

Przykładowy zbiór zadań do wykładu *Fizyka* dla kierunku *kierunek* Wydział ..., Uniwersytet ...

Uwagi proszę kierować na adres Piotr.Niezurawski@pionie.pl

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)

Zadania na sprawdzianach i egzaminach będą modyfikacjami zadań z tego zbioru. Zadanie za dodatkowe punkty na egzaminie w pierwszym terminie może być spoza tego zestawu. Zbiór jest udostępniony w trzech wersjach:

- 1) z samymi treściami zadań,
- 2) z treściami zadań i odpowiedziami oraz
- 3) z treściami zadań, wskazówkami i odpowiedziami.

Taka też jest zalecana kolejność korzystania z wersji zbioru.

Na sprawdzianach i egzaminach należy posiadać kalkulator naukowy.

Kinematyka

1 Zadanie – Prędkość człowieka

Joanna Drabarz, update: 2016-07-14, id: pl-prędkość-droga-czas-0003000, diff: 2

Z jaką prędkością – w kilometrach na godzinę – porusza się człowiek, który pokonuje 83250 metrów w ciągu 225 minut?

Wskazówka: Ile metrów pokonuje w ciągu minuty? Odpowiedź: 370 m.

Wskazówka: Ile metrów przejedzie w ciągu godziny? Odpowiedź: 22200 m.

Wskazówka: Ile kilometrów przejedzie w ciągu godziny? Odpowiedź: 22,2 km.

Odpowiedź: Człowiek porusza się z prędkością 22,2 km/h.

2 Zadanie – Prędkość jazdy rowerem

Piotr Nieżurawski, update: 2016-07-30, id: pl-prędkość-droga-czas-0004000-dpc, diff: 3

Jaś wyruszył rowerem z linii startu i jechał ze średnią prędkością 6 m/s. Maciek, który wyruszył 13 s po Jasiu z linii startu, ukończył wyścig 39 s przed Jasiem. Obaj chłopcy przebyli tę samą odległość. Z jaką średnią prędkością jechał Maciek, jeśli całą trasę przejechał w trakcie 78 s?

Wskazówka: Ile czasu jechał Jaś? Odpowiedź: 130 s.

Wskazówka: Jaka była długość trasy? (Jaś...) Odpowiedź: 780 m.

Odpowiedź: Maciek jechał z prędkością 10 m/s.

3 Zadanie – Samochód

Joanna Drabarz, update: 2016-07-09, id: pl-prędkość-droga-czas-0005000, diff: 2

Samochód pana Krzysztofa spala 8 litrów benzyny na sto kilometrów, a litr benzyny kosztuje 8 zł. Ile **pełnych** kilometrów przejedzie pan Krzysztof samochodem za równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej, czyli za 4 zł?

Wskazówka: Na ile litrów benzyny wystarczy równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej? Odpowiedź: 0,5 litra.

Odpowiedź: Za równowartość hot-doga zakupionego na stacji benzynowej samochód przejedzie 6 pełnych km.

4 Zadanie – Koło ratunkowe

Piotr Nieżurawski, update: 2016-08-06, id: pl-prędkość-droga-czas-0006000-dpc, diff: 2

Wioślarz płynął łodzią w górę szerokiej, prostej i równomiernie płynącej rzeki. Gdy przepływał pod kładką, z jego łodzi wypadło koło ratunkowe. Po 12 min. wioślarz zauważył zgubę. Natychmiast zaczął płynąć w dół rzeki i dopędził koło w odległości 1600 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.

Wskazówka: Rozważ całe zdarzenie w układzie związanym z wodą.

Odpowiedź: Prędkość prądu rzeki to 4 km/h.

5 Zadanie – Wąż ogrodowy

Piotr Nieżurawski, update: 2016-08-29, id: pl-prędkość-droga-czas-0007000, diff: 1

Gumowy wąż ogrodowy o wewnętrznej średnicy 13 mm zakończony jest otworem o średnicy 6 mm. Z jaką szybkością wylatuje woda z otworu, jeśli w wężu porusza się ona z szybkością 10 cm/s?

Wskazówka: Skorzystaj z tego, że wodę w tym przypadku można uznać za ciecz nieściśliwą.

Wskazówka: $v_1 t A_1 = v_2 t A_2$, gdzie $A_i \propto d_i^2$

Odpowiedź: Szybkość wody w otworze to ok. 46,9 cm/s.

6 Zadanie – Startujący samolot

Piotr Nieżurawski, update: 2016-07-09, id: pl-kinematyka-0000500-dpc, diff: 1

Samolot, stojący początkowo na lotnisku, ruszył wzdłuż pasa startowego ze stałym przyspieszeniem 8 m/s^2 . Jaka prędkość osiągnie po czasie równym 9 s ?

Wskazówka: $v = at$

Odpowiedź: 72 m/s

7 Zadanie – Na zakręcie

Piotr Nieżurawski, update: 2017-07-04, id: pl-kinematyka-0002000, diff: 2

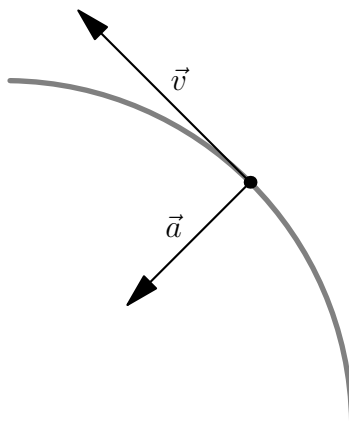
Samochód jedzie po łuku o promieniu 45 m ze stałą wartością prędkości 81 km/h .

a) Narysuj fragment toru samochodu, zaznacz jego przykładowe położenie i narysuj wektor jego prędkości oraz wektor jego przyspieszenia, opisz elementy rysunku.

b) Oblicz wartość przyspieszenia samochodu w m/s^2 .

Wskazówka: Wartość prędkości (szybkość) $v = 22,5 \text{ m/s}$. Przyspieszenie $a = v^2/R$.

Odpowiedź: a) Wektor prędkości \vec{v} jest styczny do toru, a wektor przyspieszenia \vec{a} jest skierowany do środka okręgu, po fragmencie którego porusza się samochód.



b) Wartość przyspieszenia dośrodkowego to ok. $11,3 \text{ m/s}^2$.

8 Zadanie – Prędkość i przyspieszenie punktu materialnego

Piotr Nieżurawski, update: 2017-10-27, id: pl-kinematyka-0010000, diff: 2

Oblicz prędkość i przyspieszenie punktu materialnego w chwili $t_1 = 1,2 \text{ s}$, którego położenie na osi X jest opisane równaniem

$$x(t) = A \sin(\omega t + \phi) + B t^2$$

gdzie $A = 2,5 \text{ m}$, $\omega = 1,5 \text{ s}^{-1}$, $\phi = 1,3$ oraz $B = 1,7 \text{ m/s}^2$.

Wskazówka: $v = \frac{dx}{dt}$

Wskazówka: $a = \frac{dv}{dt}$

Odpowiedź: Prędkość i przyspieszenie:

$$v(t) = A\omega \cos(\omega t + \phi) + 2Bt$$

$$v(t_1) \approx 0,333 \text{ m/s}$$

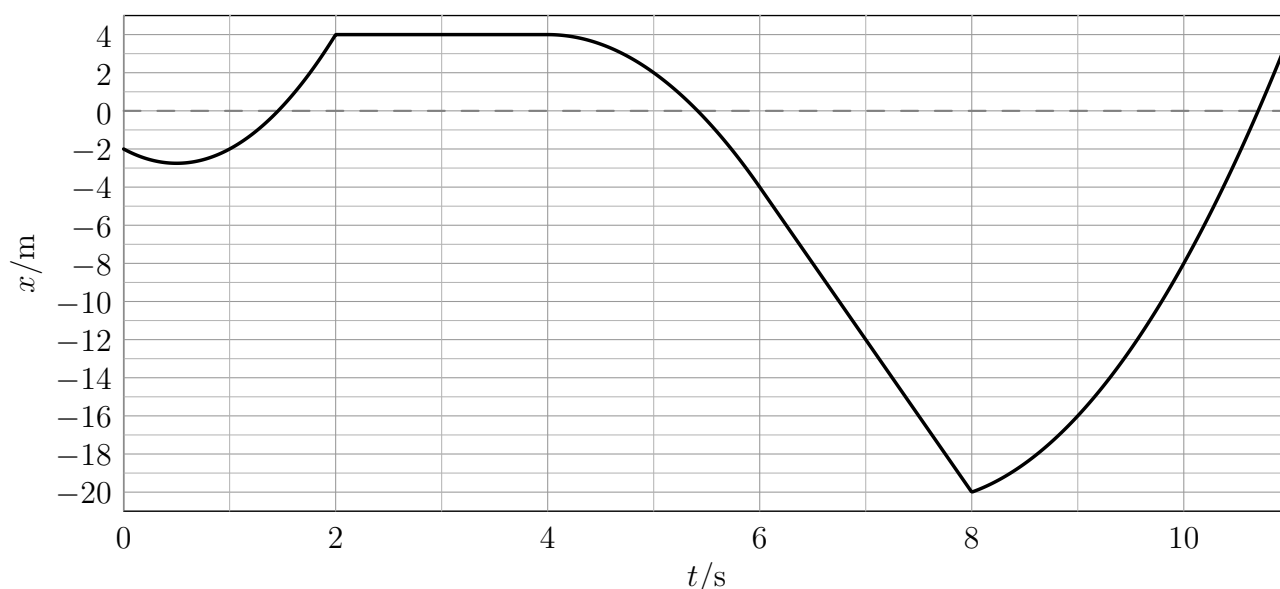
$$a(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi) + 2B$$

$$a(t_1) \approx 3,17 \text{ m/s}^2$$

9 Zadanie – Niezdecydowany punkt materialny

Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-21, id: pl-kinematyka-0001000, diff: 2

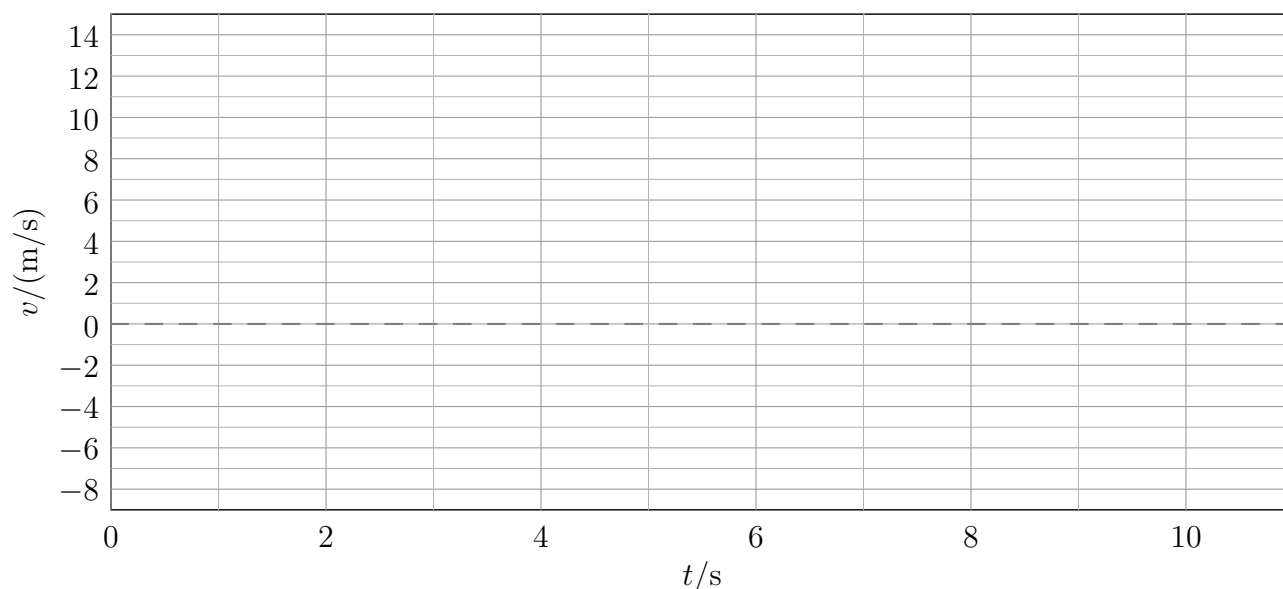
Punkt materialny porusza się wzdłuż osi X . Na wykresie przedstawiono zależność jego położenia x od czasu t .



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

t/s	$[0, 2[$	$]2, 4[$	$]4, 6[$	$]6, 8[$	$]8, 11]$
$a/(m/s^2)$	6	0	-4	0	4

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



Wskazówka: Jeśli v jest dodatnie, to punkt materialny porusza się zgodnie ze zwrotem osi X , a jeśli v jest ujemne, to punkt materialny porusza się w przeciwną stronę.

Wskazówka:

$$x = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$$

Wskazówka: Wygodniej będzie posłużyć się zmianami wielkości. Po danym interwale czasowym Δt mamy:

$$\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2}a \Delta t^2,$$

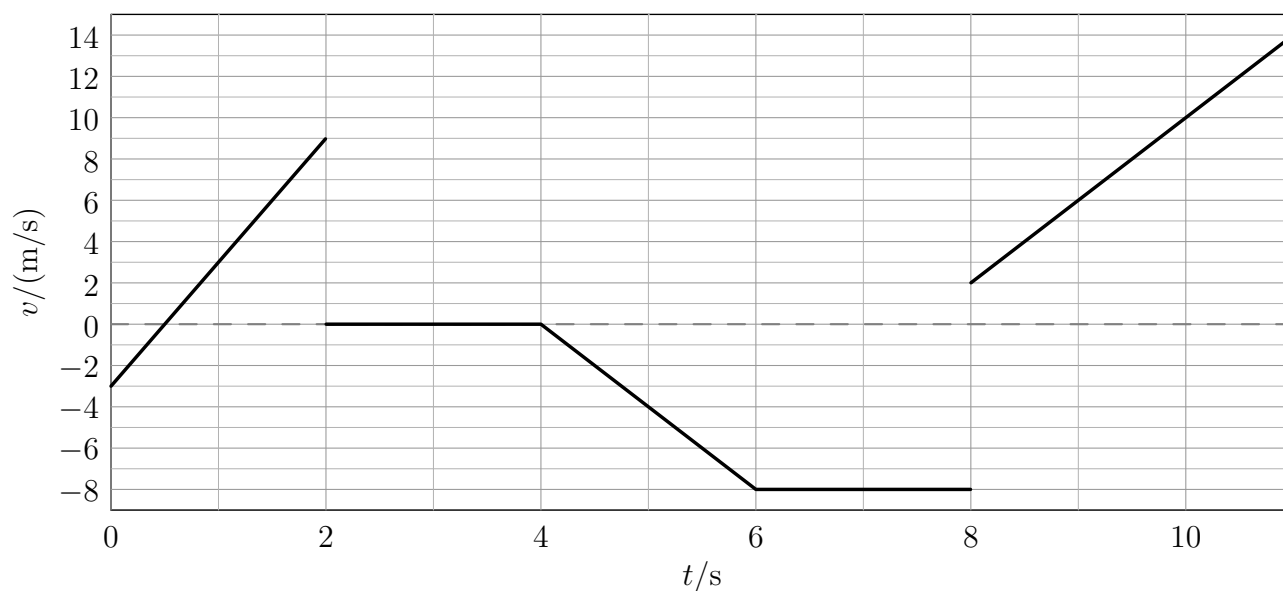
więc prędkość na początku przedziału to

$$v_0 = \Delta x / \Delta t - \frac{1}{2}a \Delta t$$

Wskazówka: Na końcu interwału czasowego Δt prędkość to

$$v_f = v_0 + a \Delta t = \Delta x / \Delta t + \frac{1}{2}a \Delta t$$

Odpowiedź: Poprawny wykres:



Dynamika i statyka

10 Zadanie – Statek kosmiczny Zazula

Piotr Nieżurawski, update: 2017-03-18, id: pl-dynamika-0000500, diff: 1

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 $16,5 \cdot 10^3$ kg porusza się z szybkością 3,6 m/s. Druga część o masie $27,9 \cdot 10^3$ kg nadal spoczywa. Oblicz masę trzeciego fragmentu statku, jeśli jego szybkość jest równa 4,9 m/s.

Wskazówka: Jakie wielkości są zachowane?

Wskazówka: Którą z zachowanych wielkości można obliczyć na podstawie danych?

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 $m_3v_3 = m_1v_1$, co prowadzi do wyniku: $m_3 = m_1v_1/v_3 \approx 12,1 \cdot 10^3$ kg.

11 Zadanie – Spadochroniarz

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-16, id: pl-dynamika-0001000, diff: 1

Spadochroniarz wraz z wyposażeniem ma masę 147 kg i opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości 4,2 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.

Wskazówka: Jakim ruchem względem Ziemi porusza się spadochroniarz? Jakie siły na niego działają i jaki związek zachodzi między nimi?

Odpowiedź: Spadochroniarz porusza się z zerowym przyspieszeniem, a więc wartość siły oporów ruchu jest równa wartości siły ciężkości skoczka: $Q = mg \approx 1440 \text{ N}$.

12 Zadanie – Zderzenie wagonów

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-16, id: pl-dynamika-0002000, diff: 1

Wagon kolejowy o masie 23 ton, jadąc po poziomych torach z prędkością o wartości 2,1 m/s, uderzył w stojący skład 6 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.

Wskazówka: Z jakiej zasady zachowania można skorzystać?

Wskazówka: Zasada zachowania pędu (składowa pozioma) prowadzi do równania $mv_0 = (n+1)mv$, a więc po szepieniu skład porusza się z prędkością $v = 0,3 \text{ m/s}$.

Odpowiedź:

- a) Po szczepieniu skład porusza się z prędkością $v = 0,3$ m/s.
b) Energia kinetyczna ruchu postępowego zmniejszyła się o $\Delta E_k = m(v_0^2 - (n+1)v^2)/2 \approx 43,5$ kJ.

13 Zadanie – Kula w polu dwóch sił

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-16, id: pl-dynamika-0004000, diff: 2

Kula o masie 5 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 $9,8$ m/s². Wartość siły elektrostatycznej to 45 N. Oblicz:

- a) wartość wypadkowej siły działającej na kulę,
b) wartość przyspieszenia kuli,
c) wartość prędkości kuli po czasie 7 s, zakładając, że początkowo znajdowała się ona w spoczynku.

Wskazówka: Pod jakim względnym kątem skierowane są dwie siły? Z jakiego twierdzenia dotyczącego trójkąta prostokątnego można skorzystać?

Wskazówka: Wartość wypadkowej siły to ok. 66,5 N. Z której zasady dynamiki należy skorzystać, by obliczyć przyspieszenie kuli?

Wskazówka: Wartość przyspieszenia to ok. 13,3 m/s². Przyspieszenie to jest stałe. Jaką prędkość po czasie t osiągnie ciało poruszające się ze stałym przyspieszeniem a ?

Odpowiedź:

- a) Wartość wypadkowej siły (po skorzystaniu z twierdzenia Pitagorasa) to ok. 66,5 N.
b) Wartość przyspieszenia to $a = F/m \approx 13,3$ m/s².
c) Wartość prędkości po czasie t to $v = at \approx 93,1$ m/s.

14 Zadanie – Kula w cieczy

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-29, id: pl-dynamika-0004500, diff: 1

Pełna kula wykonana z materiału o gęstości 670 kg/m³ pływa w cieczy o gęstości 1400 kg/m³. Cały układ znajduje się w jednorodnym polu grawitacyjnym. Oblicz stosunek objętości tej części kuli, która znajduje się powyżej powierzchni cieczy, do objętości całej kuli.

Wskazówka: Jakie siły działają na kulę?

Wskazówka: Jaka jest wartość wypadkowej siły?

Wskazówka: $V_2 d_l g = V d_b g$

Wskazówka: $V_1 + V_2 = V$

Wskazówka: $V_1/V = 1 - V_2/V$

Odpowiedź: Stosunek objętości części kuli, która znajduje się powyżej powierzchni cieczy, do objętości całej kuli jest równy $1 - d_b/d_l \approx 0,521$.

15 Zadanie – Cegły z wykopaliska

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-20, id: pl-dynamika-0005000, diff: 1

Ilu studentów archeologii potrzeba, by wynieść 2200 cegieł z wykopaliska? Każda z cegieł ma masę 5 kg, a każdy student może wykonać pracę 25000 J, niosąc cegły samodzielnie albo w grupie. Każdą cegłę należy przenieść o 15 m wyżej w polu grawitacyjnym o natężeniu 9,8 N/kg.

Wskazówka: O ile zmieni się energia potencjalna cegieł?

Wskazówka: Ilu studentów potrzeba, by zmienić energię potencjalną cegieł o 1617000 J? Zwróć uwagę na fakt, że część studenta nie może wnosić cegieł :-)

Odpowiedź: Minimalna liczba studentów potrzebna do wniesienia cegieł to 65.

16 Zadanie – Wahadło

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-20, id: pl-dynamika-0006000, diff: 1

Kulkę o masie 20 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. Nici cały czas była napięta. Po wypuszczeniu kulka wykonuje ruch wahadłowy. Zanedbując opory ruchu, oblicz wartość prędkości kulki w momencie przechodzenia przez położenie równowagi. Przyjmij, że przyspieszenie grawitacyjne jest równe $9,8 \text{ m/s}^2$.

Wskazówka: Z jakiej zasady zachowania możesz skorzystać?

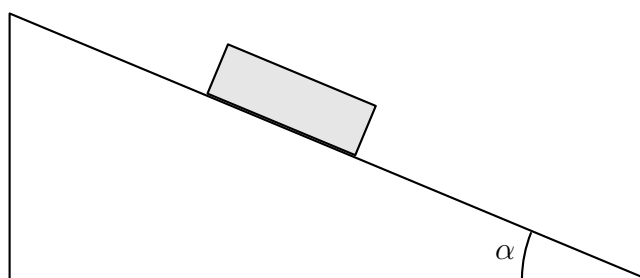
Wskazówka: Korzystając z równania opisującego zasadę zachowania energii mechanicznej, oblicz wartość prędkości kulki w najniższym punkcie jej toru.

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

17 Zadanie – Równia pochyła (rysunek)

Piotr Nieżurawski, update: 2018-05-14, id: pl-dynamika-0006450, diff: 1

Po idealnie śliskiej, nieruchomej równi pochyłej o kącie nachylenia do poziomu $\alpha = 35^\circ$ zsuwa się cegła o masie 5,8 kg. Oblicz przyspieszenie cegły. Pomiń wpływ oporu powietrza. Przyspieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe $9,8 \text{ m/s}^2$. Wartość kąta α na rysunku może być inna od podanej.



Wskazówka: Jakie siły działają na cegłę?

Wskazówka: W którym kierunku cegła się nie porusza?

Wskazówka: Ile wynosi składowa przyspieszenia ziemskiego równoległa do równi?

Odpowiedź: Cegła porusza się z przyspieszeniem równoległym do równi o wartości $a = g \sin \alpha \approx 5,62 \text{ m/s}^2$, w dół równi.

18 Zadanie – Równia pochyła

Piotr Nieżurawski, update: 2017-10-29, id: pl-dynamika-0006500, diff: 1

Po idealnie śliskiej, nieruchomej równi pochyłej o kącie nachylenia do poziomu 45° zsuwa się cegła o masie 5,7 kg. Oblicz przyspieszenie cegły. Pomiń wpływ oporu powietrza. Przyspieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe $9,8 \text{ m/s}^2$.

Wskazówka: Jakie siły działają na cegłę?

Wskazówka: W którym kierunku cegła się nie porusza?

Wskazówka: Ile wynosi składowa przyspieszenia ziemskiego równoległa do równi?

Odpowiedź: Cegła porusza się z przyspieszeniem równoległym do równi o wartości $a = g \sin \alpha \approx 6,93 \text{ m/s}^2$, w dół równi.

19 Zadanie – Rozpędzanie z oporem

Piotr Nieżurawski, update: 2017-05-15, id: pl-dynamika-0006800, diff: 1

Na lodowisku stoi łyżwiarz o masie 73 kg. Kolega rozpędza go, działając na łyżwiarza poziomą siłą o wartości 50 N na drodze 4,1 m. Wiedząc, że działająca na łyżwiarza pozioma siła oporu ma wartość 10 N, oblicz szybkość, z jaką łyżwiarz będzie się poruszać po rozpędzeniu.

Wskazówka: Jak praca wypadkowej siły związana jest ze zmianą szybkości ciała?

Wskazówka: Wartość wypadkowej siły działającej na łyżwiarza to $F - T$, gdzie F to wartość siły rozpędzającej, a T to wartość siły oporu.

Wskazówka: Praca wypadkowej siły na drodze S , czyli $W = (F - T)S$, jest równa zmianie energii kinetycznej łyżwiarza.

Odpowiedź: Końcowa szybkość łyżwiarza o masie m będzie równa $v = \sqrt{2(F - T)S/m} \approx 2,12 \text{ m/s}$.

20 Zadanie – Spacer z sankami

Piotr Nieżurawski, update: 2017-10-27, id: pl-dynamika-0007000, diff: 1

Dziecko ciągnie sanki ze stałą prędkością, po poziomym boisku, wzdłuż odcinka o długości 30 m. Oblicz pracę, jaką wykona ono przy ciągnięciu, jeśli siła napięcia sznurka wynosi 63 N i tworzy on kąt 35° z poziomem.

Wskazówka: Jak obliczyć składową poziomą siły?

Odpowiedź: Dziecko wykona pracę równą $W = Fs \cos \alpha \approx 1550 \text{ J}$.

21 Zadanie – Przyśpieszenie planety

Piotr Nieżurawski, update: 2017-03-19, id: pl-dynamika-0008000, diff: 1

Oblicz wartość przyśpieszenia, z jakim porusza się planeta MLMC wokół gwiazdy PRPL. Przyjmij, że MLMC i PRPL są punktami materialnymi o masach odpowiednio $7,82 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ i $3,6 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, a planeta porusza się ze stałą szybkością w odległości $433 \cdot 10^6 \text{ km}$ od gwiazdy. Stała grawitacji $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$. Zagadnienie rozważ w układzie inercyjnym. Wpływ innych ciał jest nieistotny.

Wskazówka: Jaka siła działa na planetę?

Wskazówka: Jak powiązane są przyśpieszenie i siła?

Odpowiedź: Planeta porusza się z przyśpieszeniem o wartości $a = GM/r^2 \approx 1,28 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$.

22 Zadanie – Proton w polu magnetycznym

Piotr Nieżurawski, update: 2016-12-15, id: pl-dynamika-0020000, diff: 2

Proton porusza się z prędkością o wartości 2800 m/s w jednorodnym polu magnetycznym o wartości $1,4 \text{ T}$. Wektor prędkości jest prostopadły do pola magnetycznego. Oblicz przyśpieszenie, z jakim porusza się proton. Ładunek protonu jest równy $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, a jego masa jest równa $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Wskazówka: Ile wynosi wartość działającej na proton siły?

Wskazówka: Na proton działa siła Lorentza o wartości $F = qvB \approx 62,8 \cdot 10^{-17} \text{ N}$.

Odpowiedź: Proton porusza się z przyśpieszeniem o wartości $a = F/m \approx 37,5 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$.

23 Zadanie – Przyssawka

Piotr Nieżurawski, update: 2017-03-28, id: pl-statyka-0001000, diff: 1

Oblicz maksymalną masę odważnika, który może wisieć przyczepiony do okrągłej przyssawki przylegającej do poziomego sufitu. Średnica przyssawki jest równa 31 cm . Przyjmij, że między przyssawką a sufitem jest próżnia, ciśnienie atmosferyczne jest równe 1034 hPa , a przyśpieszenie ziemskie $9,8 \text{ m/s}^2$.

Wskazówka: $F = pA$

Wskazówka: $A = \pi(d/2)^2$

Wskazówka: $F \approx 7800 \text{ N}$.

Wskazówka: $m = F/g$

Odpowiedź: Maksymalna masa odważnika jest równa ok. 796 kg .

24 Zadanie – Pod wodą

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-21, id: pl-statyka-0002000, diff: 1

Oblicz ciśnienie wody działające na nurka znajdującego się na głębokości 45 m. Przyjmij gęstość wody 1027 kg/m^3 oraz natężenie pola grawitacyjnego $9,8 \text{ N/kg}$.

Wskazówka: $p = dgh$

Odpowiedź: Ciśnienie wody jest równe ok. 453 kPa. Jeśli chcesz uwzględnić ciśnienie atmosferyczne, to należy dodać ok. 100 kPa.

25 Zadanie – Prasa hydrauliczna

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-28, id: pl-statyka-0003000, diff: 1

Dwa walcowe tłoki prasy hydraulicznej mogą poruszać się w pionie. Gdy są nieobciążone, znajdują się na tym samym poziomie. Mniejszy tłok ma średnicę 4 cm, a duży średnicę 46 cm. Jaki odważnik trzeba umieścić na małym tłoku, by utrzymać bryłę o masie 200 kg leżącą na dużym tłoku?

Wskazówka: $p = mg/S$, gdzie $S = \pi r^2$

Wskazówka: $p_1 = p_2$

Odpowiedź: Na małym tłoku należy umieścić odważnik o masie ok. 1,51 kg.

Termodynamika

26 Zadanie – Lód w ciepłej wodzie

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-22, id: pl-ciepło-0001000, diff: 1

Blok lodu o temperaturze -6°C i masie 490 g włożono do 1800 g wody o temperaturze 55°C . Oblicz końcową temperaturę układu, zakładając, że nie następuje wymiana ciepła z otoczeniem. Przyjmij wartości: ciepła właściwego lodu $2050\text{ J}/(\text{kg K})$, ciepła topnienia lodu $334\text{ kJ}/\text{kg}$, ciepła właściwego wody (cieczy) $4200\text{ J}/(\text{kg K})$.

Wskazówka: Układ jest izolowany, całkowita energia nie zmieniła się.

Wskazówka: Wykonaj bilans energetyczny.

Wskazówka: $(0^{\circ}\text{C} - T_i)c_i m_i + m_i l_i + (T_f - 0^{\circ}\text{C})m_i c_w + (T_f - T_w)m_w c_w = 0$

Odpowiedź: Końcowa temperatura układu $T_f = (T_w m_w c_w + (T_i c_i - l_i) m_i) / [(m_i + m_w) c_w] \approx 25,6^{\circ}\text{C}$.

27 Zadanie – Granitowa płyta

Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-19, id: pl-ciepło-0002000, diff: 1

Powierzchnia płyty granitowej to $119 \cdot 10^3\text{ m}^2$, a jej grubość 3 m. Pod płytą panuje temperatura 50°C , a nad płytą -6°C . Oblicz ciepło przepływające przez płytę w trakcie jednej minuty, jeśli współczynnik przewodnictwa cieplnego granitu jest równy $2,06\text{ W}/(\text{K} \cdot \text{m})$.

Wskazówka: Strumień ciepła jest wprost proporcjonalny do różnicy temperatur, ΔT , i powierzchni, A , a odwrotnie proporcjonalny do grubości, h .

Wskazówka: Strumień ciepła: $H = k A \Delta T / h$

Wskazówka: Ciepło: $Q = Ht$, gdzie t to czas.

Odpowiedź: Ciepło: $Q \approx 275\text{ MJ}$.

28 Zadanie – Wydłużenie szyny

Piotr Nieżurawski, update: 2016-10-30, id: pl-ciepło-0003000, diff: 1

Oblicz, o ile zmieni się długość stalowej szyny po ogrzaniu jej do temperatury 12°C , jeśli jej długość przy temperaturze 7°C jest równa 8 m. Współczynnik rozszerzalności cieplnej użytej stali jest równy $0,99 \cdot 10^{-5}\text{ K}^{-1}$.

Wskazówka: Wydłużenie jest wprost proporcjonalne do różnicy temperatur i początkowej długości.

Odpowiedź: Wydłużenie szyny: $\Delta l = \alpha \Delta T l \approx 0,396\text{ mm}$.

29 Zadanie – Lodowiec

Piotr Nieżurawski, update: 2017-06-04, id: pl-ciepło-0004000, diff: 1

Oszacuj masę stopionego lodu z lodowca, który zsunął się i zatrzymał w dolinie. Początkowo lodowiec spoczywał na wysokości 328 m nad doliną i miał masę $8 \cdot 10^9$ 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 $9,8 \text{ m/s}^2$.

Wskazówka: Zmiana energii potencjalnej jest równa energii, która została zużyta na stopienie lodu.

Odpowiedź: Masa stopionego lodu to około $m_i = m_0 gh/l \approx 77 \cdot 10^6$ kg, gdzie m_0 jest początkową masą lodowca, h zmianą wysokości lodowca, l ciepłem topnienia lodu, a g wartością przyspieszenia ziemskiego. Oszacowanie to m.in. zakłada, że h jest zmianą wysokości środka masy lodowca razem z powstałą z niego wodą.

30 Zadanie – Zmiana energii wewnętrznej układu

Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-30, id: pl-termodynamika-0003000, diff: 1

W pewnym procesie dostarczyliśmy do układu ciepło o wartości 260 J, wykonaliśmy pracę nad tym układem (np. sprężając go) o wartości 90 J oraz odebraliśmy od układu ciepło o wartości 260 J, a układ wykonał pracę o wartości 130 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej tego układu wskutek opisanego procesu.

Wskazówka: $\Delta U = Q + W$, gdzie Q jest ciepłem dostarczanym do układu, a W jest pracą wykonywaną nad układem.

Odpowiedź: Zmiana energii wewnętrznej układu: $\Delta U = Q_1 + W_1 + Q_2 + W_2 = -40$ J. Zauważ, że $Q_2 < 0$ oraz $W_2 < 0$.

31 Zadanie – Entropia i porcja wody

Piotr Nieżurawski, update: 2018-02-05, id: pl-termodynamika-0010000, diff: 1

Oblicz zmianę entropii wody o masie 75 g podczas przemiany jej stanu ze stałego (lód) w stan ciekły (płyn) w temperaturze topnienia pod ciśnieniem 1 atm. Przyjmij ciepło topnienia równe 334 kJ/kg.

Wskazówka: Zmiana entropii $\Delta S = Q/T$, gdzie Q – ciepło, T – temperatura (w K).

Wskazówka: $Q = mL$, gdzie m – masa wody, L – ciepło przemiany.

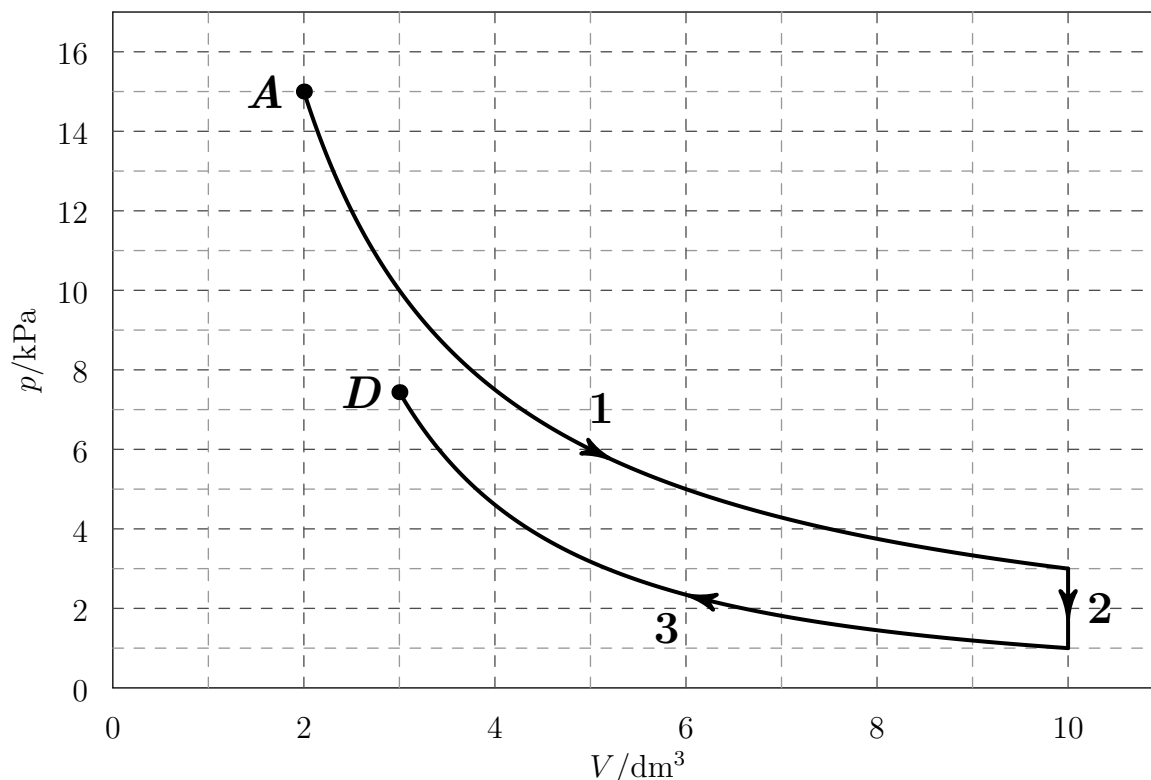
Odpowiedź: Zmiana entropii: $\Delta S \approx 25050 \text{ J} / 273 \text{ K} \approx 91,8 \text{ J/K}$.

32 Zadanie – Przemiany gazowe

Piotr Nieżurawski, update: 2018-05-14, id: pl-termodynamika-0020000, diff: 1

Ustalona porcja gazowego neonu przeszła przemiany 1, 2 i 3 przedstawione na poniższym wykresie, gdzie p oznacza ciśnienie gazu, a V jego objętość. Początkowo parametry gazu opisywał punkt A . Wiadomo, że przemiana 3 była adiabatyczna.

- Podaj nazwy przemian 1 i 2. W przypadku przemiany 1 swoją hipotezę dotyczącą rodzaju przemiany sprawdź w 3 różnych punktach.
- Dla każdej z przemian wskaż wielkości, które są zawsze równe 0 w trakcie tej przemiany.
- Czy gaz w punkcie D ma większą temperaturę niż w punkcie A ?
- Czy z punktu D może ta porcja gazu dotrzeć do punktu A w przemianie izobarycznej?



Wskazówka: W przemianie 1 iloczyn pV jest stały.

Wskazówka: Dla gazu doskonałego $T \propto pV$.

Odpowiedź:

- Przemiana 1 to przemiana izotermiczna, gdyż pV ma zawsze tę samą wartość, np. $2 \cdot 15 = 3 \cdot 10 = 5 \cdot 6$ (w jednostkach $\text{kPa} \cdot \text{dm}^3$). Przemiana 2 jest przemianą izochoryczną.
- W trakcie przemiany 1 zmiana temperatury oraz zmiana energii wewnętrznej są równe 0, w trakcie przemiany 2 zmiana objętości oraz praca (wykonana nad gazem lub wykonana przez gaz), a w trakcie przemiany 3 wymienione z otoczeniem ciepło.
- Nie. Iloczyn pV w punkcie A jest równy $2 \cdot 15 = 30$, a w punkcie D jest mniejszy niż $8 \cdot 3 = 24$ (w jednostkach $\text{kPa} \cdot \text{dm}^3$).
- Nie, gdyż ciśnienia w tych punktach są różne.

Fale

33 Zadanie – Dźwięk w piaskowcu

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-07, id: pl-fale-0001000, diff: 1

Prędkość dźwięku w piaskowcu jest równa 2800 m/s. Oblicz okres oraz częstotliwość fali rozchodzącej się w płycie z tego piaskowca, jeśli długość fali jest równa 0,8 km.

Wskazówka: $\lambda = vT$

Wskazówka: $f = 1/T$

Odpowiedź: Okres fali $T = \lambda/v \approx 0,286$ s, a jej częstotliwość $f = 1/T \approx 3,5$ Hz.

34 Zadanie – Częstotliwość światła

Piotr Nieżurawski, update: 2018-01-09, id: pl-fale-0002000, diff: 1

Wiązka światła o długości fali 530 nm w próżni pada na powierzchnię szkła o bezwzględny współczynniku załamania tego światła równym 1,84. Oblicz częstotliwość i długość fali tego światła w szkłe. Przyjmij wartość prędkości światła w próżni $3 \cdot 10^8$ m/s.

Wskazówka:

$$\lambda = vT = v/f$$

λ – długość fali; v – prędkości fali; T – okres fali; f – częstotliwość fali.

Wskazówka:

$$v = c/n$$

c – prędkość światła w próżni; n – bezwzględny współczynnik załamania światła.

Odpowiedź: Częstotliwość fali w szkłe $f_2 = f_1 = c/\lambda_1 \approx 566$ THz, gdzie f_1 i λ_1 to odpowiednio częstotliwość i długość fali w próżni. Długość fali w szkłe $\lambda_2 = v_2 T = cT/n = \lambda_1/n \approx 288$ nm, gdzie v_2 to prędkość fali w szkłe.

35 Zadanie – Fala podłużna w pręcie

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-19, id: pl-fale-0004000, diff: 1

Oblicz prędkość rozchodzenia się podłużnej fali w długim, metalowym pręcie. Długość fali jest znacznie większa od średnicy pręta. Gęstość metalu, z którego wykonano pręt, jest równa 6100 kg/m³, a moduł Younga tego metalu jest równy 299 GPa. Jeśli nie pamiętasz zależności prędkości fali od modułu Younga i gęstości, to w opisanym przypadku możesz ją uzyskać, rozważając wymiary tych wielkości.

Wskazówka: Pa = N/m²

Wskazówka: N = kg · m/s²

Wskazówka: Pa = kg/(m · s²)

Wskazówka: $\text{Pa}/(\text{kg}/\text{m}^3) = \text{m}^2/\text{s}^2$

Odpowiedź: Prędkość fali jest równa $v = \sqrt{E/\rho} \approx 7000 \text{ m/s}$.

36 Zadanie – Interferencja fal dźwiękowych

Piotr Niezurawski, update: 2018-01-09, id: pl-fale-0005000, diff: 1

W jednorodnym ośrodku umieszczono dwa głośniki. Pierwszy głośnik znajduje się w odległości 9,65 m, a drugi w odległości 5,15 m od mikrofonu. Każdy z głośników oddzielnie wytwarzał w okolicy mikrofonu falę o takiej samej amplitudzie, a w obszarze między tym głośnikiem a mikrofonem zmiany ciśnienia można było w przybliżeniu opisać jako falę płaską o długości fali 180 cm. Następnie włączono oba głośniki. Drgają one w taki sam sposób, czyli w zgodnej fazie. Na podstawie odpowiednich obliczeń określ, czy w miejscu, gdzie znajduje się mikrofon, nastąpi wzmocnienie czy osłabienie dźwięku w porównaniu z sytuacją, gdy był włączony tylko jeden z głośników.

Wskazówka:

$$|d_1 - d_2|/\lambda = ?$$

d_1 oraz d_2 – odległość od mikrofonu odpowiednio pierwszego oraz drugiego głośnika; λ – długość fali.

Odpowiedź: Iloczyn wartości bezwzględnej różnicy odległości i długości fali $|d_1 - d_2|/\lambda = 2,5$, a więc w miejscu, gdzie znajduje się mikrofon, fale spotykają się w przeciwnej fazie – nastąpi osłabienie.

37 Zadanie – Czy to fala?

Piotr Niezurawski, update: 2017-04-22, id: pl-fale-0008000, diff: 2

W otoczeniu strefy subdukcji wychylenie powierzchni Ziemi opisano następującą funkcją zależną od położenia x oraz czasu t :

$$f(x, t) = N \cdot \exp\left(-\frac{x}{L} - a\right) \cdot \exp\left(\frac{t}{T} + b\right) + c\frac{x}{L} + K$$

gdzie N, L, T, a, b, c, K są stałymi. Funkcja opisywała wychylenie dla $x \in (0, L)$ oraz $t \in (0, T)$. Sprawdź, czy ta funkcja spełnia równanie falowe, a więc czy opisywane wychylenie było falą.

Wskazówka:

$$v^2 \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 f}{\partial t^2}$$

Odpowiedź:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = N \cdot \exp\left(-\frac{x}{L} - a\right) \cdot \exp\left(\frac{t}{T} + b\right) / L^2$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = N \cdot \exp\left(-\frac{x}{L} - a\right) \cdot \exp\left(\frac{t}{T} + b\right) / T^2$$

Funkcja $f(x, t)$ spełnia równanie falowe, a więc opisuje falę.

Elektryczność, magnetyzm, optyka, obwody

38 Zadanie – Natężenie pola elektrycznego

Piotr Nieżurawski, update: 2017-05-16, id: pl-elektrodynamika-0001000, diff: 1

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego w odległości 24 nm od jądra atomowego o liczbie atomowej 5. Opisz również kierunek i zwrot wektora natężenia pola elektrycznego względem jądra. Pomiń wpływ innych obiektów.

Wskazówka: Ile protonów znajduje się w jądrze?

Wskazówka: Jaki jest ładunek elektryczny protonu?

Odpowiedź: Wartość natężenia pola elektrycznego $|\vec{E}| = kne/r^2 \approx 12,5 \cdot 10^6$ N/C, gdzie n jest liczbą atomową, e ładunkiem protonu, a k stałą elektryczną. Kierunek wektora natężenia pola elektrycznego \vec{E} jest taki sam jak prosta przechodząca przez jądro i punkt, w którym określamy pole. Zwrot \vec{E} jest *od jądra*.

39 Zadanie – Cewka i magnes

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-26, id: pl-elektrodynamika-0008000, diff: 1

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
Cewka jest ze stałą prędkością oddalana od nieruchomego magnesu		
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki		
Magnes jest ze stałą prędkością oddalany od nieruchomej cewki		

Odpowiedź:

opis	$ I $	oddziaływanie
Cewka jest ze stałą prędkością oddalana od nieruchomego magnesu	maleje	przyciągają się
Magnes spoczywa w środku nieruchomej cewki	równa 0	brak oddziaływania
Magnes jest ze stałą prędkością oddalany od nieruchomej cewki	maleje	przyciągają się

40 Zadanie – Rodzaje magnetyków

Piotr Nieżurawski, update: 2018-02-05, id: pl-magnetyzm-0004000, diff: 1

Zaobserwowano, że próbka materiału umieszczona w pobliżu cewki, przez którą płynął prąd elektryczny, była przyciągana do cewki. Po wyłączeniu prądu płynącego przez cewkę magnetyzacja próbki zmniejszyła się do zera. Podkreśl nazwę opisującą rodzaj magnetyka, z którego wykonana jest próbka: diamagnetyk, paramagnetyk.

Odpowiedź: Próbkę wykonano z paramagnetyka.

41 Zadanie – Odległość do diody

Piotr Nieżurawski, update: 2018-01-11, id: pl-optyka-0002000, diff: 1

Cienka soczewka o ogniskowej 4 cm musi być odsunięta na odległość 5 cm od ekranu, aby uzyskać na nim ostry obraz świecącej diody znajdującej się na osi optycznej soczewki.

- Oblicz odległość od soczewki do diody.
- Oblicz stosunek wysokości diody do wysokości jej obrazu.

Wskazówka:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

f – ogniskowa; x – odległość od soczewki do diody; y – odległość od soczewki do obrazu (ekranu).

Wskazówka:

$$h_o/h_i = x/y$$

h_o – wysokość diody (*object*); h_i – wysokość obrazu (*image*)

Odpowiedź:

- Odległość od soczewki do diody to 20 cm.
- Stosunek wysokości diody do wysokości jej obrazu to 4.

42 Zadanie – Polaryzacja odbitego światła

Piotr Nieżurawski, update: 2018-02-24, id: pl-optyka-0008000, diff: 1

Studenci powinni określić materiał, z którego została wykonana sześcienna bryła. Mają tego dokonać tylko na podstawie badania polaryzacji odbitego od jej ściany światła. Dysponują wiązką światła o długości fali 589 nm. Maksymalną polaryzację liniową odbitej wiązki uzyskali, gdy kąt między normalną do ściany a odbitą wiązką był równy 58° . Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, z którego z następujących materiałów najprawdopodobniej wykonano bryłę (w nawiasach podano bezwzględny współczynnik załamania światła dla referencyjnej próbki): korund (1,77), polistyren (1,6), szkło kwarcowe (1,46). Bryła znajduje się w powietrzu, dla którego przyjmij bezwzględny współczynnik załamania światła równy 1.

Wskazówka: Kąt między wiązką odbitą a załamaną musi być kątem prostym.

Wskazówka: Kąt padania jest równy kątowi odbicia.

Wskazówka:

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2 = n_2 \sin(90^\circ - \alpha_1)$$

n_1 oraz n_2 – bezwzględny współczynnik załamania światła odpowiednio dla powietrza oraz materiału; α_1 oraz α_2 – kąt padania oraz załamania światła.

Wskazówka: $\sin(90^\circ - \alpha_1) = \cos \alpha_1$

Odpowiedź: Bezwzględny współczynnik załamania jest równy $n_2 = n_1 \operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 \approx 1,6$. A więc materiałem jest najprawdopodobniej polistyren.

43 Zadanie – Rozładowanie akumulatora

Piotr Nieżurawski, update: 2017-07-04, id: pl-obwody-elektryczne-0000500, diff: 1

Przez 17 godzin rozładowywano akumulator, mierząc płynący prąd amperomierzem. Średnie natężenie prądu podczas rozładowania było równe 59 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez amperomierz. Wynik podaj w kulombach.

Wskazówka: $I = Q/t$

Wskazówka: $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 3610 \text{ C}$.

44 Zadanie – Opornik

Piotr Nieżurawski, update: 2017-06-24, id: pl-obwody-elektryczne-0001000, diff: 1

Gdy przez opornik płynął stały prąd o natężeniu 10 mA, napięcie mierzone między końcówkami opornika było równe 0,78 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 4,68 V.

Wskazówka: $U = RI$

Wskazówka: $I_1/U_1 = I_2/U_2$

Odpowiedź:

a) Opór $R = U_1/I_1 = 78 \Omega$.

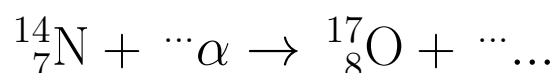
b) Natężenie prądu $I_2 = U_2/R = I_1 U_2/U_1 = 60 \text{ mA}$.

Fizyka jądrowa

45 Zadanie – Zderzenie z α

Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-23, id: pl-fizyka-jądrowa-0001000, diff: 1

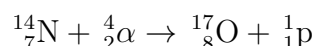
Z jądrem ${}^{14}_7\text{N}$ zderza się cząstka α . Uzupełnij zapis tej reakcji, wpisując właściwe liczby lub symbole w 5 miejscach oznaczonych wielokropkiem. Symbol pierwiastka chemicznego oznacza tylko jądro atomowe, bez elektronów.



Wskazówka: Wykonaj bilans liczb masowych i atomowych.

Wskazówka: $\alpha = {}^4_2\text{He}$.

Odpowiedź:



46 Zadanie – Procesy jądrowe

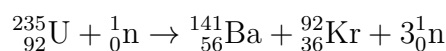
Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-23, id: pl-fizyka-jądrowa-0002000, diff: 1

Uzupełnij zapis reakcji jądrowej, wpisując właściwe liczby lub symbole w miejscach oznaczonych wielokropkiem. Symbol pierwiastka chemicznego oznacza tylko jądro atomowe, bez elektronów.



Wskazówka: Wykonaj bilans liczb masowych i atomowych.

Odpowiedź:



47 Zadanie – Czas połowicznego rozpadu

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-07, id: pl-fizyka-jądrowa-0004000, diff: 1

W próbce po $400 \cdot 10^3$ latach liczba radioaktywnych jąder atomowych pewnego izotopu zmniejszyła się 16 razy. Oblicz czas połowicznego rozpadu tego izotopu.

Wskazówka: Po upływie czasu połowicznego rozpadu liczba radioaktywnych jąder danego izotopu zmniejsza się o (około) połowę.

Wskazówka: $2^n = \dots$

Wskazówka: $2^4 = 16$.

Odpowiedź: Czas połowicznego rozpadu to około $T_{1/2} = t/n = 100 \cdot 10^3$ lat.

48 Zadanie – Datowanie geologiczne

Piotr Nieżurawski, update: 2017-09-23, id: pl-fizyka-jadrowa-0005000, diff: 2

W pewnej próbce granitu znajduje się 1,21 mg argonu ^{40}Ar i 2 mg potasu ^{40}K . Wyznacz wiek tej próbki. Czas połowicznego rozpadu ^{40}K wynosi $1,25 \cdot 10^9$ lat. Wiadomo, że tylko ok. 11% rozpadających się jąder ^{40}K zmienia się w jądra ^{40}Ar . Przyjmij, że wszystkie jądra ^{40}Ar w próbce powstały z rozpadu ^{40}K i że poza tym rozpadem inne procesy nie wpływały na zmianę składu tych dwóch pierwiastków w próbce granitu.

Wskazówka: Po upływie czasu połowicznego rozpadu liczba – a więc i masa – radioaktywnych jąder danego izotopu zmniejsza się o (około) połowę.

Wskazówka: $m_{\text{Ki}} = m_{\text{Kf}} + m_{\text{Ar}}/b = 2 \text{ mg} + 1,21 \text{ mg}/0,11$.

Wskazówka: $m_{\text{Kf}} = m_{\text{Ki}}/2^n$, gdzie $n = t/T_{1/2}$.

Wskazówka: $n = \log_2(m_{\text{Ki}}/m_{\text{Kf}}) = \log_2(1 + m_{\text{Ar}}/(b \cdot m_{\text{Kf}}))$.

Odpowiedź: Najbardziej prawdopodobny wiek próbki $t = n \cdot T_{1/2} \approx 3,38 \cdot 10^9$ lat.

Fizyka kwantowa

49 Zadanie – Wzbudzone atomy wodoru

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-06, id: pl-fizyka-quantowa-0001000, diff: 1

Próbka składa się z wielu atomów wodoru, a każdy z nich na początku znajduje się w stanie wzbudzonym o głównej liczbie kwantowej $n = 7$.

a) Narysuj schemat przedstawiający poziomy energetyczne atomu wodoru wraz z wartościami odpowiadającej im głównej liczby kwantowej n (odległości między poziomami mogą być dowolne). Zaznacz na rysunku wszystkie możliwe bezpośrednie i pośrednie przejścia elektronów, których skutkiem jest emisja fotonu z atomów próbki.

b) Oblicz liczbę linii emisyjnych, które można zaobserwować, mierząc promieniowanie badanej próbki.

c) Napisz, dla którego przejścia emitowane fotony mają najmniejszą częstotliwość spośród wszystkich emitowanych przez próbkę.

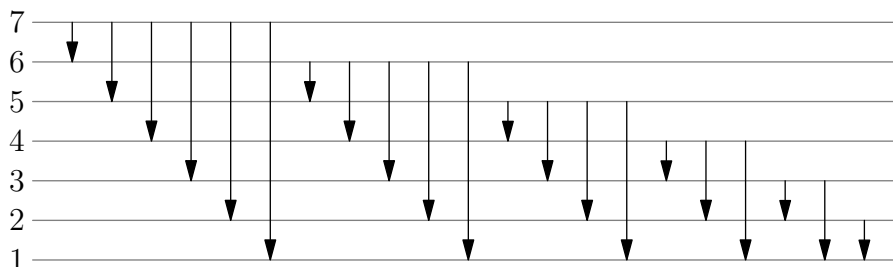
Wskazówka: $n = 1, 2, \dots$

Wskazówka: $E_\gamma = E_i - E_f = hf$.

Wskazówka: $E_n \propto -n^{-2}$.

Odpowiedź:

a) Schemat poziomów i przejść (odległości między poziomymi liniami nie odzwierciedlają rzeczywistych odległości między poziomami):



b) Można zaobserwować 21 linii.

c) Przejście z poziomu 7 na poziom 6.

50 Zadanie – Liczby kwantowe atomu wodoru

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-18, id: pl-fizyka-quantowa-0002000, diff: 1

Opisz wszystkie kombinacje liczb kwantowych orbitalnej l i magnetycznej m określające możliwe stany elektronu w atomie wodoru, jeśli wiadomo, że elektron znajduje się w stanie o głównej liczbie kwantowej $n = 5$.

Wskazówka: $l = 0, 1, \dots, n - 1$.

Wskazówka: $m = -l, \dots, 0, \dots, +l$.

Odpowiedź: Możliwe stany to:

$$l = 0 \text{ z } m \in \{0\}$$

$$l = 1 \text{ z } m \in \{-1, 0, 1\}$$

$$l = 2 \text{ z } m \in \{-2, -1, 0, 1, 2\}$$

$$l = 3 \text{ z } m \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$$

$$l = 4 \text{ z } m \in \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$$

51 Zadanie – Liczba fotonów

Piotr Nieżurawski, update: 2018-01-09, id: pl-fizyka-kwantowa-0003000, diff: 1

Impuls monochromatycznego światła o długości fali 620 nm w próżni padł na ciemną płytkę, która pochłania 74% energii padającego na nią promieniowania. Oblicz liczbę fotonów w tym impulsie, jeśli wiadomo, że na skutek oświetlenia energia płytki zwiększyła się o 25 mJ. Przyjmij wartości: prędkości światła w próżni $c = 3 \cdot 10^8$ m/s i stałej Plancka $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s.

Wskazówka:

$$E_\gamma = hf$$

E_γ – energia fotonu; f – częstotliwość światła.

Wskazówka:

$$\lambda = c/f$$

λ – długość fali.

Wskazówka: $E_\gamma = hc/\lambda \approx 3,21 \cdot 10^{-19}$ J.

Wskazówka:

$$E_i = E_{\text{abs}}/\varepsilon_{\text{eff}}$$

E_i – energia impulsu; E_{abs} – energia zaabsorbowana przez płytkę; ε_{eff} – efektywność pochłaniania energii przez płytkę.

Odpowiedź: Liczba fotonów w impulsie $n = E_i/E_\gamma = E_{\text{abs}}/(\varepsilon_{\text{eff}}E_\gamma) \approx 1050 \cdot 10^{14}$.

52 Zadanie – Efekt fotoelektryczny

Piotr Nieżurawski, update: 2018-01-09, id: pl-fizyka-kwantowa-0004000, diff: 1

Metalową płytkę oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym o długości fali 300 nm. Maksymalna energia kinetyczna wybijanych z płytki elektronów jest równa 1,9 eV. Oblicz pracę wyjścia elektronu z powierzchni tego metalu. Wynik podaj w eV. Przyjmij wartości: prędkości światła w próżni $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, ładunku elementarnego $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, stałej Plancka $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s = 4,136 · 10⁻¹⁵ eV · s.

Wskazówka:

$$E_\gamma = W + E_k$$

E_γ – energia fotonu; W – praca wyjścia; E_k – maksymalna energia kinetyczna elektronu.

Wskazówka:

$$E_\gamma = hf$$

f – częstotliwość światła.

Wskazówka:

$$\lambda = c/f$$

λ – długość fali światła.

Wskazówka: $E_\gamma = hc/\lambda \approx 4,14$ eV.

Odpowiedź: Praca wyjścia $W = E_\gamma - E_k \approx 2,24$ eV.

53 Zadanie – Elektron i najmniejsze prawdopodobieństwo

Piotr Nieżurawski, update: 2017-01-19, id: pl-fizyka-kwantowa-0005000, diff: 1

Elektron znajduje się w układzie, w którym położenie opisujemy zmienną x . Kwantowa funkcja falowa opisująca elektron jest równa

$$\Psi(x) = N \cdot x \cdot \cos\left(2\pi \frac{x}{L}\right)$$

gdzie N oraz $L = 20$ nm są stałymi. Zmienna x przyjmuje wartości od 0 do L . Wypisz wszystkie wartości x w tym zakresie, w pobliżu których prawdopodobieństwo znalezienia elektronu jest najmniejsze. Argumentami funkcji trygonometrycznych są liczby, np. $\sin(\pi/2) = 1$, $\cos(\pi/2) = 0$.

Wskazówka: Prawdopodobieństwo jest najmniejsze w pobliżu miejsc zerowych funkcji falowej.

Wskazówka: $\sin(n\pi) = 0$ oraz $\cos(\pi/2 + n\pi) = 0$ dla n całkowitego.

Odpowiedź: Wartości x , w pobliżu których prawdopodobieństwo znalezienia elektronu jest najmniejsze, to: 0, $L/4$, $3L/4$, a więc 0 nm, 5 nm, 15 nm.