

## Zestaw 7

1. Ciało o masie  $m$  przyłączone jest do poziomej sprężyny o współczynniku sprężystości  $k$  i wykonuje drgania harmoniczne nietłumione. Proszę wyprowadzić rozwiązanie równania ruchu tego ciała, znaleźć jego okres i częstotliwość. Proszę przedyskutować, jak okres zależy od współczynnika sprężystości i amplitudy drgań.
2. Proszę pokazać, że jeśli sprężyna z poprzedniego zadania zostanie zawieszona pionowo, drgania zawieszonoego ciała również będą drganiami harmonicznymi o identycznej jak w zadaniu poprzednim częstotliwości, zmieni się jedynie położenie punktu równowagi.
3. Proszę znaleźć fazę początkową drgań masy oscylującej, jeśli zależność położenia od czasu dana jest przez:  $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$ , początkowe położenie jest zero, a prędkość początkowa ma współrzędną ujemną.
4. Ciało o masie  $m$  przyłączone jest do sprężyny poziomej o współczynniku sprężystości  $k$  i wykonuje gasnące drgania harmoniczne (siła tłumiąca jest proporcjonalna do prędkości ze współczynnikiem proporcjonalności  $b$  i przeciwnie skierowana). Proszę podać warunek, jaki musi spełniać współczynnik tłumienia, by zachodzący ruch był ruchem drgającym (tj., żeby nie był to ruch przetłumiony). Proszę przywołać wzór opisujący czasową zależność położenia ciała drgającego i omówić zachowanie tego położenia.
5. Ciało o masie  $m$  wykonuje drgania harmoniczne pod wpływem siły sprężystości ( $\mathbf{F}_s = -k\mathbf{x}$ ) oraz okresowo zmieniającej się siły wymuszającej:  $\mathbf{F}_{\text{wym}} = F_m \sin(\omega_w t) \mathbf{i}$   
Proszę przywołać wzór opisujący zależność położenia od czasu, jeśli
  - a) tłumienie nie występuje,
  - b) występuje siła tłumiąca zależna od prędkości  $\mathbf{F}_t = -b\mathbf{v}$ .

### Zadanie problemowe - dla chętnych z Państwa

Proszę omówić zjawisko rezonansu amplitudowego. W razie kłopotów, proszę zajrzeć do wykładu lub tu:

<https://epodreczniki.open.agh.edu.pl/tiki-index.php?page=Drgania+wymuszone+i+rezonans>

6. Struna o długości  $L$  zaczepiona jest na obu końcach. Proszę wyprowadzić wzór opisujący długości powstających w niej fal stojących. Wiadomo także, że w takiej strunie mogą powstawać fale stojące o częstotliwościach: 50 Hz (podstawowa), 100, 150, 200 Hz (kolejne harmoniczne). Proszę podać pierwsze 4 częstotliwości, gdy taka struna zostanie dodatkowo zaczepiona w połowie długości.
7. Proszę wyprowadzić wzór opisujący długości fal stojących powstających w piszczalce jednostronnie otwartej o długości  $L$
8. Zależność położenia  $\mathbf{r} = [x(t), y(t)]$  od czasu dla pewnego ciała dana jest przez:  $x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi_x)$  oraz  $y(t) = B \sin(\omega t + \varphi_y)$ , przy czym początkowa różnica faz obu drgań jest równa  $\varphi_x - \varphi_y = \pi$ . Proszę przedyskutować kształt toru zakreślonego przez to ciało.
9. Dwie sinusoidalne fale o tej samej częstotliwości kołowej i tej samej amplitudzie  $y_m$ , poruszają się w tym samym kierunku w tym samym ośrodku, nakładając się na siebie. Różnica faz tych fal wynosi  $45^\circ$ . Proszę odnaleźć amplitudę fali wypadkowej.

10. Dwa źródła emitują fale o długościach  $\lambda$  w tym samym ośrodku, przy czym różnica faz pomiędzy tymi falami w punkcie, do którego docierają obie te fale wynosi  $2\pi\Delta l/\lambda + \varepsilon$ . Proszę zinterpretować sens stałej  $\varepsilon$ , jeśli  $\Delta l$  oznacza różnicę odległości źródeł od punktu, do którego docierają obie te fale.
11. Dwa źródła emitują fale płaskie, rozchodzące się wzdłuż różnych prostych  $a$  i  $b$ , dane równaniami:  
 $y_1(x,t) = A \cdot \sin(\omega t - kx)$ ;  $x$  mierzone jest wzdłuż prostej  $a$ , przy czym źródło ma położenie  $x = 0$ ,  
 $y_2(x,t) = B \cdot \sin(\omega t - kx)$ ;  $x$  mierzone jest wzdłuż prostej  $a$ , przy czym źródło ma położenie  $x = 0$ .
- Proszę znaleźć wynik interferencji tych fal, jeśli docierają one do punktu P przecięcia się prostych  $a$  i  $b$  odległego o  $x_1$  i  $x_2$  odpowiednio od źródła 1 i 2, przy czym:
- $A = B$  (fale mają jednakowe amplitudy)
  - $A$  nie jest równe  $B$  (powodzenia, ja to liczyłem ze 20 min., nie będzie na egzaminie)
12. Dwie sinusoidalne fale o tej samej częstotliwości kołowej i tej samej amplitudzie  $y_m$  nakładają się na siebie, tworząc falę o amplitudzie  $1,5A$ . Proszę znaleźć różnicę faz tych fal.
13. Metrowy pręt o długości  $l = 1\text{ m}$  zamocowano na osi przechodzącej w odległości  $a$  od jego środka masy i wprowadzono w ruch harmoniczny prosty jako wahadło fizyczne. Proszę znaleźć taką odległość  $a$ , dla której okres będzie najmniejszy z możliwych.  
h układu SI.
14. Proszę wyznaczyć, ile razy wzrasta natężenie dźwięku, jeżeli poziom jego głośności (niekiedy nazywany poziomem natężenia) wzrasta o  $A = 10\text{ dB}$ .
15. Dane jest punktowe źródło dźwięku, emitujące energię równomiernie we wszystkich kierunkach. W każdej sekundzie całkowita wyemitowana energia wynosi  $2\text{ mJ}$ . Proszę znaleźć natężenie fali akustycznej odległości  $1\text{ m}$  od źródła oraz poziom głośności tego dźwięku (w dB).