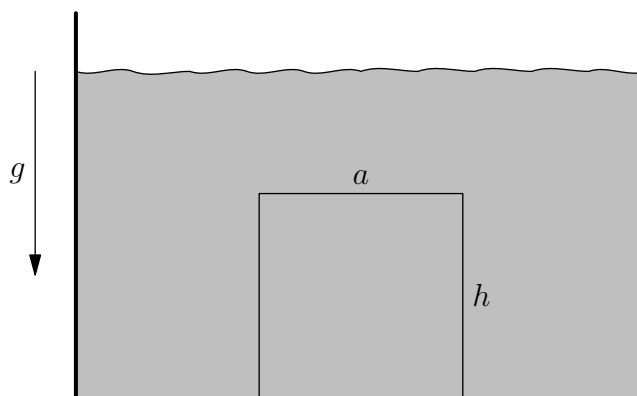
- b) Która z wymienionych niżej cieczy mogłaby być substancją A, a która substancją B? Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

ciecz	gęstość [ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ]
gliceryna	1260
woda	1000
etanol	785

- c) Jakie prawo opisuje badane tutaj zjawisko? Opisz je.

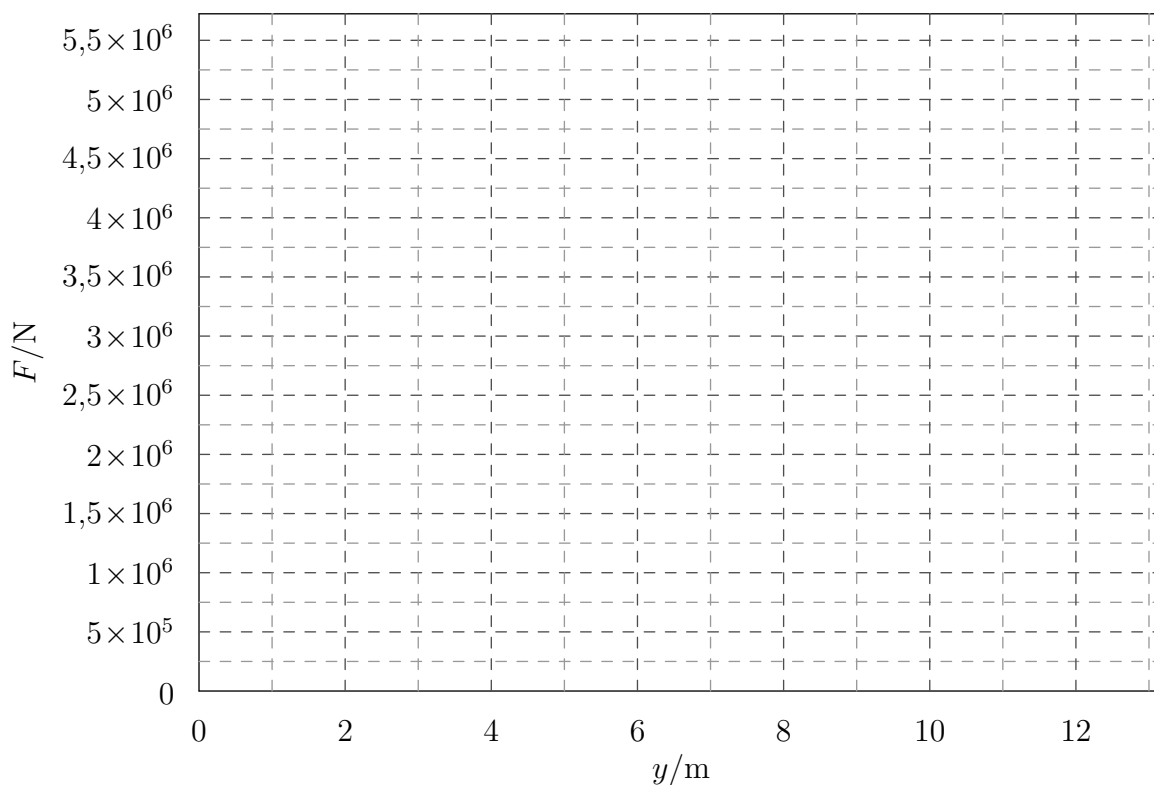
## 23 Zadanie – Wyciąganie bloku z morza

Na poziomym, kamienistym dnie morza spoczywa prostopadłościenny betonowy blok o wymiarach podstawy  $a = 6$  m,  $b = 6$  m oraz wysokości  $h = 7$  m. Głębokość wody w tym miejscu wynosi  $H = 12$  m. Postanowiono wyciągnąć blok z wody.



- Przedstaw na wykresie zależność minimalnej siły  $F$  potrzebnej do wyciągnięcia bloku od położenia dolnej podstawy bryły  $y$ .
- Oblicz minimalną pracę, jaką należy wykonać w celu wyciągnięcia bloku z wody. Wynik podaj w kJ z dokładnością do 3 cyfr znaczących.

Przyjmij, że gęstość wody morskiej wynosi  $\rho_w = 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , przyspieszenie ziemskie  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  oraz gęstość betonu  $\rho_b = 2065 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Wyciąganie było bardzo powolne oraz odbywało się ruchem jednostajnym, pomini opory ruchu oraz wpływ powietrza. Przyjmij, że woda znajdowała się pod całą powierzchnią dolnej podstawy spoczywającego na kamienistym dnie bloku.





## 24 Zadanie – Cegły z wykopaliska

Ilu studentów archeologii potrzeba, by wynieść 3700 cegieł z wykopaliska? Każda z cegieł ma masę 4 kg, a każdy student może wykonać pracę 31000 J, niosąc cegły samodzielnie albo w grupie. Każdą cegłę należy przenieść o 16 m wyżej w polu grawitacyjnym o natężeniu 9,8 N/kg.

## 25 Zadanie – Wahadło

Kulkę o masie 50 dag zawieszoną na długiej, nierozciągliwej i bardzo lekkiej nici przymocowanej do nieruchomego zaczepu wychylono z położenia równowagi tak, że podniosła się ona na wysokość 4 cm. Nici cały czas była napięta. Po wypuszczeniu kulka wykonuje ruch wahadłowy. Zaniedbując opory ruchu, oblicz wartość prędkości kulki w momencie przechodzenia przez położenie równowagi. Przyjmij, że przyspieszenie grawitacyjne jest równe  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

## 26 Zadanie – Wyrzutnia piłek do tenisa

Wyrzutnia w postaci prostej lufy, w której porusza się tłok o kształcie walca prostego, wyrzuca piłki o masie 57 g z szybkością  $118 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Mechanizm wyrzucający działa tak, że przez cały czas, gdy piłka jest w kontakcie z wyrzutnią, poruszający się tłok działa na piłkę stałą siłą i trwa to 0,4 s. Wiadomo, że przed uruchomieniem wyrzutni spoczywająca piłka działa na tłok siłą  $R = 0,4 \text{ N}$ .

- Jaką siłą działa poruszający się tłok na piłkę?
- Oblicz średnią moc, z jaką wyrzutnia wyrzuca piłki.

Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ . Pomiń opory ruchu piłki.

## 27 Zadanie – Rozpędzanie z oporem

Na lodowisku stoi łyżwiarz o masie 56 kg. Kolega rozpędza go, działając na łyżwiarza poziomą siłą o wartości 42 N na drodze 2,1 m. Wiedząc, że działająca na łyżwiarza pozioma siła oporu ma wartość 11 N, oblicz szybkość, z jaką łyżwiarz będzie się poruszać po rozpędzeniu.

## 28 Zadanie – Pocisk

Wystrzelono poziomo pocisk o masie 60 g, który przebił drzewo wzdłuż jego średnicy o długości 39 cm. Prędkość pocisku tuż przed uderzeniem w drzewo była równa 533 m/s, a po przejściu przez drzewo zmniejszyła się do 413 m/s.

- Ile wynosi praca sił oporu?
- Ile wynosi wartość opóźnienia kuli?
- Ile wynosi czas przebijania drzewa?

Załóż, że pocisk podczas przebijania drzewa poruszał się tylko poziomo, ze stałym opóźnieniem.

### 29 Zadanie – Krążek hokejowy

Znajdź szybkość początkową poruszającego się po poziomym lodowisku krążka hokejowego, jeżeli przed zderzeniem z bandą przebył drogę 4 m, a po zderzeniu przebył drogę 2 m do chwili zatrzymania się. Współczynnik tarcia kinetycznego krążka o lód wynosi 0,08. Przyjmij, że podczas zderzenia z bandą nie ma strat energii mechanicznej.

### 30 Zadanie – Droga hamowania

Oblicz, jaką drogę pokona samochód od momentu pojawienia się przeszkody. Samochód poruszał się na asfaltowej powierzchni z prędkością początkową 60 km/h. Typowy czas reakcji kierowcy, czyli czas, jaki upływa od chwili pojawienia się przeszkody do chwili wciśnięcia pedału hamulca, wynosi 0,8 s. Przyjmij, że wciśnięcie pedału hamulca blokuje koła. Współczynnik tarcia kinetycznego opon o suchą nawierzchnię asfaltową wynosi 0,85.

### 31 Zadanie – Ukośna siła

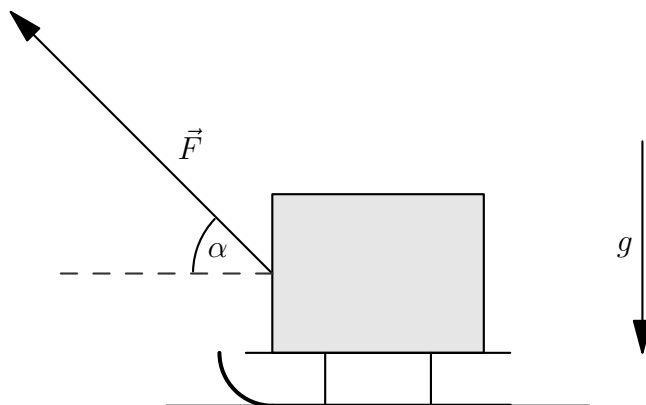
Na poziomej podłodze znajduje się początkowo spoczywający klocek o masie 0,9 kg. Przykładamy do niego siłę  $F = 6$  N skierowaną pod kątem  $\alpha = 45^\circ$  do poziomu. Przyjmij, że współczynnik tarcia kinetycznego i statycznego klocka o podłogę wynosi 0,1.

- Oblicz przyspieszenie klocka.
- Jaką drogę pokona klocek w ciągu pierwszych pięciu sekund ruchu?
- Jaką drogę pokona klocek w trzeciej sekundzie ruchu?

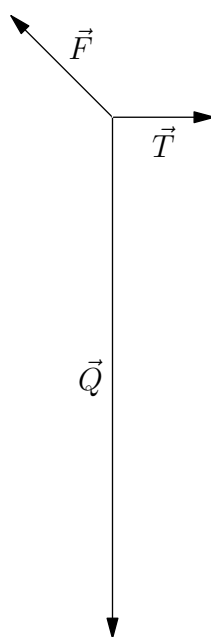


### 32 Zadanie – Sanki

Mama ciągnęła sanki z dzieckiem po śniegu, działając siłą o wartości  $F = 66$  N. Sznurek podczas ruchu był cały czas napięty i nachylony do poziomu pod kątem  $\alpha = 45^\circ$ . Masa sanek i dziecka wynosiła  $m = 34$  kg. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  oraz że ruch był jednostajny prostoliniowy i odbywał się w poziomie.



- a) Oblicz pracę, jaką wykonała mama, ciągnąc sanki z dzieckiem na drodze  $s = 199$  m.
- b) Na poniższym rysunku przedstawiono następujące siły działające na sanki z dzieckiem:  $\vec{F}$  - siła ciągnąca,  $\vec{T}$  - siła tarcia,  $\vec{Q}$  - siła ciężkości. Brakuje na nim pionowej składowej siły reakcji podłoża  $\vec{R}$ . Zaznacz ją na tym rysunku, zachowaj odpowiednie proporcje.



- c) Oblicz współczynnik tarcia kinetycznego  $\mu$  sanek o śnieg.

### 33 Zadanie – Generator fal

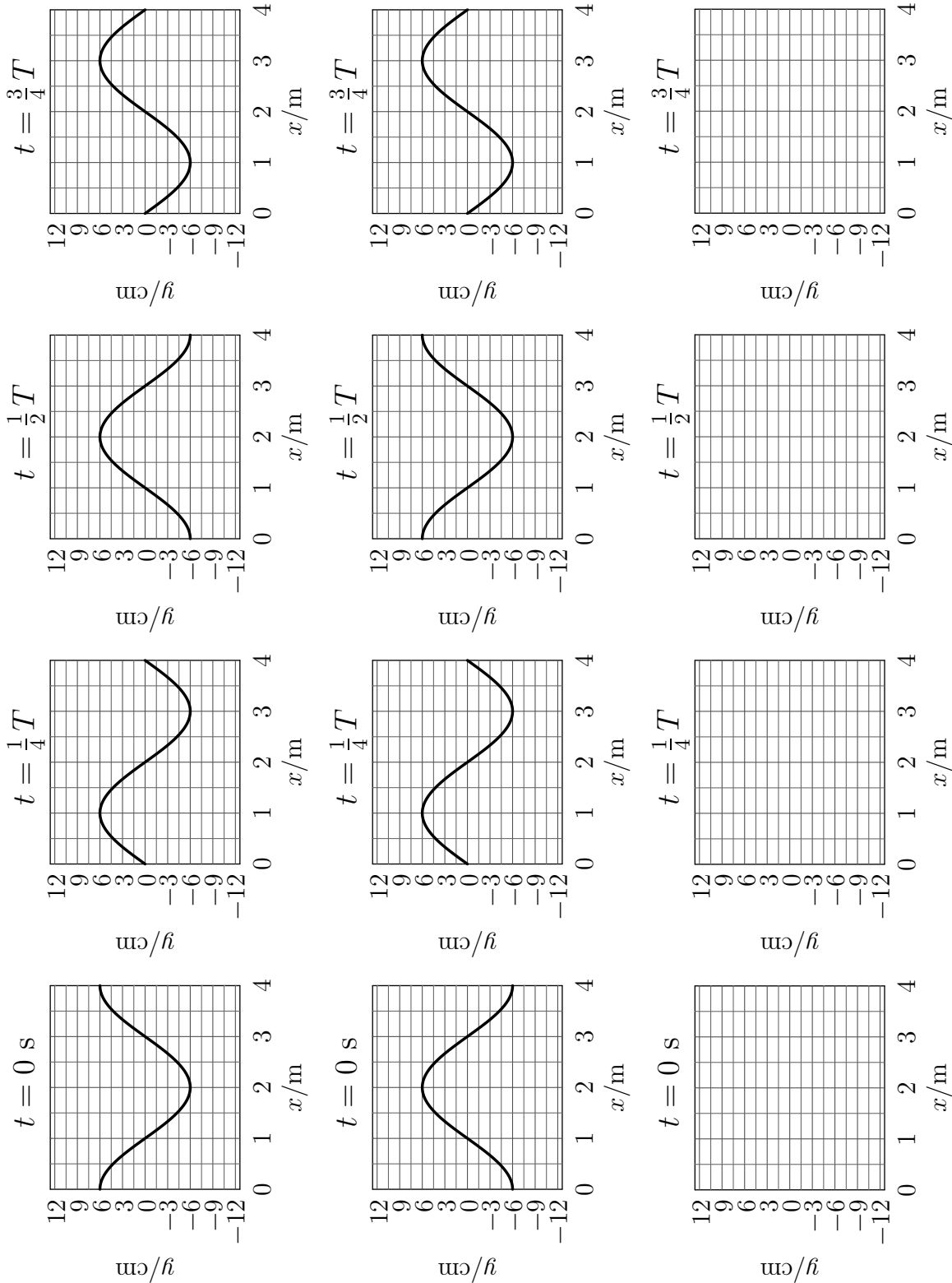
Uczeń nalał wody do wanny. Na powierzchni wody położył drewnianą listewkę połączoną z generatorem drgań. Generator poruszał listewkę pionowo, ze stałą częstotliwością tak, że listewka cały czas była w kontakcie z wodą. W górnym położeniu znajdowała się co 0,13 s. Uczeń wytworzył w ten sposób na powierzchni wody falę płaską. Jej prędkość wynosi  $0,21 \frac{m}{s}$ . Oblicz częstotliwość wytwarzanych fal oraz odległość między kolejnymi grzbietami.

### 34 Zadanie – Dźwięk w piaskowcu

Prędkość dźwięku w piaskowcu jest równa 2500 m/s. Oblicz okres oraz częstotliwość fali rozchodzącej się w płycie z tego piaskowca, jeśli długość fali jest równa 1 km.

### 35 Zadanie – Fale przeciwbieżne

Na poniższym rysunku umieszczono zależności wychylenia  $y$  od położenia  $x$  w wyróżnionych chwilach  $t$  dla dwóch fal: dla pierwszej fali w pierwszym rzędzie i dla drugiej fali w drugim rzędzie. Jak będzie wyglądała ich suma (superpozycja)? Narysuj odpowiednie zależności  $y(x)$  w trzecim rzędzie.



### 36 Zadanie – Kuter rybacki

Dwóch rybaków wypłynęło kutrem rybackim na morze w poszukiwaniu ławicy ryb. Płynęli z prędkością 18 km na godzinę względem dna. Fale morskie, płynące w przeciwną stronę, uderzały w przednią część kadłuba około 70 razy w ciągu minuty. Odległość między kolejnymi grzbietami fal wynosiła 6 m.

W celu znalezienia ławicy ryb, rybacy wykorzystali sonar, czyli urządzenie, które wysyłało pionowo w głąb wody fale ultradźwiękowe o częstotliwości 150 kHz i długości 9 mm. Od chwili wysłania impulsu do chwili jego powrotu po odbiciu się od ławicy ryb upłynęło 70 ms.

- Ile wynosi szybkość przemieszczania się fal morskich względem dna?
- Ile wynosi szybkość rozchodzenia się fal ultradźwiękowych emitowanych przez sonar?
- Jaka jest głębokość, na której znajduje się ławica ryb?

### 37 Zadanie – Struna

Rozważmy gitarową strunę o długości 0,662 m, która rozpięta jest pomiędzy dwoma zaciskami. Przy częstościach rezonansowych, w wyniku interferencji, w strunie powstaje fala stojąca. Drganie własne o najniższej częstości rezonansowej nazywamy modem podstawowym lub pierwszą harmoniczną. W przypadku powyższej struny częstotliwość modu podstawowego wynosi 330 Hz.

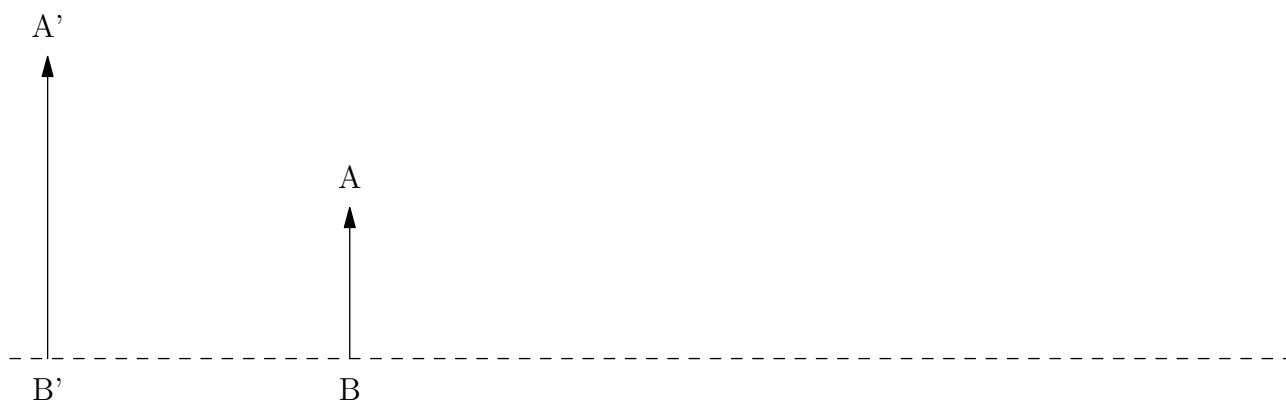
- Z jaką prędkością rozchodzi się fala w strunie?
- Jaką częstotliwość ma druga harmoniczna?

### 38 Zadanie – Prędkość dźwięku w stali

Paweł i Gawęł stoją na szynach kolejowych w odległości 1092 m od siebie. Paweł uderzył młotkiem w szynę. Gawęł, przykładając ucho do szyny, usłyszał dźwięk o 3 sekundy wcześniej niż dźwięk, który doleciał w powietrzu. Oblicz prędkość, z jaką rozchodzi się dźwięk w stali, z której zrobiono szyny. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi  $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

### 39 Zadanie – Gdzie ta soczewka?

Poniższy rysunek przedstawia w schematyczny sposób przedmiot AB oraz obraz A'B' powstały po przejściu przez cienką soczewkę światła emitowanego przez przedmiot AB. Zaznaczono też oś optyczną BB'. Wypisz 3 cechy obrazu. Znajdź położenie soczewki oraz rozstrzygnij, czy użyto soczewki skupiającej, czy rozpraszającej.



## 40 Zadanie – Łamigłówka z elektrostatyki

Do dyspozycji masz uziemienie oraz trzy jednakowe metalowe kule, dwie z nich naładowane są ładunkiem  $Q$ , a trzecia ładunkiem  $-Q$ . Otrzymaj na jednej z nich ładunek  $\frac{3}{8}Q$ . Możesz łączyć kule ze sobą oraz z uziemieniem.

## 41 Zadanie – Naładowane kule

Powierzchnie dwóch jednakowych plastikowych kul naładowano jednorodnie: pierwszej kuli ładunkiem  $2q$ , a drugiej ładunkiem  $3q$ . Środki kul na początku były w odległości  $d$  od siebie, następnie przemieszczono jedną z kul i ta odległość wynosiła  $0,4d$ .

a) Uzupełnij luki i skreśl wyrazy tak, aby tabela zawierała prawdziwe informacje o siłach działających na kule przedstawione na rysunku.

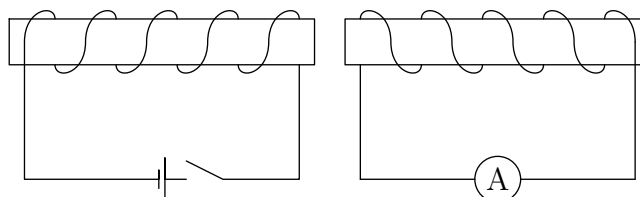


kula 1		kula 2	
przed zsunięciem			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo/w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:		wyrażenie opisujące wartość tej siły:	
po zsunięciu			
zwrot siły działającej na kulę 1:	w prawo/w lewo	zwrot siły działającej na kulę 2:	w prawo/w lewo
wyrażenie opisujące wartość tej siły:		wyrażenie opisujące wartość tej siły:	

b) Oblicz stosunek wartości siły działającej po zsunięciu do tej, która działała na początku.

## 42 Zadanie – Zwojnica

Na schemacie przedstawiono dwie zwojnice. W pierwszym obwodzie znajduje się bateria i włącznik, w drugim amperomierz. Po zamknięciu obwodu po lewej stronie w obwodzie po prawej stronie amperomierz zarejestrował przepływ prądu.



- a) Jak wyjaśnisz przepływ prądu w obwodzie po prawej stronie?
- b) Zaznacz na rysunku, w którym kierunku będzie płynął prąd w obwodzie po prawej stronie. Odpowiedź uzasadnij.



### 43 Zadanie – Cewka i magnes

Układ składa się z wykonanej z miedzianego drutu, podłączonej tylko do amperomierza cewki oraz trwałego, silnego magnesu. Cewka i magnes mogą być niezależnie przesuwane wzdłuż prostej, która jest jednocześnie osią cewki i magnesu (bieguny magnesu leżą na tej prostej). W poniższej tabeli, w wymienionych trzech przypadkach opisz zachowanie wartości bezwzględnej natężenia prądu,  $|I|$ , płynącego przez cewkę (*maleje, rośnie, stała i różna od 0, równa 0*) oraz wypadkowe oddziaływanie elektromagnetyczne między cewką a magnesem (*przyciągają się, odpychają się, nie oddziałują*).

opis	$ I $	oddziaływanie
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki		
Magnes jest ze stałą prędkością zbliżany do nieruchomej cewki		
Cewka jest ze stałą prędkością zbliżana do nieruchomego magnesu		

### 44 Zadanie – Rozładowanie akumulatora

Przez 17 godzin rozładowywano akumulator, mierząc płynący prąd amperomierzem. Średnie natężenie prądu podczas rozładowania było równe 63 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez amperomierz. Wynik podaj w kulombach.

### 45 Zadanie – Alarm samochodowy

Przez pewien alarm samochodowy w trybie czuwania przepływa prąd o średnim natężeniu 40 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez ten układ w trakcie 14 dób. Wynik podaj w kulombach i amperogodzinach.

### 46 Zadanie – Opornik

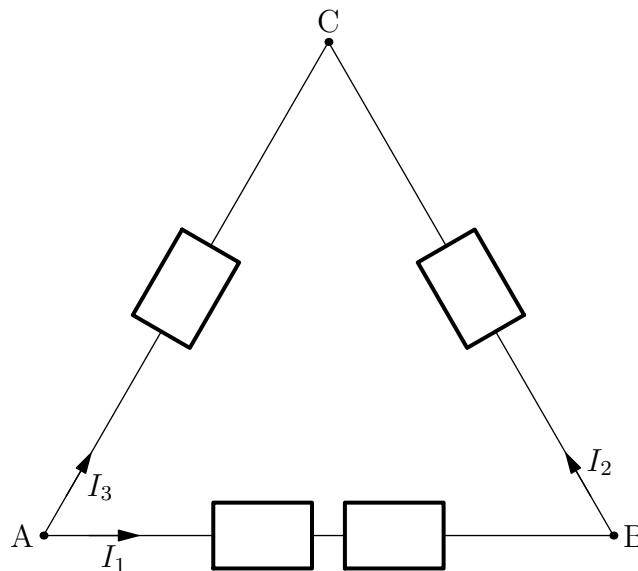
Gdy przez opornik płynął stały prąd o natężeniu 15 mA, napięcie mierzone między końcówkami opornika było równe 0,87 V.

- Oblicz opór opornika.
- Zakładając, że opornik spełnia prawo Ohma, oblicz natężenie prądu płynącego przez opornik, gdy napięcie mierzone między jego końcówkami jest równe 5,22 V.

### 47 Zadanie – Opór zastępczy

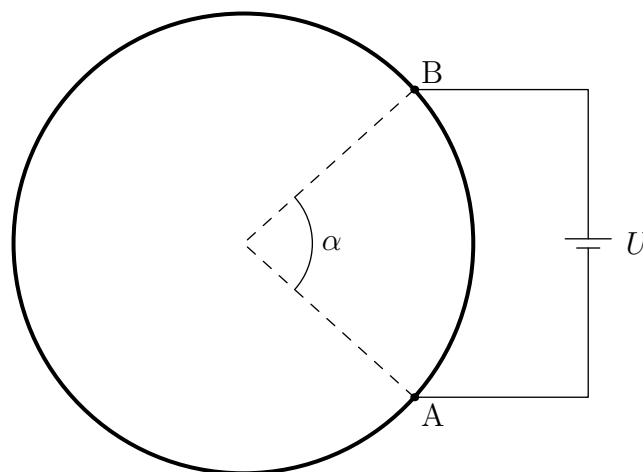
Cztery oporniki o takich samych oporach  $R = 20 \Omega$  połączono w sposób przedstawiony na rysunku. Napięcie  $U$  między punktami A i C wynosi 4 V.

- Oblicz opór zastępczy między zaciskami A i C.
- Oblicz natężenia prądów  $I_1$ ,  $I_2$  i  $I_3$  zaznaczonych na rysunku.
- Oblicz spadek napięcia między punktami B i C.



#### 48 Zadanie – Obwód elektryczny w kształcie okręgu

Kawałek drutu o długości 20 cm wykonany z jednorodnego przewodnika wygięto w kształt okręgu. Pomiedzy punktami A i B włączono baterię. Położenie punktów A i B przedstawia rysunek,  $\alpha = 84^\circ$ . Napięcie  $U$  na baterii wynosi 1,5 V. Oblicz moc wydzielaną w tym obwodzie. Opór właściwy zastosowanej substancji wynosi  $\rho = 2,82 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ . Pole powierzchni przekroju poprzecznego drutu wynosi  $S = 25 \text{ mm}^2$ . Pomiń opór elektryczny przewodów połączeniowych oraz opór wewnętrzny baterii.



#### 49 Zadanie – Ogrzewanie wody

Ile ciepła należy dostarczyć 700 g wody, aby ogrzać ją o 40 K? Wynik wyraż w kJ. Przyjmij, że ciepło właściwe wody wynosi  $4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ .

#### 50 Zadanie – Ochładzanie sali

W pomieszczeniu są klimatyzatory o maksymalnej mocy chłodniczej 3 kW. W sali znajduje się 36 studentów. Można przyjąć, że każdy z nich wydzielą ciepło z szybkością około 340 kJ/godz. W pomieszczeniu znajduje się także 10 żarówek, każda o mocy 80 W. Ponieważ na zewnątrz panuje wysoka temperatura, przez ścianę przenika ciepło z szybkością 8 MJ/godz. Ile

klimatyzatorów powinno być włączonych, jeśli powietrze w pomieszczeniu ma być utrzymywane w stałej temperaturze 22°C?

### 51 Zadanie – Kolektor słoneczny

Na dachu zamontowany jest kolektor słoneczny o sprawności  $n = 19\%$ . Energia słoneczna docierająca do kolektora przekazywana jest do wody krążącej w rurach kolektora. Jaka jest powierzchnia kolektora, jeśli w ciągu godziny ogrzewa 172 litry wody, zwiększając jej temperaturę o 20°C? Przyjmij, że w danej godzinie natężenie promieniowania słonecznego wynosi 610 W/m<sup>2</sup>. Ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg·K), a jej gęstość 1000 kg/m<sup>3</sup>.

### 52 Zadanie – Ciepło właściwe ciała

Do aluminiowego kalorymetru o masie 200 g włożono kulę o masie 418 g. Następnie do naczynia wlało 11 g wrzącej wody i zamknięto kalorymetr, aby zminimalizować wymianę ciepła z otoczeniem. Po ustaleniu się równowagi termicznej układu zmierzono temperaturę wody, wyniosła ona 34°C. Temperatura początkowa kalorymetru i kuli jest równa temperaturze otoczenia i wynosi 23°C. Przyjmij, że ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg·K), a ciepło właściwe aluminium 900 J/(kg·K). Oblicz ciepło właściwe kuli, a następnie sprawdź w tablicy, z jakiego materiału jest najprawdopodobniej zbudowana. Zastanów się, dlaczego otrzymana wartość różni się od wartości podanej w tablicy.

substancja	ciepło właściwe J/(kg·K)
cyna	220
miedź	380
nikiel	460
glin	900

### 53 Zadanie – Topienie złota

Jubiler na stopienie złota zużył 5120 J energii. Oblicz, ile złota stopił jubiler, wiedząc, że złoto było już podgrzane do temperatury topnienia oraz że ciepło topnienia złota wynosi 64 kJ/kg.

### 54 Zadanie – Parowanie wody

Do naczynia zawierającego 0,6 kg wody włożono grzałkę o mocy 500 W, a następnie doprowadzono wodę do wrzenia. Ile wody wyparowało w ciągu 1 minut wrzenia? Przyjmij, że ciepło parowania wody wynosi 2270 kJ/kg.

### 55 Zadanie – Silnik spalinowy

Samochód jedzie po autostradzie ze stałą prędkością. By utrzymać prędkość, silnik pracuje z mocą 30 kW. Sprawność silnika wynosi 20%. Ile zapłacimy za benzynę zużytą przez samochód jadący przez 3 godziny? Cena benzyny na stacji paliw wynosi 4,69 zł/l, ciepło spalania wynosi 42 MJ/kg, a jej gęstość 0,7 g/cm<sup>3</sup>.

## 56 Zadanie – Lód w ciepłej wodzie

Blok lodu o temperaturze  $-6^{\circ}\text{C}$  i masie 340 g włożono do 920 g wody o temperaturze  $55^{\circ}\text{C}$ . Oblicz końcową temperaturę układu, zakładając, że nie następuje wymiana ciepła z otoczeniem. Przyjmij wartości: ciepła właściwego lodu  $2050\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , ciepła topnienia lodu  $334\text{ kJ}/\text{kg}$ , ciepła właściwego wody (cieczy)  $4200\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .

## 57 Zadanie – Podgrzewanie lodu

W naczyniu znajdował się lód o masie 2 kg w temperaturze  $-10^{\circ}\text{C}$ . Naczynie to postawiono na kuchence gazowej i ogrzewano przez 1,6 min. Moc kuchenki wynosiła 12 kW. Sprawność procesu ogrzewania zawartości naczynia była równa 40%.

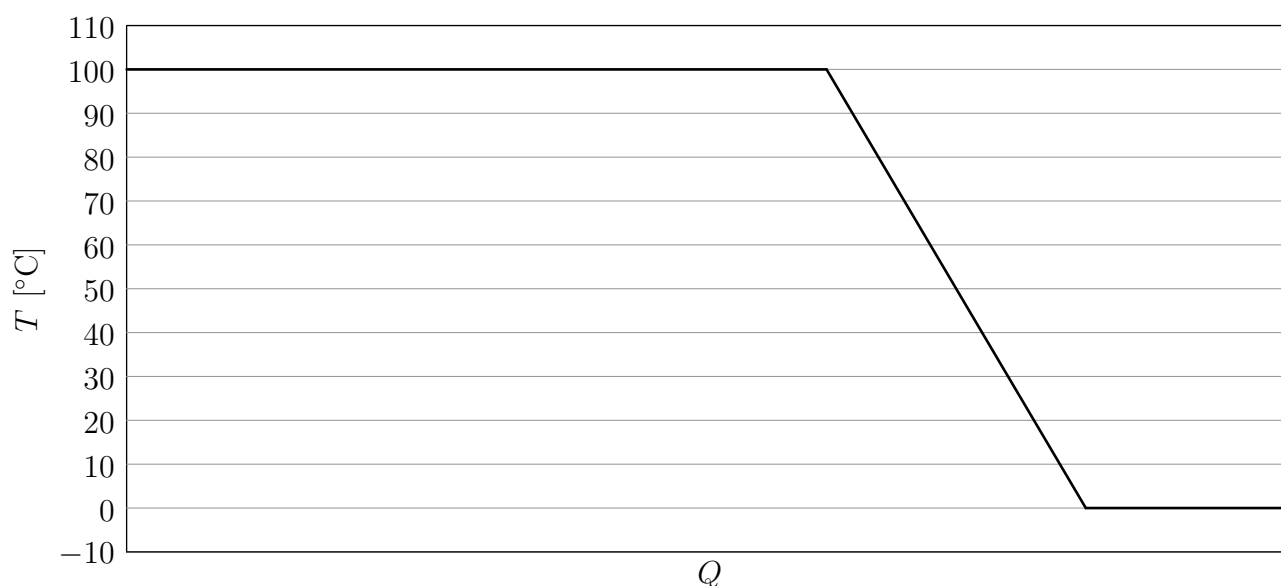
- Czy lód się stopił?
- Oblicz temperaturę końcową zawartości naczynia. Wynik podaj z dokładnością do 2 cyfr znaczących.

W obliczeniach pomiń ciepło oddane do otoczenia i naczynia. Przyjmij, że ciepło topnienia lodu wynosi  $L = 330\text{ kJ}/\text{kg}$ , ciepło właściwe lodu  $c_l = 2100\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , a ciepło właściwe wody  $c_w = 4200\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ .

## 58 Zadanie – Zjawiska cieplne

Na rysunku poniżej przedstawiono zależność temperatury próbki 2 g  $\text{H}_2\text{O}$  od wymienionego z otoczeniem ciepła. Rozpoznaj i podpisz przedstawione zjawiska cieplne. Oblicz, ile kalorii próbka wymieniła z otoczeniem podczas całego procesu przedstawionego na rysunku. Potrzebne dane znajdują się w tabeli. Przyjmij, że na diagramie został przedstawiony cały proces przemiany fazowej. Uwaga, rysunek nie zachowuje skali.

ciepło topnienia/zamarzania	336000 J/kg
ciepło parowania/skraplania	2270000 J/kg
ciepło właściwe (woda)	4200 J/(kg·K)
ciepło właściwe (lód)	2100 J/(kg·K)
ciepło właściwe (para wodna)	2000 J/(kg·K)



## 59 Zadanie – Spadająca kulka (1 wiersz tabeli)

Z jaką prędkością powinna spadać kulka wykonana z indu, aby przy uderzeniu o ziemię całkowicie uległa stopieniu? Zakładamy, że mimo odkształcenia pocisk pozostał w całości oraz że przy uderzeniu  $n = 49\%$  energii zostało przekazane pociskowi w formie ciepła. Temperatura początkowa kulki wynosi 298 K. Pozostałe potrzebne dane zamieszczone są w tabeli poniżej.

substancja	ciepło właściwe [J/(kg·K)]	ciepło topnienia [kJ/kg]	temperatura topnienia [°C]
ind	233	28	156

## 60 Zadanie – Lodowiec

Oszacuj masę stopionego lodu z lodowca, który zsunął się i zatrzymał w dolinie. Początkowo lodowiec spoczywał na wysokości 240 m nad doliną i miał masę  $5 \cdot 10^9$  kg. Załóż, że energia tracona przez zsuwający się lodowiec i spływającą wodę powstałą podczas topnienia lodowca powoduje dalsze topnienie lodu. Przyjmij ciepło topnienia lodu 334 kJ/kg. Przyspieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

## 61 Zadanie – Temperatury

W różnych krajach stosuje się inne skale temperatur, np. w Polsce temperaturę podaje się w skali Celsjusza, a w USA w skali Fahrenheita. Naukowcy używają najczęściej skali Kelwina. Aby dowiedzieć się, jak przeliczyć temperatury, zapoznaj się z poniższymi wzorami, w których  $T_K$  oznacza temperaturę podaną w skali Kelwina,  $T_C$  oznacza temperaturę podaną w stopniach Celsjusza, a  $T_F$  oznacza temperaturę podaną w stopniach Fahrenheita.

$$T_K = 273,15 + T_C \qquad T_C = (T_F - 32) \cdot \frac{5}{9}$$

Dwaj chłopcy, Adaś z Polski i John z USA, mierzyli codziennie temperaturę przed domem, otrzymując następujące wyniki:

Adaś:  $-8^\circ\text{C}$ ,  $-11^\circ\text{C}$ ,  $-15^\circ\text{C}$ ,  $-14^\circ\text{C}$ .

John:  $32^\circ\text{F}$ ,  $23^\circ\text{F}$ ,  $-4^\circ\text{F}$ ,  $14^\circ\text{F}$ .

Obaj chłopcy biorą udział w konkursie badawczym i muszą przesłać wyniki swoich pomiarów w skali Kelwina.

Pytanie 1. Jakie będą wartości uzyskanych przez nich temperatur w skali Kelwina?

Pytanie 2. Ile wynosi średnia temperatura u każdego z chłopców? Odpowiedź podaj w skali Kelwina.

## 62 Zadanie – Średnia temperatura

Stacja meteorologiczna prowadziła przez tydzień pomiary średniej dobowej temperatury, uzyskując następujące wyniki:  $0^\circ\text{C}$ ,  $-2^\circ\text{C}$ ,  $2^\circ\text{C}$ ,  $-3^\circ\text{C}$ ,  $-4^\circ\text{C}$ ,  $-1^\circ\text{C}$ ,  $15^\circ\text{C}$ .

Ile wynosi średnia temperatura w tym tygodniu?

## 63 Zadanie – Zmiana energii wewnętrznej układu

W pewnym procesie dostarczyliśmy do układu ciepło o wartości 230 J, wykonaliśmy pracę nad tym układem (np. sprężając go) o wartości 140 J oraz odebraliśmy od układu ciepło o wartości 160 J, a układ wykonał pracę o wartości 80 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej tego układu wskutek opisanego procesu.

**64 Zadanie – Praca wykonana przez gaz**

Oblicz pracę wykonaną przez gaz podczas jednego cyklu przedstawionego na wykresie poniżej.

