

Fale

PDF 1

1. Równanie drgań nieskończonych w źródle ma postać
 $y(0,t) = 0,03 \cos\left(4\pi t - \frac{\pi}{3}\right) [m]$. Napisać równanie
 fali i wyznaczyć jej długość. $v = 400 \text{ m/s}$.

$$4\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

$$v = 2f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{400 \text{ m/s}}{2 \text{ Hz}} = 200 \text{ m}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{200} = \frac{\pi}{100}$$

$$y(x,t) = 0,03 \cos\left(\frac{\pi}{100}x + 4\pi t - \frac{\pi}{3}\right) [m]$$

2. Fala rozchodzi się wzdłuż osi OX. Jej amplituda wynosi $A = 0,01 \text{ m}$, długość $\lambda = 0,4 \text{ m}$, $f = 8 \text{ Hz}$. Obliczyć k , T , ω , v i napisać równanie.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,4} = \frac{\pi}{0,2}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = f^{-1} = \frac{1}{8} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 16\pi$$

$$y(x,t) = 0,01 \cos(5\pi x + 16\pi t)$$

3. Równanie drgań ma postać $y = 0.2 \sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) [m]$.

Wyznaczyć równanie fali, gdy $v = 200 \text{ m/s}$.

Napisać równanie dla $x = 600 \text{ m}$ i $x = 1200 \text{ m}$.

Napisać równanie dla $t = 3 \text{ s}$ i $t = 6 \text{ s}$.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad v = \lambda f \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad T = f^{-1}$$

$$\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{6} \text{ s}^{-1}$$

$$200 \text{ m/s} = \lambda \cdot \frac{1}{6} \text{ s}^{-1} \Rightarrow \lambda = 1200 \text{ m}$$

$$k = \frac{2\pi}{1200} = \frac{\pi}{600}$$

$$y(x,t) = 0.2 \sin\left(\frac{\pi}{3}t + \frac{\pi}{600}x\right)$$

podstawić

4. Równanie drgań niegaszących $y(t) = 0,01 \cos(\pi t - \frac{\pi}{2})$.

O ile oddległe są od siebie punkty fali o

prędkości $v = 6 \text{ m/s}$, które różnią się w fazie o

$$\Delta\varphi = \frac{\pi}{3}.$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{2\pi} \Rightarrow f = \frac{1}{5} \text{ Hz}$$

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{6}{0.5} = 12 \text{ m}$$

$$\varphi = kex \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{12}x \Rightarrow x = 2 \text{ m.}$$

5. Równanie fali $\varphi(x,t) = 0,2 \sin\left(\frac{1}{4}\pi t - \frac{1}{2}\pi x\right)$

Obliczyć $\Delta\varphi$ dla $\Delta t = 2s$ i $\Delta t = 4s$.

Wyznaczyć dugość fali i prędkość.

$$v = \lambda f \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \frac{1}{2}\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \lambda = 4$$

$$v = \frac{1}{8} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \quad \frac{1}{4}\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = 8 \quad f = \frac{1}{8}$$

$$\Delta\varphi = \pi - \frac{1}{2}\pi = \frac{1}{2}\pi$$

6. Fala $f = 500 \text{ Hz}$, $\lambda = 0,7 \text{ m}$ i $A = 2,5 \text{ mm}$ rozchodzi się w powietrzu. Obliczyc prędkość rozchodzenia się fali v_f i maksymalna prędkość v_{c2} .

$$v = \lambda f = 500 \cdot 0,7 = 350$$

$$\omega = 2\pi f = 1000\pi$$

$$v_{\max} = A\omega = 0,0025 \cdot 1000\pi = 2,5\pi$$

Zajęcia 2

Swiatko

① Mając podane wartości światła w
osrodkach przezroczystych wyznaczyć współczynniki
n_o i stałe V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆.

2) Obliczyć kąty graniczne całkowitego
wewnętrznego odbicia przy przejściu do powietrza
z lodu $n_{o,i} = 1,31$.

$$\sin \theta = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{1,31}$$

$$\theta = \arcsin \left(\frac{1}{1,31} \right)$$

③ Jaka jest szerokość pojedynczej szczeliny dla której pierwsze minimum światła o długości $\lambda = 600 \text{ nm}$ występuje dla kąta $\alpha = 60^\circ$?
 Wyznaczyć długość fali światła λ_x , dla której pierwsze minimum wydaje się dla kąta $\beta = 62^\circ$.

minimum dyfrakcyjne: $D \sin(\Theta) = \lambda$

$$1) D = \frac{\lambda}{\sin(\Theta)} = \frac{600 \text{ nm}}{\sqrt{3}/2} = \frac{1200}{0,866} = 693$$

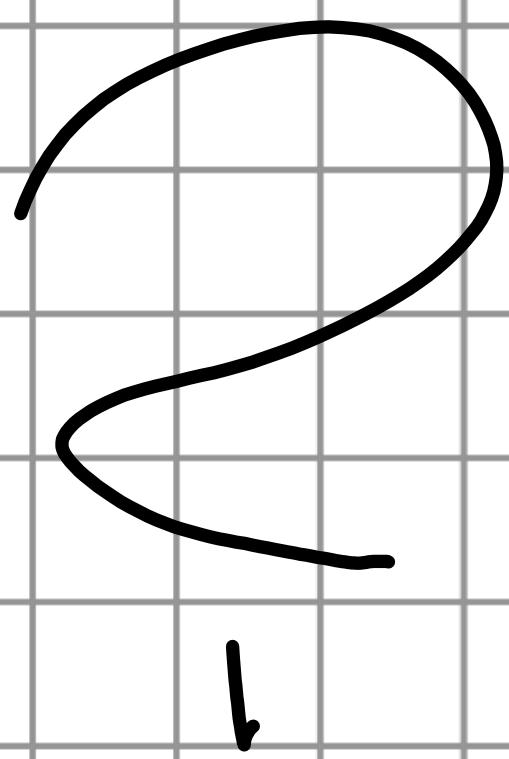
$$2) 6,93 = \frac{\lambda_x}{\sin(62)}$$

1

Światło widzialne o długości fali 550nm pada na pojedynczą szczelinę i tworzy drugi cieńowy przetek pod kątem 68° . Pod jakim kątem pierwsze minimum? Jakią kątą dla obu rzędów dyfrakcji, jeśli gęstość zwierzęcej się dwukrotnie.

$$D \sin(\alpha) = \lambda_m \quad D \sin(68^\circ) = 550\text{ nm} \cdot 2$$

$$D = 1,25$$



5. Fala 580 nm pada na szkeline o szer. D,
tworzy drugi ciemny przelek pod kątem 68° .
Poł jajlium kurtan gdzie pierwotne minimum.

$$D \sin(\theta) = \lambda \cdot m$$

$$D \sin(68^\circ) = 580 \text{ nm} \cdot 2 \Rightarrow 1251 \text{ nm} = D$$

$$1251 \cdot \sin(\theta) = 580 \text{ nm}$$

$$\sin(\theta) = \frac{580}{1251}$$

$$\theta = \arcsin\left(\frac{580}{1251}\right)$$

Zajęcia 3

Optyka

1. przedmiot o wysokości 2 cm ustawiono prostopadle do osi soczewki, w odległości 15cm od niej. Zdolność skupiająca 10 D. Wyznaczyć położenie i wysokość obrazu.

$$f = \frac{100}{z} = 10$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \Rightarrow y = 30$$

$$P = -\frac{y}{x} = -\frac{30}{15} = -2$$

$$2 \cdot (-2) = -4$$

2. Obraz o jasnym powiększeniu da lupa o ogniskowej $f = 15\text{cm}$, jeśli przedmiot umieszczono w odległości $a = 2\text{cm}?$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$
$$\frac{1}{15} = \frac{1}{2} + \frac{1}{y}$$
$$\frac{1}{y} = -\frac{13}{30}$$

$$P = \frac{-2,31}{2} = -1,16$$

Obraz pozorny, odwrócony, powiększony.

3. W jakiej odległości od soczewki skupiającej lupy o ogniskowej $f = 8\text{cm}$ należy umieścić przedmiot, aby uzyskać pozorny obraz prosty, powiększony $\times 3$.

$$P = -\frac{y}{x} = 3$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{8}$$

$$x < 8 \quad 3x = -y \Rightarrow y = -3x$$

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{x} - \frac{1}{3x} \Rightarrow \frac{3}{8} = \frac{3}{x} - \frac{1}{x} = \frac{2}{x}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{2}{x} \times \frac{3}{8} = 2 \quad 3x = 16 \quad x = \frac{16}{3} \text{ m}$$

4. Gdy uroZ = -3,5D, widzi dobrze z odległości 20 cm. Obliczyć odległość dobrego widzenia tego uro

$$Z = -3,5 D$$

$$Z = \frac{1}{d} + \frac{1}{d_0}$$

$$-3,5 = \frac{1}{0,2} + \frac{1}{d_0} \Rightarrow \frac{1}{d_0} = -8,5$$

$$d_0 = 11,8 \text{ cm}$$

Zaigcia 4

Termodynamika

① Gwiazda mieliła $T_1 = 10^{11} K$, a teraz ma $T_2 = 10^3 K$. Ile wynosi i o ile się zmieni się λ_m dla maks. zdolności emisyjnej.

$$\lambda_m = \frac{C}{T} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3} \text{ mK}}{10^{11}} = 2898 \cdot 10^{-14}$$

j.w. = $2,898 \cdot 10^{-12}$

3. Ciało ołoszczonule czarne z $\lambda_1 = 0,70 \mu\text{m}$

do $\lambda_2 = 0,55 \mu\text{m}$ w czasie $t = 30\text{s}$, w kolejnych

z $\lambda_3 = 0,55 \mu\text{m}$ do $\lambda_4 = 0,4 \mu\text{m}$. Ile

razy wzrosła energia cieplna

$$\lambda = \frac{6}{T} \quad 0,7 = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \Rightarrow T = 4140\text{K}$$

$$0,4 = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T} \Rightarrow T = 7243\text{K}$$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sigma s T_2^4}{\sigma s T_1^4} = \frac{T_2^4}{T_1^4} = \frac{(7243\text{K})^4}{(4140\text{K})^4} = 8,61$$

4. Wyznaczyć dlegośc graniczną fali em
 λ_{gr.}, która spowoduje emisję elektronów
 z powierzchni wolframu, jeśli praca wypłaszcia tego
 metalu wynosi W = 5 eV.

$$\lambda_0 = \frac{hc}{W} = \frac{1240 \text{ eV}}{5 \text{ eV}} = 248 \text{ nm}$$

Sprawdzić, czy fotony o częstotliwości ν = 10¹⁵ Hz
 mogą wywołać zjawisko fotoelektryczne dla
 metalu z W = 3,2 eV.

$$E_{\max} = h\nu - W = 4,135 \text{ eV} \cdot 10^{-15} \cdot 10^{15} - 3,2 \text{ eV}$$

$$> 0$$

Zauważ efekt fotoelektryczny.

5. Jaka energia kinetyczna i jaka prędkość

uzyskają elektryny emitowane z powierzchni

cyjny pod wpływem $\lambda = 200 \text{ nm}$. $W = 4,4 \text{ eV}$

$$E_{\text{kinmax}} = \frac{hc}{\lambda} - W = \frac{1240 \text{ eV}}{200} - 4,4 \text{ eV} =$$

$$= 6,2 - 4,4 = 1,8 \text{ eV}$$

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}}$$

$$1,8 \text{ eV} = 1,8 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,885 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,885 \cdot 10^{-19}}{3,11 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{6,335 \cdot 10^{11}} = \\ = 7,96 \cdot 10^5$$

F. Foton o energii $E_f = m_e c^2$ ulega komptonowskiemu rozproszeniu pod kątem $\theta = 60^\circ$. Wyznaczyć odległość fali i energię rozproszonego fotona i energię kinetyczną elektronu.

$$\lambda_f = \lambda' - \lambda_c (1 - \cos(\theta))$$

$$\lambda' = \frac{hc}{E} = \frac{1240}{0,511 \cdot 10^6} = 2,43 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$$

$$\lambda_c (1 - \cos(60^\circ)) = 2,426 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1}{2} = 1,215 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

$$= 1,215 \cdot 10^{-4} \text{ nm}$$

$$\lambda_f = 0,00243 \text{ nm} + 0,001215 \text{ nm}$$

Lajecia 5

Fale de Brogile'a

Dualizm korpushularno-falowy

Zasada nieoznaczoności Heisenberga.

2. Obliczyć prędkość elektronów o $E_k = 500 \text{ keV}$
oraz długosć odpowiadającej im fal materii.

$$E_0 = 511 \text{ keV.}$$

$$E_c = E_0 + E_k = 511 \text{ keV} + 500 \text{ keV} = 1011 \text{ keV.}$$

$$\gamma = \frac{E_c}{mc^2} = \frac{1011}{500} = 2,022$$

$$\frac{v}{c} = \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma}} = \sqrt{1 - \frac{1}{2,022}} = 0,710$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv\gamma} = v = 0,710c$$

$$= \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ J} \cdot 0,710 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 2,022} =$$

Zajęcia 6

Fizyka atomowa
atom wodoru

2. Jakiej energii trzeba dostarczyć elektronowi w stanie podstawowym $n=1$ w atomie wodoru, aby osiągnąć $n=2$.

$$\Delta E = E_n - E_m = -\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{m^2} = -E_0 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{1^2} \right) = \\ = \frac{3}{4} E_0 = \frac{3}{4} \cdot (-13,6 \text{ eV}) = -10,2 \text{ eV}$$

Jakie odczucie fale zostaną wyemitowane.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240 \text{ eV nm}}{10,2 \text{ eV}} \approx 12,4 \text{ nm}$$