Warszawa, 2018-07-21

Zbiór zadań dla uczniów przygotowujących się do konkursu kuratoryjnego 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 19800 metrów w ciągu 45 minut?

Odpowiedź: Człowiek porusza się z prędkością 26,4 km/h.

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 340 m/s.

Odpowiedź: Minimalna odległości od ściany to około 11,9 m.

3 Zadanie – Prędkość jazdy rowerem

Jaś wyruszył rowerem z linii startu i jechał ze średnią prędkością 8,3 m/s. Maciek, który wyruszył 4 s po Jasiu z linii startu, ukończył wyścig 16 s przed Jasiem. Obaj chłopcy przebyli tę samą odległość. Z jaką średnią prędkością jechał Maciek, jeśli całą trasę przejechał w trakcie 332 s?

Odpowiedź: Maciek jechał z prędkością 8,8 m/s.

4 Zadanie – Sztafeta żółwi

Pałeczka niesiona przez trzy żółwie poruszała się ze średnią szybkością 200 cm/s przez 12 minut. Pierwszy żółw niosący pałeczkę w sztafecie poruszał się z szybkością 250 cm/s przez 2,5 minuty, po czym natychmiast pałeczkę przejął drugi żółw poruszający się z szybkością 180 cm/s przez 5,5 minuty, a potem przekazał ją błyskawicznie trzeciemu żółwiowi. Z jaką średnią szybkością poruszał się trzeci żółw?

Odpowiedź: Średnia szybkość trzeciego żółwia to około 196 cm/s.

5 Zadanie – Droga do szkoły

Jaś pokonuje swoją drogę do szkoły ze średnią szybkością 21 km/h. Pierwszą część drogi pokonuje rowerem miejskim, a drugą autobusem. Oba odcinki drogi są sobie równe. Rowerem porusza się ze średnią szybkością 17 km/h. Oblicz średnią szybkość jazdy autobusem. Wynik podaj z dokładnością do 2 cyfr znaczących.

Odpowiedź: Autobus jedzie ze średnią szybkością ok. 27 km/h.

6 Zadanie – Samochód

Samochód pana Krzysztofa spala 6 litrów benzyny na sto kilometrów, a litr benzyny kosztuje 4 zł. Ile **pełnych** kilometrów przejedzie pan Krzysztof samochodem za równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej, czyli za 2 zł?

Odpowiedź: Za równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej samochód przejedzie 8 pełnych km.

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 11,1 min wioślarz zauważył zgubę. Natychmiast zaczął płynąć w dół rzeki i dopędził koło w odległości 1665 m od kładki. Przyjmij, że wartość prędkości łodzi względem wody była stała i taka sama, gdy łódź płynęła w górę i gdy płynęła w dół rzeki. Załóż również, że koło od chwili, gdy wypadło z łodzi, nie poruszało się względem wody. Oblicz prędkość prądu rzeki względem brzegu w km/h.

Odpowiedź: Prędkość prądu rzeki to 4,5 km/h.

8 Zadanie – Przejażdżka metrem

Uczeń wsiadł do metra na początku pociągu. Postanowił przejść podczas jazdy na jego koniec korytarzem o długości $l = 116$ m. Gdy tam dotarł, pociąg wjechał na kolejną stację. Uczeń szedł ze średnią szybkością $v_p = 4{,}6\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ względem pociągu. Pociąg przejechał drogę $s = 1200$ m. Oblicz średnią szybkość, z jaką jechał pociąg względem stacji metra u, oraz średnią szybkość ucznia względem ziemi v_z.

Odpowiedź: Pociąg jechał ze średnią szybkością 47,6 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, uczeń względem ziemi poruszał się ze średnią szybkością 43 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

9 Zadanie – Wąż ogrodowy

Gumowy wąż ogrodowy o wewnętrzej średnicy 8 mm zakończony jest otworem o średnicy 4 mm. Z jaką szybkością wylatuje woda z otworu, jeśli w wężu porusza się ona z szybkością 70 cm/s?

Odpowiedź: Szybkość wody w otworze to ok. 280 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 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

Odpowiedź: W drugiej sekundzie ruchu samochód przejechał około 7,08 m, a w piątej 21,3 m. Natomiast do setki samochód rozpędzi się w 5,88 s.

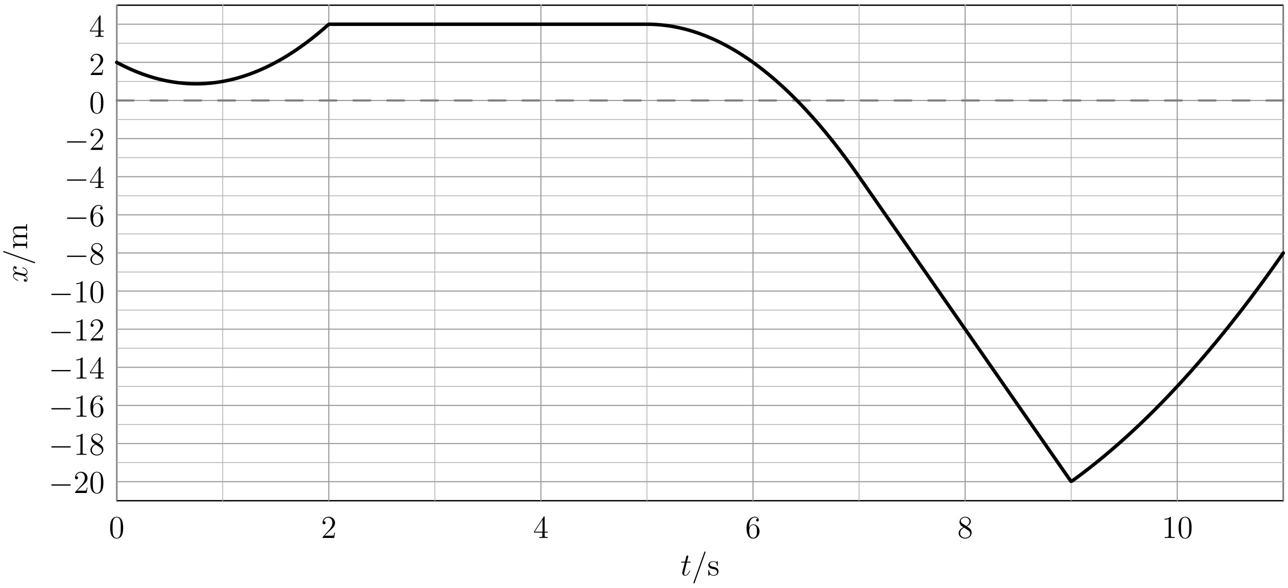
11 Zadanie – Kolumna wojskowa

Piesza kolumna wojskowa o długości 6 km porusza się cały czas ze stałą szybkością 6 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 5 min. Podczas przekazywania informacji rowerzysta porusza się z prędkością kolumny wojskowej. Poza czasem składania meldunku średnia szybkość jadącego żołnierza wynosiła 25 km/h.
a) Ile czasu zajmie mu wykonanie zadania?
b) Oblicz drogę, jaką pokona podczas wykonywania zadania.
Pomiń moment zawracania rowerzysty po przekazaniu meldunku.

Odpowiedź:
a) Wykonanie zadania zajmie mu $t = l(\frac{1}{V_2-V_1} + \frac{1}{V_2+V_1}) + t_1 \approx 35{,}6$ min, gdzie l to długość kolumny wojskowej, V_1 to szybkość kolumny, t_1 to czas przekazywania informacji, a V_2 to szybkość żołnierza na rowerze.
b) W tym czasie pokona on drogę $s = lV_2(\frac{1}{V_2-V_1} + \frac{1}{V_1+V_2}) + t_1V_1 \approx 13{,}2$ km.

12 Zadanie – Niezdecydowany punkt materialny

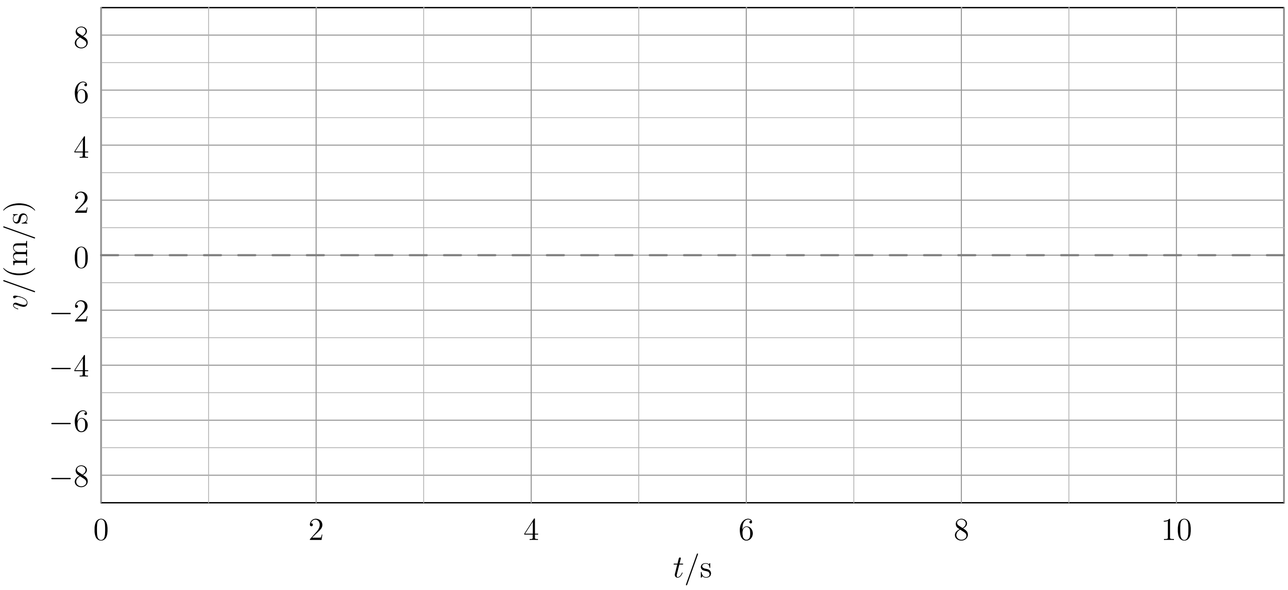
Punkt materialny porusza się wzdłuż osi X. Na wykresie przedstawiono zależność jego położenia x od czasu t.



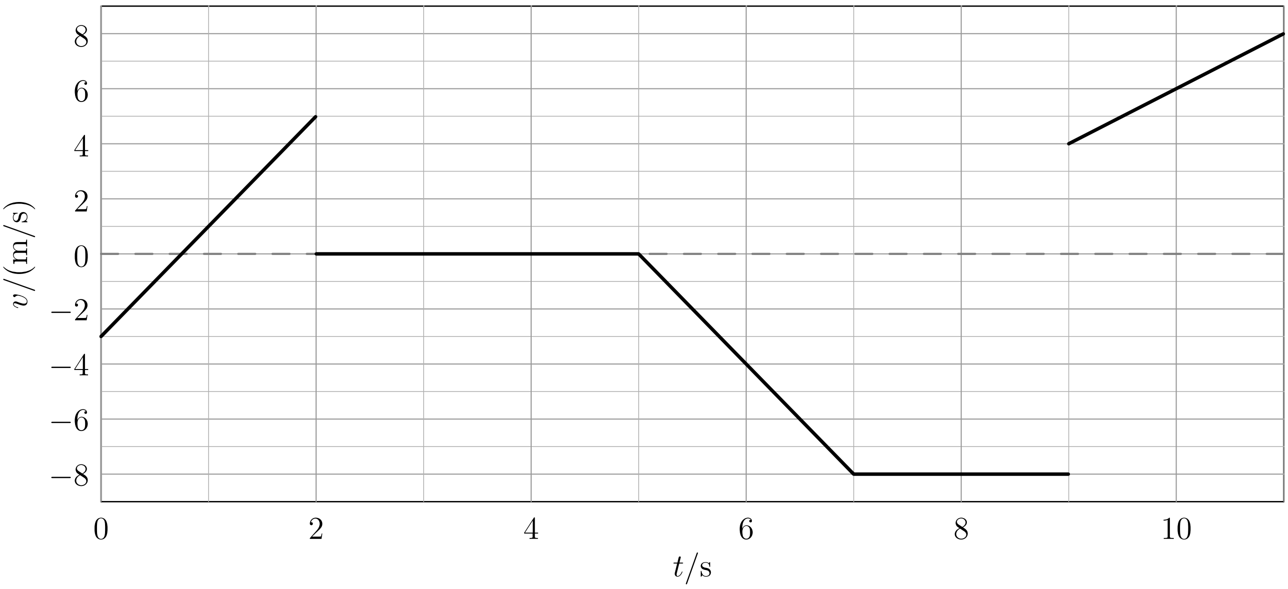
W tabeli podano przyśpieszenie a punktu materialnego w poszczególnych interwałach czasu.

t/s	$[0,2[$	$]2,5[$	$]5,7[$	$]7,9[$	$]9,11]$
$a/(\mathrm{m/s^2})$	4	0	−4	0	2

Wykonaj wykres zależności prędkości v od czasu dla tego punktu materialnego dla $t \in [0,11]$ s.



Odpowiedź: Poprawny wykres:



13 Zadanie – Strzelec

Antyterrorysta strzelił z poziomo ustawionego karabinu do pionowej tarczy oddalonej od niego o 170 m. Pocisk opuścił lufę z szybkością 910 m/s. Pomijając opory powietrza i przyjmując wartość przyśpieszenia ziemskiego 9,8 m/s^2, oblicz o ile opadł pocisk w pionie podczas lotu. Wynik wyraź w centymetrach.

Odpowiedź: Pocisk opadł o około 17 cm.

14 Zadanie – Przyssawka

Oblicz maksymalną masę odważnika, który może wisieć przyczepiony do okrągłej przyssawki przylegającej do poziomego sufitu. Średnica przyssawki jest równa 19 cm. Przyjmij, że między przyssawką a sufitem jest próżnia, ciśnienie atmosferyczne jest równe 1000 hPa, a przyśpieszenie ziemskie 9,8 m/s^2.

Odpowiedź: Maksymalna masa odważnika jest równa ok. 289 kg.

15 Zadanie – Pod wodą

Oblicz ciśnienie wody działające na nurka znajdującego się na głębokości 30 m. Przyjmij gęstość wody 1028 kg/m^3 oraz natężenie pola grawitacyjnego 9,8 N/kg.

Odpowiedź: Ciśnienie wody jest równe ok. 302 kPa. Jeśli chcesz uwzględnić ciśnienie atmosferyczne, to należy dodać ok. 100 kPa.

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 35 cm. Jaki odważnik trzeba umieścić na małym tłoku, by utrzymać bryłę o masie 400 kg leżącą na dużym tłoku?

Odpowiedź: Na małym tłoku należy umieścić odważnik o masie ok. 1,31 kg.

17 Zadanie – Statek kosmiczny Zazula

W przestrzeni kosmicznej, z dala od innych ciał spoczywał w układzie inercjalnym statek międzygalaktyczny Zazula. Na skutek eksplozji rozpadł się na trzy części. Jedna część o masie $12{,}8 \cdot 10^3$ kg porusza się z szybkością 3,8 m/s. Druga część o masie $29{,}3 \cdot 10^3$ kg nadal spoczywa. Oblicz masę trzeciego fragmentu statku, jeśli jego szybkość jest równa 5,7 m/s.

Odpowiedź: Z zasady zachowania pędu układu, $\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3$, oraz z $\vec{p}_0 = 0$ i $\vec{p}_2 = 0$ otrzymujemy: $\vec{p}_3 = -\vec{p}_1$. Obliczając wartość obu stron, $|\vec{p}_3| = |-\vec{p}_1|$, otrzymujemy równanie $p_3 = p_1$, czyli $m_3 v_3 = m_1 v_1$, co prowadzi do wyniku: $m_3 = m_1 v_1 / v_3 \approx 8{,}53 \cdot 10^3$ kg.

18 Zadanie – Spadochroniarz

Spadochroniarz wraz z wyposażeniem ma masę 120 kg i opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości 5,3 m/s. Dzieje się to około 300 m nad poziomem morza, a przyśpieszenie ziemskie jest tam równe 9,8 m/s^2. Oblicz siłę oporów ruchu działającą na spadochroniarza wraz z jego wyposażeniem.

Odpowiedź: Spadochroniarz porusza się z zerowym przyśpieszeniem, a więc wartość siły oporów ruchu jest równa wartości siły ciężkości skoczka: $Q = mg \approx 1180$ N.

19 Zadanie – Zderzenie wagonów

Wagon kolejowy o masie 40 ton, jadąc po poziomych torach z prędkością o wartości 2,4 m/s, uderzył w stojący skład 5 wagonów. Po zderzeniu wszystkie wagony poruszają się razem, ze stałą prędkością. Wszystkie wagony są identyczne. Można pominąć wpływ zewnętrznych sił poziomych. Oblicz:
a) wartość prędkości, z jaką poruszają się wagony tuż po zderzeniu i połączeniu,
b) o ile zmniejszyła się na skutek sczepienia wagonów energia kinetyczna ich ruchu postępowego.

Odpowiedź:
a) Po sczepieniu skład porusza się z prędkością $v = 0{,}4$ m/s.
b) Energia kinetyczna ruchu postepowego zmniejszyła się o $\Delta E_k = m(v_0^2 - (n+1)v^2)/2 \approx 96$ kJ.

20 Zadanie – Kula w polu dwóch sił

Kula o masie 10 kg porusza się pod wpływem siły ciężkości oraz poziomo skierowanej, stałej siły elektrostatycznej. Wpływ innych sił jest pomijalny. Przyśpieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe 9,8 m/s^2. Wartość siły elektrostatycznej to 103 N. Oblicz:
a) wartość wypadkowej siły działającej na kulę,
b) wartość przyśpieszenia kuli,
c) wartość prędkości kuli po czasie 10 s, zakładając, że początkowo znajdowała się ona w spoczynku.

Odpowiedź:
a) Wartość wypadkowej siły (po skorzystaniu z twierdzenia Pitagorasa) to ok. 142 N.
b) Wartość przyśpieszenia to $a = F/m \approx 14{,}2$ m/s^2.
c) Wartość prędkości po czasie t to $v = at \approx 142$ m/s.

21 Zadanie – Kula w cieczy

Pełna kula wykonana z materiału o gęstości 2200 kg/m^3 pływa w cieczy o gęstości 2400 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.

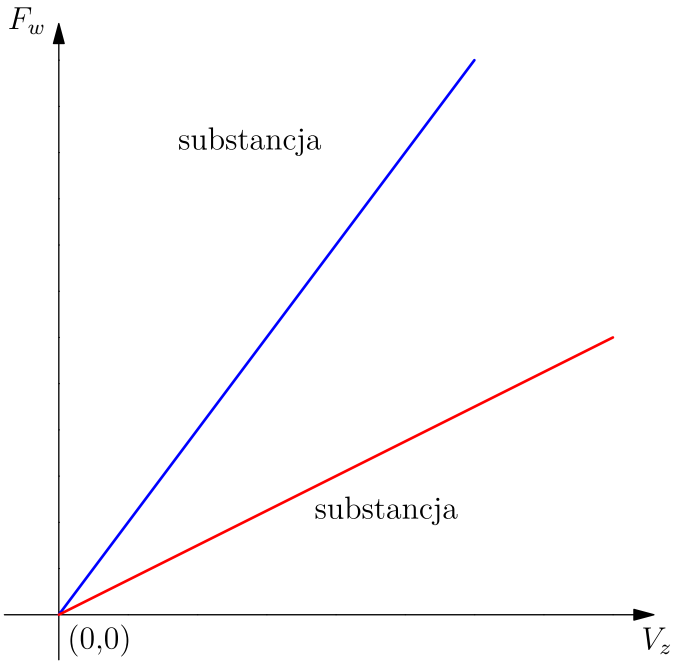
Odpowiedź: Stosunek objętości części kuli, która znajduje się powyżej powierzchni cieczy, do objętości całej kuli jest równy $1 - d_b/d_l \approx 0{,}0833$.

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^3]
substancja A			
0,100	0,085	0,015	2
0,100	0,078	0,022	3
0,100	0,069	0,031	4
substancja B			
0,100	0,080	0,020	2
0,100	0,070	0,030	3
0,100	0,058	0,042	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”.



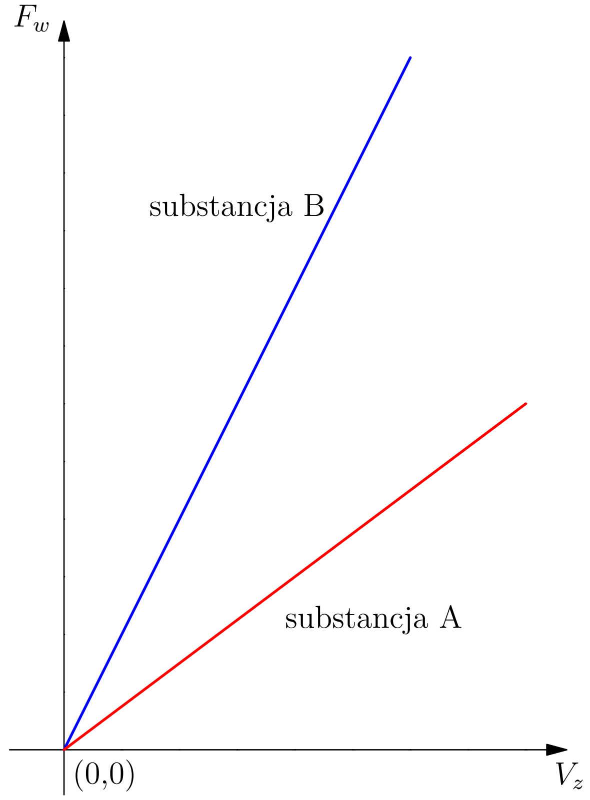
b) Która z wymienionych niżej cieczy mogłaby być substancją A, a która substancją B? Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

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

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

Odpowiedź:

a)

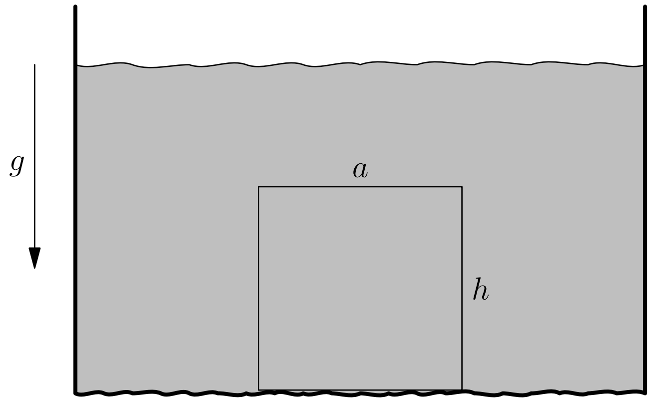


b) Substancją A mógłby być etanol, a substancją B woda.

c) Badane zjawisko jest opisywane przez prawo Archimedesa. Mówi ono, że na ciało zanurzone w cieczy działa siła skierowana pionowo ku górze równa ciążarowi wypartej cieczy. Opisana jest wspomnianym już wzorem $F_w = \rho_c g V_z$.

23 Zadanie – Wyciąganie bloku z morza

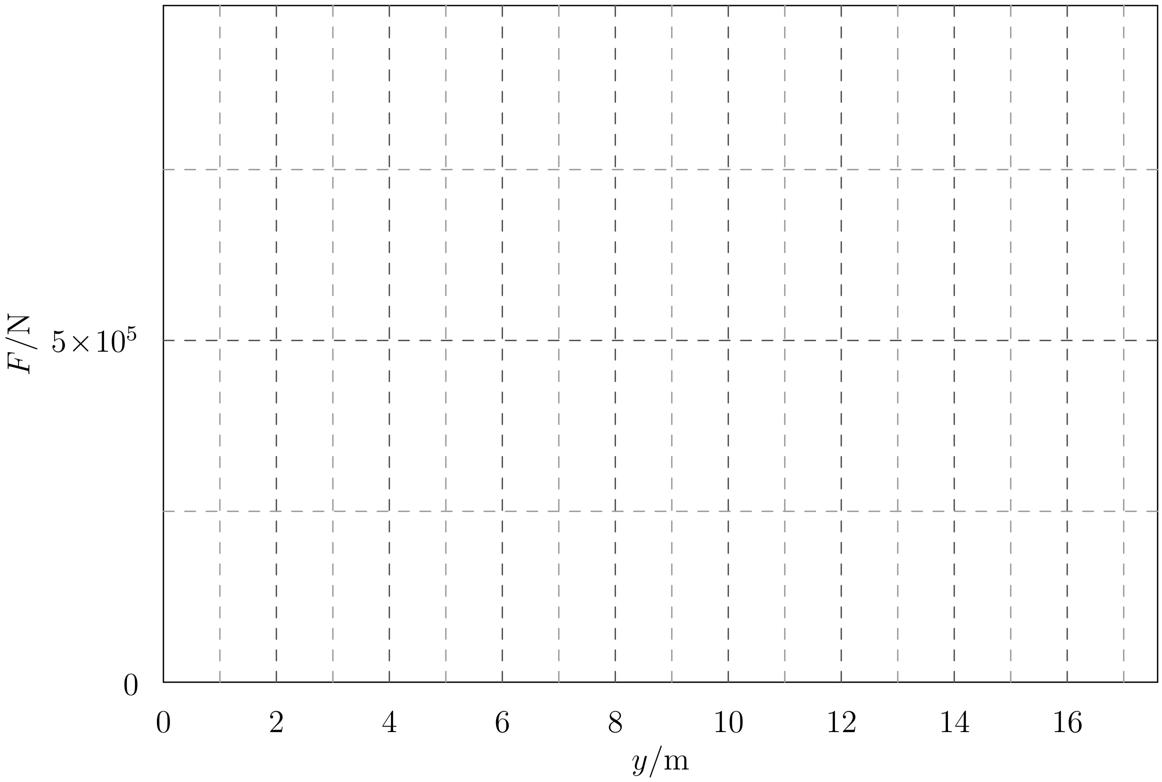
Na poziomym, kamienistym dnie morza spoczywa prostopadłościenny betonowy blok o wymiarach podstawy $a = 3$ m, $b = 3$ m oraz wysokości $h = 5$ m. Głębokość wody w tym miejscu wynosi $H = 16$ m. Postanowiono wyciągnąć blok z wody.



a) Przedstaw na wykresie zależność minimalnej siły F potrzebnej do wyciągnięcia bloku od położenia dolnej podstawy bryły y.

b) 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 $\rho_b = 2000~\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. Wyciąganie było bardzo powolne oraz odbywało się ruchem jednostajnym, pomiń opory ruchu oraz wpływ powietrza. Przyjmij, że woda znajdowała się pod całą powierzchnią dolnej podstawy spoczywającego na kamienistym dnie bloku.



Odpowiedź: b) Minimalna praca potrzebna do wyciągnięcia bloku wynosi około 8140 kJ.

24 Zadanie – Cegły z wykopaliska

Ilu studentów archeologii potrzeba, by wynieść 3900 cegieł z wykopaliska? Każda z cegieł ma masę 3 kg, a każdy student może wykonać pracę 38000 J, niosąc cegły samodzielnie albo w grupie. Każdą cegłę należy przenieść o 14 m wyżej w polu grawitacyjnym o natężeniu 9,8 N/kg.

Odpowiedź: Minimalna liczba studentów potrzebna do wniesienia cegieł to 43.

25 Zadanie – Wahadło

Kulkę o masie 70 dag zawieszoną na długiej, nierozciągliwej i bardzo lekkiej nici przymocowanej do nieruchomego zaczepu wychylono z położenia równowagi tak, że podniosła się ona na wysokość 6 cm. Nić 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 przyśpieszenie grawitacyjne jest równe 9,8 m/s^2.

Odpowiedź: Wartość prędkości kulki w momencie przechodzenia przez położenie równowagi to ok. 1,08 m/s.

26 Zadanie – Wyrzutnia piłek do tenisa

Wyrzutnia w postaci prostej lufy, w której porusza się tłok o kształcie walca prostego, wyrzuca piłki o masie 58 g z szybkością 116 $\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. 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 0,3 s. Wiadomo, że przed uruchomieniem wyrzutni spoczywająca piłka działa na tłok siłą $R = 0{,}41$ N.

a) Jaką siłą działa poruszający się tłok na piłkę?

b) Oblicz średnią moc, z jaką wyrzutnia wyrzuca piłki.

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

Odpowiedź: a) Poruszający się tłok działa na piłkę siłą ok. 6,64 N.
b) Piłki wyrzucane są ze średnią mocą ok. 107 W.

27 Zadanie – Rozpędzanie z oporem

Na lodowisku stoi łyżwiarz o masie 76 kg. Kolega rozpędza go, działając na łyżwiarza poziomą siłą o wartości 36 N na drodze 2,7 m. Wiedząc, że działająca na łyżwiarza pozioma siła oporu ma wartość 9 N, oblicz szybkość, z jaką łyżwiarz będzie się poruszać po rozpędzeniu.

Odpowiedź: Końcowa szybkość łyżwiarza o masie m będzie równa $v = \sqrt{2(F - T)S/m} \approx 1{,}39$ m/s.

28 Zadanie – Pocisk

Wystrzelono poziomo pocisk o masie 48 g, który przebił drzewo wzdłuż jego średnicy o długości 39 cm. Prędkość pocisku tuż przed uderzeniem w drzewo była równa 787 m/s, a po przejściu przez drzewo zmiejszyła się do 667 m/s.
a) Ile wynosi praca sił oporu?
b) Ile wynosi wartość opóźnienia kuli?
c) Ile wynosi czas przebijania drzewa?
Załóż, że pocisk podczas przebijania drzewa poruszał się tylko poziomo, ze stałym opóźnieniem.

Odpowiedź:
a) Praca sił oporu wynosi $W = \frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) \approx -4190$ J, gdzie V_1 i V_2 to odpowiednio prędkość pozioma pocisku o masie m przed wbiciem w drzewo i po przebiciu drzewa.
b) Wartość opóźnienia kuli wynosi $a = \frac{W}{md} \approx 224$ km/s^2, gdzie d to średnica drzewa.
c) Czas wynosi $t = \frac{V_1 - V_2}{a} \approx 0{,}536$ ms.

29 Zadanie – Krążek hokejowy

Znajdź szybkość początkową poruszającego się po poziomym lodowisku krążka hokejowego, jeżeli przed zderzeniem z bandą przebył drogę 7 m, a po zderzeniu przebył drogę 5 m do chwili zatrzymania się. Współczynnik tarcia kinetycznego krążka o lód wynosi 0,12. Przyjmij, że podczas zderzenia z bandą nie ma strat energii mechanicznej.

Odpowiedź: Szybkość początkowa wynosi $V_0 = \sqrt{2gf(s_1 + s_2)} = 5{,}31$ m/s, gdzie s_1 to droga przebyta przez krążek przed uderzeniem w bandę, s_2 to droga przebyta przez krążek po uderzeniu w bandę, a f to współczynnik tarcia kinetycznego krążka o lód.

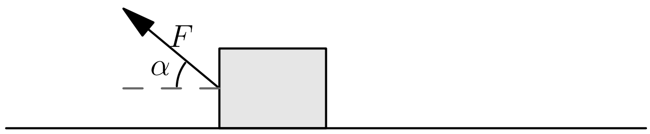
30 Zadanie – Droga hamowania

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.

Odpowiedź: Droga, jaką pokona samochód, wynosi $s = s_1 + s_2 = V_0 t_1 + \frac{V_0^2}{2gf} = 30$ m, gdzie V_0 to prędkość początkowa samochodu, t_1 to czas reakcji kierowcy, a f to współczynnik tarcia kinetycznego opon o suchą nawierzchnię.

31 Zadanie – Ukośna siła

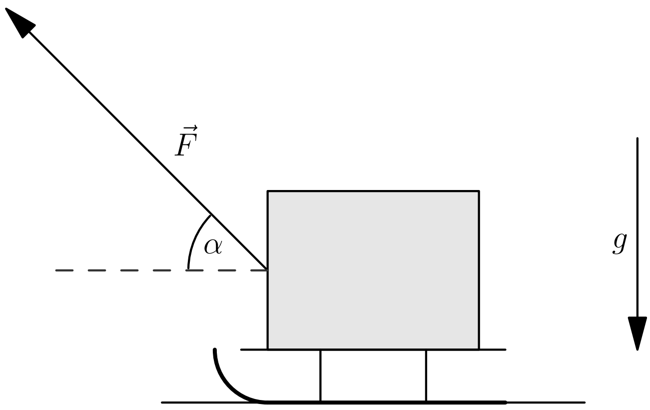
Na poziomej podłodze znajduje się początkowo spoczywający klocek o masie 0,9 kg. Przykładamy do niego siłę $F = 7$ N skierowaną pod kątem $\alpha = 45°$ do poziomu. Przyjmij, że współczynnik tarcia kinetycznego i statycznego klocka o podłogę wynosi 0,07.
a) Oblicz przyśpieszenie klocka.
b) Jaką drogę pokona klocek w ciągu pierwszych pięciu sekund ruchu?
c) Jaką drogę pokona klocek w trzeciej sekundzie ruchu?



Odpowiedź:
a) Przyśpieszenie klocka wynosi $a \approx 5{,}2$ m/s^2.
b) Droga, jaką pokona ciało w ciągu pierwszych 5 sekund ruchu, wynosi $s_{0\to 5} = \frac{1}{2}at^2 \approx 65$ m, gdzie t to czas.
c) Droga, jaką pokona ciało w trzeciej sekundzie ruchu, wynosi $s_3 = s_{0\to 3} - s_{0\to 2} \approx 13$ m.

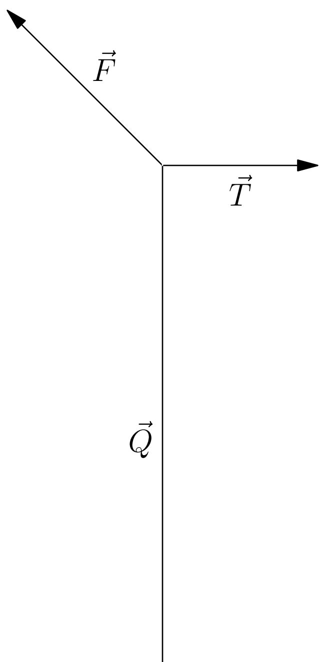
32 Zadanie – Sanki

Mama ciągnęła sanki z dzieckiem po śniegu, działając siłą o wartości $F = 110$ N. Sznurek podczas ruchu był cały czas napięty i nachylony do poziomu pod kątem $\alpha = 45°$. Masa sanek i dziecka wynosiła $m = 37$ 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 $s = 80$ 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.

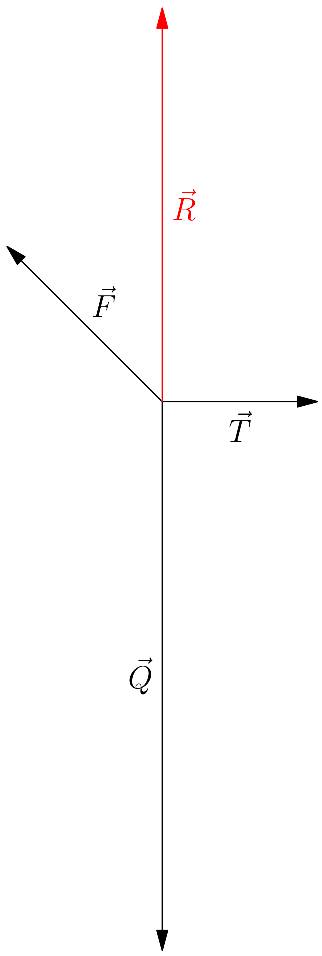


c) Oblicz współczynnik tarcia kinetycznego μ sanek o śnieg.

Odpowiedź:

a) Mama wykonała pracę równą około 6220 J.

b)



c) Współczynnik tarcia sanek o śnieg wynosi około 0,27.

33 Zadanie – Generator fal

Uczeń nalał wody do wanny. Na powierzchni wody położył drewnianą listewkę połączoną z generatorem drgań. Generator poruszał listewką pionowo, ze stałą częstotliwością tak, że listewka cały czas była w kontakcie z wodą. W górnym położeniu znajdowała się co 0,32 s. Uczeń wytworzył w ten sposób na powierzchni wody falę płaską. Jej prędkość wynosi 0,51 $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Oblicz częstotliwość wytwarzanych fal oraz odległość między kolejnymi grzbietami.

Odpowiedź: Częstotliwość wytwarzanych fal wynosi ok. 3,1 Hz, a odległość między kolejnymi grzbietami fali ok. 16 cm.

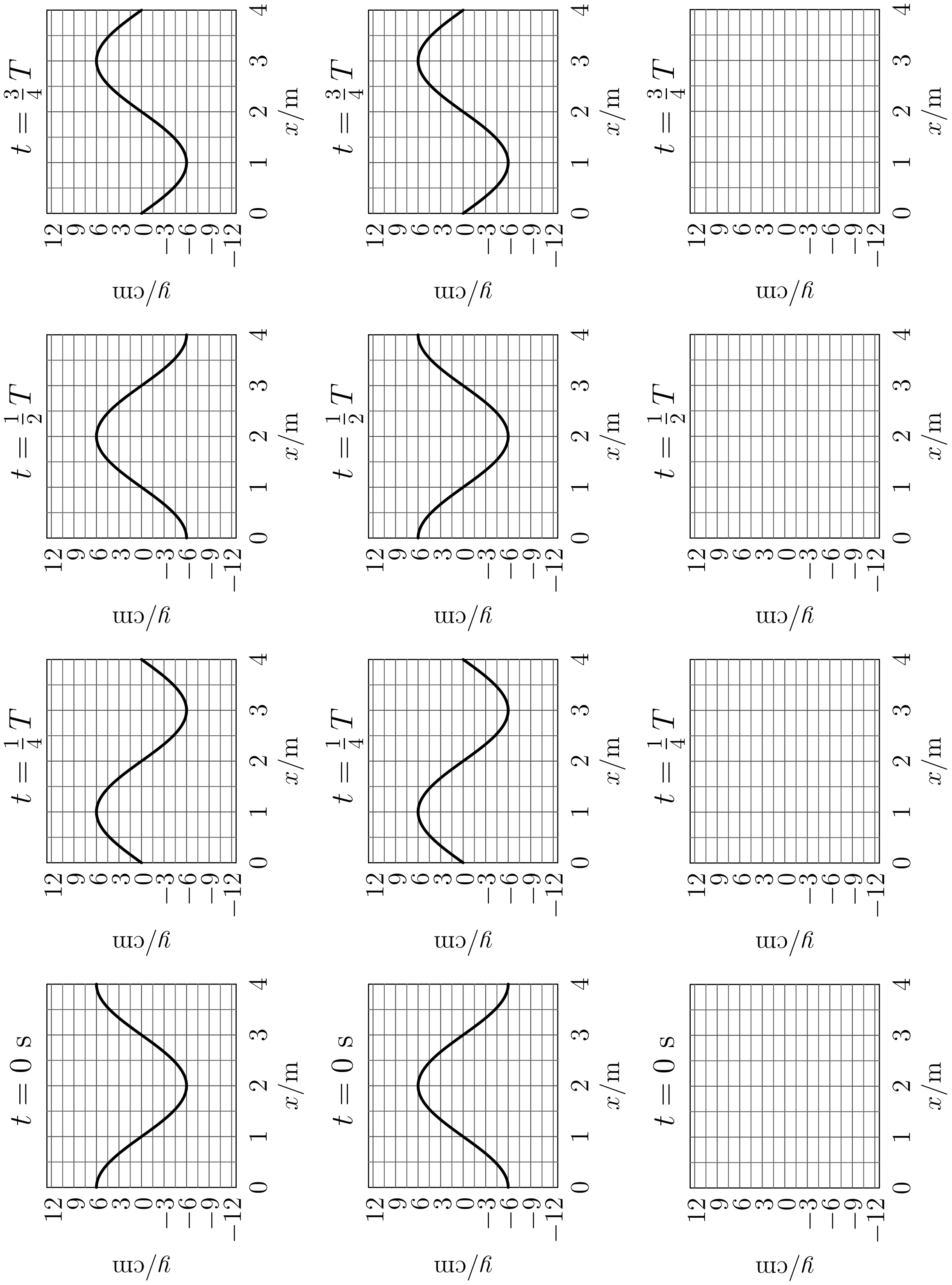
34 Zadanie – Dźwięk w piaskowcu

Prędkość dźwięku w piaskowcu jest równa 2900 m/s. Oblicz okres oraz częstotliwość fali rozchodzącej się w płycie z tego piaskowca, jeśli długość fali jest równa 0,8 km.

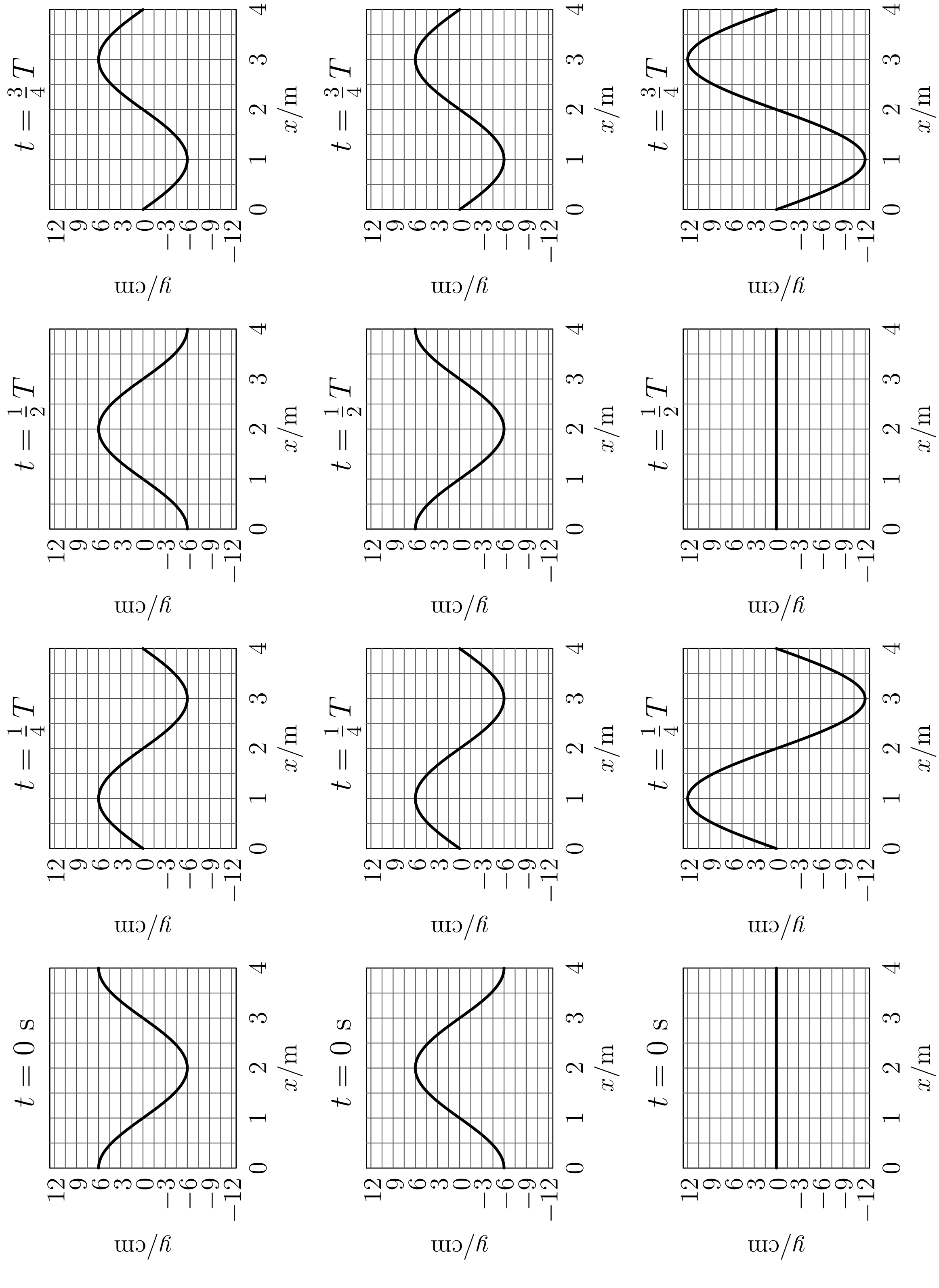
Odpowiedź: Okres fali $T = \lambda/v \approx 0{,}276$ s, a jej częstotliwość $f = 1/T \approx 3{,}63$ Hz.

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.



Odpowiedź:



36 Zadanie – Kuter rybacki

Dwóch rybaków wypłynęło kutrem rybackim na morze w poszukiwaniu ławicy ryb. Płynęli z prędkością 17 km na godzinę względem dna. Fale morskie, płynące w przeciwną stronę, uderzały w przednią część kadłuba około 75 razy w ciągu minuty. Odległość między kolejnymi grzbietami fal wynosiła 5 m.
W celu znalezienia ławicy ryb, rybacy wykorzystali sonar, czyli urządzenie, które wysyłało pionowo w głąb wody fale ultradźwiękowe o częstotliwości 160 kHz i długości 9 mm. Od chwili

wysłania impulsu do chwili jego powrotu po odbiciu się od ławicy ryb upłynęło 80 ms.
a) Ile wynosi szybkość przemieszczania się fal morskich względem dna?
b) Ile wynosi szybkość rozchodzenia się fal ultradźwiękowych emitowanych przez sonar?
c) Jaka jest głębokość, na której znajduje się ławica ryb?

Odpowiedź:
a) Szybkość przemieszczania się fal morskich względem dna wynosi $v_f = \lambda_f f_f - v_k \approx 1{,}53\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, gdzie λ_f - odległość między grzbietami fal, f_f - częstotliwość uderzania fal morskich o kuter, v_k - prędkość kutra.
b) Szybkość rozchodzenia się fal ultradźwiękowych wynosi $v_s = \lambda_s f_s \approx 1440\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, gdzie λ_s to długość fali, a f_s to częstotliwość fali wysłanej przez sonar.
c) Ławica ryb znajduje się na głębokości $h = \lambda_s f_s \frac{t}{2} \approx 58$ m, gdzie t to czas od wysłania do powrotu impulsu.

37 Zadanie – Struna

Rozważmy gitarową strunę o długości 0,658 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.
a) Z jaką prędkością rozchodzi się fala w strunie?
b) Jaką częstotliwość ma druga harmoniczna?

Odpowiedź:
a) Fala rozchodzi się z prędkością $v = 2lf_1 \approx 434\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, gdzie l to długość struny, a f_1 to częstotliwość modu podstawowego.
b) Druga harmoniczna ma częstotliwość równą $f_2 = 660$ Hz.

38 Zadanie – Prędkość dźwięku w stali

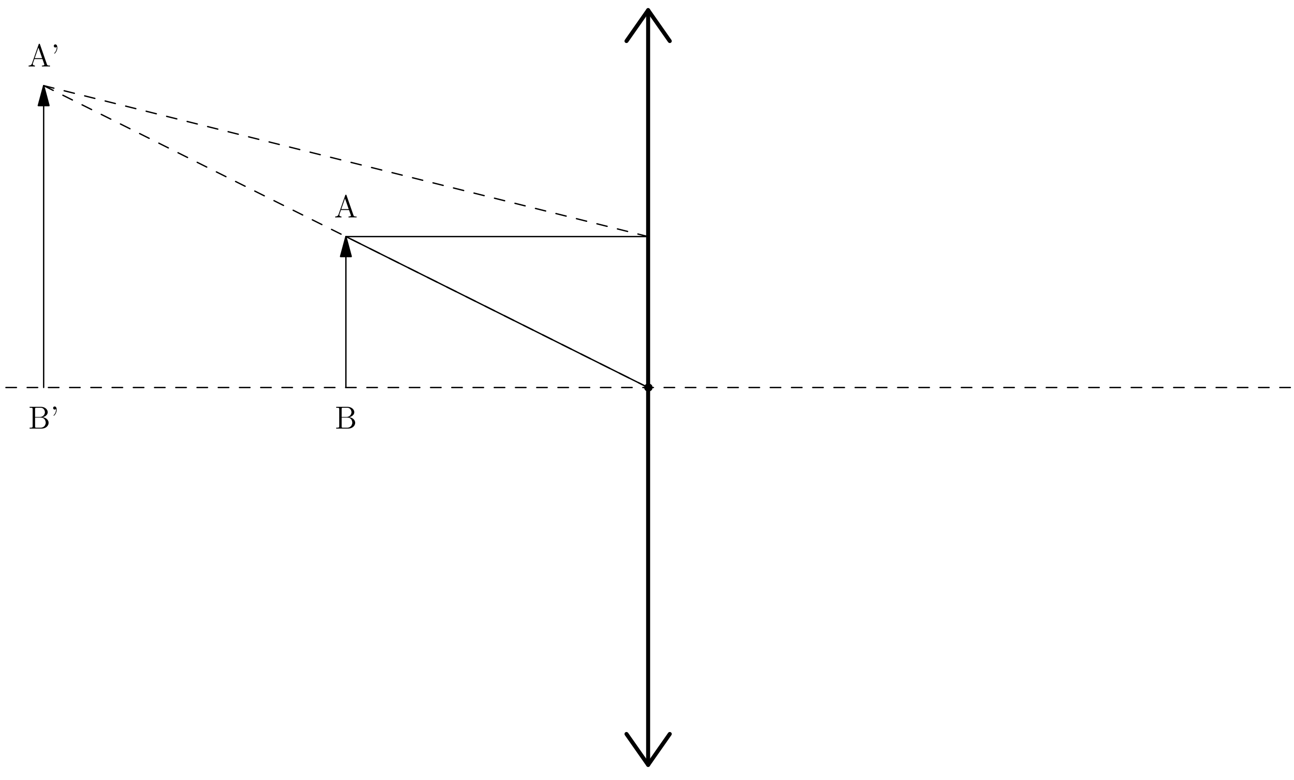
Paweł i Gaweł stoją na szynach kolejowych w odległości 1092 m od siebie. Paweł uderzył młotkiem w szynę. Gaweł, przykładając ucho do szyny, usłyszał dźwięk o 3 sekundy wcześniej niż dźwięk, który doleciał w powietrzu. Oblicz prędkość, z jaką rozchodzi się dźwięk w stali, z której zrobiono szyny. Prędkość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

Odpowiedź: Prędkość rozchodzenia się dźwięku w stali wynosi: $v_s = \frac{1}{\frac{1}{v_p} - \frac{\Delta t}{s}} \approx 5160\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, gdzie v_p to prędkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu, Δt to różnica w czasie, s to odległość pomiędzy Pawłem a Gawłem.

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.

Odpowiedź: Obraz jest powiększony, prosty i pozorny.



Soczewka jest skupiająca.

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.

Odpowiedź: Najszybsza droga do uzyskania na jednej kuli ładunku o wartości $\frac{3}{8}Q$:

I połączenie kul o ładunkach Q i $-Q$

II połączenie kul o ładunkach 0 i Q

III połączenie kul o ładunkach $\frac{1}{2}Q$ i 0

IV połączenie kul o ładunkach $\frac{1}{2}Q$ i $\frac{1}{4}Q$

V i w ten sposób uzyskaliśmy ładunek $\frac{3}{8}Q$.

Uwaga! Za każdym razem łączymy kule na tyle długo, aby uzyskać taki sam ładunek na obydwu kulach.

41 Zadanie – Naładowane kule

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

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

<table>
<tr><th colspan="2">kula 1</th><th colspan="2">kula 2</th></tr>
<tr><td colspan="4">przed rozsunięciem</td></tr>
<tr><td>zwrot siły działającej na kulę 1:</td><td>w prawo/w lewo</td><td>zwrot siły działającej na kulę 2:</td><td>w prawo/w lewo</td></tr>
<tr><td>wyrażenie opisujące wartość tej siły:</td><td></td><td>wyrażenie opisujące wartość tej siły:</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">po rozsunięciu</td></tr>
<tr><td>zwrot siły działającej na kulę 1:</td><td>w prawo/w lewo</td><td>zwrot siły działającej na kulę 2:</td><td>w prawo/w lewo</td></tr>
<tr><td>wyrażenie opisujące wartość tej siły:</td><td></td><td>wyrażenie opisujące wartość tej siły:</td><td></td></tr>
</table>

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

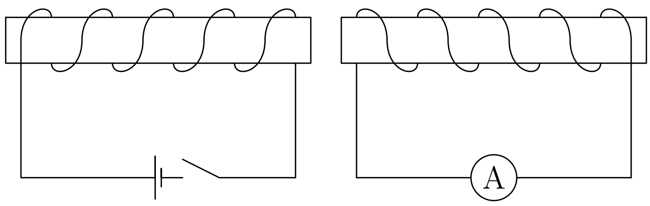
Odpowiedź: a)

kula 1		kula 2	
przed rozsunięciem			
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:	$F = k\dfrac{3q^2}{d^2}$	wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k\dfrac{3q^2}{d^2}$
po rozsunięciu			
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:	$F = k\dfrac{3q^2}{(2d)^2}$	wyrażenie opisujące wartość tej siły:	$F = k\dfrac{3q^2}{(2d)^2}$

b) Stosunek sił wynosi $\frac{1}{(2)^2} \approx 0{,}25$.

42 Zadanie – Zwojnica

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



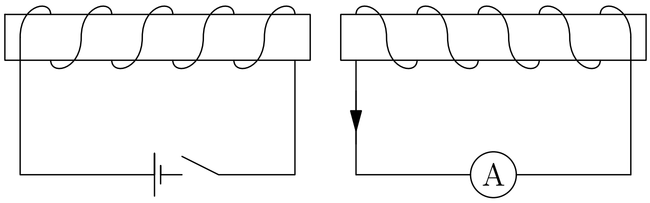
a) Jak wyjaśnisz przepływ prądu w obwodzie po prawej stronie?

b) Zaznacz na rysunku, w którym kierunku będzie płynął prąd w obwodzie po prawej stronie. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

a) Tuż po otworzeniu obwodu po lewej stronie wzrasta w nim natężenie prądu, co powoduje zmianę pola magnetycznego wokół zwojnicy po lewej stronie, a więc także pola magnetycznego w otoczeniu zwojnicy po prawej stronie. Zajdzie zjawisko indukcji elektromagnetycznej.

b) Zgodnie z regułą Lenza w obwodzie po prawej stronie popłynie prąd wyindukowany, taki żeby przeciwdziałać przyczynie wywołującej go. Gdy otwieramy obwód, zmniejszamy strumień pola elektromagnetycznego wokół zwojnicy, więc prąd w zwojnicy po prawej stronie popłynie w taki sposób, że bieguny elektromagnesu, jakim jest zwojnica, ustawią się tak samo, jak w zwojnicy po lewej stronie.



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	$\boldsymbol{|I|}$	**oddziaływanie**
Magnes jest ze stałą prędkością zbliżany do nieruchomej cewki		
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki		
Cewka jest ze stałą prędkością zbliżana do nieruchomego magnesu		

Odpowiedź:

opis	$\boldsymbol{|I|}$	**oddziaływanie**
Magnes jest ze stałą prędkością zbliżany do nieruchomej cewki	rośnie	odpychają się
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki	równa 0	brak oddziaływania
Cewka jest ze stałą prędkością zbliżana do nieruchomego magnesu	rośnie	odpychają się

44 Zadanie – Rozładowanie akumulatora

Przez 23 godziny rozładowywano akumulator, mierząc płynący prąd amperomierzem. Średnie natężenie prądu podczas rozładowania było równe 68 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez amperomierz. Wynik podaj w kulombach.

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 5630$ C.

45 Zadanie – Alarm samochodowy

Przez pewien alarm samochodowy w trybie czuwania przepływa prąd o średnim natężeniu 20 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez ten układ w trakcie 25 dób. Wynik podaj w kulombach i amperogodzinach.

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 12$ Ah ≈ 43200 C.

46 Zadanie – Opornik

Gdy przez opornik płynął stały prąd o natężeniu 10 mA, napięcie mierzone między końcówkami opornika było równe 0,3 V.
a) Oblicz opór opornika.
b) Zakładając, że opornik spełnia prawo Ohma, oblicz natężenie prądu płynącego przez opornik, gdy napięcie mierzone między jego końcówkami jest równe 1,2 V.

Odpowiedź:
a) Opór $R = U_1/I_1 = 30\ \Omega$.
b) Natężenie prądu $I_2 = U_2/R = I_1 U_2/U_1 = 40$ mA.

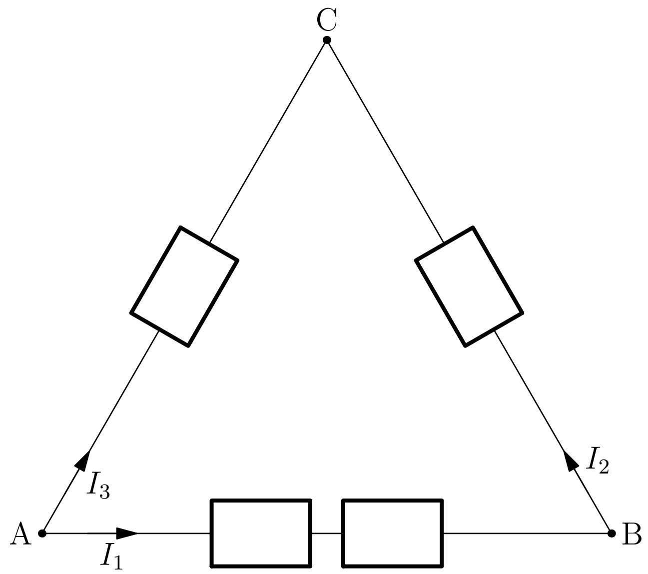
47 Zadanie – Opór zastępczy

Cztery oporniki o takich samych oporach $R = 16\ \Omega$ połączono w sposób przedstawiony na rysunku. Napięcie U między punktami A i C wynosi 4 V.

a) Oblicz opór zastępczy między zaciskami A i C.

b) Oblicz natężenia prądów I_1, I_2 i I_3 zaznaczonych na rysunku.

c) Oblicz spadek napięcia między punktami B i C.



Odpowiedź:

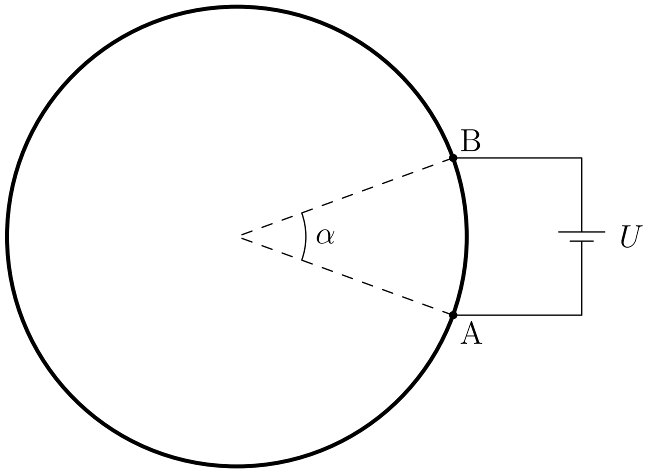
a) Opór zastępczy takiego ukladu wynosi 12 Ω.

b) Natężenia poszczególnych prądów wynoszą $I_1 = I_2 = 83{,}3$ mA, a $I_3 = 250$ mA.

c) Spadek napięcia między punktami B i C wynosi 1,33 V.

48 Zadanie – Obwód elektryczny w kształcie okręgu

Kawałek drutu o długości 19 cm wykonany z jednorodnego przewodnika wygięto w kształt okręgu. Pomiędzy punktami A i B włączono baterię. Położenie punktów A i B przedstawia rysunek, $\alpha = 40°$. Napięcie U na baterii wynosi 1,4 V. Oblicz moc wydzielaną w tym obwodzie. Opór właściwy zastosowanej substancji wynosi $\rho = 2{,}82 \cdot 10^{-8}\ \Omega\cdot\mathrm{m}$. Pole powierzchni przekroju poprzecznego drutu wynosi $S = 3\ \mathrm{mm}^2$. Pomiń opór elektryczny przewodów połączeniowych oraz opór wewnętrzny baterii.



Odpowiedź: Moc wydzielana w układzie wynosi ok. 11100 W.

49 Zadanie – Ogrzewanie wody

Ile ciepła należy dostarczyć 600 g wody, aby ogrzać ją o 20 K? Wynik wyraź w kJ. Przyjmij, że ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg·K).

Odpowiedź: Należy dostarczyć 50,4 kJ.

50 Zadanie – Ochładzanie sali

W pomieszczeniu są klimatyzatory o maksymalnej mocy chłodniczej 3 kW. W sali znajduje się 39 studentów. Można przyjąć, że każdy z nich wydziela ciepło z szybkością około 350 kJ/godz. W pomieszczeniu znajduje się także 12 żarówek, każda o mocy 80 W. Ponieważ na zewnątrz panuje wysoka temperatura, przez ścianę przenika ciepło z szybkością 7 MJ/godz. Ile klimatyzatorów powinno być włączonych, jeśli powietrze w pomieszczeniu ma być utrzymywane w stałej temperaturze 19°C?

Odpowiedź: Powinny być włączone 3 klimatyzatory.

51 Zadanie – Kolektor słoneczny

Na dachu zamontowany jest kolektor słoneczny o sprawności $n = 25\%$. Energia słoneczna docierająca do kolektora przekazywana jest do wody krążącej w rurach kolektora. Jaka jest powierzchnia kolektora, jeśli w ciągu godziny ogrzewa 232 litry wody, zwiększając jej temperaturę o 20°C? Przyjmij, że w danej godzinie natężenie promieniowania słonecznego wynosi 700 W/m^2. Ciepło właściwe wody wynosi 4200 J/(kg·K), a jej gęstość 1000 kg/m^3.

Odpowiedź: Powierzchnia kolektora słonecznego wynosi 30,9 m^2.

52 Zadanie – Ciepło właściwe ciała

Do aluminiowego kalorymetru o masie 200 g włożono kulę o masie 404 g. Następnie do naczynia wlano 29 g wrzącej wody i zamknięto kalorymetr, aby zminimalizować wymianę ciepła z otoczeniem. Po ustaleniu się równowagi termicznej układu zmierzono temperaturę wody, wyniosła ona 46°C. Temperatura początkowa kalorymetru i kuli jest równa temperaturze otoczenia i wynosi 27°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

Odpowiedź: Ciepło właściwe kuli wynosi 411 J/(kg·K). Otrzymana wartość ciepła właściwego różni się od wartości podanych w tablicy. W obliczeniach nie uwzględniliśmy wymiany ciepła między otoczeniem a układem, która występuje mimo zastosowania kalorymetru. Kula jest prawdopodobnie zbudowana z miedzi.

53 Zadanie – Topienie złota

Jubiler na stopienie złota zużył 6400 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.

Odpowiedź: Złotnik stopił 100 g złota.

54 Zadanie – Parowanie wody

Do naczynia zawierającego 0,6 kg wody włożono grzałkę o mocy 600 W, a następnie doprowadzono wodę do wrzenia. Ile wody wyparowało w ciągu 2 minut wrzenia? Przyjmij, że ciepło parowania wody wynosi 2270 kJ/kg.

Odpowiedź: Wyparowało 31,7 g wody.

55 Zadanie – Silnik spalinowy

Samochód jedzie po autostradzie ze stałą prędkością. By utrzymać prędkość, silnik pracuje z mocą 25 kW. Sprawność silnika wynosi 20%. Ile zapłacimy za benzynę zużytą przez samochód jadący przez 2,5 godziny? Cena benzyny na stacji paliw wynosi 4,6 zł/l, ciepło spalania wynosi 42 MJ/kg, a jej gęstość 0,7 g/cm^3.

Odpowiedź: Za benzynę zapłacimy 176,02 zł.

56 Zadanie – Lód w ciepłej wodzie

Blok lodu o temperaturze $-10°C$ i masie 360 g włożono do 1700 g wody o temperaturze 65°C. Oblicz końcową temperaturę układu, zakładając, że nie następuje wymiana cieplna z otoczeniem. Przyjmij wartości: ciepła właściwego lodu 2050 J/(kg K), ciepła topnienia lodu 334 kJ/kg, ciepła właściwego wody (cieczy) 4200 J/(kg K).

Odpowiedź: Końcowa temperatura układu $T_f = (T_w m_w c_w + (T_i c_i - l_i)m_i)/[(m_i + m_w)c_w] \approx$ 38,9°C.

57 Zadanie – Podgrzewanie lodu

W naczyniu znajdował się lód o masie 4 kg w temperaturze $-8°C$. Naczynie to postawiono na kuchence gazowej i ogrzewano przez 5,1 min. Moc kuchenki wynosiła 11 kW. Sprawność procesu ogrzewania zawartości naczynia była równa 56%.

a) Czy lód się stopił?

b) Oblicz temperaturę końcową zawartości naczynia. Wynik podaj z dokładnością do 2 cyfr znaczących.

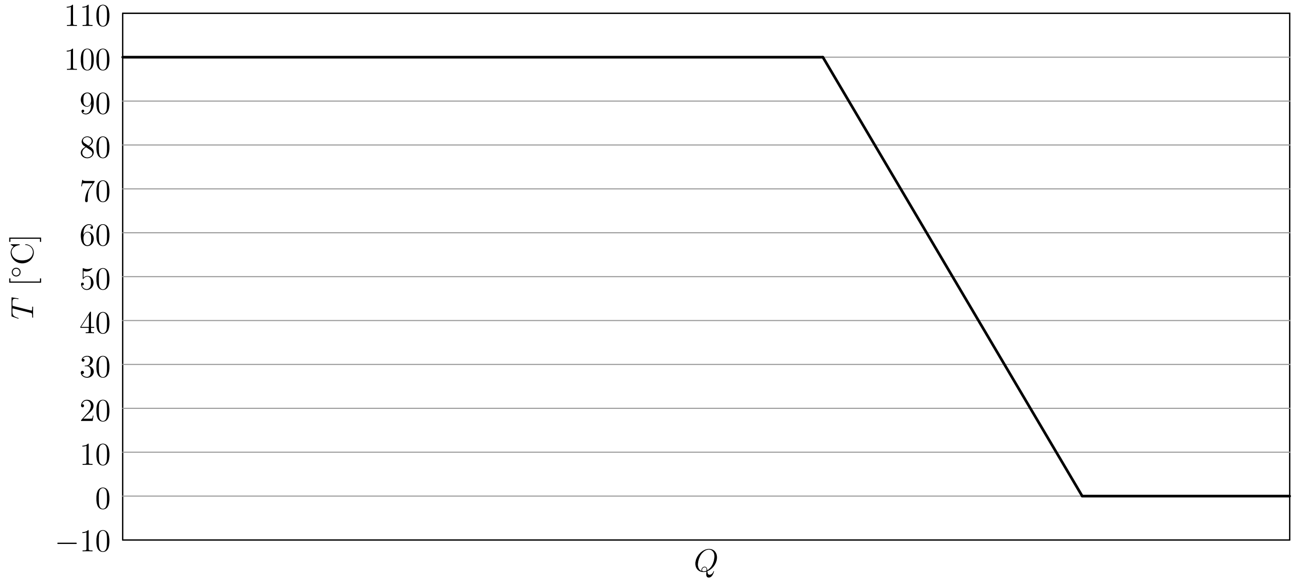
W obliczeniach pomiń ciepło oddane do otoczenia i naczynia. Przyjmij, że ciepło topnienia lodu wynosi $L = 330$ kJ/kg, ciepło właściwe lodu $c_l = 2100$ J/(kg · K), a ciepło właściwe wody $c_w = 4200$ J/(kg · K).

Odpowiedź: Lód roztopił się. Temperatura wody wynosi 30°C.

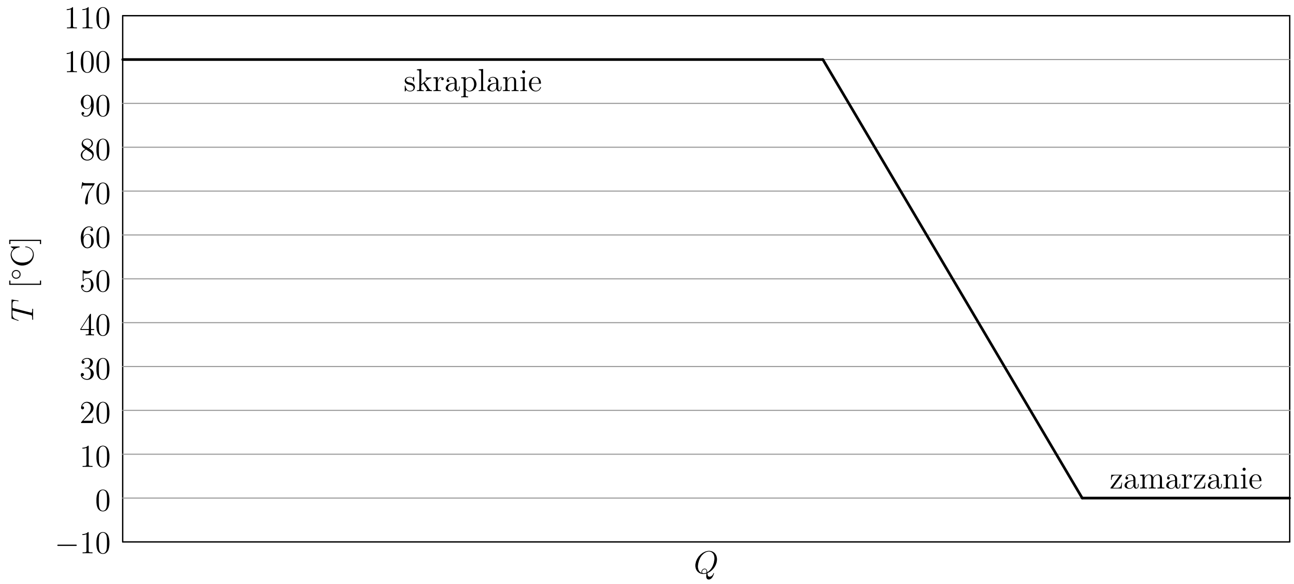
58 Zadanie – Zjawiska cieplne

Na rysunku poniżej przedstawiono zależność temperatury próbki 4 g H_2O 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)



Odpowiedź:



Całkowita ilość ciepła wymienionego z otoczeniem, podczas wszystkich procesów ukazanych na rysunku, jest równa w przybliżeniu 2880 cal.

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 $n = 47\%$ energii zostało przekazane pociskowi w formie ciepła. Temperatura początkowa kulki wynosi 293 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

Odpowiedź: Kulka powinna spadać z prędkością około 504 m/s.

60 Zadanie – Lodowiec

Oszacuj masę stopionego lodu z lodowca, który zsunął się i zatrzymał w dolinie. Początkowo lodowiec spoczywał na wysokości 235 m nad doliną i miał masę $9 \cdot 10^9$ 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. Przyśpieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe 9,8 m/s^2.

Odpowiedź: Masa stopionego lodu to około $m_i = m_0\, g\, h/l \approx 62 \cdot 10^6$ kg, gdzie m_0 jest początkową masą lodowca, h zmianą wysokości lodowca, l ciepłem topnienia lodu, a g wartością przyśpieszenia ziemskiego. Oszacowanie to m.in. zakłada, że h jest zmianą wysokości środka masy lodowca razem z powstałą z niego wodą.

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.

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

Dwaj chłopcy, Adaś z Polski i John z USA, mierzyli codziennie temperaturę przed domem, otrzymując następujące wyniki:
Adaś: -15°C, -12°C, -8°C, -16°C.
John: 41°F, -4°F, 23°F, 14°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.

Odpowiedź: Temperatury Adasia (w Kelwinach): 258,15 K, 261,15 K, 265,15 K, 257,15 K.
Temperatury Johna: 278,15 K, 253,15 K, 268,15 K, 263,15 K.
Średnia temperatura Adasia (w Kelwinach): 260,4 K.
Średnia temperatura Johna (w Kelwinach): 265,65 K.

62 Zadanie – Średnia temperatura

Stacja meteorologiczna prowadziła przez tydzień pomiary średniej dobowej temperatury, uzyskując następujące wyniki: -2°C, -1°C, 1°C, -3°C, 0°C, 2°C, -4°C.
Ile wynosi średnia temperatura w tym tygodniu?

Odpowiedź: Średnia temperatura wynosi: -1°C

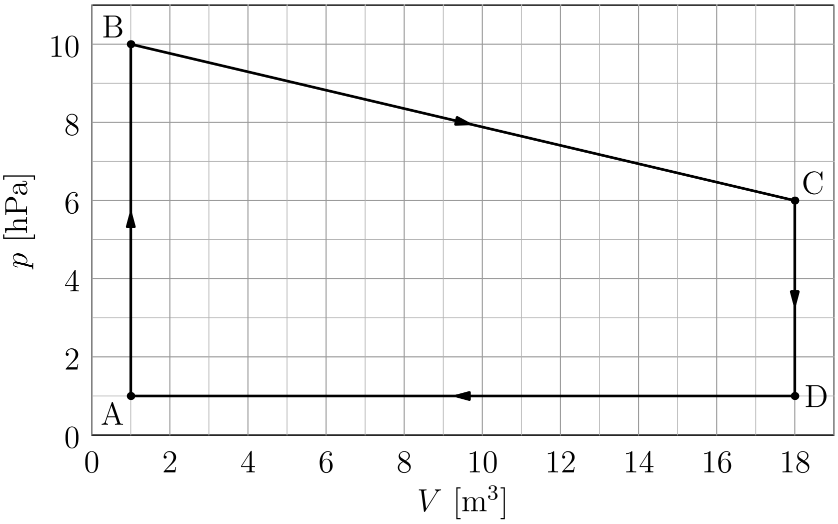
63 Zadanie – Zmiana energii wewnętrznej układu

W pewnym procesie dostarczyliśmy do układu ciepło o wartości 330 J, wykonaliśmy pracę nad tym układem (np. sprężając go) o wartości 90 J oraz odebraliśmy od układu ciepło o wartości 210 J, a układ wykonał pracę o wartości 60 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej tego układu wskutek opisanego procesu.

Odpowiedź: Zmiana energii wewnętrznej układu: $\Delta U = Q_1 + W_1 + Q_2 + W_2 = 150$ J. Zauważ, że $Q_2 < 0$ oraz $W_2 < 0$.

64 Zadanie – Praca wykonana przez gaz

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



Odpowiedź: Praca wykonana przez gaz wynosi około 11900 J.

