

Zadanie 1

Klocek o masie $m = 680$ g umocowany jest na sprężynie o stałej sprężystości $k = 65$ N/m i znajduje się na powierzchni, po której może się poruszać bez tarcia. Klocek odciągnięto na odległość $x = 11$ cm od jego położenia równowagi, znajdującego się w punkcie $x = 0$, a następnie puszczo swobodnie w chwili $t = 0$.

- Wyznacz częstość kołową i okres drgań klocka.
- Ile wynosi amplituda?
- Wyznacz maksymalną prędkość drgającego klocka i określ w którym punkcie zostaje osiągnięta?
- Ile wynosi maksymalne przyspieszenie klocka?
- Ile wynosi faza początkowa?
- Wyznacz zależność przemieszczenia od czasu $x(t)$ w układzie klocek–sprężyna.

Zadanie 2

Wyznacz energię mechaniczną E oscylatora liniowego z zadania 1 oraz wyznacz energie potencjalną E_p i energię kinetyczną E_k oscylatora, gdy klocek znajduje się w punkcie $x = x_m/2$ oraz gdy znajduje się w punkcie $x = -x_m/2$.

Zadanie 3

Długość swobodna sprężyny zwisającej pionowo wynosi $L_0 = 10$ cm, a jej stała sprężystości $k = 100$ N/m. Na sprężynie zawieszono klocek o masie $m = 1$ kg a następnie puszczo swobodnie.

- Oblicz jakie będzie najniższe i najwyższe położenie klocka.
- Podaj gdzie znajduje się położenie równowagi takiego układu.
- Oblicz okres drgań.

Zadanie 4

Klocek o masie $m = 1$ kg leży na gładkim stole i jest przyczepiony do ściany poziomą sprężyną o stałej sprężystości $k = 800$ N/m i długości swobodnej $L_0 = 20$ cm. Klocek o identycznej masie i prędkości $v = 4$ m/s poruszający się w kierunku ściany zderza się z nim niesprężysto.

- Na jaką minimalną odległość L_{\min} zostanie ściśnięta sprężyna, a na jaką L_{\max} rozciągnięta?
- Jaki będzie okres drgań po zderzeniu?

Zadanie 5

Walec o masie $m = 1$ kg umieszczono w połowie gładkiego, poziomego cylindra. Kiedy walec jest zaczepiony do jednego z zakończeń cylindra sprężyną, wykonuje drgania o częstotliwości 1 Hz. Kiedy przypięto go drugą sprężyną do drugiego końca cylindra, częstotliwość drgań wyniosła 2 Hz. Zakładając, że długości swobodne sprężyn są równe odległościom od podstaw walca do końców cylindra, oblicz ile wynoszą stałe sprężystości sprężyn?

Zadanie 6

Dwie masy $m_1 = 1$ kg i $m_2 = 2$ kg leżą na poziomym stole bez tarcia i są przyczepione do przeciwnych końców sprężyny. Gdy rozciągnięto sprężynę i zwolniono obie masy równocześnie, układ drga z częstością kątową $\omega = 6$ s⁻¹. Oblicz stałą sprężyny k .

Odpowiedzi:

- a)** $\omega = 9.8$ [rad/m], $f = 1.56$ [Hz], $T = 640$ [s], **b)** $x_m = 11$ cm, **c)** $v_m = 1.1$ [m/s], **d)** $a_m = 11$ [m/s²], **e)** $\cos\phi = 1$, **f)** $x(t) = (0.11\text{m})\cos((9.8\text{ rad/s})t)$
- a)** $E = 0.393$ [J], **b)** $E_p = 0.098$ [J], $E_k = 0.3$ [J]
- a)** 10 cm, 30 cm, **b)** 0.1 m, **c)** $T = 0.63$ s
- a)** $L_{\min} = 10$ cm, $L_{\max} = 30$ cm, **b)** $T = 0.314$ s
- $k_1 = 39.5$ N/m, $k_2 = 118.4$ N/m
- $k = 24$ N/m

Zadanie 1

Fala biegnąca wzdłuż liny opisana jest wzorem: $y(x,t) = 0.00327\sin(72.1x - 2.72t)$.

- znajdź amplitudę fali;
- wyznacz długość fali, jej okres i częstość;
- wyznacz prędkość fali;
- wyznacz przemieszczenie fali dla punktu $x = 22.5$ cm w chwili $t = 18.9$ s.
- wyznacz poprzeczną prędkość u tego elementu liny w danej chwili: chodzi o prędkość związaną z poprzecznymi drganiami elementu liny w kierunku osi y .
- wyznacz poprzeczne przyspieszenie a_y tego elementu liny w danej chwili.

Zadanie 2

Prędkość dźwięku zależy od temperatury, w 20°C wynosi $v = 344$ m/s. Oblicz długość fali dźwięku w powietrzu w 20°C , jeżeli częstotliwość wynosi $f = 262$ Hz.

Zadanie 3

Fala ma częstość kołową 110 rad/s i długość fali 1.8 m. Oblicz liczbę falową i prędkość fali.

Zadanie 4

Równanie źródła drgań jest $u = 10\sin(0.5\pi t)$ cm.

- Znaleźć równanie fali płaskiej, jeżeli prędkość rozchodzenia się fal jest $v = 300$ m/s. Jaka będzie długość powstałej fali?
- Napisać równanie drgań punktu odległego o $L = 600$ m od źródła drgań. Wyznacz dla tego punktu prędkość i przyspieszenie w ruchu drgającym.

Zadanie 5

Znaleźć wychylenie z położenia równowagi punktu, znajdującego się w odległości $l = \lambda/12$ od źródła drgań, w chwili $t = T/6$. Amplituda drgań $A = 0.05$ m. Faza początkowa wynosi 0 .

Zadanie 6

Dwie identyczne fale sinusoidalne, poruszające się w tym samym kierunku wzdłuż liny interferują. Amplituda A każdej z fal wynosi 9.8 mm, a faza między nimi wynosi 100° .

- wyznacz amplitudę A' fali wypadkowej;
- wyznacz różnicę faz, przy której amplituda fali wypadkowej wynosi 4.9 mm.

Zadanie 7

Dwie fale sinusoidalne y_1 i y_2 mają takie same długości fal i biegną razem w tym, samym kierunku wzdłuż liny. Amplitudy tych fal wynoszą $A_1 = 4$ mm, $A_2 = 3$ mm, fazy początkowe wynoszą: $\phi_1 = 0$, $\phi_2 = \pi/3$. Wyznacz amplitudę wypadkową A' i fazy początkowe β fali wypadkowej. Przedstaw falę wypadkową w postaci wzoru.

Odpowiedzi:

- a)** $A = 3.27$ [mm], **b)** $\lambda = 8.71$ [cm], $T = 2.31$ [s], $f = 0.43$ [Hz], **c)** $v = 3.77$ [cm/s], **d)** $y(x,t) = 1.92$ [mm]. **e)** $u = 7.2$ [mm/s], **f)** $a_y = -14.2$ [mm/s²]
- $\lambda = 1.31$ [m]
- $k = 3.5$ [rad/m], $v = 31.5$ [m/s]
- a)** $\lambda = 1200$ [m], **b)** $u(L,t) = 10\sin(0.5\pi t - \pi L)$ cm, $v(t) = 5\pi\cos(0.5\pi t - \pi)$ cm/s, $a(t) = -2.5\pi^2\sin(0.5\pi t - \pi)$ cm/s²
- $u(l,t) = -2.5$ cm
- a)** $A' = 13$ [mm], **b)** $\phi = 2.63$ rad
- $A' = 6.1$ [mm], $\beta = 0.44$ rad, $A'(x,t) = (6.1\text{mm})\sin(kx - \omega t + 0.44\text{rad})$

Zadanie 1

Ile wynosi odległość na ekranie C między sąsiednimi maksimumami w pobliżu środka obrazu interferencyjnego? Długość fali światła $\lambda = 546$ nm, odległość między szczelinami $d = 0.12$ mm, a odległość od szczelin do ekranu $D = 55$ cm. Przyjmij, że kąt θ jest wystarczająco mały na to, aby można było zastosować przybliżenie $\sin\theta \approx \tan\theta \approx \theta$.

Zadanie 2

Stacja przekaźnikowa działająca na 1.5 MHz ma 2 identyczne anteny oddległe o 400 m. W jakich miejscach sygnał będzie najmocniejszy, a w jakich najsłabszy?

Zadanie 3

Na siatkę dyfrakcyjną pada prostopadle wiązka światła z rurki do wyładowań wypełnionej helem. Z jaką linią w widmie trzeciego rzędu pokrywa się czerwona linia helu $\lambda = 670$ nm w widmie drugiego rzędu?

Zadanie 4

Na siatkę dyfrakcyjną pada prostopadle wiązka światła. Kąt ugięcia dla linii odpowiadającej długości fali $\lambda_1 = 589$ nm, w widmie pierwszego rzędu wynosi $\alpha_1 = 17^\circ 08'$. Kąt ugięcia dla innej linii w widmie drugiego rzędu wynosi $\alpha_2 = 24^\circ 12'$. Oblicz długość fali tej linii oraz liczbę szczelin na 1 mm siatki.

Zadanie 5

Dwie identyczne anteny radiowe oddalone są od siebie o $d = 10$ m i emitują falę o częstotliwości $f = 60$ MHz. Natężenie na odległości 700 m jest równe $I_0 = 0.02$ W/m².

- Jaki jest najbliższy kierunek, w którym $I = I_0/2$?
- Jakie jest I w kierunku $\theta = 4^\circ$?
- W którym kierunku $I = 0$?

Zadanie 6

Szczelina oświetlona jest światłem białym. Przy jakiej szerokości szczeliny pierwsze minimum dla światła czerwonego o $\lambda = 650$ nm będzie występować pod kątem $\theta = 15^\circ$?

Zadanie 7

W doświadczeniu z dwoma szczelinami, oddległymi o $a = 19.44$ μm i o szerokości $d = 4.05$ μm używane jest światło o $\lambda = 405$ nm. Ile jasnych prążków zawartych jest pod obwiednią centralnego maksimum?

Zadanie 8

Siatka dyfrakcyjna ma $1.26 \cdot 10^4$ równoległych szczelin na odcinku $a = 2.54$ cm. Oświetla ją padające prostopadle do jej powierzchni żółte światło lampy sodowej. W świetle tym występują dwie linie – tzw. dublet sodowy o długościach fali: $\lambda_1 = 589.00$ nm i $\lambda_2 = 589.59$ nm.

- Jakie jest położenie kątowne pierwszego rzędu po obu stronach środka obrazu dyfrakcyjnego dla składowej dubletu sodowego: $\lambda_1 = 589.00$ nm?
- Obliczyć odległość kątową między liniami dubletu sodowego w pierwszym rzędzie widma.
- Jaką najmniejszą liczbę szczelin powinna mieć siatka dyfrakcyjna, aby można było korzystając z niej rozdzielić dublet sodowy w pierwszym rzędzie?

Zadanie 9

Rozpatrujemy dyfrakcję na pojedynczej szczelinie:

- Jakie jest natężenie I w punkcie gdzie różnica faz pomiędzy fali od górnej i dolnej części szczeliny wynosi 66 rad?
- Ile długości fal mierzy szczelina, jeżeli punkt ten (z podpunktu a) jest o 7° odległy od centralnego maksimum?

Zadanie 10

Światłem lasera o długości fali $\lambda = 633$ nm oświetlamy szczelinę, otrzymując obraz dyfrakcyjny na ekranie oddalonym o $x = 6$ m.

- Jakie jest natężenie I w punkcie odległym o 3 mm od centralnego punktu obrazu o natężeni I_0 ?
- Oblicz szerokość szczeliny a , jeżeli odległość na ekranie między dwoma minimumami y wokół centralnego punktu obrazu wynosi $y = 32$ mm.

Odpowiedzi:

- $\Delta y = 2.5$ mm
- najmocniejszy sygnał: $0^\circ, 30^\circ, 90^\circ$; najsłabszy sygnał: $14.5^\circ, 48.6^\circ$
- $\lambda = 447$ [nm]
- $\lambda = 409.8$ [nm], $N = 500/1\text{mm}$
- a)** $\theta = 7.2^\circ$, **b)** $I = 0.016$ [W/m²], **c)** $\theta = \pm 14.5^\circ, 48.6^\circ, \dots$
- $d = 2511$ [nm]
- $m = 4$
- a)** $\theta = 17^\circ$, **b)** $\Delta\theta = 0.0175^\circ$, **c)** $N = 999$ szczelin
- a)** $I = (9.2 \cdot 10^{-4})I_0$, **b)** $a = 86\lambda$
- a)** $I = 0.01745I_0$, **b)** $a = 0.24$ [mm]

Zadanie 1

Laser emituje sinusoidalną falę elektromagnetyczną, która przemieszcza się w próżni w kierunku ujemnym osi x . Długość fali lasera wynosi $\lambda = 10.6 \mu\text{m}$. Wektor pola elektrycznego jest równoległy do osi z , a jego maksymalna amplituda wynosi $E_m = 1.5 \text{ MV/m}$. Zapisz równania wektorowe dla \mathbf{E} i \mathbf{B} w funkcji czasu i położenia.

Zadanie 2

Budujesz nadajnik fal elektromagnetycznych i planujesz, że emitowane fale będą miały natężenie pola elektrycznego $E = 100 \text{ V/m}$. Znajdź odpowiadające tej fali:

- indukcję pola magnetycznego B ;
- gęstość energii U ;
- natężenie fali I .

Zadanie 3

Nadajnik radiowy znajdujący się na powierzchni ziemi wysyła sinusoidalną falę radiową o średniej mocy całkowitej 50 kW . Zakładając, że promieniowanie rozchodzi się równomiernie nad powierzchnią ziemi znajdź amplitudy E_{max} oraz B_{max} fali odebranej przez satelitę w odległości 100 km od nadajnika.

Zadanie 4

Satelita krążący na orbicie Ziemi jest wyposażony w panele słoneczne o powierzchni $A = 4 \text{ m}^2$. Znajdź średnią moc absorbowaną oraz średnią siłę wytwarzaną przez ciśnienie promieniowania przy założeniu, że światło pada prostopadle na panele słoneczne i jest całkowicie absorbowane.

Zadanie 5

Rozważmy kwadratową lampę błyskową o mocy 3 kW , która daje wiązkę o przekroju $10 \times 10 \text{ cm}$. Oblicz natężenie fali I oraz maksymalną amplitudę pola elektrycznego E_{max} .

Zadanie 6

Obserwator znajduje się w odległości 1.8 m od izotropowego punktowego źródła światła o mocy $P_0 = 250 \text{ W}$. Oblicz wartości średnie kwadratowe natężenia pola elektrycznego oraz indukcji magnetycznej fali świetlnej emitowanej z tego źródła w miejscu, w którym znajduje się obserwator.

Odpowiedzi:

- $E(x,t) = k(1.5 \cdot 10^6 \text{ V/m})\cos[(5.93 \cdot 10^5 \text{ rad/m})x + (1.78 \cdot 10^{14} \text{ rad/s})t]$, $B(x,t) = k(5 \cdot 10^{-3} \text{ T})\cos[(5.93 \cdot 10^5 \text{ rad/m})x + (1.78 \cdot 10^{14} \text{ rad/s})t]$
- a)** $B = 3.33 \cdot 10^{-7} \text{ T}$, **b)** $U = 8.85 \cdot 10^{-8} \text{ [J/m}^3\text{]}$, **c)** $S = 26.5 \text{ [W/m}^2\text{]}$
- $E_{\text{max}} = 2.45 \cdot 10^{-2} \text{ [V/m]}$, $B_{\text{max}} = 8.17 \cdot 10^{-11} \text{ [T]}$
- $P = 4.5 \text{ k[W]}$, $p_{\text{rad}} = 4.7 \cdot 10^{-6} \text{ [N/m}^2\text{]}$, $F = 1.9 \cdot 10^{-8} \text{ [N]}$
- $S = 300 \text{ [W/m}^2\text{]}$, $E_{\text{max}} = 665 \text{ [V/m]}$
- $E_{\text{sr.kw.}} = 48 \text{ [V/m]}$, $B_{\text{sr.kw.}} = 1.6 \cdot 10^{-7} \text{ [T]}$

Zadanie 1

Średni czas życia spoczywającego kaonu K^+ wynosi $0.1237 \mu\text{s}$. Jaką drogę w układzie odniesienia związanym z laboratorium może przebyć podczas swojego życia kaon, jeżeli w chwili swojego powstania porusza się w tym układzie odniesienia z prędkością $v = 0.99c$?

Zadanie 2

Twój statek kosmiczny mija Ziemię z prędkością względną $v = 0.999c$. Po 10 latach według Twojego czasu zatrzymujesz się na stacji obserwacyjnej nr 1. Jak długo trwała Twoja podróż według pomiarów wykonanych na Ziemi?

Zadanie 3

Statek kosmiczny Jacka o długości $L_0 = 230 \text{ m}$ mija ze stałą prędkością względną v Agatę, która znajduje się w punkcie A. Agata stwierdza, że statek Jacka mija ją (od punktu B do C) w czasie $\Delta t = 3.57 \mu\text{s}$. Ile wynosi względna prędkość v Agaty i statku kosmicznego w jednostkach c ?

Zadanie 4

Czy można znaleźć taki układ odniesienia, w którym Chrzczenie Polskie i Bitwa pod Grunwaldem zaszłyby:

- w tym samym miejscu?
- w tym samym czasie?

Zadanie 5

Dwie cząstki o jednakowych prędkościach $v = 0.75c$ poruszają się po jednej prostej i padają na tarczę. Jedna z nich uderza w tarczę o $\Delta t = 10^{-8} \text{ s}$ później niż druga. Oblicz odległość między cząstkami w locie w układzie odniesienia związanym z nimi.

Zadanie 6

Układ K' porusza się z prędkością u względem nieruchomego układu K . W układzie K pręt poruszający się względem niego z prędkością $v = 2u$, ma długość L . Jaka jest długość tego pręta w układzie K' jeżeli długość spoczynkowa pręta w obu układach jest taka sama i wynosi L_0 .

Zadanie 7

W tym samym miejscu korony słonecznej w obrębie 12 s nastąpiły dwa wybuchy. Rakieta poruszająca się ze stałą prędkością względem Słońca zarejestrowała obydwie wybuchy w odstępie 13 s.

- Z jaką prędkością porusza się rakieta?
- Ile wynosi odległość przestrzenna między wybuchami w układzie związanym z poruszającą się rakieta?

Odpowiedzi:

- $d = 260 \text{ [m]}$
- $\Delta\tau = 224 \text{ lata}$
- $v = 0.21c$
- a) tak, b) nie**
- $x_2' - x_1' = 3.4 \text{ [m]}$

$$6. \quad L' = \frac{L}{\sqrt{1 - \left(\frac{2u}{c}\right)^2}} \sqrt{1 - \left(\frac{u}{1 - \left(\frac{2u}{c}\right)^2}\right)^2}$$

$$7. \quad \text{a) } v = 0.38c, \text{ b) } L' = \frac{v\Delta t}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Zadanie 1

- a) Ile wynosi całkowita energia E elektronu o energii kinetycznej $E_k = 2.53 \text{ MeV}$? Masa spoczynkowa elektronu wynosi $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.
- b) Jaka jest wartość pędu p tego elektronu w MeV/c ?

Zadanie 2

Cząstka o masie spoczynkowej m_0 porusza się z taką prędkością, że jej czas życia obserwowany w układzie laboratoryjnym jest 3 razy dłuższy niż średni czas życia tej cząstki zmierzony w spoczynku. Oblicz energię kinetyczną tej cząstki.

Zadanie 3

Dwa protony o $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ poruszają się w przeciwnych kierunkach z jednakowymi prędkościami v . Protony zderzają się, w wyniku, czego oprócz istniejących dwóch protonów, powstaje cząstka π o masie $m = 2.4 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$. Znajdź prędkość protonów przed zderzenia.

Zadanie 4

Cząstka o ładunku q porusza się prostopadle do pola magnetycznego o indukcji B . Oblicz promień toru cząstki, jeżeli dana jest energia spoczynkowa cząstki E_0 i energia kinetyczna cząstki E_k .

Zadanie 5

Oblicz masę i energię kinetyczną elektronu poruszającego się z prędkością $v = 0.6c$.

Zadanie 6

Elektrony wylatujące z cyklotronu mają energię kinetyczną $E_k = 0.67 \text{ MeV}$. Jaką część prędkości światła stanowi prędkość tych elektronów?

Zadanie 7

Jaką energię powinien mieć foton, aby jego masa równała się masie spoczynkowej elektronu?

Odpowiedzi:

1. a) $E = 3.04 \text{ MeV}$, b) $p = 3 \text{ MeV}/c$

2. $E_k = 2m_0c^2$, $p = 2\sqrt{2}m_0c$

3. $v = 0.36c$

4.
$$R = \frac{\sqrt{2E_0E_k + E_k^2}}{cqB}$$

5. $m = 5m_0/4$, $E_k = m_0c^2/4$

6.
$$v = c \sqrt{\frac{2m_0c^2E_k + E_k^2}{(m_0c^2 + E_k)^2}}$$

7. $E_f = m_e c^2$

Zadanie 1

Lampa sodowa umieszczona jest w środku dużej sfery pochłaniającej całość padającego na nią światła sodowego. Lampa emituje energię z mocą $P_e = 100$ W. Załóżmy, że emitowane jest wyłącznie światło o długości fali $\lambda = 590$ nm. Z jaką szybkością R fotony pochłaniane są przez sferę?

Zadanie 2

Stacja radiowa w Pitsburgu nadaje na częstotliwości $f = 89.3$ MHz z mocą $P = 43$ kW. Oblicz ile fotonów emituje ta stacja na sekundę oraz pęd pojedynczego fotonu.

Zadanie 3

Powierzchnia Słońca ma temperaturę około $T = 5800$ K – jest dobrym przybliżeniem ciała doskonale czarnego. Oblicz, dla jakiej długości fali przypada maksimum promieniowania λ_m oraz całkowitą energię promieniowania w temperaturze T .

Zadanie 4

Maksimum promieniowania ciała doskonale czarnego przypada dla długości fali $\lambda_m = 560$ nm. Oblicz strumień energii promieniowania ϕ emitowanego przez to ciało, jeżeli pole powierzchni promieniującej wynosi $S = 9$ cm², stała Stefana – Boltzmana $\sigma = 5.56 \cdot 10^{-8}$ W/m², stała Wienia $w = 2.897 \cdot 10^{-3}$ Km.

Zadanie 5

Temperatura ciała doskonale czarnego zmienia się od $T_1 = 1600$ K do $T_2 = 2000$ K. O ile zmieniła się przy tym długość fali odpowiadająca maksymalnej zdolności emisyjnej? Ile razy zwiększyła się zdolność emisyjna?

Odpowiedzi:

1. $R_{emisji} = 2.97 \cdot 10^{20}$ (fotonów/s)
2. a) $p = 1.97 \cdot 10^{-34}$ (kg m/s); b) $R_{emisji} = 7.26 \cdot 10^{29}$ (fotonów/s)
3. a) $\lambda_m = 500$ (nm) b) $E = 64.2$ (MW/m²)
4. $\phi = 36.5$ (kW)
5. $\Delta\lambda = 362.1$ (nm); $E_2/E_1 = 2.44$

Zadanie 1

Promieniowanie X o długości fali $\lambda = 22 \text{ pm}$ (energia fotonu $E = 56 \text{ keV}$) jest rozpraszane na grafitowej tarczy. Promieniowanie rozproszone obserwowane jest pod kątem 85° w stosunku do wiązki padającej.

- Jakie jest przesunięcie Comptonowskie dla wiązki rozproszonej?
- Jaki ułamek początkowej energii fotonu zostanie przekazany elektronowi?

Zadanie 2

Oblicz częstość ν_0 fotonu padającego, wywołującego zjawisko Comptona na spoczywających elektronach, jeżeli częstość rozproszonego fotonu wynosi ν , a kąt rozpraszania $\phi = 90^\circ$.

Zadanie 3

Promieniowanie o długości fali $\lambda_0 = 70.8 \text{ pm}$ jest rozpraszane na swobodnych elektronach (masa spoczynkowa elektronu $m_0 = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$). Oblicz kąt pomiędzy padającym fotonem a elektronem odrzutu dla promieniowania rozproszonego pod kątem $\phi = 90^\circ$. Stała Planca $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J s} = 4.135 \cdot 10^{-15} \text{ eV}$.

Zadanie 4

Praca wyjścia dla cezu wynosi $W = 1.8 \text{ eV}$. Jaka jest maksymalna długość fali światła, która może spowodować wybitcie elektronu o energii 2 eV z cezu?

Zadanie 5

Granica zjawiska fotoelektrycznego pewnego metalu wynosi $\lambda_0 = 275 \text{ nm}$. Oblicz:

- pracę wyjścia W elektronów z metalu,
- maksymalną prędkość elektronów v_{max} wybijanych z tego metalu przez światło o długości fali $\lambda = 180 \text{ nm}$,
- maksymalną energię kinetyczną E_{Kmax} tych elektronów.

Zadanie 6

Dla elektronów wybijanych z powierzchni platyny w zjawisku fotoelektrycznym wartość potencjału hamowania wynosi $V_h = 0.8 \text{ V}$. Praca wyjścia dla platyny wynosi $W = 6.3 \text{ eV}$. Oblicz:

- długość fali padającego światła,
- maksymalną długość fali światła przy, której jest jeszcze możliwe zjawisko fotoelektryczne.

Zadanie 7

Elektrony emitowane z powierzchni pewnego metalu pod wpływem światła o częstotliwości $f_1 = 2.2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ hamowane są potencjałem $V_1 = 6.6 \text{ V}$ oraz emitowane pod wpływem światła o częstotliwości $f_2 = 4.6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ hamowane są potencjałem $V_2 = 16.5 \text{ V}$. Oblicz stałą Planca.

Odpowiedzi:

- a) $\Delta\lambda = 2.2 \text{ (pm)}$; $\Delta E/E = 9.1\%$
- $\nu_0 = (mc^2\nu)/(mc^2 - h\nu)$
- $\theta = 44^\circ 02'$
- $\lambda = 327 \text{ (nm)}$
- a) $W = 4.5 \text{ (eV)}$; b) $v = 0.91 \cdot (m/s)$; c) $E_{\text{kmax}} = 2.38 \text{ (eV)}$
- a) $\lambda = 175 \text{ (nm)}$; b) $\lambda_{\text{max}} = 196 \text{ (nm)}$;
- $h = 4.125 \cdot 10^{-15} \text{ (eV)}$

Zadanie 1

Hipotetyczny atom ma 3 poziomy energetyczne: podstawowy, 1 eV oraz 3 eV.

- d) Znajdź częstotliwość i długość fali tych linii widmowych.
- e) Jakie długości fal może zaabsorbować?

Zadanie 2

Znajdź energię kinetyczną, potencjalną i całkowitą atomu wodoru na pierwszym poziomie wzbudzenia oraz długość fali wyemitowanego fotonu z przejścia między stanem pierwszym wzbudzonym a podstawowym.

Zadanie 3

Ile razy zwiększy się promień orbity elektronów w atomie wodoru znajdującym się w stanie podstawowym po wzbudzeniu go kwantem o energii $E = 12.09$ eV?

Zadanie 4

Na podstawie modelu Bohra atomu wodoru oblicz promień pierwszej orbity elektronu krążącego dookoła jądra wodoru. Oblicz prędkość elektronu na tej orbicie.

Zadanie 5

Wiązka elektronów o energii 35 keV uderza w tarczę molibdenu wytwarzając promieniowanie rentgenowskie. Jaka jest granica krótkofalowa tego widma?

Zadanie 6

W tubie rentgenowskiej wytwarzane są elektrony przez potencjał $V = 10$ kV. Jaka jest minimalna długość fali λ_{\min} fotonu wygenerowanego w wyniku przyspieszania elektronów?

Odpowiedzi:

- 15. a) $f(1\text{eV}) = 2.42 \cdot 10^{14}$ (Hz), $f(2\text{eV}) = 4.84 \cdot 10^{14}$ (Hz), $f(3\text{eV}) = 7.25 \cdot 10^{14}$ (Hz), $\lambda(1\text{eV}) = 1240$ (nm), $\lambda(2\text{eV}) = 625$ (nm); $\lambda(3\text{eV}) = 414$ (nm);
- 16. $K_2 = 3.4$ (eV), $U_2 = -6.8$ (eV), $E_2 = -3.4$ (eV); $\lambda = 122$ (nm);
- 17. $n = 3$, $r_3/r_1 = 9$
- 18. $v = ke^2/\hbar$
- 19. $\lambda_{\min} = 3.5$ (nm)
- 20. $\lambda_{\min} = 0.124$ (nm)

Zadanie 1

Znajdź prędkość i energię kinetyczną neutronu ($m = 1.675 \cdot 10^{-27}$ kg), jeśli długość fali de Broglie'a wynosi $\lambda = 0.2$ nm

Zadanie 2

Jaka jest długość fali de Broglie'a dla elektronu o energii kinetycznej 120 eV?

Zadanie 3

Oblicz długość fali de Broglie'a dla kuli karabinowej o masie 5 g, poruszającej się z prędkością 800 m/s.

Zadanie 4

Prędkość elektronu poruszającego się wzdłuż osi x została zmierzona z dokładnością 0.5% jako $2.05 \cdot 10^6$ m/s. Jaka jest minimalna niepewność z jaką możemy jednocześnie zmierzyć położenie elektronu wzdłuż osi x ?

Zadanie 5

Wyobraź sobie grę w baseball w innym wszechświecie, w którym stała Plancka wynosi $h = 0.6$ Js. Ile wynosiłaby niepewność położenia ważącej 0.5 kg piłki do baseballu poruszającej się z prędkością 20 m/s wzdłuż pewnej osi, jeżeli niepewność prędkości wynosi 1 m/s?

Zadanie 6

Jaka będzie energia kinetyczna elektronu, jeżeli niepewność jego położenia wynosi 10^{-10} m?

Zadanie 7

Atom sodu znajduję się w najniższym stanie wzbudzonym, przebywając w tym stanie przez średnio $1.6 \cdot 10^{-8}$ s zanim powróci do stanu podstawowego emitując foton o długości fali 589 nm i energii 2.105 eV. Jaka jest niepewność energii stanu wzbudzonego?

Zadanie 8

Czas życia stanu wzbudzonego atomu jest rzędu 10^{-8} s. Korzystając z tej wartości jako Δt dla emisji fotonu, oblicz minimalne znaczenie częstości $\Delta \nu$, jakie dopuszcza zasada nieoznaczoności.

Odpowiedzi:

1. $v = 1.98 \cdot 10^3$ (m/s); $E_k = 0.0204$ (eV) = $3.28 \cdot 10^{-21}$ (J)
2. $\lambda = 112$ (pm)
3. $\lambda = 1.65 \cdot 10^{-24}$ (Å)
4. $\Delta x = 11$ (nm)
5. $\Delta x = 0.19$ (m)
6. $E_k = 3.8$ (eV) = $6.1 \cdot 10^{-19}$ (J)
7. $\Delta x = 0.19$ (m)
8. $\Delta E = 6.6 \cdot 10^{-27}$ (J) = $4.1 \cdot 10^{-8}$ (eV)
9. $\Delta \nu = 0.159 \cdot 10^8$ (Hz)

Zadanie 1

Rozważ funkcję falową $\psi(x) = A_1 e^{ikx} + A_2 e^{-ikx}$

czy może opisywać cząstkę swobodną, jeśli tak to oblicz energię takiej cząstki?

Zadanie 2

Udowodnij, że funkcja falowa $\Psi(x,t) = A \exp\left[\frac{i}{\hbar}(px - Et)\right]$ jest rozwiązaniem równania Schrödingera.

Zadanie 3

Oblicz amplitudę funkcji falowej opisującej elektron znajdujący się jednowymiarowej nieskończonej studni potencjału o szerokości L .

Zadanie 4

Elektron w nieskończonej studni potencjału znajduje się na poziomie podstawowym o energii $E = 0.1$ eV.

- f) Oblicz jaka jest szerokość tej studni.
- g) Jakie jest prawdopodobieństwo, że elektron znajdzie się w 1/3 szerokości studni licząc od lewej strony?

Zadanie 5

Elektron uwięziony w nieskończonej studni potencjału o szerokości $L = 5$ nm, przeskakuje ze stanu o wyższej energii na stan o niższej energii (stan podstawowy), emitując foton. Oblicz energię tego fotonu i jego długość fali.

Zadanie 6

Założmy, że w skończonej studni potencjału o głębokości $U_0 = 450$ eV i szerokości $L = 100$ pm został uwięziony elektron w stanie podstawowym o energii $E_1 = 24$ eV.

- c) Ile wynosi długość fali światła wystarczającego załedwie do uwolnienia tego elektronu w wyniku absorpcji fotonu?
- d) Czy elektron znajdujący się początkowo w stanie podstawowym w studni potencjału może pochłonąć światło o długości fali 2 nm? Jeśli tak to ile wynosi jego energia po pochłonięciu fotonu?

Zadanie 7

Elektron o energii całkowitej $E = 5.1$ eV zbliża się do bariery potencjału o wysokości $U_0 = 6.8$ eV i szerokości $L = 750$ pm.

- a) Jakie jest prawdopodobieństwo, że elektron o $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31}$ kg pokona barierę?
- b) Jakie jest prawdopodobieństwo, że proton o $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg pokona barierę?

Odpowiedzi:

- 21.
- 22.
- 23. $A = \sqrt{2/L}$
- 24. a) $L = 1.94$ (nm); b) $P = 0.196$; c) $E_{n=2} = 0.4$ (eV)
- 25. $E = 0.045$ (eV) = $7.23 \cdot 10^{-21}$ (J); $\lambda = 25.5$ (μm)
- 26. a) $\lambda = 2.92$ (nm); b) $E_k = 196$ (eV)
- 27. a) $T \approx 45 \cdot 10^{-6}$; a) $T \approx 10^{-186}$