

## 5. Drgania i fale

- 5.1. Równanie ruchu punktu dane jest w postaci:  $x = \sin(\pi t/6)$ . Wyznaczyć chwile  $t_v$  i  $t_a$ , w których występuje maksymalna prędkość i maksymalne przyspieszenie.
- 5.2. Znaleźć prędkość rozchodzenia się drgań dźwiękowych w powietrzu, jeżeli częstotliwość tych drgań jest równa  $f = 343\text{Hz}$  a długość fali  $\lambda = 1\text{m}$ . Jaka jest maksymalna prędkość przesuwania się cząsteczek powietrza, jeżeli amplituda tych drgań jest równa  $A = 0,2\text{mm}$  ?
- 5.3. Sprężyna wydłuża się pod wpływem siły  $F_0 = 9,8\text{N}$  o  $x_0 = 0,1\text{m}$ . Do sprężyny został podwieszony ciężarek o masie  $2\text{kg}$  i wprowadzony w drgania. Ile wynosi okres tych drgań?
- 5.4. Sprężyna wydłuża się pod wpływem siły  $F_0 = 10\text{N}$  o  $x_0 = 0,1\text{m}$ . Do sprężyny został podwieszony ciężarek o masie  $2\text{kg}$  i wprowadzony w drgania z amplitudą  $A = 0,2\text{m}$ .  
a) Ile wynosi całkowita energia  $E$  tych drgań?  
b) Ile wynosi maksymalna prędkość ciężarka?
- 5.5. Maksymalna wartość energii kinetycznej ciała wykonującego drgania harmoniczne o amplitudzie  $A$  wynosi  $E_{\max}$ . Wyznacz energię kinetyczną ciała w punkcie odległym o  $A/2$  od położenia równowagi.
- 5.6. Amplituda drgań harmonicznnych jest równa  $5\text{cm}$ , a okres drgań  $4\text{s}$ . Znaleźć maksymalną prędkość drgającego punktu i jego maksymalne przyspieszenie.
- 5.7. Maksymalna prędkość punktu drgającego ruchem harmonicznym  $v_0 = 2\text{m/s}$ , a maksymalne przyspieszenie  $a = 3,14\text{m/s}^2$ . Napisać równanie ruchu tego punktu (zależność wychylenia od czasu), jeżeli wiadomo, że faza początkowa  $\delta = 0$ .
- 5.8. Znaleźć prędkość rozchodzenia się fali na powierzchni jeziora, jeżeli okres wahań pływającej po jeziorze łódki jest równy  $T = 4\text{s}$ , a odległość między sąsiednimi grzbietami fal  $\lambda = 6\text{m}$ .
- 5.9. Ile razy zmienia się długość fali ultradźwiękowej przy przejściu ze stali do miedzi, jeżeli prędkości rozchodzenia się tej fali w miedzi i stali są równe odpowiednio  $v_1 = 3600\text{m/s}$  i  $v_2 = 5500\text{m/s}$ .
- 5.10. Do sprężyny został podwieszony ciężarek o masie  $1\text{kg}$  przy czym sprężyna wydłużyła się o  $x_0 = 0,1\text{m}$ . Następnie ciężarek został wprowadzony w drgania. Ile wynosi okres tych drgań? Przyjąć przyspieszenie ziemskie  $g = 10\text{m/s}^2$ .
- 5.11. Do sprężyny został podwieszony ciężarek o masie  $1\text{kg}$  przy czym sprężyna wydłużyła się o  $x_0 = 0,1\text{m}$ . Następnie wprowadzono go w drgania z amplitudą  $A = 0,1\text{m}$ .  
a) Ile wynosi całkowita energia tych drgań?  
b) Ile wynosi maksymalna prędkość ciężarka?
- 5.12. Energia całkowita ciała wykonującego drgania harmoniczne o amplitudzie  $A = 10\text{cm}$  wynosi  $E = 10\text{J}$ . Wyznacz jaka będzie energia kinetyczna i potencjalna ciała w punkcie odległym o  $\frac{\sqrt{2}}{2}A$  od położenia równowagi.

- 5.13. Jak należy zmienić długość  $l$  nici wahadła matematycznego, aby skompensować wpływ przyrostu temperatury  $\Delta t$  na jego okres wahań? Współczynnik cieplnej rozszerzalności liniowej nici wahadła wynosi  $\lambda$ . Obliczenia numeryczne wykonać dla  $l = 100\text{cm}$ ,  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ ,  $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ .
- 5.14. Wahadło matematyczne na powierzchni Ziemi posiada okres  $T_Z = 1\text{s}$ . Jaki byłby okres drgań tego wahadła po umieszczeniu go na powierzchni Księżyca? Masa Księżyca jest 83 razy mniejsza niż masa Ziemi, a jego promień 3,7 razy mniejszy.
- 5.15. Wahadło matematyczne o długości  $l_1 = 81\text{cm}$  wykonuje w pewnym czasie  $n_1 = 20$  drgań. Jak należy zmienić długość tego wahadła, aby w tym samym czasie uzyskać  $n_2 = 18$  drgań?
- 5.16. Wyznaczyć jak zmieni się wskazanie zegara w ciągu  $t = 1\text{h}$ , jeżeli podnieść go na wysokość  $h = 12\text{km}$  nad powierzchnię Ziemi. Zakładamy, że czas jest określony liczbą drgań wahadła zegara, które można traktować jak wahadło matematyczne. Promień Ziemi  $R = 6370\text{ km}$ .
- 5.17. Wahadło matematyczne na powierzchni Ziemi posiada okres  $T_0 = 1\text{s}$ . Na powierzchni Marsa okres tego wahadła wynosi  $T = 1,6\text{s}$ . Wiedząc, że masa Marsa jest 9 razy mniejsza od masy Ziemi znajdź  $D_M/D_Z$  - stosunek średnicy Marsa do średnicy Ziemi.
- 5.18. Częstotliwość tonu podstawowego wydawanego przez strunę wynosi  $f_0 = 200\text{ Hz}$ . Jak zmieni się częstotliwość tonu podstawowego, gdy strunę skrócimy o  $1/4$  długości?
- 5.19. Kierowca samochodu jadąc autostradą z prędkością  $108\text{ km/h}$  mijają jadący, z tą samą prędkością, w przeciwnym kierunku samochód straży pożarnej. Emituje on sygnał akustyczny o częstotliwości  $f = 500\text{ Hz}$ . Jaka częstotliwość dźwięku będzie słyszał kierowca samochodu, gdy:  
a) samochód straży pożarnej zbliża się do niego,  
b) samochód straży pożarnej oddala się od kierowcy?
- 5.20. Częstotliwość tonu podstawowego wydawanego przez strunę wynosi  $f_0 = 500\text{ Hz}$ . Jak zmieni się częstotliwość tonu podstawowego, gdy strunę wydłużymy o  $1/4$  długości?
- 5.21. Karetka pogotowia poruszając się z prędkością  $v = 120\text{ km/h}$  emituje falę akustyczną o częstotliwości  $f = 500\text{ Hz}$ . Jaka częstotliwość dźwięku będzie słyszał przechodzień stojący na chodniku, gdy  
a) karetka zbliża się do niego,  
b) karetka oddala się od przechodnia?  
Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi  $v_d = 340\text{ m/s}$ .