Miejscowość, 2017–08–22

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

Z jaką prędkością – w kilometrach na godzinę – porusza się człowiek, który pokonuje 99750 metrów w ciągu 285 minut?

Odpowiedź: Człowiek porusza się z prędkością 21 km/h.

2 Zadanie – Prędkość jazdy rowerem

Jaś wyruszył rowerem z linii startu i jechał ze średnią prędkością 6 m/s. Maciek, który wyruszył 8 s po Jasiu z linii startu, ukończył wyścig 32 s przed Jasiem. Obaj chłopcy przebyli tę samą odległość. Z jaką średnią prędkością jechał Maciek, jeśli całą trasę przejechał w trakcie 48 s?

Odpowiedź: Maciek jechał z prędkością 11 m/s.

3 Zadanie – Samochód

Samochód pana Krzysztofa spala 10 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 5 pełnych km.

4 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 9 min wioślarz zauważył zgubę. Natychmiast zaczął płynąć w dół rzeki i dopędził koło w odległości 1500 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 5 km/h.

5 Zadanie – Wąż ogrodowy

Gumowy wąż ogrodowy o wewnętrzej średnicy 15 mm zakończony jest otworem o średnicy 5 mm. Z jaką szybkością wylatuje woda z otworu, jeśli w wężu porusza się ona z szybkością 20 cm/s?

Odpowiedź: Szybkość wody w otworze to ok. 180 cm/s.

6 Zadanie – Startujący samolot

Samolot, stojący początkowo na lotnisku, ruszył wzdłuż pasa startowego ze stałym przyśpieszeniem 4 m/s^2. Jaką prędkość osiągnie po czasie równym 8 s?

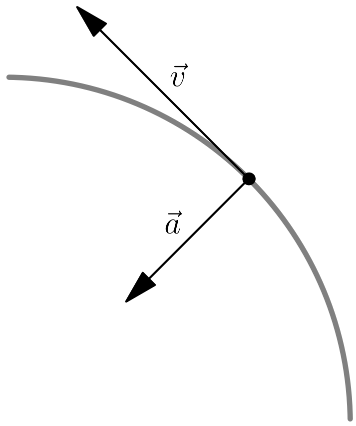
Odpowiedź: 32 m/s

 Licencja CC BY-SA 4.0

7 Zadanie – Na zakręcie

Samochód jedzie po łuku o promieniu 55 m ze stałą wartością prędkości 79,2 km/h.
a) Narysuj fragment toru samochodu, zaznacz jego przykładowe położenie i narysuj wektor jego prędkości oraz wektor jego przyśpieszenia, opisz elementy rysunku.
b) Oblicz wartość przyśpieszenia samochodu w m/s^2.

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



b) Wartość przyśpieszenia dośrodkowego to ok. 8,8 m/s^2.

8 Zadanie – Prędkość i przyśpieszenie punktu materialnego

Oblicz prędkość i przyśpieszenie punktu materialnego w chwili $t_1 = 3{,}8$ s, którego położenie na osi X jest opisane równaniem

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

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

Odpowiedź: Prędkość i przyśpieszenie:

$$v(t) = A\,\omega\cos\left(\omega t + \phi\right) + 2B\,t$$

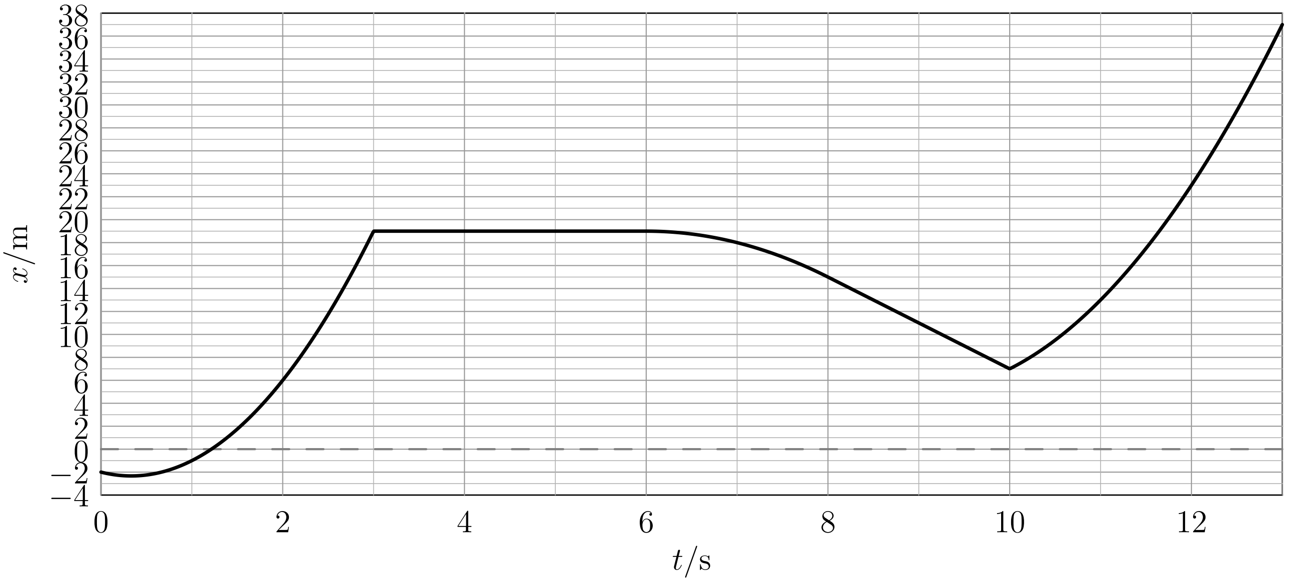
$$v(t_1) \approx 9{,}75 \text{ m/s}$$

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

$$a(t_1) \approx 1{,}73 \text{ m/s}^2$$

9 Zadanie – Niezdecydowany punkt materialny

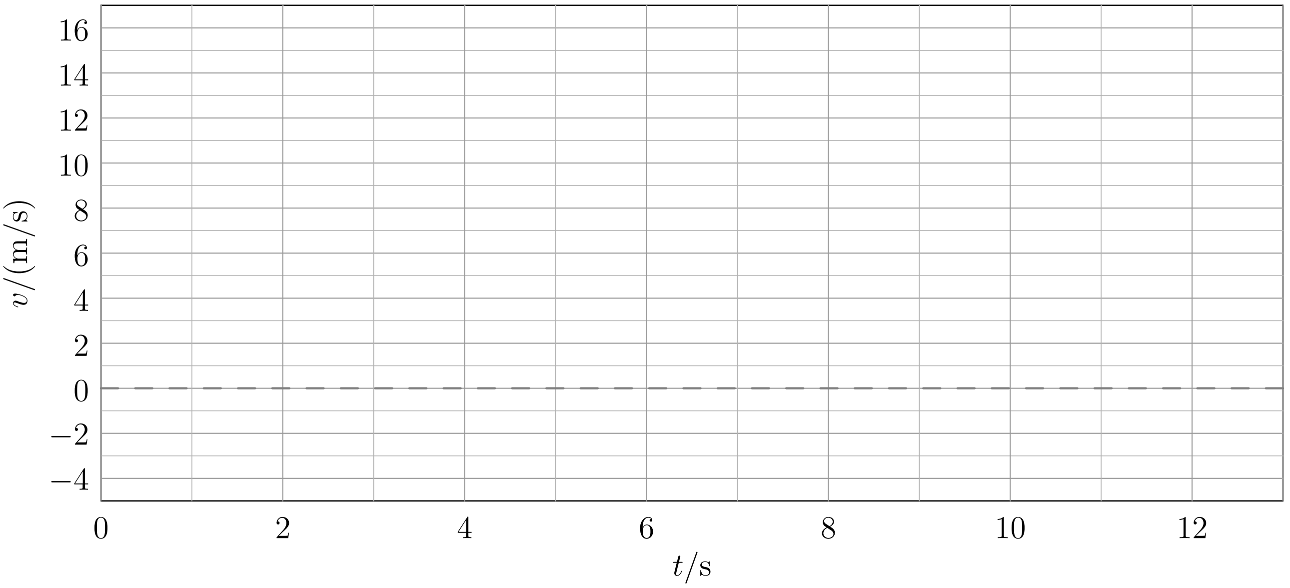
Punkt materialny porusza się wzdłuż osi X. Na wykresie przedstawiono zależność jego położenia x od czasu t.



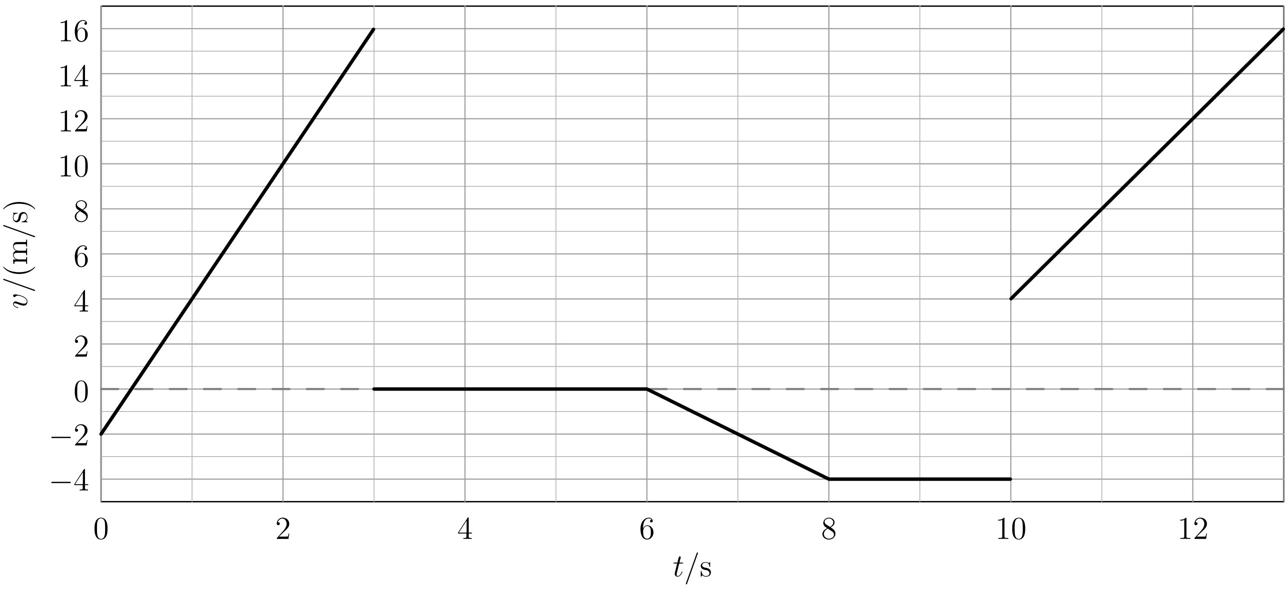
W tabeli podano przyśpieszenie a punktu materialnego w poszczególnych interwałach czasu.

t/s	$[0,3[$	$]3,6[$	$]6,8[$	$]8,10[$	$]10,13]$
$a/(\mathrm{m/s^2})$	6	0	−2	0	4

Wykonaj wykres zależności prędkości v od czasu dla tego punktu materialnego dla $t \in [0,13]$ s.



Odpowiedź: Poprawny wykres:



© 2015–2019 Autorzy pakietu Gezmat *Licencja CC BY-SA 4.0*

Dynamika i statyka

10 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 $16{,}3 \cdot 10^3$ kg porusza się z szybkością 4,1 m/s. Druga część o masie $29{,}2 \cdot 10^3$ kg nadal spoczywa. Oblicz masę trzeciego fragmentu statku, jeśli jego szybkość jest równa 10,6 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: $m_3 = m_1 v_1 / v_3 \approx 6{,}31 \cdot 10^3$ kg.

11 Zadanie – Spadochroniarz

Spadochroniarz wraz z wyposażeniem ma masę 91 kg i opada na spadochronie pionowo w dół ze stałą prędkością o wartości 5,7 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: $Q = mg \approx 892$ N.

12 Zadanie – Zderzenie wagonów

Wagon kolejowy o masie 38 ton, jadąc po poziomych torach z prędkością o wartości 1,2 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 $v = 0{,}2$ m/s.
b) Energia kinetyczna ruchu postepowego zmniejszyła się o $\Delta E_k = m(v_0^2 - (n+1)v^2)/2 \approx 22{,}8$ kJ.

13 Zadanie – Kula w polu dwóch sił

Kula o masie 12 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 104 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. 157 N.
b) Wartość przyśpieszenia to $a = F/m \approx 13{,}1$ m/s^2.
c) Wartość prędkości po czasie t to $v = at \approx 131$ m/s.

14 Zadanie – Kula w cieczy

Pełna kula wykonana z materiału o gęstości 1500 kg/m^3 pływa w cieczy o gęstości 2000 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 $1 - d_b/d_l \approx 0{,}25$.

15 Zadanie – Cegły z wykopaliska

Ilu studentów archeologii potrzeba, by wynieść 3900 cegieł z wykopaliska? Każda z cegieł ma masę 6 kg, a każdy student może wykonać pracę 31000 J, niosąc cegły samodzielnie albo w grupie. Każdą cegłę należy przenieść o 18 m wyżej w polu grawitacyjnym o natężeniu 9,8 N/kg.

Odpowiedź: Minimalna liczba studentów potrzebna do wniesienia cegieł to 134.

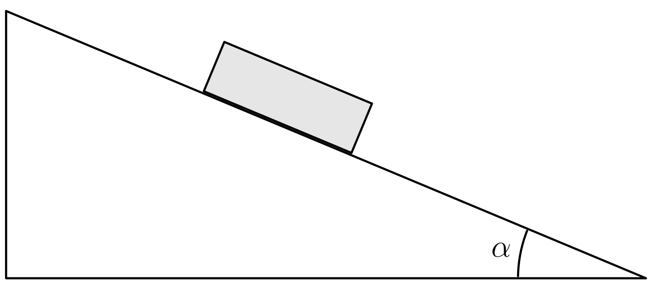
16 Zadanie – Wahadło

Kulkę o masie 30 dag zawieszoną na długiej, nierozciągliwej i bardzo lekkiej nici przymocowanej do nieruchomego zaczepu wychylono z położenia równowagi tak, że podniosła się ona na wysokość 7 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. 1,17 m/s.

17 Zadanie – Równia pochyła (rysunek)

Po idealnie śliskiej, nieruchomej równi pochyłej o kącie nachylenia do poziomu $\alpha = 35°$ zsuwa się cegła o masie 4,2 kg. Oblicz przyśpieszenie cegły. Pomiń wpływ oporu powietrza. Przyśpieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe 9,8 m/s^2. Wartość kąta α na rysunku może być inna od podanej.



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

18 Zadanie – Równia pochyła

Po idealnie śliskiej, nieruchomej równi pochyłej o kącie nachylenia do poziomu 37° zsuwa się cegła o masie 5,3 kg. Oblicz przyśpieszenie cegły. Pomiń wpływ oporu powietrza. Przyśpieszenie ziemskie w miejscu zdarzenia jest równe 9,8 m/s^2.

Odpowiedź: Cegła porusza się z przyśpieszeniem równoległym do równi o wartości $a = g \sin\alpha \approx 5{,}9$ m/s^2, w dół równi.

19 Zadanie – Rozpędzanie z oporem

Na lodowisku stoi łyżwiarz o masie 61 kg. Kolega rozpędza go, działając na łyżwiarza poziomą siłą o wartości 52 N na drodze 3,8 m. Wiedząc, że działająca na łyżwiarza pozioma siła oporu ma wartość 12 N, oblicz szybkość, z jaką łyżwiarz będzie się poruszać po rozpędzeniu.

Odpowiedź: Końcowa szybkość łyżwiarza o masie m będzie równa $v = \sqrt{2(F-T)S/m} \approx 2{,}23$ m/s.

20 Zadanie – Spacer z sankami

Dziecko ciągnie sanki ze stałą prędkością, po poziomym boisku, wzdłuż odcinka o długości 70 m. Oblicz pracę, jaką wykona ono przy ciągnięciu, jeśli siła napięcia sznurka wynosi 51 N i tworzy on kąt 35° z poziomem.

Odpowiedź: Dziecko wykona pracę równą $W = Fs\cos\alpha \approx 2920$ J.

21 Zadanie – Przyśpieszenie planety

Oblicz wartość przyśpieszenia, z jakim porusza się planeta MLMC wokół gwiazdy PRPL. Przyjmij, że MLMC i PRPL są punktami materialnymi o masach odpowiednio $4{,}43 \cdot 10^{24}$ kg i $2 \cdot 10^{30}$ kg, a planeta porusza się ze stałą szybkością w odległości $165 \cdot 10^{6}$ km od gwiazdy. Stała grawitacji $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2. Zagadnienie rozważ w układzie inercjalnym. Wpływ innych ciał jest nieistotny.

Odpowiedź: Planeta porusza się z przyśpieszeniem o wartości $a = GM/r^2 \approx 4{,}9 \cdot 10^{-3}$ m/s^2.

22 Zadanie – Proton w polu magnetycznym

Proton porusza się z prędkością o wartości 6700 m/s w jednorodnym polu magnetycznym o wartości 2,9 T. Wektor prędkości jest prostopadły do pola magnetycznego. Oblicz przyśpieszenie, z jakim porusza się proton. Ładunek protonu jest równy $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ C, a jego masa jest równa $1{,}673 \cdot 10^{-27}$ kg.

Odpowiedź: Proton porusza się z przyśpieszeniem o wartości $a = F/m \approx 186 \cdot 10^{10}$ m/s^2.

23 Zadanie – Przyssawka

Oblicz maksymalną masę odważnika, który może wisieć przyczepiony do okrągłej przyssawki przylegającej do poziomego sufitu. Średnica przyssawki jest równa 15 cm. Przyjmij, że między przyssawką a sufitem jest próżnia, ciśnienie atmosferyczne jest równe 990 hPa, a przyśpieszenie ziemskie 9,8 m/s^2.

Odpowiedź: Maksymalna masa odważnika jest równa ok. 179 kg.

24 Zadanie – Pod wodą

Oblicz ciśnienie wody działające na nurka znajdującego się na głębokości 20 m. Przyjmij gęstość wody 1012 kg/m^3 oraz natężenie pola grawitacyjnego 9,8 N/kg.

Odpowiedź: Ciśnienie wody jest równe ok. 198 kPa. Jeśli chcesz uwzględnić ciśnienie atmosferyczne, to należy dodać ok. 100 kPa.

25 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 3 cm, a duży średnicę 37 cm. Jaki odważnik trzeba umieścić na małym tłoku, by utrzymać bryłę o masie 200 kg leżącą na dużym tłoku?

Odpowiedź: Na małym tłoku należy umieścić odważnik o masie ok. 1,32 kg.

Termodynamika

26 Zadanie – Lód w ciepłej wodzie

Blok lodu o temperaturze $-9°C$ i masie 180 g włożono do 820 g wody o temperaturze 55°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 $T_f = (T_w m_w c_w + (T_i c_i - l_i) m_i)/[(m_i + m_w) c_w] \approx$ 30°C.

27 Zadanie – Granitowa płyta

Powierzchnia płyty granitowej to $149 \cdot 10^3$ 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 2,54 W/(K · m).

Odpowiedź: Ciepło: $Q \approx 424$ MJ.

28 Zadanie – Wydłużenie szyny

Oblicz, o ile zmieni się długość stalowej szyny po ogrzaniu jej do temperatury 12°C, jeśli jej długość przy temperaturze 8°C jest równa 11 m. Współczynnik rozszerzalności cieplnej użytej stali jest równy $0{,}99 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}.

Odpowiedź: Wydłużenie szyny: $\Delta l = \alpha \, \Delta T \, l \approx 0{,}436$ mm.

29 Zadanie – Lodowiec

Oszacuj masę stopionego lodu z lodowca, który zsunął się i zatrzymał w dolinie. Początkowo lodowiec spoczywał na wysokości 275 m nad doliną i miał masę $15 \cdot 10^9$ 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 $m_i = m_0 \, g \, h/l \approx 120 \cdot 10^6$ 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.

30 Zadanie – Zmiana energii wewnętrznej układu

W pewnym procesie dostarczyliśmy do układu ciepło o wartości 290 J, wykonaliśmy pracę nad tym układem (np. sprężając go) o wartości 80 J oraz odebraliśmy od układu ciepło o wartości 220 J, a układ wykonał pracę o wartości 70 J. Oblicz zmianę energii wewnętrznej tego układu wskutek opisanego procesu.

© 2015–2019 Autorzy pakietu Gezmat *Licencja CC BY-SA 4.0*

Odpowiedź: Zmiana energii wewnętrznej układu: $\Delta U = Q_1 + W_1 + Q_2 + W_2 = 80$ J. Zauważ, że $Q_2 < 0$ oraz $W_2 < 0$.

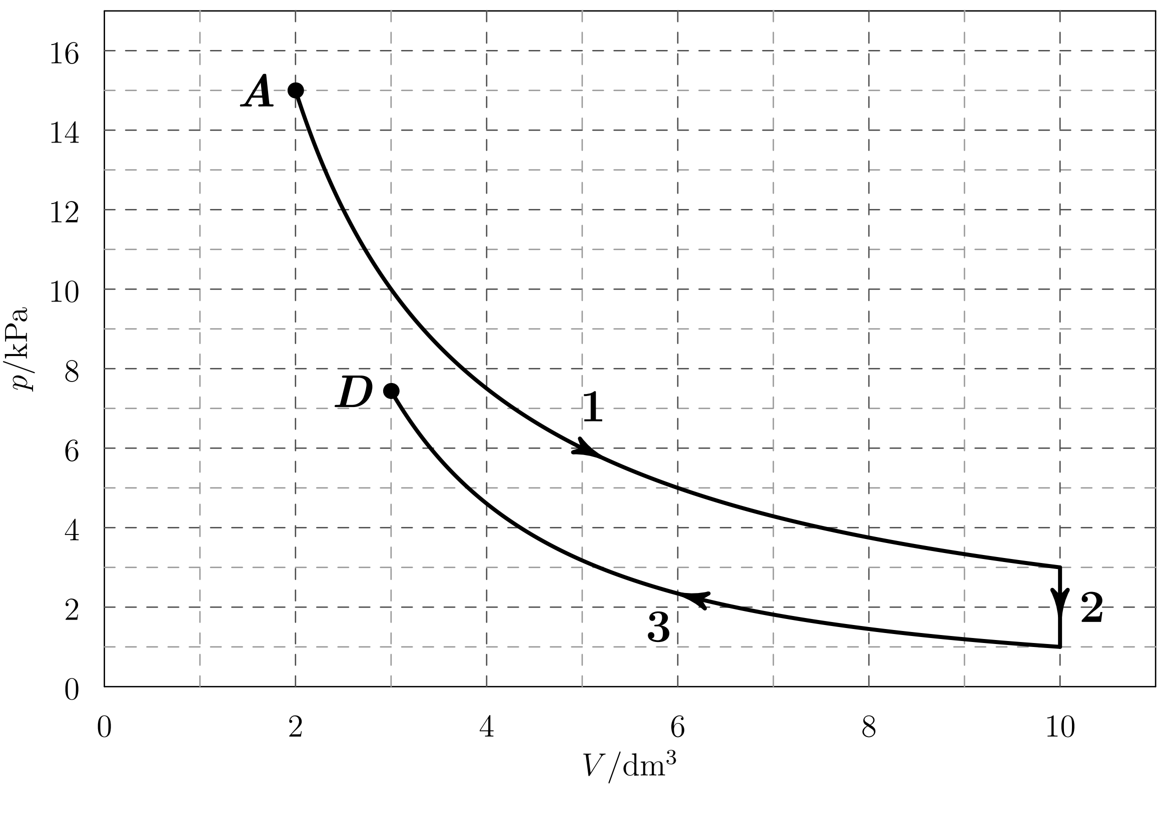
31 Zadanie – Entropia i porcja wody

Oblicz zmianę entropii wody o masie 83 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.

Odpowiedź: Zmiana entropii: $\Delta S \approx 27722$ J / 273 K ≈ 102 J/K.

32 Zadanie – Przemiany gazowe

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



Odpowiedź:
a) Przemiana 1 to przemiana izotermiczna, gdyż pV ma zawsze tę samą wartość, np. $2 \cdot 15 = 3 \cdot 10 = 5 \cdot 6$ (w jednostkach kPa·dm^3). Przemiana 2 jest przemianą izochoryczną.
b) 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.
c) 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 kPa·dm^3).
d) Nie, gdyż ciśnienia w tych punktach są różne.

Fale

33 Zadanie – Dźwięk w piaskowcu

Prędkość dźwięku w piaskowcu jest równa 3000 m/s. Oblicz okres oraz częstotliwość fali rozchodzącej się w płycie z tego piaskowca, jeśli długość fali jest równa 2 km.

Odpowiedź: Okres fali $T = \lambda/v \approx 0{,}667$ s, a jej częstotliwość $f = 1/T \approx 1{,}5$ Hz.

34 Zadanie – Częstotliwość światła

Wiązka światła o długości fali 470 nm w próżni pada na powierzchnię szkła o bezwzględnym współczynniku załamania tego światła równym 1,57. Oblicz częstotliwość i długość fali tego światła w szkle. Przyjmij wartość prędkości światła w próżni $3 \cdot 10^8$ m/s.

Odpowiedź: Częstotliwość fali w szkle $f_2 = f_1 = c/\lambda_1 \approx 638$ THz, gdzie f_1 i λ_1 to odpowiednio częstotliwość i długość fali w próżni. Długośc fali w szkle $\lambda_2 = v_2 T = cT/n = \lambda_1/n \approx 299$ nm, gdzie v_2 to prędkość fali w szkle.

35 Zadanie – Fala podłużna w pręcie

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 6900 kg/m^3, a moduł Younga tego metalu jest równy 241 GPa. Jeśli nie pamiętasz zależności prędkości fali od modułu Younga i gęstości, to w opisanym przypadku możesz ją uzyskać, rozważając wymiary tych wielkości.

Odpowiedź: Prędkość fali jest równa $v = \sqrt{E/\rho} \approx 5910$ m/s.

36 Zadanie – Interferencja fal dźwiękowych

W jednorodnym ośrodku umieszczono dwa głośniki. Pierwszy głośnik znajduje się w odległości 0,95 m, a drugi w odległości 3,7 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 110 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.

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.

© 2015–2019 Autorzy pakietu Gezmat *Licencja CC BY-SA 4.0*

37 Zadanie – Czy to fala?

W strefie subdukcji miało miejsce trzęsienie ziemi. Po analizie danych sejsmicznych stwierdzono, że wychylenie skorupy ziemskiej można opisać następującą funkcją zależną od położenia x oraz czasu t:

$$f(x,t) = N\left(\left(\frac{x}{L}\right)^2 + a\frac{x}{L} + \left(\frac{t}{T}\right)^2 + b\frac{t}{T}\right) + K$$

gdzie N, L, T, a, b, 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.

Odpowiedź:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = N\frac{2}{L^2}$$
$$\frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = N\frac{2}{T^2}$$

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

 Licencja CC BY-SA 4.0

Elektryczność, magnetyzm, optyka, obwody

38 Zadanie – Natężenie pola elektrycznego

Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego w odległości 21 nm od jądra atomowego o liczbie atomowej 3. Opisz również kierunek i zwrot wektora natężenia pola elektrycznego względem jądra. Pomiń wpływ innych obiektów.

Odpowiedź: Wartość natężenia pola elektrycznego $|\vec{E}| = kne/r^2 \approx 9{,}8 \cdot 10^6$ 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

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

Odpowiedź:

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

 Licencja CC BY-SA 4.0

40 Zadanie – Rodzaje magnetyków

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

Cienka soczewka o ogniskowej 6 cm musi być odsunięta na odległość 8 cm od ekranu, aby uzyskać na nim ostry obraz świecącej diody znajdującej się na osi optycznej soczewki.
a) Oblicz odległość od soczewki do diody.
b) Oblicz stosunek wysokości diody do wysokości jej obrazu.

Odpowiedź:
a) Odległość od soczewki do diody to 24 cm.
b) Stosunek wysokości diody do wysokości jej obrazu to 3.

42 Zadanie – Polaryzacja odbitego światła

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 55,6°. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, z którego z następujących materiałów najprawdopodobniej wykonano bryłę (w nawiasach podano bezwzględny współczynnik załamania światła dla referencyjnej próbki): szkło kwarcowe (1,46), korund (1,77), fluorek sodu (1,33). Bryła znajduje się w powietrzu, dla którego przyjmij bezwzględny współczynnik załamania światła równy 1.

Odpowiedź: Bezwzględny współczynnik załamania jest równy $n_2 = n_1 \operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_1 \approx 1{,}46$. A więc materiałem jest najprawdopodobniej szkło kwarcowe.

43 Zadanie – Rozładowanie akumulatora

Przez 27 godzin rozładowywano akumulator, mierząc płynący prąd amperomierzem. Średnie natężenie prądu podczas rozładowania było równe 64 mA. Oblicz ładunek, który przepłynął przez amperomierz. Wynik podaj w kulombach.

Odpowiedź: Przepłynął ładunek równy $Q = It \approx 6220$ C.

44 Zadanie – Opornik

Gdy przez opornik płynął stały prąd o natężeniu 20 mA, napięcie mierzone między końcówkami opornika było równe 0,48 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 2,88 V.

Odpowiedź:

a) Opór $R = U_1/I_1 = 24\ \Omega$.

b) Natężenie prądu $I_2 = U_2/R = I_1U_2/U_1 = 120$ mA.

Fizyka jądrowa

45 Zadanie – Zderzenie z α

Z jądrem ${}^{239}_{94}\mathrm{Pu}$ 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.

$$ {}^{239}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{\dots}_{\dots}\alpha \to {}^{242}_{96}\mathrm{Cm} + {}^{\dots}_{\dots}\dots $$

Odpowiedź:

$$ {}^{239}_{94}\mathrm{Pu} + {}^{4}_{2}\alpha \to {}^{242}_{96}\mathrm{Cm} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} $$

46 Zadanie – Procesy jądrowe

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

$$ {}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \to {}^{3}_{1}\mathrm{H} + {}^{4}_{2}\dots + {}^{\dots}_{\dots}\dots $$

Odpowiedź:

$$ {}^{10}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \to {}^{3}_{1}\mathrm{H} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} $$

47 Zadanie – Czas połowicznego rozpadu

W próbce po $3600 \cdot 10^3$ latach liczba radioaktywnych jąder atomowych pewnego izotopu zmniejszyła się 32 razy. Oblicz czas połowicznego rozpadu tego izotopu.

Odpowiedź: Czas połowicznego rozpadu to około $T_{1/2} = t/n = 720 \cdot 10^3$ lat.

48 Zadanie – Datowanie geologiczne

W pewnej próbce granitu znajduje się 0,882 mg argonu ${}^{40}\mathrm{Ar}$ i 0,979 mg potasu ${}^{40}\mathrm{K}$. Wyznacz wiek tej próbki. Czas połowicznego rozpadu ${}^{40}\mathrm{K}$ wynosi $1{,}25 \cdot 10^9$ lat. Wiadomo, że tylko ok. 11% rozpadających się jąder ${}^{40}\mathrm{K}$ zmienia się w jądra ${}^{40}\mathrm{Ar}$. Przyjmij, że wszystkie jądra ${}^{40}\mathrm{Ar}$ w próbce powstały z rozpadu ${}^{40}\mathrm{K}$ i że poza tym rozpadem inne procesy nie wpływały na zmianę składu tych dwóch pierwiastków w próbce granitu.

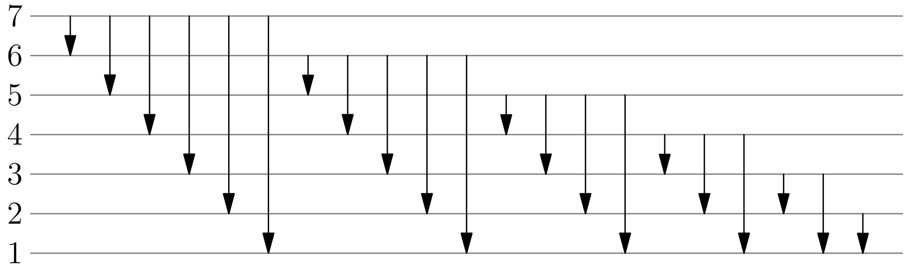
Odpowiedź: Najbardziej prawdopodobny wiek próbki $t = n \cdot T_{1/2} \approx 4 \cdot 10^9$ lat.

Fizyka kwantowa

49 Zadanie – Wzbudzone atomy wodoru

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.

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

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 $n = 4$.

Odpowiedź: Możliwe stany to:
$l = 0$ z $m \in \{0\}$
$l = 1$ z $m \in \{-1, 0, 1\}$
$l = 2$ z $m \in \{-2, -1, 0, 1, 2\}$
$l = 3$ z $m \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$

51 Zadanie – Liczba fotonów

Impuls monochromatycznego światła o długości fali 640 nm w próżni padł na ciemną płytkę, która pochłania 76% energii padającego na nią promieniowania. Oblicz liczbę fotonów w tym impulsie, jeśli wiadomo, że na skutek oświetlenia energia płytki zwiększyła się o 28 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.

© 2015–2019 Autorzy pakietu Gezmat *Licencja CC BY-SA 4.0*

Odpowiedź: Liczba fotonów w impulsie $n = E_i/E_\gamma = E_{\text{abs}}/(\varepsilon_{\text{eff}} E_\gamma) \approx 1190 \cdot 10^{14}$.

52 Zadanie – Efekt fotoelektryczny

Metalową płytkę oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym o długości fali 300 nm. Maksymalna energia kinetyczna wybijanych z płytki elektronów jest równa 1,03 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 $\cdot$ s $= 4{,}136 \cdot 10^{-15}$ eV $\cdot$ s.

Odpowiedź: Praca wyjścia $W = E_\gamma - E_k \approx 3{,}11$ eV.

53 Zadanie – Elektron i najmniejsze prawdopodobieństwo

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

$$\Psi(x) = N \cdot \exp(-x/L) \cdot \sin\left(2\pi\frac{x}{L} + \frac{\pi}{4}\right)$$

gdzie N oraz $L = 8$ nm są stałymi. Zmienna x przyjmuje wartości od 0 do $\frac{3}{2}L$. Wypisz wszystkie wartości x w tym zakresie, w pobliżu których prawdopodobieństwo znalezienia elektronu jest najmniejsze. Argumentami funkcji trygonometrycznych są liczby, np. $\sin(\pi/2) = 1$, $\cos(\pi/2) = 0$.

Odpowiedź: Wartości x, w pobliżu których prawdopodobieństwo znalezienia elektronu jest najmniejsze, to: $3L/8$, $7L/8$, $11L/8$, a więc 3 nm, 7 nm, 11 nm.

© 2015–2019 Autorzy pakietu Gezmat

Licencja CC BY-SA 4.0