

1. Cienki pręt o masie  $m$  i długości  $L$  może się swobodnie obracać wokół osi prostopadłej do pręta, znajdującej się w odległości  $L/5$  od jego końca. Pręt wychylono o niewielki kąt  $\alpha_0$  z położenia równowagi i puszczono swobodnie.
  - a) Podaj różniczkowe równanie ruchu tego wahadła fizycznego oraz jego rozwiązanie.
  - b) Znajdź okres drgań tego wahadła.
2. Koniec naprężonego sznura drga pionowo zgodnie z równaniem:  $y(t) = 0,2 \sin(\frac{2}{3}\pi t)$  [m] i wywołuje w sznurze falę rozchodzącą się z szybkością  $0,1$  m/s.  
Obliczyć: a) amplitudę fali, b) okres fali, c) długość fali, d) zapisać równanie tej fali.
3. Ruch źródła nietłumionych drgań harmonicznym opisany jest wzorem  $S = 5 \cdot \sin(3140 \cdot t)$ . Wyznaczyć wychylenie z położenia równowagi, prędkość i przyspieszenie w chwili  $t = 1$  s punktu znajdującego się w odległości  $340$  m od źródła, jeśli prędkość rozchodzenia się fali  $V = 340$  m/s.
4. Obliczyć amplitudę  $A$  ruchu falowego, jeżeli punkt znajdujący się w odległości  $1/12$  długości fali od źródła drgań ma po upływie jednej szóstej okresu wychylenie  $Y = 2.5$  cm
5. Oblicz prędkość i długość poprzecznej fali sinusoidalnej o częstotliwości  $3$  Hz, jeżeli wychylenie punktu znajdującego się w odległości  $2$  m. od źródła fali w chwili  $t = T/3$  wynosi połowę amplitudy.
6. Trzy fale opisane są równaniami:  
 $\Psi_1 = 5 \sin [2\pi(3x - 2t)]$      $\Psi_2 = 3 \sin [2\pi(2x - 3t)]$      $\Psi_3 = 2 \sin [2\pi(x - 4t)]$   
Uszeregować je w kolejności rosnącej:  
A) długości fali, B) częstotliwości fali, C) szybkości rozchodzenia się fali.
7. Na końcu linki o gęstości  $\mu = 0,024$  kg/m, naprężanej siłą  $4$  N wytwarzana jest fala poprzeczna. Maksymalne przemieszczenia końca linki wynoszą  $15$  cm, a ruch powtarza się dwa razy w ciągu sekundy. Obliczyć prędkość, częstotliwość i długość powstałej fali oraz napisać równanie fali przy zerowych warunkach początkowych.
8. Drgająca w dwutlenku węgla, z częstotliwością  $600$  Hz membrana, wytwarza falę dźwiękową, która po odbiciu od przeszkody, w wyniku interferencji wytwarza falę stojącą. Odległość między węzłem i sąsiednią strzałką wynosi  $L = 11$  cm. Oblicz prędkość dźwięku w tym ośrodku.
9. Dźwięk o częstotliwości  $f$  przechodzi w czasie  $t$  z głośnika znajdującego się na wysokości  $h_1$  nad lustrem wody, do mikrofonu zanurzonego na głębokości  $h_2$  – pionowo pod głośnikiem. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi  $V_1$ . Obliczyć zmianę długości fali odbieranej przez mikrofon oraz prędkość fali dźwiękowej w wodzie.
10. Wyprowadź związek między różnicą faz drgań dwóch punktów ośrodka, w którym rozchodzi się fala o długości  $\lambda$ , a różnicą odległości tych punktów  $|x_1 - x_2| = |\Delta x|$  od źródła fali.
11. Na podstawie rozwiązania poprzedniego zadania, oblicz różnicę faz dla punktów, których wzajemna odległość wynosi: a)  $n\lambda$  b)  $(2n+1) \cdot \lambda/2$