3. DRGANIA I FALE MECHANICZNE

ZESTAW PYTAŃ OTWARTYCH

O 3.1. (12 pkt)
W ruchu harmonicznym ciała o masie $m = 50$ g, oblicz wartości: wychylenia, prędkości, przyspieszenia, siły działającej na to ciało oraz jego energii potencjalnej, energii kinetycznej i całkowitej energii mechanicznej po czasie $t = T/8$ od chwili przechodzenia przez położenie równowagi. Amplituda w tym ruchu wynosi $A = 5$ cm a okres $T = 2$ s. Oblicz wartości maksymalne wszystkich wymienionych wielkości, wynik podając w jednostkach układu SI.

O 3.2. (5 pkt)
W pewnej chwili, w czasie trwania ruchu harmonicznego, energia potencjalna ciała wynosiła 2 J i była to maksymalna wartość tej wielkości. Po jakim czasie energia potencjalna ponownie osiągnie tę samą wartość? Okres drgań $T = 0{,}2$ s. Jakie wartości przyjmowała energia kinetyczna na początku i na końcu tego przedziału czasu?

O 3.3. (2 pkt)
Wahadło matematyczne wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie $A = 16$ cm. Maksymalna zmiana wysokości w czasie ruchu wahadła wynosi $h = 2$ cm. Oblicz okres wahań.

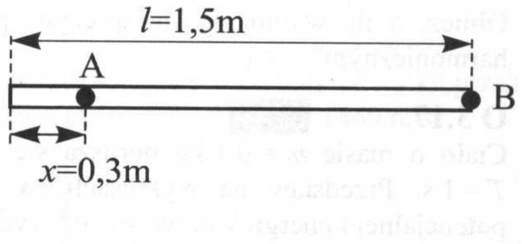
O 3.4. (1 pkt)
Oblicz częstotliwość w ruchu harmonicznym, jeżeli y – wychylenie ciała z położenia równowagi od czasu t opisuje równanie: $y = A\sin 0{,}4\pi \cdot t$

O 3.5. (3 pkt)
Ciało porusza się ruchem harmonicznym wykonując jedno pełne drganie w czasie $T = 2{,}4$ s. Oblicz czas po jakim wychylenie ciała z położenia równowagi jest połową amplitudy. Oblicz jaką częścią całkowitej energii mechanicznej jest w tym położeniu energia potencjalna ciała.

O 3.6. (4 pkt)
Kulka wahadła matematycznego mija najniższe położenie z prędkością $v = 160$ cm/s. Oblicz z jaką maksymalną prędkością będzie poruszać się kulka, jeżeli długość wahadła ulegnie skróceniu o połowę ale amplituda drgań nie ulegnie zmianie? Porównaj maksymalne zmiany wysokości obu kulek w czasie ruchu.

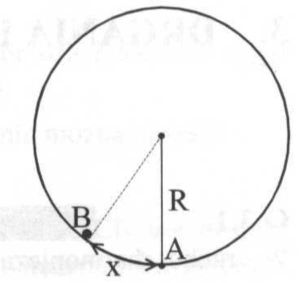
O 3.7. (2 pkt)
Kulka wahadła matematycznego przebywa drogę $x = 24$ cm pomiędzy skrajnymi położeniami. Maksymalna prędkość osiągana przez nią w trakcie ruchu wynosi $v_o = 10$ cm/s. Oblicz okres wahań wahadła i jego długość.

O 3.8. (3 pkt)
Oblicz częstotliwość fali stojącej jaka powstała w pręcie stalowym o długości $l = 1{,}5$ m, zamocowanym w A i B (rysunek). Prędkość fal mechanicznych w stali, z której wykonany jest pręt, wynosi $v = 5100$ m/s. czy możemy usłyszeć dźwięk emitowany przez pobudzony do drgań pręt?



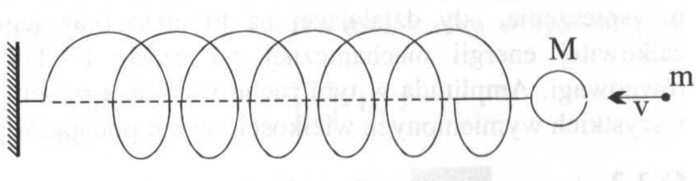
O 3.9. (2 pkt)
Kulka o masie $m = 20$ g została zaczepiona na sprężynie o współczynniku sprężystości $k = 32 \cdot 10^{-2}$ kg/s^2. Po odciągnięciu na odległość $x_o = 6$ cm od położenia równowagi sprężynę zwolniono w chwili $t = 0$. oblicz maksymalną prędkość kulki oraz czas po którym została ona osiągnięta. Masę sprężyny pominąć jako bardzo małą w porównaniu z masą kulki.

O 3.10. (5 pkt)



Wewnątrz obręczy o promieniu $R = 1$ m umieszczono kulkę w odległości $x = 20$ cm od położenia równowagi (rysunek). Narysuj siły działające na kulkę gdy znajduje się w punkcie B. Oblicz częstotliwość ruchu drgającego kulki oraz jej prędkość w chwili przechodzenia przez położenie równowagi (punkt A), przy założeniu, że opory ruchu są pomijalnie małe.

O 3.11. (3 pkt)



Pocisk o masie $m = 10$ g poruszający się z prędkością $v = 400$ m/s wzdłuż prostej przechodzącej przez środek kulki M i będącej osią sprężyny (rysunek) uderzył w kulkę M i utkwił w niej.
Masa kulki $M = 210$ g, współczynnik sprężystości sprężyny $k = 2\cdot10^6$ kg/s^2. Pomijając masę sprężyny i opory ruchu, oblicz amplitudę ruchu drgającego kulki.

O 3.12. (3 pkt)

Oblicz okres drgań wahadła matematycznego o długości $l = 1/2$ m znajdującego się w windzie:
a) jadącej ruchem jednostajnym z prędkością $v = 2$ m/s w górę
b) jadącej ruchem jednostajnie przyspieszonym w dół z przyspieszeniem $a = 6$ m/s^2
c) spadającej swobodnie

O 3.13. (4 pkt)

Ciężarek o masie $m = 10$ g przymocowany do sprężyny, której masa jest pomijalnie mała, wykonuje drgania o amplitudzie $A = 10$ cm. Maksymalna energia kinetyczna ciężarka wynosi 2 J. Oblicz częstotliwość drgań ciężarka oraz wartości maksymalnej siły sprężystości sprężyny działającej na ciężarek.

O 3.14. (3 pkt)

Ciało wykonuje ruch harmoniczny o amplitudzie A i okresie T. Oblicz, ile razy energia kinetyczna E_k tego ciała jest większa od jego energii potencjalnej E_p po czasie $t = T/6$, jaki upłynął od chwili gdy ciało było w maksymalnym wychyleniu?

O 3.15. (4 pkt)

Kulka wahadła matematycznego wykonuje drgania harmoniczne w czasie których maksymalna zmiana jej wysokości wynosi 5 cm. Długość wahadła $l = 1$ m, amplituda drgań 22,5 cm. Porównaj czas t_1 potrzebny na przejście kulki z maksymalnego wychylenia do położenia równowagi z czasem t_2 jaki byłby potrzebny na spadek swobodny kulki z wysokości $h = l$. Porównaj v – prędkość kulki po powrocie do położenia równowagi z v_2 – prędkością uzyskaną po przebyciu drogi l w spadku swobodnym.

O 3.16. (3 pkt)

Po zawieszeniu na sprężynie ciała o masie m, układ wykonuje drgania z częstotliwością $f = 2,5$ Hz. Oblicz, o ile wydłużyła się sprężyna po zawieszeniu ciała. Jak nazywamy tę wielkość w ruchu harmonicznym?

O 3.17. (6 pkt)

Ciało o masie $m = 0,1$ kg porusza się ruchem harmonicznym o amplitudzie $A = 20$ cm i okresie $T = 1$ s. Przedstaw na wykresach (w jednym układzie współrzędnych) zależność jego energii potencjalnej i energii kinetycznej od wychylenia, zaznaczając minimum 5 punktów.

O 3.18. (1 pkt)

Oblicz różnicę faz drgań dwóch cząstek ośrodka znajdujących się we wzajemnej odległości $\Delta r = 0,2$ m, liczonej wzdłuż promienia fali o częstotliwości $f = 3$ Hz, rozchodzącej się w tym ośrodku z prędkością $v = 4,8$ m/s.

O 3.19. (1 pkt)

Po jakim czasie czoło fali o długości $\lambda = 2$ m i częstotliwości $f = 10$ Hz dotrze na odległość $s = 420$ m?

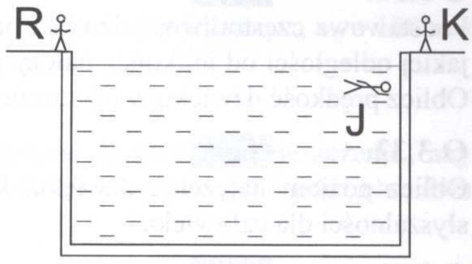
O 3.20. (1 pkt)

W pewnym ośrodku rozchodzi się fala o długości $\lambda = 3$ m z prędkością 1500 m/s. Oblicz najkrótszy czas, w jakim cząstka ośrodka przenoszącego energię, przemieści się w swoim ruchu drgającym z jednego skrajnego położenia w drugie.

O 3.21. (1 pkt)

Oblicz długość fali rozchodzącej się w ośrodku z prędkością $v = 2$ m/s, jeżeli cząstka tego ośrodka wykonuje 20 pełnych drgań w ciągu 1minuty.

O 3.22. (4 pkt)

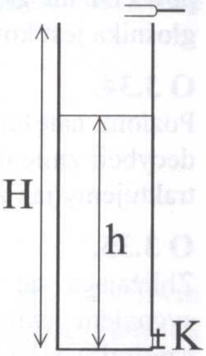


Krótkotrwały dźwięk gwizdka ratownika stojącego na brzegu basenu dociera do Kasi stojącej na przeciwległym brzegu basenu o szerokości $l = 100$ m, oraz do Jasia zanurzonego pod wodą w tej samej odległości od ratownika (rysunek). Zakładając, że dźwięk do Jasia dociera tylko przez wodę, oblicz po jakim czasie od chwili gdy Jaś usłyszał gwizdek, usłyszy go Kasia. Ilokrotnie zmieniła się długość fali po przejściu z powietrza do wody? Porównaj częstotliwości dźwięków docierających do Kasi i Jasia z częstotliwością dźwięku emitowanego. Uzasadnij odpowiedź.

Prędkość dźwięku w powietrzu $v_p = 330$ m/s

Prędkość dźwięku w wodzie $v_w = 1500$ m/s

O 3.23. (4 pkt)



Po umieszczeniu dźwięczącego kamertonu tuż nad brzegiem cylindra o wysokości $H = 1$ m wypełnionego wodą odkręcono kran K umożliwiając odpływ wody z cylindra (rysunek). W czasie obniżania poziomu wody usłyszano wyraźnie głośniejszy dźwięk kamertonu. Wzmocnienie dźwięku powtórzyło się przy wysokości słupa wody $h = 62{,}5$ cm. Oblicz częstotliwość dźwięku kamertonu. Porównaj jego wysokość przy pierwszym i przy powtórnym wzmocnieniu.

O 3.24. (1 pkt)

Oblicz zakres długości fal rozchodzących się w powietrzu, rejestrowanych przez ucho ludzkie. Przyjmij prędkość dźwięku w powietrzu $v = 340$ m/s.

O 3.25. (2 pkt)

Dwie fale, dla których zależność wychylenia wybranej cząstki ośrodka od czasu opisują odpowiednio równania:

$$x_1 = A\sin\omega t \qquad\qquad x_2 = -A\cos\omega t$$

interferują ze sobą. Oblicz wychylenie cząstki ośrodka, do której dotarły obie fale w chwili $t = T/8$ (T okres fali)

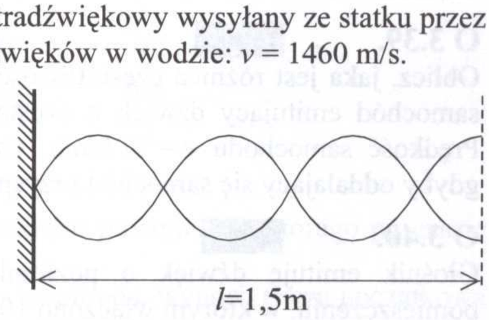
O 3.26. (1 pkt)

W jakim przedziale zawierają się długości piszczałek organów, jeżeli są to piszczałki otwarte i wydają dźwięki o częstotliwościach w zakresie: 65 – 2090 Hz?

O 3.27. (1 pkt)

Na jakiej głębokości znajdowało się dno morza, jeśli sygnał ultradźwiękowy wysyłany ze statku przez sonar pionowo w dół, wrócił po 9 sekundach? Prędkość ultradźwięków w wodzie: $v = 1460$ m/s.

O 3.28. (1 pkt)



Z jaką prędkością rozchodzi się fala w sznurze, jeżeli po przymocowaniu jednego jego końca do ściany, wytworzono w nim falę stojącą przedstawioną na rysunku. Drugi koniec sznura wykonuje drgania o częstotliwości $f = 2$ Hz. Oblicz długość fali wytworzonej w sznurze.

O 3.29. (3 pkt)

Oblicz częstotliwość tonu podstawowego piszczałki otwartej o długości $l = 8{,}5$ cm. Czy będzie jakaś różnica w odbiorze dźwięku wydawanego przez piszczałkę po jej zamknięciu?

O 3.30. (1 pkt)

W czasie zabawy chłopcy nasłuchują dźwięki przykładając ucho do szyn kolejowych. Ekipa naprawiająca tory znajduje się w odległości 1 km. O ile później usłyszeliby dźwięk, gdyby dotarł do nich drogą powietrzną w porównaniu z dźwiękiem przenoszonym przez szynę?

Prędkość dźwięku w powietrzu $v_p = 330$ m/s

Prędkość dźwięku w stali $v_s = 5100$ m/s

O 3.31. (4 pkt)

Podstawowa częstotliwość dźwięku jaki wydaje struna o długości $l_1 = 33$ cm wynosi $f_1 = 440$ Hz. W jakiej odległości od jej końca należy przycisnąć ją do gryfu, aby otrzymać częstotliwość $f_2 = 659$ Hz. Oblicz prędkość dźwięku w tej strunie.

O 3.32. (1 pkt)

Oblicz poziom natężenia dźwięku, którego natężenie jest 1000 razy większe niż natężenie progu słyszalności dla człowieka.

O 3.33. (5 pkt)

Zawieszony na ścianie głośnik o mocy $P = 0{,}25$ W ma powierzchnię membrany 25 cm^2. Zakładając, że dźwięk rozchodzi się tylko w obszar półkuli oblicz natężenie i poziom natężenia dźwięku na powierzchni głośnika i w odległości 4 m od niego. Czy przebywanie w odległości 4 m lub bliżej głośnika jest korzystne dla zdrowia człowieka?

O 3.34. (4 pkt)

Poziom natężenia dźwięku emitowanego przez głośnik w odległości 10 m wynosi 90 dB. O ile decybeli zmieni się poziom natężenia jeżeli odsuniemy się na odległość 100 m od głośnika? Głośnik traktujemy jak źródło punktowe a ośrodek, w który emituje dźwięk jest jednorodny.

O 3.35. (3 pkt)

Zbliżająca się ze stałą prędkością $v = 100$ km/h do przejazdu kolejowego karetka z włączonym sygnałem emituje dźwięk o częstotliwości $f_0 = 1200$ Hz. Moc głośnika $P = 12{,}5$ mW. Oblicz częstotliwość i poziom natężenia dźwięku odbieranego przez dróżnika stojącego przy przejeździe w chwili gdy karetka znajduje się w odległości 1 km.

O 3.36. (3 pkt)

Jaką częstotliwość mają ultradźwięki odbite od ściany, jeżeli zostały wysłane przez nietoperza zbliżającego się do niej z prędkością $v = 10$ m/s. Częstotliwość dźwięku emitowanego $f_0 = 4{,}5 \cdot 10^4$ Hz. Jaka była prędkość rozchodzenia się tych ultradźwięków w powietrzu?

O 3.37. (3 pkt)

Emitowany przez ułamek sekundy dźwięk syreny alarmowej znajdującej się w samochodzie policyjnym stojącym na poboczu odbija się od naczepy tira oddalającego się z prędkością $v = 100$ km/h. Jaka będzie częstotliwość dźwięku odebrana przez policjanta w samochodzie, jeżeli częstotliwość wysyłanego dźwięku była $f_0 = 1000$ Hz?

O 3.38. (2 pkt)

Oblicz jak zmieni się maksymalna energia kinetyczna w ruchu harmonicznym, jeżeli amplituda wzrośnie 4-krotnie a częstotliwość zmaleje 2-krotnie.

O 3.39. (3 pkt)

Oblicz, jaka jest różnica częstotliwości dźwięków odbieranych przez stojącą przy jezdni osobę, gdy samochód emitujący dźwięk o częstotliwości $f = 800$ Hz zbliża się a potem oddala od stojącego. Prędkość samochodu $v = 72$ km/h. Czy i ewentualnie jak zmieniłaby się częstotliwość odbierana gdyby oddalający się samochód przyspieszał? Uzasadnij odpowiedź.

O 3.40. (2 pkt)

Głośnik emituje dźwięk o poziomie natężenia $L_1 = 40$ dB. Jaki będzie poziom natężenia w pomieszczeniu, w którym włączono 10 takich głośników?

O 3.41. (1 pkt)

Oblicz moc źródła dźwięku, jeżeli dźwięk o poziomie natężenia 40 dB dociera do ucha. Powierzchnia błony bębenkowej w uchu wynosi około $8 \cdot 10^{-5}$ m^2.

O 3.42. (2 pkt)
Dwóch chłopców postanowiło ukraść Księżyc. Gdyby udało im się zrealizować swój plan, to po jakim czasie od chwili dokonania kradzieży, dotarłby do nas krzyk oburzenia grupy dzieci oddalonych od nas o $s = 75$ m. Zakładamy, że dzieci obserwowały bezchmurne, wieczorne niebo w czasie pełni Księżyca.
$R = 384000$ km – odległość Księżyca od Ziemi.

O 3.43. (3 pkt)
Czy jest możliwe, aby pocisk wystrzelony pionowo w górę z prędkością początkową $v_0 = 100$ m/s został doścignięty, zanim zacznie spadać, przez dźwięk powstały przy wystrzale?

O 3.44. (1 pkt)
Jaka powinna być minimalna odległość pomiędzy przeciwległymi ścianami pomieszczenia, aby chłopiec stojący w nim pośrodku usłyszał echo swojego głosu? Człowiek słyszy jako oddzielne dwa dźwięki, które następują po sobie nie wcześniej niż $\Delta t = 0{,}1$ s.

O 3.45. (3 pkt)
Dwa identyczne kamertony, których częstotliwość $f = 450$ Hz uderzają równocześnie w dwa różne końce szyny stalowej o długości $l = 30$ m. Czy w odległości 10 m od jednego z końców szyny usłyszymy dźwięk? Prędkość dźwięku w tej stali $v = 4500$ m/s. Czy w innej odległości od końca szyny równie dobrze usłyszymy dźwięk kamertonów?

ZESTAW PYTAŃ ZAMKNIĘTYCH

Z 3.1. (1 pkt) 1984/F
Ciało wykonuje drgania harmoniczne o okresie T = 3 s i amplitudzie A = 10 cm. W chwili początkowej znajduje się w położeniu równowagi. Po upływie 1/4 sekundy odległość ciała od położenia równowagi wyniesie:

☐ **A)** 2 cm ☐ **B)** 5 cm ☐ **C)** 7 cm ☐ **D)** 10 cm

Z 3.2. (1 pkt)
Ruch harmoniczny powoduje:

☐ **A)** stała siła
☐ **B)** stała siła co do wartości lecz zmienna co do kierunku
☐ **C)** siła odwrotnie proporcjonalna do wychylenia
☐ **D)** siła wprost proporcjonalna do wychylenia i o zwrocie zawsze z nim zgodnym
☐ **E)** siła wprost proporcjonalna do wychylenia i o zwrocie zawsze przeciwnym do niego

Z 3.3. (1 pkt)
W ruchu harmonicznym prostym o równaniu $X = 2\sin\left(0.2\Pi t + \frac{\Pi}{2}\right)$ okres drgań i amplituda wynoszą odpowiednio:

☐ **A)**	0.4Π s	0.5m	
☐ **B)**	5 s	2m	
☐ **C)**	0.4 s	5m	
☐ **D)**	10s	2m	
☐ **E)**	0.8s	5m	

Z 3.4. (1 pkt)
Okres drgań punktu materialnego drgającego ruchem harmonicznym prostym, dla którego po czasie $t = 1\text{s}$ wychylenie z położenia równowagi $X = \frac{\sqrt{2}}{2}A$, gdzie **A**– amplituda, wynosi: (Faza początkowa $\phi_0 = 0$)

☐ **A)** 4s ☐ **B)** $\frac{\sqrt{2}}{2}$ s ☐ **C)** $\frac{1}{8}$ s ☐ **D)** 8s ☐ **E)** 1s

Z 3.5. (1 pkt)

Średnia prędkość w ruchu harmonicznym prostym, dla którego amplituda A = 0.02m, a okres T = 1s, wynosi:

☐ **A)** $0.01\,\frac{m}{s}$ ☐ **B)** $0.04\,\frac{m}{s}$ ☐ **C)** $0.08\,\frac{m}{s}$ ☐ **D)** $0.8\,\frac{m}{s}$ ☐ **E)** $0.1\,\frac{m}{s}$

Z 3.6. (1 pkt)

Faza początkowa w ruchu harmonicznym, opisanym równaniem $x = A\sin(\omega t + \phi_0)$, przy założeniu, że w chwili t = 0 wychylenie jest równe amplitudzie, wynosi:

☐ **A)** Π ☐ **B)** 2Π ☐ **C)** 0 ☐ **D)** $\frac{1}{2}\Pi$ ☐ **E)** $\frac{3}{4}\Pi$

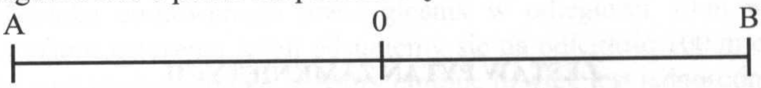
Z 3.7. (1 pkt) 1986/L

Punkt materialny wykonujący drgania harmoniczne o okresie T jest w chwili czasu $t_0 = 0$ w maksymalnej odległości od położenia równowagi. Odległość ta zmaleje do połowy w chwili:

☐ **A)** $t = \frac{T}{8}$ ☐ **B)** $t = \frac{T}{6}$ ☐ **C)** $t = \frac{T}{4}$ ☐ **D)** $t = \frac{T}{2}$

Z 3.8. (1 pkt) 1989/L

Punkt materialny wykonuje drgania harmoniczne między punktami A - B (rys.), gdzie 0 jest jego położeniem równowagi. Z A do 0 punkt ten porusza się ruchem:



☐ **A)** przyspieszonym ☐ **C)** jednostajnie przyspieszonym

☐ **B)** opóźnionym ☐ **D)** jednostajnie opóźnionym

Z 3.9. (1 pkt) 1987/L

Ciało wykonujące drgania harmoniczne o amplitudzie 5cm osiąga maksymalną prędkość $20\,\frac{cm}{s}$.

Maksymalne przyspieszenie ciała ma wartość:

☐ **A)** $4\,\frac{cm}{s^2}$ ☐ **B)** $40\,\frac{cm}{s^2}$ ☐ **C)** $80\,\frac{cm}{s^2}$ ☐ **D)** $100\,\frac{cm}{s^2}$

Z 3.10. (1 pkt) 1989/F

Ciało wykonuje drgania harmoniczne. W punkcie największego wychylenia z położenia równowagi:

☐ **A)** prędkość ciała i jego przyspieszenie są maksymalne

☐ **B)** prędkość ciała i jego przyspieszenie są równe zeru

☐ **C)** prędkość ciała jest maksymalna, a przyspieszenie równe zeru

☐ **D)** prędkość ciała jest równa zeru, a przyspieszenie maksymalne

Z 3.11. (1 pkt)

Przedziały czasu odpowiadające odcinkom **AB** i **AC** na rysunku, jeżeli częstotliwość w tym ruchu harmonicznym f = 250Hz, wynoszą odpowiednio:

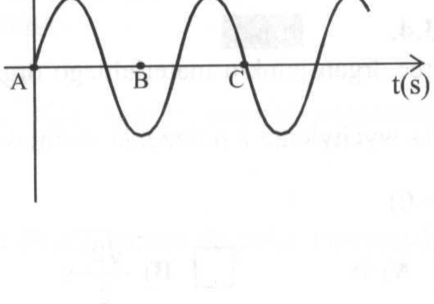
☐ **A)** $4\cdot10^{-3}$s $6\cdot10^{-3}$s

☐ **B)** $6\cdot10^{-3}$s $4\cdot10^{-3}$s

☐ **C)** $6\cdot10^{-3}$s $3\cdot10^{-3}$s

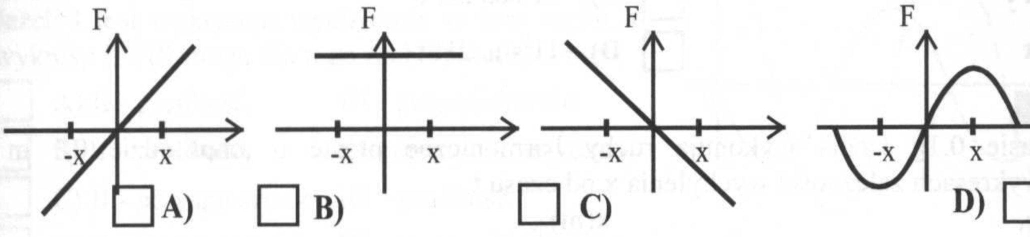
☐ **D)** $3\cdot10^{-3}$s $6\cdot10^{-3}$s

☐ **E)** żadna z podanych



Z 3.12. (1 pkt) 1983/F

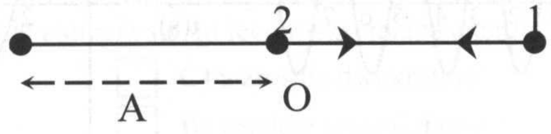
Siła działająca na punkt materialny drgający ruchem harmonicznym prostym jest przedstawiona poprawnie na rysunku:



☐ **A)** ☐ **B)** ☐ **C)** **D)** ☐

Tekst dotyczy zadań Z 3.13, 3.14, 3.15, 3.16.

Punkty 1 i 2 (rys.) drgają ruchem harmonicznym prostym względem punktu 0 o amplitudzie A i okresie T.



Z 3.13. (1 pkt)

Czas, po którym oba punkty spotkają się, wynosi:

☐ **A)** T ☐ **B)** T/2 ☐ **C)** T/8 ☐ **D)** T/6

Z 3.14. (1 pkt)

Odległość, w której spotkają się punkty 1, 2, liczona od położenia równowagi O jest:

☐ **A)** $\frac{1}{4}$ A ☐ **B)** $\frac{\sqrt{2}}{2}$ A ☐ **C)** $\frac{1}{2}$ A ☐ **D)** $\frac{1}{3}$ A

Z 3.15. (1 pkt)

Prędkości punktów w chwili spotkania spełniają relację:

☐ **A)** $V_1 = 2\,V_2$ ☐ **B)** $V_1 = 0{,}5\,V_2$ ☐ **C)** $V_1 = V_2$ ☐ **D)** $V_1 = 3V_2$

Z 3.16. (1 pkt)

Punkty 1 i 2 w czasie od $t_0 = 0$ do $t = \frac{T}{4}$ poruszają się ruchem:

		punkt 1	punkt 2
☐	**A)**	Jednostajnie opóźnionym	jednostajnie przyspieszonym
☐	**B)**	Niejednostajnie przyspieszonym	niejednostajnie opóźnionym
☐	**C)**	Niejednostajnie opóźnionym	niejednostajnie przyspieszonym
☐	**D)**	Jednostajnym	jednostajnym

Z 3.17. (1 pkt) 2004/L

Ciało wykonujące drgania harmoniczne o amplitudzie *A* posiada maksymalne przyspieszenie *a*. Okres drgań tego ciała można wyrazić wzorem:

☐ **A)** $T = 2\pi\sqrt{\frac{a}{A}}$ ☐ **B)** $T = 2\pi\sqrt{\frac{A}{a}}$ ☐ **C)** $T = 4\pi^2\sqrt{\frac{A}{a}}$ ☐ **D)** $T = 4\pi^2\sqrt{\frac{a}{A}}$

Z 3.18. (1 pkt) 1999/L

Ciało wykonuje drgania harmoniczne o okresie T = 4 s i amplitudzie A = 0,2 m. Wartość przyspieszenia *a* i prędkości *v* ciała w położeniu maksymalnego wychylenia w przybliżeniu są równe:

☐ **A)** a = 0, v = 0,5 m/s ☐ **C)** a = 0, v = 0,3 m/s

☐ **B)** a = 0,3 m/s^2, v = 0 ☐ **D)** a = 0,5 m/s^2, v = 0

Z 3.19. (1 pkt)

Jeżeli amplituda w ruchu harmonicznym prostym X = A sin ωt wynosi 1cm, okres 2s, to prędkość chwilowa V wyrażona w cm/s dana jest wzorem:

☐ **A)** Πcos Π t ☐ **B)** Πcos 2Π t ☐ **C)** 2Πsin Π t ☐ **D)** 2Πcos 2Π t

Z 3.20. (1 pkt)

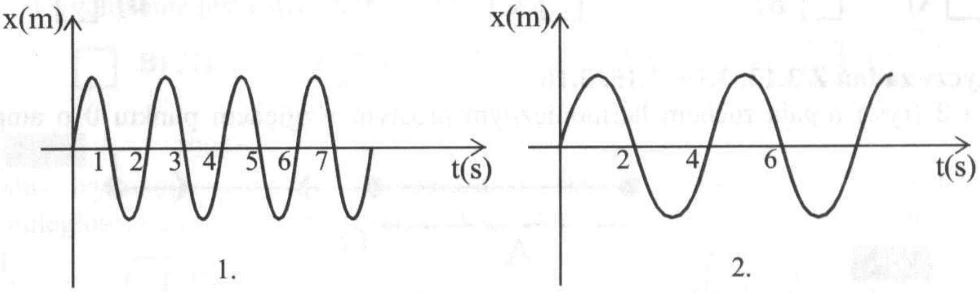
Chwilowa wartość przyspieszenia z poprzedniego zadania określona jest wyrażeniem:

☐ **A)** $-2\Pi^2\sin \Pi t$ ☐ **C)** $-\Pi^2\cos 2\Pi t$

☐ **B)** $-\Pi^2\sin \Pi t$ ☐ **D)** $-\Pi^2\sin 2\Pi t$

Z 3.21. (1 pkt)

Dwie kulki o masie 0,1g każda wykonują ruchy harmoniczne proste o amplitudzie 0,1 m przedstawione na wykresach zależności wychylenia x od czasu t.



Stosunek wychylenia 1 kulki do wychylenia 2 kulki po czasie t = 0,5 s wynosi:

☐ **A)** 1 ☐ **B)** $\frac{1}{2}$ ☐ **C)** $\sqrt{2}$ ☐ **D)** $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Z 3.22. (1 pkt) 2002/L

Ciężarek zawieszony na sprężynie przebywa drogę od położenia równowagi do skrajnego położenia w czasie 0,05 s. Częstotliwość drgań ciężarka jest równa:

☐ **A)** 2 s^{-1} ☐ **B)** 5 s^{-1} ☐ **C)** 8 s^{-1} ☐ **D)** 10 s^{-1}

Z 3.23. (1 pkt) 2001/L

Odważnik zawieszony na idealnej sprężynie wychylony o 4 cm z położenia równowagi ma przyspieszenie 3 m/s^2. Przyspieszenie 6 m/s^2 odważnik ten ma, gdy jest wychylony z położenia równowagi o:

☐ **A)** 1 cm ☐ **B)** 2 cm ☐ **C)** 8 cm ☐ **D)** 16 cm

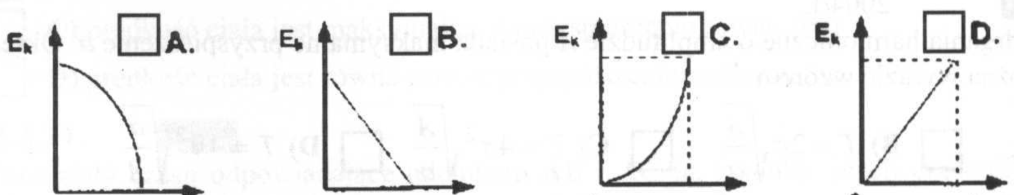
Z 3.24. (1 pkt) 1994/L

Ciało o masie m wykonuje drgania harmoniczne o okresie T. Jeżeli amplituda drgań jest równa A, to maksymalna wartość siły działającej na to ciało jest równa:

A) $\frac{2\pi Am}{T}$ ☐ **B)** $\frac{2\pi^2 Am}{T^2}$ ☐ **C)** $\frac{4\pi^2 Am}{T^2}$ ☐ **D)** $\frac{4\pi^2 A^2 m}{T^2}$ ☐ **E)** $\frac{4\pi^2 A^2 m^2}{T^2}$

Z 3.25. (1 pkt) 2000/L

Zależność energii kinetycznej E_k od wychylenia x w ruchu harmonicznym przedstawia wykres:



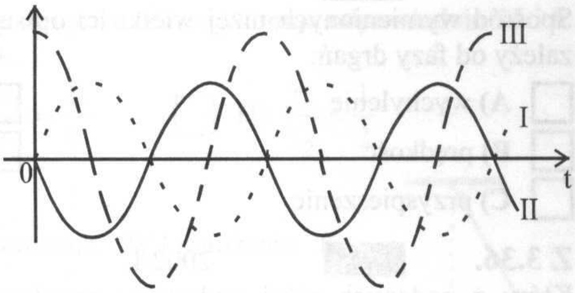
Z 3.26. (1 pkt) 1993/L

Maksymalna wartość energii kinetycznej ciała wykonującego drgania harmoniczne o amplitudzie A wynosi E. W punkcie położonym w odległości X = A/2 od położenia równowagi energia kinetyczna ciała będzie równa:

☐ **A)** $\frac{7}{8}$E ☐ **B)** $\frac{3}{4}$E ☐ **C)** $\frac{1}{2}$ E ☐ **D)** $\frac{1}{4}$E ☐ **E)** $\frac{1}{8}$

Z 3.27. (1 pkt) 1984/L

Wykresy przedstawione na rysunku odnoszą się do ruchu drgającego harmonicznego, dla $t_0 = 0$, $x_0 = 0$. Jeżeli I jest wykresem wychylenia w tym ruchu, to wykresy II i III mogą dla tego ruchu przedstawiać:



☐ **A)** II - prędkość, III - przyspieszenie
☐ **B)** II - prędkość, III - energię kinetyczną
☐ **C)** II - przyspieszenie, III – prędkość
☐ **D)** II - przyspieszenie, III - energię kinetyczną

Z 3.28. (1 pkt) 1990 /L

Punkt materialny wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie A i okresie T. Jeżeli zwiększymy dwukrotnie okres drgań, a amplituda nie zmienia się, to jego maksymalna energia kinetyczna:

☐ **A)** nie ulegnie zmianie ☐ **C)** wzrośnie dwukrotnie
☐ **B)** zmaleje dwukrotnie ☐ **D)** zmaleje czterokrotnie

Z 3.29. (1 pkt) 1983/L

Wartości energii potencjalnej E_p i kinetycznej E_k punktu materialnego drgającego ruchem harmonicznym prostym przedstawiają wyrażenia:

☐ **A)** $E_p = 0.5\ m\ \omega^2\ A^2 \sin^2 \omega\ t$ $E_k = 0.5\ m\ \omega^2\ A^2 \cos^2 \omega\ t$
☐ **B)** $E_p = 0.5\ mx^2$ $E_k = 0.5\ kv^2$
☐ **C)** $E_p = 0.5\ mv^2$ $E_k = 0.5\ mx^2$
☐ **D)** $E_p = 0.5\ m\ \omega^2\ A^2 \sin \omega\ t$ $E_k = 0.5\ m\ \omega^2\ A^2 \cos \omega\ t$

Z 3.30. (1 pkt) 2003/L

Ciało wykonuje drgania harmoniczne. W chwili, gdy wychylenie ciała jest równe amplitudzie, osiąga ono maksymalne wartości:

☐ **A)** prędkości i energii potencjalnej ☐ **C)** przyspieszenia i energii kinetycznej
☐ **B)** prędkości i energii kinetycznej ☐ **D)** przyspieszenia i energii potencjalnej

Z 3.31. (1 pkt) 2001/L

Ciało o masie m = 0,01 kg wykonuje drgania harmoniczne, przy czym maksymalny pęd ciała $p = 2\cdot10^{-3}$ kg·m/s. W położeniu maksymalnego wychylenia energia potencjalna ciała jest równa:

☐ **A)** 10^{-2} J ☐ **B)** $2\cdot10^{-2}$ J ☐ **C)** 10^{-4} J ☐ **D)** $2\cdot10^{-4}$ J

Z 3.32. (1 pkt) 2003/L

Ciężarek zawieszony na sprężynie wykonuje drgania o amplitudzie $A = 0{,}05$ m i częstotliwości $\nu = \frac{2}{\pi}$ Hz . Prędkość ciężarka w chwili przejścia przez położenie równowagi jest równa:

☐ **A)** 0,1 m/s ☐ **B)** 0,2 m/s ☐ **C)** $0{,}1\cdot\pi$ m/s ☐ **D)** $0{,}2\cdot\pi$ m/s

Z 3.33. (1 pkt) 1988/F

Jeżeli maksymalna energia kinetyczna punktu wykonującego drgania harmoniczne wynosi E_0 , to w odległości od położenia równowagi równej trzy czwarte amplitudy, energia ta jest równa:

☐ **A)** $\frac{1}{16}E_0$ ☐ **B)** $\frac{7}{16}E_0$ ☐ **C)** $\frac{9}{16}E_0$ ☐ **D)** $\frac{15}{16}E_0$

Z 3.34. (1 pkt) 1985/L

Jak zmieni się energia drgań harmonicznych jeżeli zarówno okres, jak i amplitudę zwiększymy dwa razy:

☐ **A)** wzrośnie 4 razy ☐ **C)** nie zmieni się
☐ **B)** zmaleje 2 razy ☐ **D)** wzrośnie 16 razy

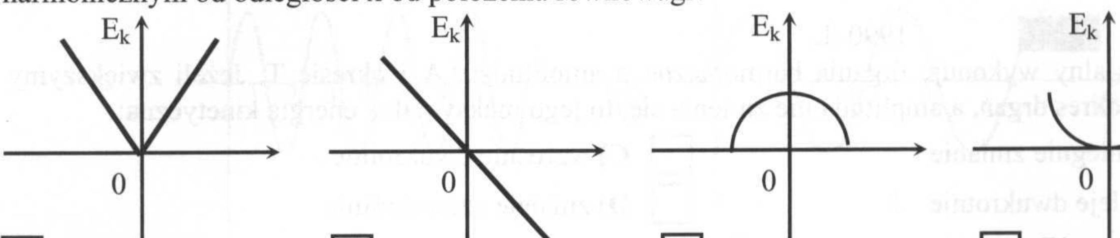
Z 3.35. (1 pkt) 1994/L

Spośród wymienionych niżej wielkości opisujących ruch harmoniczny wskaż tę, której wartość nie zależy od fazy drgań:

☐ **A)** wychylenie
☐ **B)** prędkość
☐ **C)** przyspieszenie
☐ **D)** siła
☐ **E)** energia całkowita

Z 3.36. (1 pkt) 2002/L

Który z podanych niżej wykresów przedstawia zależność energii potencjalnej E_p ciała w ruchu harmonicznym od odległości x od położenia równowagi?



☐ **A)** ☐ **B)** ☐ **C)** ☐ **D)**

Z 3.37. (1 pkt) 1997/L

Pod działaniem siły F = 10 N sprężyna wydłuża się o 0.1 m. Jeżeli na takiej sprężynie zawiesimy ciało o masie m = 4 kg i wprawimy w ruch drgający to częstość kołowa ω drgań będzie wynosiła:

☐ **A)** $\frac{1}{5}$ s^{-1} ☐ **B)** $\frac{1}{2}$ s^{-1} ☐ **C)** 2 s^{-1} ☐ **D)** 5 s^{-1}

Z 3.38. (1 pkt) 1984/F

W ruchu drgającym wahadła matematycznego siła ciężkości stanowi czynnik sprawiający, że:

☐ **A)** ruch ten zanika
☐ **B)** ruch ten jest możliwy
☐ **C)** prędkość ruchu zmienia się nieliniowo
☐ **D)** okres drgań jest niezależny od amplitudy

Z 3.39. (1 pkt) 2002/L

Jeżeli amplituda ruchu harmonicznego ciała zwiększy się dwukrotnie, a okres drgań tego ciała zmniejszy się dwukrotnie, to całkowita energia ciała:

☐ **A)** wzrośnie czterokrotnie
☐ **B)** wzrośnie ośmiokrotnie
☐ **C)** wzrośnie szesnastokrotnie
☐ **D)** nie zmieni się

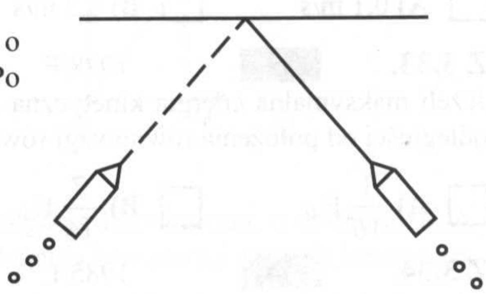
Z 3.40. (1 pkt) 1985/L

W wagonie poruszającym się poziomo z przyspieszeniem a zawieszono wahadło matematyczne o długości l. Okres wahań wahadła jest:

☐ **A)** $2\Pi\sqrt{l/(g+a)}$ ☐ **B)** $2\Pi\sqrt{l/g}$ ☐ **C)** $2\Pi\sqrt{l/(g-a)}$ ☐ **D)** $2\Pi\sqrt[4]{l^2/(g^2+a^2)}$

Z 3.41. (1 pkt) 1984/L

Na długiej nierozciągliwej nici zawieszono małe naczynko o znikomej masie z wodą, która wypływa przez otwór w dnie. Po wprawieniu takiego wahadła w ruch drgający, okres drgań T:



☐ **A)** pozostanie stały, ponieważ $T = 2\Pi\sqrt{l/g}$
☐ **B)** będzie się zmniejszał, ponieważ $T = 2\Pi\sqrt{m/K}$
☐ **C)** będzie się zmniejszał, ponieważ siła F = - mg x / l
☐ **D)** będzie się zwiększał, ponieważ obniżać się będzie środek masy

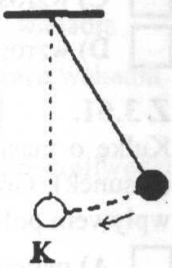
Z 3.42. (1 pkt) 1986/F

Dwa wahadła matematyczne o długościach l_1 i l_2 w tym samym czasie wykonują odpowiednio 16 i 8 wahnień. Okresy tych wahadeł T_1 i T_2 spełniają związek:

☐ **A)** $\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{1}$ ☐ **B)** $\frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{1}$ ☐ **C)** $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{4}$ ☐ **D)** $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$

Z 3.43. (1 pkt) 2001/L

Kulka zawieszona na nici wykonuje drgania harmoniczne. W położeniu K *(rysunek)* kulka osiąga maksymalną wartość:



☐ **A)** pędu ☐ **C)** wychylenia

☐ **B)** przyspieszenia ☐ **D)** energii potencjalnej

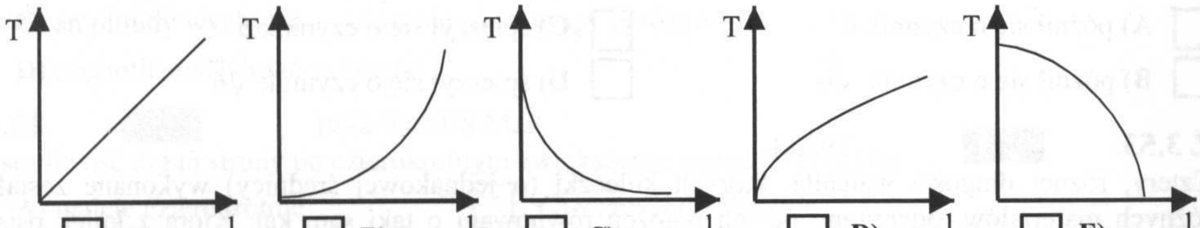
Z 3.44. (1 pkt)

Okres drgań wahadła sekundowego w spadającej swobodnie windzie wynosi:

☐ **A)** 1s ☐ **B)** 2 s ☐ **C)** 0.5 s ☐ **D)** nieskończoność ☐ **E)** 0 s

Z 3.45. (1 pkt) 1990/L; 1994/L

Zależność okresu wahadła matematycznego od jego długości poprawnie przedstawia wykres:



☐ **A)** ☐ **B)** ☐ **C)** ☐ **D)** ☐ **E)**

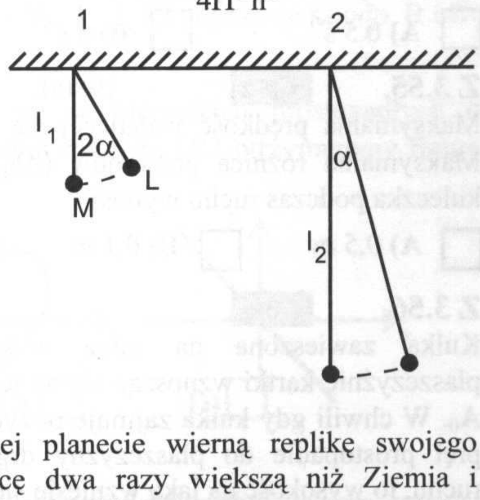
Z 3.46. (1 pkt)

Wahadło matematyczne wykonuje n wahnięć w ciągu czasu t. Długość wahadła wyrażona jest wzorem:

☐ **A)** $\frac{gt}{2\Pi n}$ ☐ **B)** $\frac{g^2 t^2}{2\Pi n}$ ☐ **C)** $\frac{2\Pi tg}{n}$ ☐ **D)** $\frac{gt^2}{4\Pi^2 n^2}$

Z 3.47. (1 pkt) 1993/L

Dwa wahadła matematyczne o długościach l_1 i $l_2 = 4\,l_1$ odchylono od pionu tak jak na rysunku. Czas potrzebny na zakreślenie łuku LM wynosił 1 s. Okres drgań drugiego wahadła jest równy :



☐ **A)** 1 s ☐ **D)** 8 s

☐ **B)** 2 s ☐ **E)** 16 s

☐ **C)** 4 s

Z 3.48. (1 pkt) 1995/MIS MaP

Astronauta postanowił zabrać na wieloletni pobyt na innej planecie wierną replikę swojego ulubionego zegara wahadłowego. Jeżeli planeta ma średnicę dwa razy większą niż Ziemia i zbudowana jest z takich samych minerałów, a zegar ma chodzić prawidłowo, to astronauta powinien zlecić zegarmistrzowi wykonanie repliki w skali:

☐ **A)** 8:1 ☐ **B)** 2:1 ☐ **C)** 1:1 ☐ **D)** 1:2

Z 3.49. (1 pkt) 1995/MIS MaP

W windzie powieszono wahadłowy zegar ścienny. Zegar będzie się spieszył, gdy winda:

☐ **A)** jedzie z przyspieszeniem skierowanym w górę ☐ **C)** spada swobodnie

☐ **B)** jedzie z przyspieszeniem skierowanym w dół ☐ **D)** stoi w miejscu

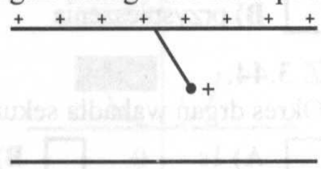
Z 3.50. (1 pkt)

Zmniejszenie długości wahadła matematycznego o połowę spowoduje:

- [ ] **A)** dwukrotny wzrost okresu drgań
- [ ] **B)** dwukrotne zmniejszenie częstotliwości drgań
- [ ] **C)** wzrost okresu $\sqrt{2}$ razy
- [ ] **D)** wzrost $\sqrt{2}$ razy częstotliwości drgań

Z 3.51. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Kulkę o masie m, naładowaną dodatnio, zawieszono na nitce o długości L wewnątrz kondensatora (rysunek). Górna okładka kondensatora naładowana jest dodatnio. Okres drgań takiego wahadła pod wpływem pola elektrycznego:



- [ ] **A)** maleje
- [ ] **B)** nie zmienia się
- [ ] **C)** rośnie
- [ ] **D)** ruch przestaje być harmoniczny

Z 3.52. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Zegar wahadłowy zawieziono z Ziemi na Księżyc (6-krotnie słabsze przyciąganie grawitacyjne). Zegar będzie:

- [ ] **A)** późnił się o czynnik 6
- [ ] **B)** późnił się o czynnik $\sqrt{6}$
- [ ] **C)** śpieszył się o czynnik 6
- [ ] **D)** śpieszył się o czynnik $\sqrt{6}$

Z 3.53. (1 pkt) 1980/L

Cztery, różnej długości wahadła, których kuleczki (o jednakowej średnicy) wykonane zostały z różnych materiałów, odchylono od ich położeń równowagi o taki sam kąt. Która z kulek osiągać będzie podczas drgań wahadeł największą prędkość maksymalną;

- [ ] **A)** kulka zawieszona na najdłuższej nici
- [ ] **B)** kulka zawieszona na najkrótszej nici
- [ ] **C)** kulka o najmniejszej masie
- [ ] **D)** kulka o największej masie

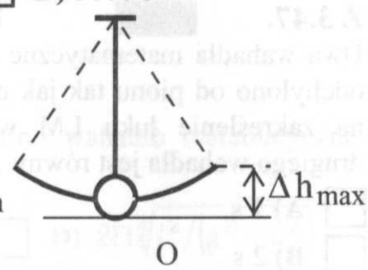
Z 3.54. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Silnik o masie 10 kg ugina płytę stalową, na której stoi o 1 cm. Częstotliwość rezonansowa drgań tego układu wynosi w przybliżeniu:

- [ ] **A)** 0.5 s^{-1}
- [ ] **B)** 5 s^{-1}
- [ ] **C)** 500 s^{-1}
- [ ] **D)** 5000 s^{-1}

Z 3.55. (1 pkt) 1980/L

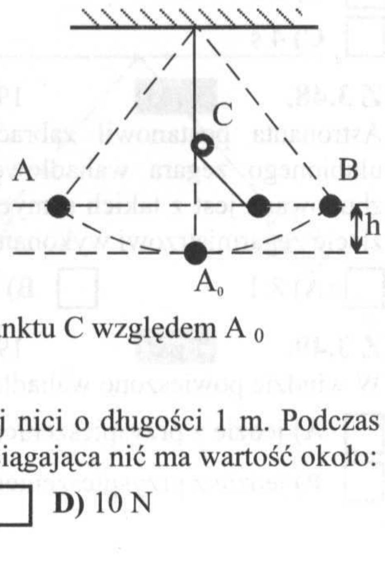
Maksymalna prędkość wahającej się kuleczki (rys.) wynosi 1m/s. Maksymalna różnica poziomów (Δh_{max}), na których znajduje się kuleczka podczas ruchu wynosi:



- [ ] **A)** 0,5 m
- [ ] **B)** 0,1 m
- [ ] **C)** 0,05 m
- [ ] **D)** 0,01 m

Z 3.56. (1 pkt)

Kulka zawieszona na nitce wykonuje ruch wahadłowy w płaszczyźnie kartki wznosząc się na wysokość **h** względem poziomu A_0. W chwili gdy kulka zajmuje pozycję **A** ustawiamy w punkcie **C** pręt prostopadle do płaszczyzny drgań. Jeżeli pominiemy opory ruchu, to wysokość na jaką wzniesie się kulka jest:



- [ ] **A)** większa niż h
- [ ] **B)** mniejsza niż h
- [ ] **C)** mniejsza lub większa w zależności od wysokości ustawienia punktu C względem A_0
- [ ] **D)** taka sama
- [ ] **E)** równa się połowie wysokości h

Z 3.57. (1 pkt) 1986/L

Wahadło składa się z kulki o masie 0,5 kg zawieszonej na nieważkiej nici o długości 1 m. Podczas wahań kulka osiąga maksymalną prędkość 1,4 m/s. Największa siła naciągająca nić ma wartość około:

- [ ] **A)** 4 N
- [ ] **B)** 5 N
- [ ] **C)** 6 N
- [ ] **D)** 10 N

Z 3.58. (1 pkt)

Podczas ruchu wahadła matematycznego siła napinająca nić jest:

☐ **A)** we wszystkich punktach toru taka sama

☐ **B)** największa przy maksymalnym wychyleniu z położenia równowagi lecz mniejsza od ciężaru wahadła

☐ **C)** największa przy przechodzeniu przez położenie równowagi i większa od ciężaru wahadła

☐ **D)** największa przy przechodzeniu przez położenie równowagi lecz mniejsza od ciężaru wahadła

Z 3.59. (1 pkt) 1998/L

Ciężarek zawieszony na sprężynie wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie 5 cm i częstotliwości $4/\pi$ Hz. W chwili przejścia przez położenie równowagi ciężarek ma prędkość:

☐ **A)** 0,2 m/s ☐ **B)** 0,3 m/s ☐ **C)** 0,4 m/s ☐ **D)** 0,5 m/s

Z 3.60. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Warunek rezonansu dwóch oscylatorów jest spełniony gdy:

☐ **A)** amplitudy wychyleń z położenia równowagi są równe

☐ **B)** częstotliwości drgań są różne

☐ **C)** amplitudy wychyleń z położenia równowagi są różne

☐ **D)** częstotliwości drgań są równe

Z 3.61. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

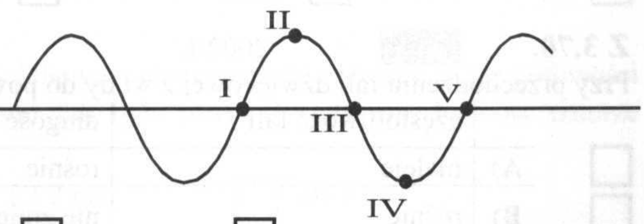
Częstotliwość drgań struny po czterokrotnym zwiększeniu napinającej ją siły:

☐ **A)** maleje czterokrotnie ☐ **C)** wzrasta dwukrotnie

☐ **B)** maleje dwukrotnie ☐ **D)** wzrasta czterokrotnie

Z 3.62. (1 pkt)

Rysunek przedstawia chwilowe położenie punktów węża gumowego drgającego w płaszczyźnie rysunku:

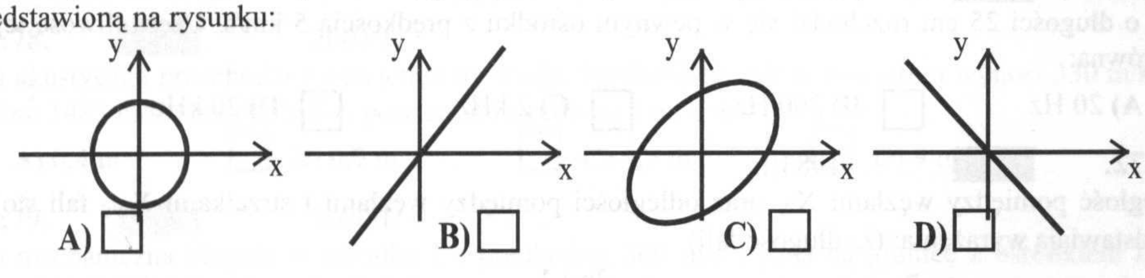


Fazy przeciwne posiadają punkty:

☐ **A)** I,III i V ☐ **B)** II i IV ☐ **C)** I i III ☐ **D)** IV i V ☐ **E)** poprawne są odp. B i C

Z 3.63. (1 pkt) 1982/L

W wyniku złożenia drgań harmonicznych odbywających się w kierunkach prostopadłych o jednakowych okresach i amplitudach, przy przesunięciu fazowym równym $\Pi/2$ otrzymujemy figurę przedstawioną na rysunku:



A) ☐ **B)** ☐ **C)** ☐ **D)** ☐

Z 3.64. (1 pkt) 1984/F

Odległość między kolejnymi grzbietami fal rozchodzących się na powierzchni jeziora wynosi l = 6 m. Położona na wodzie piłka wykonuje drgania o okresie T = 4 s. Prędkość rozchodzenia się fali na wodzie wynosi:

☐ **A)** 0,375 m/s ☐ **B)** 0,66 m/s ☐ **C)** 1,5 m/s ☐ **D)** 3 m/s

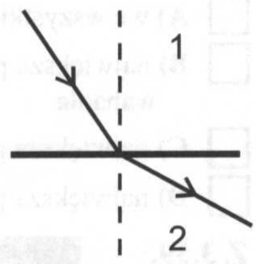
Z 3.65. (1 pkt) 1983/F

Przy przejściu fali przez granicę dwóch ośrodków zmienia się:

☐ **A)** częstotliwość fali ☐ **B)** faza ☐ **C)** długość ☐ **D)** okres drgań

Z 3.66. (1 pkt) 1996/L

Na podstawie rysunku, który przedstawia załamanie fali można stwierdzić, że prędkość rozchodzenia się V, długość λ i częstotliwość f fali w ośrodkach 1 i 2 spełniają relację:



- ☐ **A)** $V_1 < V_2$ $\lambda_1 > \lambda_2$ $f_1 = f_2$
- ☐ **B)** $V_1 = V_2$ $\lambda_1 > \lambda_2$ $f_1 < f_2$
- ☐ **C)** $V_1 > V_2$ $\lambda_1 = \lambda_2$ $f_1 > f_2$
- ☐ **D)** $V_1 < V_2$ $\lambda_1 < \lambda_2$ $f_1 = f_2$

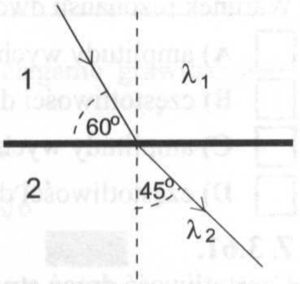
Z 3.67. (1 pkt)

Przez pewien ośrodek przechodzi fala podłużna o amplitudzie A=0.2m i długości λ = 10m. Maksymalna prędkość drgań cząsteczek ośrodka (prędkość fali w tym ośrodku V=1540 m/s) wynosi około:

☐ **A)** 340 m/s ☐ **B)** 1.523 m/s ☐ **C)** 193 m/s ☐ **D)** 0.152 m/s ☐ **E)** 1540 m/s

Z 3.68. (1 pkt)

Fala mechaniczna przechodzi z ośrodka 1 do 2. Z rysunku wynika, że stosunek długości fal λ_1/λ_2 wynosi:



☐ **A)** $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ☐ **B)** 1 ☐ **C)** $\sqrt{3}$ ☐ **D)** $2\sqrt{2}$

Z 3.69. (1 pkt) 2003/L

W sznurze wytworzono falę stojącą o okresie 0,06 s i prędkości 30 m/s. Odległość między węzłem i najbliższą strzałką wynosiła:

☐ **A)** 0,45 m ☐ **B)** 0,90 m ☐ **C)** 1,35 m ☐ **D)** 1,80 m

Z 3.70. (1 pkt) 2002/L

Przy przechodzeniu fali dźwiękowej z wody do powietrza:

	częstotliwość fali	długość fali
☐ **A)**	maleje	rośnie
☐ **B)**	rośnie	nie zmienia się
☐ **C)**	nie zmienia się	maleje
☐ **D)**	nie zmienia się	rośnie

Z 3.71. (1 pkt) 2000/L

Fala o długości 25 cm rozchodzi się w pewnym ośrodku z prędkością 5 km/s. Częstotliwość tej fali jest równa:

☐ **A)** 20 Hz ☐ **B)** 200 Hz ☐ **C)** 2 kHz ☐ **D)** 20 kHz

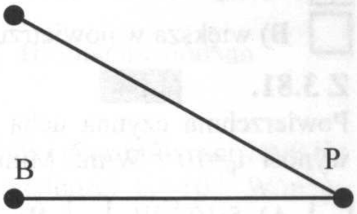
Z 3.72. (1 pkt) 1983/L

Odległość pomiędzy węzłami X_W oraz odległości pomiędzy węzłami i strzałkami X_{WS} fali stojącej przedstawiają wyrażenia: (λ–długość fali)

- ☐ **A)** $X_W = \frac{n}{2}\lambda$ $X_{WS} = \frac{2n+1}{4}\lambda$ n = 0, 1, 2, 3...
- ☐ **B)** $X_W = n\cdot\lambda$ $X_{WS} = n\cdot\lambda$ n = 0, 1, 2, 3...
- ☐ **C)** $X_W = \frac{n}{4}\lambda$ $X_{WS} = \frac{n}{2}\lambda$ n = 1, 2, 3...
- ☐ **D)** $X_W = \frac{2n+1}{4}\lambda$ $X_{WS} = \frac{n}{4}\lambda$ n = 0,1,2,3...

Z 3.73. (1 pkt)

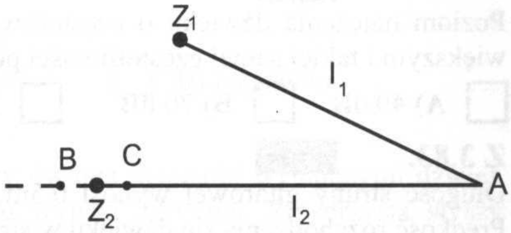
Identyczne fale wychodzące z punktów **A** i **B** (rysunek) do punktu spotkania **P** przebywają odpowiednio drogi AP = 7.5m oraz BP = 5m. Jeżeli długość fal wynosi λ = 1m , to w punkcie **P** nastąpi:



- ☐ **A)** wzmocnienie
- ☐ **B)** wygaszenie
- ☐ **C)** wygaszenie lub wzmocnienie w zależności od tego czy fazy drgań obu źródeł są zgodne czy przeciwne
- ☐ **D)** wygaszenie jeżeli fazy drgań źródeł są zgodne
- ☐ **E)** poprawne są odpowiedzi C i D

Z 3.74. (1 pkt)

Dwa spójne źródła Z_1 i Z_2 drgające w tej samej fazie są odległe od punktu A odpowiednio o l_1 i l_2. W wyniku interferencji w punkcie tym następuje maksymalne wzmocnienie. Aby w punkcie A powstało całkowite wygaszenie, należy źródło Z_2 przesunąć w kierunku:



- ☐ **A)** punktu C o odległość $\lambda/2$
- ☐ **C)** punktu B o odległość $\lambda/2$
- ☐ **B)** punktu B o odległość λ
- ☐ **D)** poprawne są odpowiedzi A, C

Z 3.75. (1 pkt) 2000/L

Fala stojąca o częstotliwości 200 Hz powstaje w ośrodku, w którym jej prędkość wynosi 400 m/s. Odległość między sąsiednimi strzałkami tej fali wynosi:

☐ **A)** 2 m ☐ **B)** 1 m ☐ **C)** 0,5 m ☐ **D)** 0,25 m

Z 3.76. (1 pkt) 1999/L

Na sznurze przymocowanym jednym końcem do ściany, wytworzono falę stojącą o częstotliwości ν = 10 Hz. Odległość między sąsiednimi węzłami fali była równa l = 20 cm. Fala na sznurze rozchodziła się z prędkością:

☐ **A)** 0,2 m/s ☐ **B)** 0,4 m/s ☐ **C)** 2 m/s ☐ **D)** 4 m/s

Z 3.77. (1 pkt) 1993/L

Odległość między dwoma sąsiednimi strzałkami fali stojącej wynosi 40 cm. Długość tej fali jest równa:

☐ **A)** 10 cm ☐ **B)** 20 cm ☐ **C)** 40 cm ☐ **D)** 80 cm ☐ **E)** 160 cm

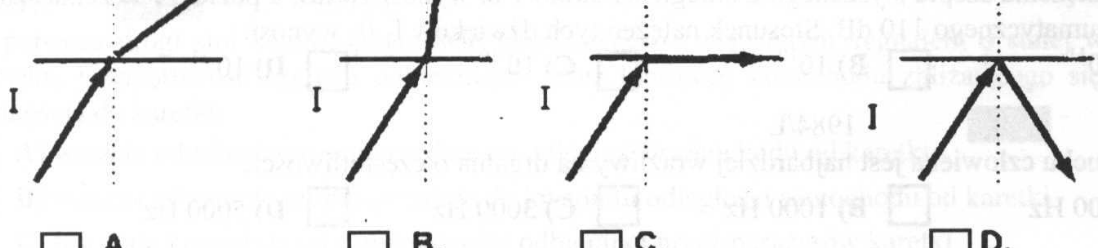
Z 3.78. (1 pkt) 2003/L

Fala akustyczna przechodzi z powietrza do wody. Prędkość tej fali w powietrzu wynosi 330 m/s, a w wodzie 1485 m/s. Długość fali w powietrzu jest równa 2 m, a w wodzie:

☐ **A)** 0,4 m ☐ **B)** 0,9 m ☐ **C)** 4,5 m ☐ **D)** 9 m

Z 3.79. (1 pkt) 2000/L

Fala mechaniczna biegnie w ośrodku I z prędkością 300 m/s i pada na granicę z ośrodkiem II pod kątem 30°. W ośrodku II prędkość fali wynosi 600 m/s. Poprawnie bieg fali przedstawia rysunek:



☐ **A.** ☐ **B.** ☐ **C.** ☐ **D.**

Z 3.80. (1 pkt) 1991/L

Prędkość fal dźwiękowych jest

☐ **A)** największa w próżni ☐ **C)** większa w wodzie niż w powietrzu

☐ **B)** większa w powietrzu niż w wodzie ☐ **D)** jednakowa we wszystkich ośrodkach

Z 3.81. (1 pkt)

Powierzchnia czynna ucha ludzkiego wynosi 5cm ^{2}, a natężenie progu słyszalności dla 1000Hz wynosi $I_0=10^{-12}$ W/m^2. Minimalna moc jaką może zarejestrować ludzkie ucho wynosi:

☐ **A)** $5\cdot10^{-12}$W ☐ **B)** $\frac{1}{5}\cdot10^{-12}$W ☐ **C)** $\frac{1}{5}\cdot10^{-8}$W ☐ **D)** $5\cdot10^{-16}$W ☐ **E)** $5\cdot10^{16}$W

Z 3.82. (1 pkt)

Poziom natężenia dźwięku o częstotliwości 1000Hz wynosi 40dB. Dźwięk o natężeniu 1000 razy większym i takiej samej częstotliwości posiada poziom natężenia:

☐ **A)** 40 dB ☐ **B)** 70 dB ☐ **C)** 30 dB ☐ **D)** 70 fonów ☐ **E)** poprawne są B i D

Z 3.83. (1 pkt)

Długość struny gitarowej wynosi 0.5m, a dźwięk wydawany przez nią ma częstotliwość 3000Hz. Prędkość rozchodzenia się dźwięku w strunie wynosi:

☐ **A)** 1500 m/s ☐ **B)** 6000 m/s ☐ **C)** 340 m/s ☐ **D)** 3000 m/s ☐ **E)** 680 m/s

Z 3.84. (1 pkt)

Częstotliwość tonu podstawowego wydawanego przez strunę wynosi f_0. Skracając strunę o 1/4 długości otrzymamy częstotliwość:

☐ **A)** 1 f_0 ☐ **B)** $\frac{1}{4}f_0$ ☐ **C)** $\frac{3}{4}f_0$ ☐ **D)** $\frac{1}{2}f_0$ ☐ **E)** $\frac{4}{3}f_0$

Z 3.85. (1 pkt) 2002/L

W czasie burzy usłyszano grzmot po upływie 3 s od chwili zaobserwowania błyskawicy. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 334 m/s, a prędkość światła $3\cdot10^8$ m/s. Odległość obserwatora od miejsca, w którym nastąpiło wyładowanie elektryczne wynosi około:

☐ **A)** 0,1 km ☐ **B)** 1 km ☐ **C)** 2 km ☐ **D)** 10 km

Z 3.86. (1 pkt) 1983/L

Poziom natężenia dwóch źródeł dźwięku różni się o 10 dB, gdy stosunek natężeń tych źródeł wynosi:

☐ **A)** 2 ☐ **B)** 10 ☐ **C)** 10 dB ☐ **D)** 100

Z 3.87. (1 pkt) 1980/L

Stopień natężenia hałasu jest subiektywnie oceniany przez różnych ludzi. Jednakże, powszechnie, za szkodliwy dla człowieka uznawany jest hałas o natężeniu:

☐ **A)** 20 do 40 dB ☐ **B)** 40 do 60 dB ☐ **C)** powyżej 85 dB ☐ **D)** powyżej 120 dB

Z 3.88. (1 pkt) 1989/L

Natężenie dźwięku zmieniło się z 10^{-10} W/m^2 na 10^{-6} W/m^2. Poziom natężenia dźwięku:

☐ **A)** zmalał o 20 decybeli ☐ **C)** zmalał o 40 decybeli

☐ **B)** wzrósł o 20 decybeli ☐ **D)** wzrósł o 40 decybeli

Z 3.89. (1 pkt) 1980/L

Poziom natężenia szeptu słyszanego z odległości około 1 m wynosi 10 dB, a poziom natężenia szumu młota pneumatycznego 110 dB. Stosunek natężeń tych dźwięków I_1/I_2 wynosi:

☐ **A)** 10^{11} ☐ **B)** 10^{10} ☐ **C)** 10^{-10} ☐ **D)** 10^{-11}

Z 3.90. (1 pkt) 1984/L

Narząd słuchu człowieka jest najbardziej wrażliwy na drgania o częstotliwości:

☐ **A)** 500 Hz ☐ **B)** 1000 Hz ☐ **C)** 3000 Hz ☐ **D)** 5000 Hz

Z 3.91. (1 pkt) 1981/F

Punktowe źródło dźwięku emituje energię równomiernie we wszystkich kierunkach. W każdej sekundzie całkowita wyemitowana energia wynosi 2 mJ. Natężenie fali akustycznej w W/m^2 w odległości 1 m od źródła ma wartość:

☐ **A)** $10^{-3} / (2\Pi)$ ☐ **B)** $3 \cdot 10^{-3}$ ☐ **C)** $2\,\Pi \cdot 10^{-3}$ ☐ **D)** inną niż podano

Z 3.92. (1 pkt) 1985/L

W pewnej odległości od punktowego źródła dźwięku o mocy $P = 4\Pi \cdot 10^{-4}$ W i częstotliwości 1000 Hz poziom natężenia dźwięku wynosi 40dB. Odległość ta jest równa (próg słyszalności $I_0 = 10^{-12}\ W/m^2$):

☐ **A)** 10 m ☐ **B)** 100 m ☐ **C)** 4100 m ☐ **D)** 2100 m

Z 3.93. (1 pkt) 1982/L

W wyniku zjawiska Dopplera słuchacz odbiera dźwięk o innej:

☐ **A)** barwie ☐ **B)** głośności ☐ **C)** wysokości ☐ **D)** natężeniu

Z 3.94. (1 pkt) 1982/L

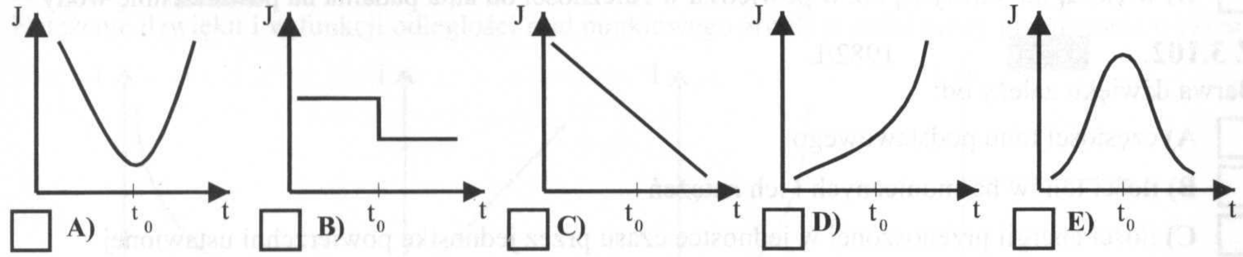
Rowerzysta jedzie z prędkością 3 m/s wzdłuż prostej między dwoma syrenami wydającymi dźwięk o częstości 500 Hz każda. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s. Rowerzysta słyszy dudnienie o częstotliwości równej w przybliżeniu:

☐ **A)** 0,45 Hz ☐ **B)** 1 Hz ☐ **C)** 4,5 Hz ☐ **D)** 9 Hz

Z 3.95. (1 pkt)

Na peronie, przez który przejeżdża pociąg ze stała prędkością, wydający dźwięk o częstotliwości f_0, stoi obserwator. Który z wykresów przedstawia zależność natężenia dźwięku od czasu:

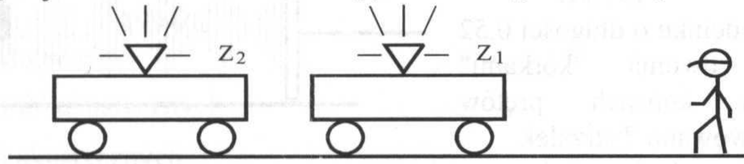
t_0 – czas w którym lokomotywa mija obserwatora



☐ **A)** ☐ **B)** ☐ **C)** ☐ **D)** ☐ **E)**

Z 3.96. (1 pkt) 1979/L

Dwa identyczne źródła dźwięku poruszając się z jednakową prędkością zbliżają się do obserwatora (por. rys.): Źródło Z_1 mija obserwatora w chwili t_1 , a źródło Z_2 w chwili t_2 . Obserwator słyszy dźwięk:



☐ **A)** o stałej wysokości, którego natężenie wzrasta między chwilami t_1 i t_2 , a maleje po chwili t_2

☐ **B)** o wysokości rosnącej do chwili t_1 , a malejącej po chwili t_2

☐ **C)** wyższy w czasie do chwili t_1 niż w czasie po chwili t_2 , a w czasie pomiędzy chwilami t_1 i t_2 słyszy dudnienia

☐ **D)** coraz wyższy i głośniejszy do chwili t_1 oraz niższy i słabszy po chwili t_2

Z 3.97. (1 pkt) 1999/L

Na poboczu drogi stoi karetka pogotowia ratunkowego z włączonym sygnałem o stałej wysokości dźwięku. Częstotliwość sygnału odbieranego przez kierowcę samochodu zbliżającego się ze stałą prędkością do karetki:

☐ **A)** wzrasta odwrotnie proporcjonalnie do odległości samochodu od karetki

☐ **B)** wzrasta odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości samochodu od karetki

☐ **C)** jest stała i mniejsza od częstotliwości odbieranej przez pasażerów karetki

☐ **D)** jest stała i większa od częstotliwości odbieranej przez pasażerów karetki

Z 3.98. (1 pkt)

W medycynie przemysłowej istotnym parametrem jest poziom natężenia dźwięku (wyrażany w dB). Poziom natężenia dźwięku w hali fabrycznej, gdzie pracują maszyny emitujące dźwięki o natężeniu dźwięku $10^{-2}\ \frac{W}{m^2}$ wynosi:

☐ **A)** 100 dB ☐ **B)** 10 dB ☐ **C)** 0.01 dB ☐ **D)** 1000 dB

Z 3.99. (1 pkt)

Jakie jest natężenie źródła dźwięku, którego poziom natężenia dźwięku wynosi 80 dB?

☐ **A)** $10^{-4}\ \frac{W}{m^2}$ ☐ **B)** $10^{-6}\ \frac{W}{m^2}$ ☐ **C)** $10^{-8}\ \frac{W}{m^2}$ ☐ **D)** $80\ \frac{W}{m^2}$

Z 3.100. (1 pkt)

Nietoperzowi w orientowaniu się w rozmieszczeniu przeszkód na drodze jego lotu i skutecznym ich omijaniu pomaga emitowanie i odbieranie:

☐ **A)** infradźwięków ☐ **C)** promieni ultrafioletowych

☐ **B)** ultradźwięków ☐ **D)** promieni podczerwonych

Z 3.101. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Fala dźwiękowa o zadanej częstości ma w wodzie długość:

☐ **A)** większą niż w powietrzu

☐ **B)** taką samą jak w powietrzu

☐ **C)** mniejszą niż w powietrzu

☐ **D)** większą lub mniejszą niż w powietrzu w zależności od kąta padania na powierzchnię wody

Z 3.102. (1 pkt) 1982/L

Barwa dźwięku zależy od:

☐ **A)** częstości tonu podstawowego

☐ **B)** ilości tonów harmonicznych i ich natężeń

☐ **C)** ilości energii przenoszonej w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni ustawionej prostopadle do promienia fali

☐ **D)** amplitudy drgań źródła

Z 3.103. (1 pkt) 1978/L

W rurze Kundta, na odcinku o długości 0,52 m, ograniczonym dwoma "korkami" umieszczonymi na końcach prętów metalowych, zaobserwowano 7 strzałek.

Długość fali głosowej rozchodzącej się w powietrzu wewnątrz rury wynosi:

☐ **A)** 4 cm ☐ **B)** 8 cm ☐ **C)** 16 cm ☐ **D)** 32 cm

Z 3.104. (1 pkt)

Echo, wywołane wystrzałem karabinowym, doszło do strzelca po upływie 4 s po wystrzale. Odległość,
w jakiej znajduje się przeszkoda, jeżeli prędkość dźwięku w powietrzu jest równa 340 m/s, wynosi:

☐ **A)** 1340 m ☐ **B)** 680 m ☐ **C)** 340 m ☐ **D)** 170 m

Z 3.105. (1 pkt)

Różnica faz między dwoma punktami ośrodka odległymi o 0,5 m, w którym rozchodzi się fala dźwiękowa o częstotliwości 340 Hz z prędkością 340 m/s wynosi.

☐ **A)** 90° ☐ **B)** 0° ☐ **C)** 45° ☐ **D)** 180°

Z 3.106. (1 pkt)

W punkcie A (rys.) natężenie dźwięku wysyłanego przez punktowe źródło Z o mocy 4ΠW wynosi 10^{-4} W/m^2 . Jeżeli w punkcie B natężenie dźwięku jest cztery razy mniejsze niż w punkcie A, to odległość AB jest równa:

☐ **A)** 200 m ☐ **B)** 100 m ☐ **C)** 20 m ☐ **D)** 10 m

Z 3.107. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

Prędkość dźwięku w powietrzu jest równa 340 m/s. Długość fali dźwiękowej emitowanej przez kamerton o częstości drgań własnych 340Hz wynosi:

☐ **A)** 0,1 m ☐ **B)** 1 m ☐ **C)** 0.34 m ☐ **D)** 340 m

Z 3.108. (1 pkt) 1994/L

Dźwięk o natężeniu 1000 razy większym od progu słyszalności ma poziom natężenia:

☐ **A)** 1000 dB ☐ **B)** 100 dB ☐ **C)** 90 dB ☐ **D)** 30 dB ☐ **E)** 10 dB

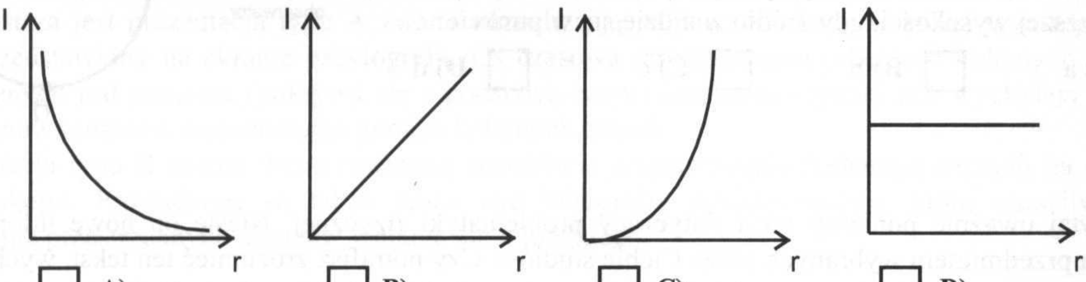
Z 3.109. (1 pkt)

Dwa dźwięki o częstotliwości 1000 Hz różnią się poziomem natężenia dźwięku o 1Bel. Stosunek amplitud drgań źródeł dźwięków wynosi:

☐ **A)** $\sqrt{10}$ ☐ **B)** 100 ☐ **C)** 1 ☐ **D)** 1/10

Z 3.110. (1 pkt)

Natężenie dźwięku I w funkcji odległości r od punktowego źródła o stałej mocy przedstawia wykres:



☐ **A)** ☐ **B)** ☐ **C)** ☐ **D)**

Z 3.111. (1 pkt) 1994/L

Zjawisko Dopplera dotyczy:

☐ **A)** interferencji fal akustycznych

☐ **B)** dyfrakcji fal akustycznych

☐ **C)** zmiany prędkości rozchodzenia się fal akustycznych przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego

☐ **D)** pozornej zmiany częstotliwości źródła dźwięku

☐ **E)** zmiany natężenia źródła dźwięku

Z 3.112. (1 pkt) 1992-94/MIS MaP

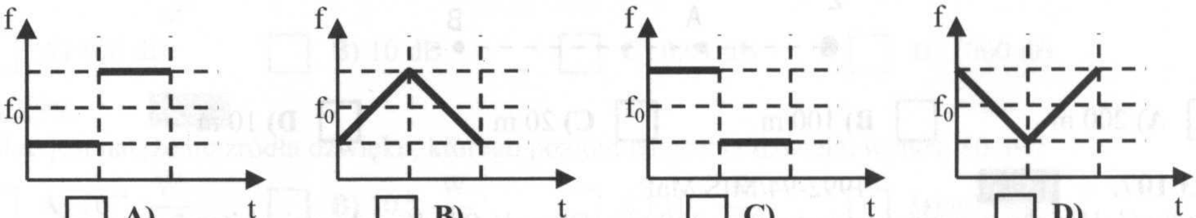
Nieruchomy obserwator odbiera dźwięk z jednostajnie zbliżającego się źródła jako dźwięk o częstotliwości:

☐ **A)** większej ☐ **C)** mniejszej

☐ **B)** identycznej ☐ **D)** zależnej od odległości

Z 3.113. (1 pkt) 1997/L

Do dróżnika stojącego przy torach kolejowych (prosto biegnących) zbliża się ze stałą prędkością lokomotywa, wydająca dźwięk o częstotliwości f_0, mija go i z taką samą prędkością oddala się. Zależności częstotliwości dźwięku dochodzącego do dróżnika w funkcji czasu przedstawia wykres:



☐ A) ☐ B) ☐ C) ☐ D)

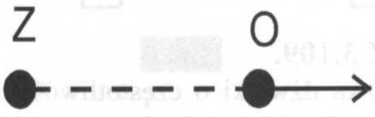
Z 3.114. (1 pkt)

Częstotliwość dudnień dwóch kamertonów wynosi 10 Hz. Jeżeli częstotliwość jednego jest równa 1000 Hz, to częstotliwość drugiego kamertonu wynosi:

☐ A) 1000 Hz ☐ B) 990 Hz ☐ C) 10 Hz ☐ D) 0 Hz

Z 3.115. (1 pkt)

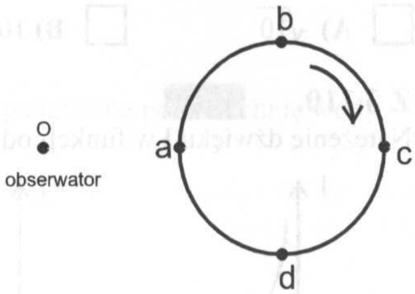
Nieruchome źródło dźwięku Z drga z częstotliwością f. Obserwator O poruszający się z prędkością równą połowie prędkości dźwięku w powietrzu (rys.) zarejestruje dźwięk o częstotliwości:



☐ A) f ☐ B) 2f ☐ C) 0,5f ☐ D) 0.25f

Z 3.116. (1 pkt) 1995/L

Źródło dźwięku o stałej częstotliwości porusza się po poziomym okręgu z prędkością o stałej wartości, w zaznaczonym kierunku (rysunek). Obserwator znajdujący się w punkcie O usłyszy dźwięk o najwyższej wysokości, gdy źródło znajdzie się w punkcie:



☐ A) a ☐ B) b ☐ C) c ☐ D) d

1990/L

Przeczytaj uważnie poniższy tekst dotyczący problematyki fizycznej. Niesie on nowe informacje, które są przedmiotem wybranych przez Ciebie studiów. Czy potrafisz zrozumieć ten tekst, wychwycić najważniejsze zagadnienia, zapamiętać je, okaże się w kolejnych 10 zadaniach, które sprawdzą te Twoje zdolności.

Ultradźwięki są to fale mechaniczne o częstotliwościach wyższych od górnej granicy słyszalności ucha ludzkiego, która wynosi około 20 kHz. W powietrzu rozchodzą się one z prędkością 340 m/s. Wytwarzanie ich oparte jest głównie na zjawisku odwrotnym do piezoelektrycznego. Zjawisko piezoelektryczne polega na powstawaniu ładunków elektrycznych na powierzchniach niektórych kryształów, np. kwarcu, przy ich odkształcaniu. W generatorach ultradźwiękowych doprowadza się do płytki kwarcowej zmienne napięcie, pod wpływem którego płytka okresowo kurczy się i rozszerza wytwarzając falę w otaczającym ją środowisku. Fala ta rozchodząc się w ośrodku wywołuje w miejscach zagęszczeń wzrost ciśnienia, a w miejscach rozrzedzeń jego obniżenie. Przy natężeniu fali $2 \cdot 10^4 W/m^2$ wahania te wynoszą około ±2640 hPa.

Podczas przechodzenia fali ultradźwiękowej przez ośrodek jej natężenie maleje - ulega ona pochłanianiu. Wielkością charakteryzującą to zjawisko jest warstwa pochłaniania połówkowego. Jest to warstwa, po przejściu której następuje zmniejszenie natężenia fali padającej do połowy. W tabelce przedstawione są grubości warstwy pochłaniania połówkowego wybranych narządów, dla ultradźwięków o różnych częstotliwościach.

Narząd	Częstotliwość	
	0,8MHz	2,4MHz
wątroba	5 cm	1,7cm
nerki	3,7 cm	1,3cm

Przechodzenie fali ultradźwiękowej przez tkanki można opisać przy pomocy wielkości zwanej oporem akustycznym $Z=\rho\cdot V$, gdzie ρ - gęstość tkanki, V - prędkość rozchodzenia się w niej fali. Opór akustyczny tkanek miękkich jest zbliżony do oporu akustycznego wody ($1{,}5\cdot10^6$ kg/m^2s). Dla kości jest on około 4 razy większy, zaś dla powietrza dużo mniejszy i wynosi około $4\cdot10^2$ kg/m^2s. Jeżeli fala przechodzi z ośrodka o oporze akustycznym Z_1 do ośrodka o oporze akustycznym Z_2, to przy prostopadłym padaniu fali, stosunek energii, która ulegnie odbiciu od granicy pomiędzy ośrodkami do energii fali padającej określa współczynnik odbicia R.

$$R=\left[(Z_1-Z_2)/(Z_1+Z_2)\right]^2$$

Dla granicy między powietrzem a wodą R wynosi ponad 0,99. Znaczy to, że prawie cała energia ulega odbiciu i nie wnika do drugiego ośrodka. Brak odbicia czyli całkowite przejście fali do drugiego ośrodka następuje wówczas, gdy $Z_1=Z_2$. Stosunek natężenia fali przechodzącej do drugiego ośrodka do natężenia fali padającej określa współczynnik transmisji $D = 1 - R$. Fala przechodzi przez granicę ośrodków bez straty energii gdy $D = 1$. W diagnostyce medycznej ultradźwięki stosuje się do obrazowania narządów (ultrasonografia) oraz do pomiaru prędkości przepływu krwi (detekcja dopplerowska). W badaniach ultrasonograficznych nadajnik fali ultradźwiękowej przyłożony jest do skóry pacjenta w okolicy badanego narządu. Aby uniknąć odbicia fali od powierzchni ciała należy skórę pokryć substancją kontaktową (np. wodą lub olejem). Detekcja odbitych fal ultradźwiękowych od kolejnych granic ośrodków w badanym narządzie następuje w tym samym układzie, który fale wyemitował, w okresach pomiędzy wysyłaniem kolejnych sygnałów. Zatem nadajnik spełnia również rolę odbiornika. Jeżeli po wprowadzeniu do organizmu impulsu ultradźwiękowego zostanie zaobserwowane echo, można wnioskować o występowaniu granicy tkanek o różnych oporach akustycznych. Mierząc czas t, który upłynął od chwili wysyłania impulsu do chwili nadejścia echa, wyznacza się ze wzoru na drogę w ruchu jednostajnym odległość tej granicy od źródła fali. Daje to możliwość ustalenia rozmieszczenia tkanek w badanym narządzie.

Informacje uzyskane w postaci ech ultradźwiękowych można przedstawić w różny sposób. Najprostsza jest prezentacja typu A zwana wizualizacją jednowymiarową, w której wynik pomiaru jest przedstawiony na ekranie oscylografu. Oś czasowa reprezentująca odległość kolejnych warstw granicznych jest pozioma (pokrywa się z podstawą czasu) natomiast sygnały ech wychylają wiązkę elektronów pionowo, reprezentując granice kolejnych tkanek.
Prezentacja typu B zwana dwuwymiarową umożliwia odwzorowanie badanego narządu na ekranie oscyloskopu. Prowadzone są także prace nad holografią ultradźwiękową, która umożliwiałaby uzyskanie przestrzennych obrazów wnętrza ciała ludzkiego.

Z 3.117. (1 pkt)

W generatorach ultradźwiękowych wykorzystuje się zjawisko:

☐ **A)** powstawania ładunków na powierzchni ściskanych kryształów

☐ **B)** powstawania ładunków na powierzchni odkształcanego kryształu kwarcu

☐ **C)** kurczenia się i rozszerzania płytki kwarcowej pod wpływem przyłożonego stałego napięcia

☐ **D)** kurczenia się i rozszerzania płytki kwarcowej pod wpływem przyłożonego napięcia zmiennego

Z 3.118. (1 pkt)

Fale ultradźwiękowe nie mogą:

☐ **A)** ulegać odbiciu ☐ **C)** ulegać pochłanianiu

☐ **B)** rozchodzić się w wodzie ☐ **D)** rozchodzić się w próżni

Z 3.119. (1 pkt)

Gdy częstotliwość fali ultradźwiękowej zmienia się z 0,8MHz na 2,4MHz, to grubość warstwy pochłaniania połówkowego w nerkach:

☐ **A)** nie ulega zmianie ☐ **B)** zmienia się ☐ **C)** maleje ☐ **D)** rośnie

Z 3.120. (1 pkt)

Prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej w powietrzu o gęstości 1,2 kg/m^3 równa się 340 m/s. Opór akustyczny powietrza w tych warunkach jest równy:

☐ **A)** 408 kg $m^{-2}s^{-1}$ ☐ **B)** 380 kg $m^{-2}s^{-1}$ ☐ **C)** 340 kg $m^{-2}s^{-1}$ ☐ **D)** 360 kg $m^{-2}s^{-1}$

Z 3.121. (1 pkt)

Jeżeli gęstości dwu sąsiadujących tkanek wynoszą ρ_1 i ρ_2, a prędkości fali ultradźwiękowej w obu ośrodkach są takie same, to współczynnik odbicia R dla granicy tych tkanek obliczyć można ze wzoru:

☐ **A)** $R = (\rho_1 - \rho_2) / (\rho_1 + \rho_2)$

☐ **B)** $R = [(\rho_1 - \rho_2) / (\rho_1 + \rho_2)]^2$

☐ **C)** $R = (\rho_1 + \rho_2) / (\rho_1 - \rho_2)$

☐ **D)** $R = [(\rho_1 + \rho_2) / (\rho_1 - \rho_2)]^2$

Z 3.122. (1 pkt)

Gdy fala dźwiękowa pada prostopadle na granicę ośrodków powietrze-woda, wówczas stosunek energii fali odbitej do energii fali padającej jest w przybliżeniu równy:

☐ **A)** 1 ☐ **B)** 10^{-2} ☐ **C)** 10^{-4} ☐ **D)** 0

Z 3.123. (1 pkt)

Aby cała energia fali została przekazana przez granicę ośrodków współczynniki odbicia R i transmisji D muszą być:

☐ **A)** R = D = 1 ☐ **B)** R = D = 0,5 ☐ **C)** R = 0, D = 1 ☐ **D)** R = 1, D = 0

Z 3.124. (1 pkt)

Warunkiem odbicia ultradźwięków na granicy ośrodków jest:

☐ **A)** różna gęstość tych ośrodków

☐ **B)** różna prędkość fali w tych ośrodkach

☐ **C)** różny opór akustyczny tych ośrodków

☐ **D)** jednakowy opór akustyczny tych ośrodków

Z 3.125. (1 pkt)

W badaniach ultrasonograficznych skóra pacjenta jest pokrywana warstwą substancji kontaktowej, aby:

☐ **A)** obniżyć poziom bólu

☐ **B)** zapewnić dobre przechodzenie fali ze źródła do tkanki

☐ **C)** zapewnić całkowite odbicie

☐ **D)** umożliwić rozchodzenie się fali po powierzchni badanego narządu

Z 3.126. (1 pkt)

Echo od granicy tkanek a i b jest wykrywane po 10^{-4} s od chwili wysłania impulsu. Prędkość fali ultradźwiękowej w tkance a wynosi 1540 m/s. Odległość tej granicy od źródła jest równa:

☐ **A)** 0,077 m ☐ **B)** 0,154 m ☐ **C)** 0,308 m ☐ **D)** 0,337 m

3. Drgania i fale mechaniczne

Zestaw pytań otwartych

O 3.1.

Dla $t = 0$ (chwila przechodzenia przez położenie równowagi:

$x = 0$ więc $\varphi = 0$

zatem: $x = A\sin\omega t$ (1 pkt)

Dla $t = \frac{T}{8}$: $x = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{8} = A\sin\frac{\pi}{4} = 3{,}5\text{cm}$ (1 pkt)

$v = A\omega\cos\omega t = A\omega\cos\frac{\pi}{4} = 11{,}1\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ (1 pkt)

$a = A\omega^2\sin\omega t = 34{,}9\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ (1 pkt)

$F = ma = 1{,}7\text{N}$ (1 pkt)

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = 3\cdot 10^{-4}\,\text{J}$ $(k = m\omega^2 = 0{,}5\frac{\text{kg}}{\text{s}^2})$ (1 pkt)

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 3\cdot 10^{-4}\,\text{J}$ (1 pkt)

$E_c = 6\cdot 10^{-4}\,\text{J}$ (1 pkt)

Wartości maksymalne: $v_0 = A\cdot\omega = 16\frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0{,}16\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 pkt)

$a_0 = A\cdot\omega^2 = 49\frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = 0{,}49\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (1 pkt)

$F_0 = m\cdot a_0 = 2{,}5\cdot 10^{-2}\,\text{N}$ (1 pkt)

Całkowita energia mechaniczna jest równa maksymalnej wartości energii potencjalnej oraz maksymalnej wartości energii kinetycznej: $E_c = E_{p0} = E_{k0} = 6\cdot 10^{-4}\,\text{J}$ (1 pkt)

O 3.2.

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$ $x = A\sin\omega t$

$E_p = \frac{1}{2}kA^2\sin^2\omega t$ (1 pkt)

Z warunków zadania: $E_p = E_{p0} = E_0 = \frac{1}{2}kA^2$ gdzie: E_0 – całkowita energia mechaniczna

$E_p = E_0\sin^2\omega t$

$E_0 = E_0\sin^2\omega t_1$ t_1 – chwila w której $E_p = E_{p0}$

$\sin\omega t_1 = 1$ t_2 – najbliższa chwila po t_1 w której $E_p = E_{p0}$

$\omega t_1 = \frac{\pi}{2}$ $t_1 = \frac{T}{4}$ (1 pkt)

$\omega t_2 = \frac{3}{2}\pi$ $t_2 = \frac{3}{4}T$ (1 pkt)

$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{2} = 0{,}1\text{s}$ (1 pkt)

$E_k = E_0 - E_p$ $E_{k(t_1)} = E_{k(t_2)} = 0$ ponieważ zarówno w chwili t_1 jak i t_2 $E_p = E_{p_0}$ (1 pkt)

O 3.3.

Z zasady zachowania energii: $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$$v = \sqrt{2gh} = 63{,}2\frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad \text{(1 pkt)}$$

$$v = \omega A = \frac{2\pi}{T} \cdot A$$

$$T = \frac{2\pi A}{v} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 16}{63{,}2} = 1{,}6\text{s} \quad \text{(1 pkt)}$$

O 3.4.

Dla ruchu harmonicznego, w którym faza początkowa $\varphi = 0$, zależność wychylenia od czasu opisuje równanie: $y = A\sin\omega t$

W zadaniu: $y = A\sin 0{,}4\pi t$, zatem:

$$\omega = 0{,}4\pi \qquad 2\pi f = 0{,}4\pi$$

$$f = 0{,}2\text{Hz} \quad \text{(1 pkt)}$$

O 3.5.

Dla chwili początkowej $t = 0$ ciało przechodzi przez położenie równowagi, więc:

faza początkowa: $\varphi = 0$; $x = A\sin\omega\, t$

$$x = \frac{A}{2} \rightarrow \frac{A}{2} = \sin\omega\, t \rightarrow \frac{1}{2} = \sin\omega\, t \quad \text{(1 pkt)}$$

z tabeli funkcji trygonometrycznych:

$$\frac{1}{2} = \sin 30^\circ = \sin\frac{\pi}{6} \qquad \text{zatem:} \quad \sin\frac{\pi}{6} = \sin\omega\, t \quad \text{(1 pkt)}$$

$$\frac{\pi}{6} = \omega\, t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\pi \cdot T}{6 \cdot 2\pi} = \frac{T}{12} = 0{,}2\text{s}$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}k\frac{A^2}{2} = \frac{1}{4}E_0 \quad \text{(1 pkt)}$$

gdzie: E_0 – całkowita energia mechaniczna

O 3.6.

W najniższym położeniu prędkość kulki jest prędkością maksymalną:

$$v_0 = \omega \cdot A = \frac{2\pi}{T} \cdot A$$

$$\frac{v_{0_1}}{v_{0_2}} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{(1 pkt)}$$

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \qquad T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}} = \frac{1}{\sqrt{2}}T_1$$

$$\frac{v_{0_1}}{v_{0_2}} = \frac{T_1}{\sqrt{2}T_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \qquad v_{0_2} = \sqrt{2}v_{0_1} = 224\frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad \text{(1 pkt)}$$

Z zasady zachowania energii: $\frac{mv_0^2}{2} = mgh$, gdzie: h – maksymalna zmiana wysokości kulki

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \qquad \frac{h_1}{h_2} = \frac{v_{0_1}^2}{v_{0_2}^2} = \frac{v_{0_1}^2}{2v_{0_1}^2} = \frac{1}{2}$$

$$h_2 = 2h_1 \quad \text{(1 pkt)}$$

O 3.7.

Amplituda drgań: $A = \frac{x}{2} = 12\text{cm}$ $\quad v_0 = \omega A$

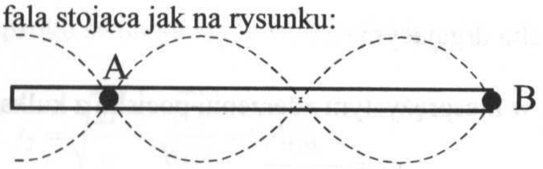
$$T = \frac{2\pi A}{v_0} = 7{,}54\text{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = 14{,}1\text{m} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.8.

W pręcie powstała fala stojąca jak na rysunku:



(1 pkt)

$$l = 1{,}25\lambda$$

$$\lambda = 1{,}2\text{m} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5100\frac{\text{m}}{\text{s}}}{1{,}2\text{m}} = 4250\text{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Tak. Częstotliwość dźwięku znajduje się w zakresie słyszalności ucha ludzkiego. (1 pkt)

O 3.9.

Amplituda tego ruchu drgającego $A = x_0 = 6$ cm. Z zasady zachowania energii mechanicznej:

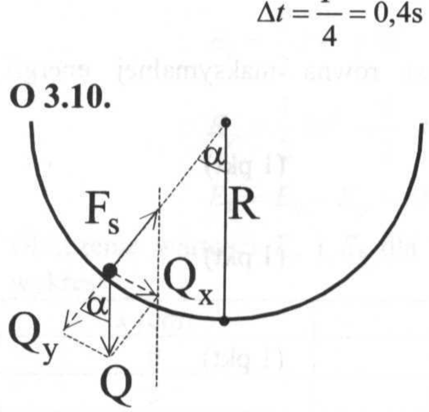
$$\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{kx_0^2}{m}} = x_0\sqrt{\frac{k}{m}} = 24\frac{\text{cm}}{\text{s}} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$v_0 = \omega A = \frac{2\pi}{T}\cdot A \qquad T = \frac{2\pi A}{v_0} = 1{,}57\text{s} \approx 1{,}6\text{s}$$

$$\Delta t = \frac{T}{4} = 0{,}4\text{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.10.



F_s – siła sprężystości podłoża
$Q = mg$ – ciężar kulki
Q_x, Q_y – składowe ciężaru
Q_x – siła wprawiająca kulkę w ruch drgający
x – amplituda

$$Q_x = Q\sin\alpha \qquad \text{(1 pkt)}$$

Dla niewielkich kątów: $\sin\alpha = \frac{x}{R}$

$$Q_x = Q\frac{x}{R} = mg\frac{x}{R} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$Q_x = k\cdot x$$

$$mg\frac{x}{R} = k\cdot x \qquad k = \frac{mg}{R}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{mR}{mg}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 2\text{s} \qquad f = 0{,}5\text{Hz} \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$v_0 = \frac{2\pi x}{T} = 62{,}8\frac{\text{cm}}{\text{s}} \qquad (1\ \text{pkt})$$

O 3.11.

Stosując prawo zachowania energii mechanicznej w ruchu harmonicznym:

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(M+m)v_0^2 \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$A^2 = \frac{(M+m)v_0^2}{k}$$

A – amplituda drgań
v_0 – maksymalna prędkość układu w ruchu drgającym
v – prędkość pocisku
v_0 obliczamy z prawa zachowania pędu w niesprężystym zderzeniu pocisku z kulką:

$$mv = (M+m)v_0 \qquad v_0 = \frac{mv}{M+m} \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$A^2 = \frac{(M+m)m^2v^2}{k(M+m)^2} \qquad A = \frac{mv}{\sqrt{k(M+m)}} = \frac{10^{-2}\cdot 4\cdot 10^2}{\sqrt{2\cdot 10^6\cdot 0{,}22}} = 0{,}6\cdot 10^{-2}\,\text{m} = 0{,}6\text{cm} \ (1\ \text{pkt})$$

O 3.12.

a) $T_a = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{\frac{1}{2\cdot 10}} = 1{,}4\text{s}$ (1 pkt)

b) w sytuacji gdy winda porusza się z przyspieszeniem $a \neq 0$ w dół, ciała znajdujące się wewnątrz zachowują się tak, jak gdyby wewnątrz nieinercjalnego układu odniesienia (winda) przyspieszenie grawitacyjne wynosiło „g" $= g - a$. Dlatego:

$$T_b = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g-a}} = 2\cdot 3{,}14\cdot\sqrt{\frac{1}{2(10-6)}} = 2{,}2\text{s} \qquad (1\ \text{pkt})$$

c) możemy tę sytuację potraktować jako szczególny przypadek sytuacji z punktu b), gdy $a = g$. Wówczas „g" = 0

$$T_c = \infty \ \text{– wahadło stoi} \qquad (1\ \text{pkt})$$

O 3.13.

W ruchu harmonicznym maksymalna energia kinetyczna jest równa maksymalnej energii potencjalnej:

$$E_{p_0} = E_{k_0} = \frac{1}{2}kA^2 \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$k = \frac{2E_{k_0}}{A^2} = \frac{2\cdot 2\text{J}}{(0{,}1)^2\,\text{m}^2} = 400\frac{\text{J}}{\text{m}^2} \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\cdot 3{,}14}\sqrt{\frac{400}{10^{-2}}} = 32\text{Hz} \qquad (1\ \text{pkt})$$

$$F_0 = k\cdot A = 400\cdot 0{,}1 = 40\text{N} \qquad (1\ \text{pkt})$$

O 3.14.

W chwili $t = 0$ (maksymalne wychylenie): $x = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ lub $x = A\cos\omega t$

Po czasie $t = \frac{T}{6}$: $x = A\cos\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{6} = A\cos\frac{\pi}{3} = \frac{A}{2}$ (1 pkt)

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{4}E_0 \qquad \text{(1 pkt)}$$

$E_0 = \frac{1}{2}kA^2$ – całkowita energia mechaniczna

$$E_k = E_0 - E_p = \frac{3}{4}E_0$$

$$E_k = 3E_p \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.15.

$$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4}\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{3{,}14}{2}\sqrt{\frac{1}{10}} = 0{,}5\text{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ – czas spadku swobodnego z wysokości h

$$t_2 = \sqrt{\frac{2l}{g}} = \sqrt{\frac{2}{10}} = 0{,}45\text{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$v_1 = \omega A = \frac{2\pi}{T}A = \frac{2\pi}{4t_1}\cdot A = \frac{\pi}{2t_1}\cdot A = \frac{3{,}14}{1}\cdot 22{,}5 = 70\frac{\text{cm}}{\text{s}} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl} = 4{,}45\frac{\text{m}}{\text{s}} = 445\frac{\text{cm}}{\text{s}} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.16.

Siłą powodującą ruch harmoniczny jest siła sprężystości sprężyny rozciągniętej siłą ciężkości ciała:

$$mg = kx \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$k = \omega^2 m \qquad mg = m\omega^2 x$$

$$x = \frac{g}{\omega^2} = \frac{g}{4\pi^2 f^2} = \frac{1000}{4\cdot(3{,}14)^2\cdot(2{,}5)^2} = 4\text{cm} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Wielkość tę nazywamy amplitudą. (1 pkt)

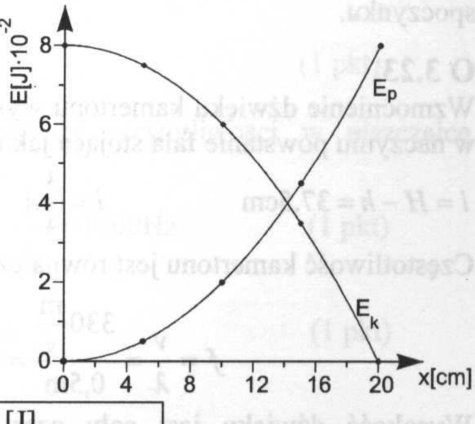
O 3.17.

$$k = m\omega^2 = m\frac{4\pi^2}{T^2} = 0{,}1\cdot\frac{4\cdot\pi^2}{1^2} = 4\frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$E_0 = \frac{1}{2}kA^2 = 8\text{J} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\cdot 4\cdot x^2 = 2\cdot x^2\text{J} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$E_k = E_0 - E_p = 8\text{J} - 2x^2\text{J} \qquad \text{(1 pkt)}$$



Obliczenie wartości E_p i E_k dla punktów wyznaczających wykres: (1 pkt)

x [cm]	E_p [J]	E_k [J]
0	0	$8\cdot10^{-2}$
5	$0{,}5\cdot10^{-2}$	$7{,}5\cdot10^{-2}$
10	$2\cdot10^{-2}$	$6\cdot10^{-2}$
15	$4{,}5\cdot10^{-2}$	$3{,}5\cdot10^{-2}$
20	$8\cdot10^{-2}$	0

Rozplanowanie osi i opisanie (z jednostkami) (1 pkt)

Narysowanie wykresów (1 pkt)

O 3.18.

$$\frac{\Delta\alpha}{2\pi}=\frac{\Delta r}{\lambda}$$ gdzie: Δα – różnica faz, $\Delta r = 0{,}2$ m

ponieważ: $\lambda=\frac{v}{f}$ $$\Delta\alpha=\frac{2\pi\cdot\Delta r\cdot f}{v}=\frac{2\pi\cdot 0{,}2\text{m}\cdot 3\frac{1}{\text{s}}}{4{,}8\frac{\text{m}}{\text{s}}}=\frac{\pi}{4}$$ (1 pkt)

O 3.19.

$$v=\lambda\cdot f=20\frac{\text{m}}{\text{s}}\qquad t=\frac{s}{v}=\frac{420}{20}=21\text{s}$$ (1 pkt)

O 3.20.

Czas przemieszczenia cząstki ośrodka pomiędzy skrajnymi położeniami jest równy połowie okresu jej ruchu drgającego a więc i okresu fali T.

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{3}{1500}=2\cdot10^{-3}\text{s}\qquad \Delta t=\frac{T}{2}=10^{-3}\text{s}$$ (1 pkt)

O 3.21.

$\Delta t = 1\text{min}$, $n = 20$ – ilość drgań w czasie Δt

$$T=\frac{\Delta t}{n}=\frac{60\text{s}}{20}=3\text{s}\qquad \lambda=v\cdot T=2\frac{\text{m}}{\text{s}}\cdot 3\text{s}=6\text{m}$$ (1 pkt)

O 3.22.

Różnica czasów w jakich dźwięk przebywa odległość l w wodzie (t_w) i w powietrzu (t_p):

$$\Delta t=t_p-t_w=\frac{l}{v_p}-\frac{l}{v_w}=\frac{100\text{m}}{330\frac{\text{m}}{\text{s}}}-\frac{100\text{m}}{1500\frac{\text{m}}{\text{s}}}=0{,}3-0{,}07=0{,}23\text{s}$$ (1 pkt)

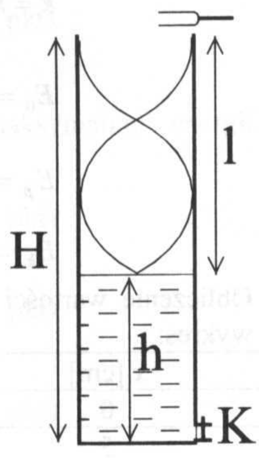
$$\frac{\lambda_w}{\lambda_p}=\frac{v_w\cdot f}{v_p\cdot f}=\frac{v_w}{v_p}=\frac{1500}{330}=4{,}5$$ (1 pkt)

Częstotliwości dźwięków odbieranych przez Kasię i Jasia będą jednakowe, gdyż częstotliwość dźwięku nie zależy od ośrodka w którym się rozchodzi a jedynie od częstotliwości drgań źródła. (1 pkt)

Częstotliwości odbieranego i emitowanego dźwięku są jednakowe gdyż źródło i odbiorcy są w spoczynku. (1 pkt)

O 3.23.

Wzmocnienie dźwięku kamertonu występuje w chwili, gdy w słupie powietrza w naczyniu powstanie fala stojąca jak na rysunku.



$$l=H-h=37{,}5\text{cm}\qquad l=\frac{3}{4}\lambda\qquad \lambda=\frac{4l}{3}=50\text{cm}$$ (1 pkt)

Częstotliwość kamertonu jest równa częstotliwości fali:

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{330\frac{\text{m}}{\text{s}}}{0{,}5\text{m}}=660\text{Hz}$$ (1 pkt)

Wysokość dźwięku jest cały czas taka sama, ponieważ zależy ona od częstotliwości fali. (1 pkt)

O 3.24.

Zakres częstotliwości słyszalnych dla ucha ludzkiego: od $f_1 = 16$ Hz do $f_2 = 20000$ Hz.

$$\lambda_1=\frac{v}{f_1}=\frac{340\frac{\text{m}}{\text{s}}}{16\frac{1}{\text{s}}}=21{,}25\text{m}\qquad \lambda_2=\frac{v}{f_2}=\frac{340\frac{\text{m}}{\text{s}}}{20000\frac{1}{\text{s}}}=0{,}017\text{m}$$ (1 pkt)

O 3.25.

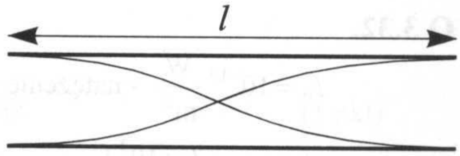
Wychylenie cząstki ośrodka wywołane przez każdą z fal sumują się: $x = x_1 + x_2$

$$x_1 = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{8} = A\sin\frac{\pi}{4} = 0{,}707A \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$x_2 = -A\cos\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{8} = -A\cos\frac{\pi}{4} = -0{,}707A \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$x = 0$$

O 3.26.



Zgodnie z rysunkiem, dla fali o częstotliwości podstawowej długość piszczałki: $l = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$

$$v = 340\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad l_1 = \frac{340\frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\cdot 65\frac{1}{\text{s}}} = 2{,}6\text{m} \qquad l_2 = \frac{340\frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\cdot 2090\frac{1}{\text{s}}} = 8\text{cm} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.27.

$$t = \frac{2h}{v} \rightarrow h = \frac{t\cdot v}{2} = \frac{9\text{s}\cdot 1460\frac{\text{m}}{\text{s}}}{2} = 6570\text{m} \qquad \text{(1 pkt)}$$

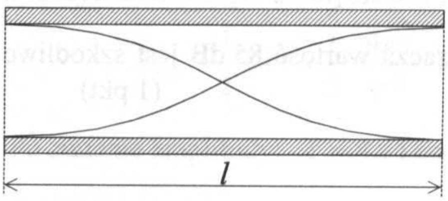
O 3.28.

Na podstawie rysunku: $l = 1{,}75\lambda$

$$\lambda = \frac{l}{1{,}75} = \frac{1{,}5}{1{,}75}\text{m} = 0{,}857\text{m}$$

$$v = \lambda\cdot f = 0{,}857\cdot 2 = 1{,}7\frac{\text{m}}{\text{s}} \qquad \text{(1 pkt)}$$

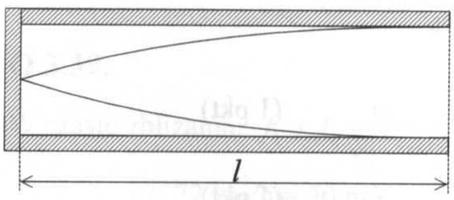
O 3.29.



Fala stojąca o podstawowej częstotliwości w piszczałce otwartej ma długość:

$$\lambda_0 = 2l = 17\text{cm} \qquad \text{v} = 340\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{f}_0 = \frac{v}{\lambda_0} = 2000\text{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$



Fala stojąca o podstawowej częstotliwości w piszczałce zamkniętej ma długość:

$$\lambda_z = 4l = 34\text{cm} \qquad \text{f}_z = \frac{v}{\lambda_z} = 1000\text{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Drugi dźwięk o częstotliwości 1000 Hz będzie niższy w odbiorze. (1 pkt)

O 3.30.

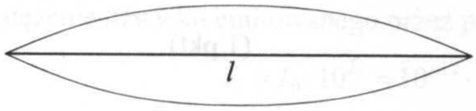
l = 1 km – odległość źródła dźwięku od odbiorcy

$$t_s = \frac{l}{v_s} = 0{,}2\text{s}; \qquad \text{t}_\text{p} = \frac{l}{v_p} = 3{,}0\text{s}$$

$$\Delta t = 2{,}8\text{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.31.

Podstawowa długość fali stojącej w strunie: $\lambda = 2l$ (1 pkt),



ponieważ: $v = \lambda\cdot f$ to:

$$\lambda_1\cdot f_1 = \lambda_2\cdot f_2 \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$2l_1\cdot f_1 = 2l_2\cdot f_2$$

$$l_1 = 33\text{cm} \qquad l_2 = \frac{0{,}33\text{m}\cdot 440\frac{1}{\text{s}}}{659\frac{1}{\text{s}}} = 0{,}22\text{m} = 22\text{cm}$$

$\Delta l = l_1 - l_2 = 11\text{cm}$ - odległość w jakiej należy przycisnąć strunę (1 pkt)

$v = 2l_1 \cdot f_1 = 0{,}66\text{m}\cdot 440\frac{1}{\text{s}} = 290\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 pkt)

O 3.32.

$I_0 = 10^{-12}\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ - natężenie progu szłyszalności

$I = 10^3 I_0$

$$L = \log\frac{I}{I_0} = 3\text{B} = 30\text{dB}$$ (1 pkt)

O 3.33.

Na powierzchni głośnika:

$$I_g = \frac{P}{S} = \frac{25\cdot 10^{-2}\,\text{W}}{25\cdot 10^{-4}\,\text{m}^2} = 10^2\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$ (1 pkt)

$$L_g = \log\frac{I_g}{I_0} = \log\frac{10^2}{10^{-12}} = 14\text{B} = 140\text{dB}$$ (1 pkt)

W odległości $r = 4$ m od głośnika: $S = \frac{1}{2}\cdot 4\pi r^2 = 2\pi r^2$

$$I_r = \frac{P}{S} = \frac{P}{2\pi r^2} = \frac{25\cdot 10^{-2}\,\text{W}}{2\cdot 3{,}14\cdot 16\text{m}^2} = 2{,}5\cdot 10^{-2}\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$ (1 pkt)

$$L_r = \log\frac{I_r}{I_0} \approx 94\text{dB}$$ (1 pkt)

Przebywanie w obszarze gdzie poziom natężenia dźwięku przekracza wartość 85 dB jest szkodliwe dla zdrowia człowieka. (1 pkt)

O 3.34.

I_1 – natężenie dźwięku w odległości $r_1 = 10$ m
$L_1 = 9$ B – poziom natężenia dźwięku w odległości r_1
I_2 - natężenie dźwięku w odległości $r_2 = 100$ m
L_2 – poziom natężenia dźwięku w odległości r_2

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1} = 10^{-12}\cdot 10^9 = 10^{-3}\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$ (1 pkt)

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \qquad I_1 r_1^2 = I_2 r_2^2$$ (1 pkt)

$$I_2 = \frac{I_1 r_1^2}{r_2^2} = \frac{10^{-3}\cdot 10^2}{10^4} = 10^{-5}\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$ (1 pkt)

$$L_2 = \log\frac{10^{-5}}{10^{-12}} = 70\text{dB}$$

Poziom natężenia dźwięku zmaleje o 20 dB (1 pkt)

O 3.35.

Biorąc pod uwagę efekt Dopplera:

$$f = f_0\frac{v_d}{v_d - v} = 1200\frac{340}{340 - 27{,}8} = 1307\text{Hz}$$ (1 pkt)

gdzie: $v_d = 340$ m/s – prędkość dźwięku
$v = 100$ km/h = 27,8 m/s

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{12{,}5 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 3{,}14 \cdot \left(10^3\right)^2} = 10^{-9}\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$L = \log\frac{I}{I_0} = \log\frac{10^{-9}}{10^{-12}} = 30\mathrm{dB} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.36.
Częstotliwość ultradźwięków docierających do ściany:

$$f = f_0 \frac{v_d}{v_d - v} = 4{,}5 \cdot 10^4 \frac{330}{330 - 10} = 4{,}64 \cdot 10^4\,\mathrm{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Prędkość ultradźwięków i dźwięków w powietrzu jest jednakowa: $v = 330$ m/s (1 pkt)
W wyniku odbicia od ściany częstotliwość ultradźwięków nie ulega zmianie, a więc:

$$f = 4{,}64 \cdot 10^4\,\mathrm{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.37.
Częstotliwość dźwięku docierającego do tira:

$$f_1 = f_0 \frac{v_d - v}{v_d} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$v = 100$ km/h = 27,5 m/s $\qquad v_d = 330$ m/s
Częstotliwość dźwięku docierającego do policjanta po odbiciu od tira:

$$f_2 = f_1 \frac{v_d}{v_d + v} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$$f_2 = f_0 \frac{v_d - v}{v_d} \cdot \frac{v_d}{v_d + v} = 1000 \frac{330 - 27{,}8}{330 + 27{,}8} = 845\mathrm{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.38.
Maksymalna energia kinetyczna w ruchu harmonicznym jest równa całkowitej energii mechanicznej:

$$E_{k_0} = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot mA^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2 \qquad \text{(1 pkt)}$$

Po zmianie amplitudy: $A' = 4A$ i częstotliwości: $f' = \frac{f}{2}$:

$$E'_{k_0} = 2\pi^2 m \frac{f^2}{4} \cdot 16A^2 = 4E_{k_0} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.39.
W czasie zbliżania: $f_1 = f_0 \frac{v_d}{v_d - v} = 800 \cdot \frac{330}{310} = 851\mathrm{Hz}$ (1 pkt)

$v = 72$ km/h = 20 m/s $\qquad v_d = 330$ m/s

Podczas oddalania: $f_2 = f_0 \frac{v_d}{v_d + v} = 800 \cdot \frac{330}{350} = 754\mathrm{Hz}$

$$|\Delta f| = 97\mathrm{Hz} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Dla ruchu przyspieszonego w czasie oddalania prędkość v rośnie więc częstotliwość f maleje zgodnie ze wzorem: $f = f_0 \frac{v_d}{v_d + v}$ (pozostałe wielkości występujące we wzorze nie zmieniają się z upływem czasu). (1 pkt)

O 3.40.
Natężenie dźwięku emitowanego przez pojedynczy głośnik:

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1} = 10^{-12} \cdot 10^4 = 10^{-8}\ \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Całkowite natężenie dźwięku wytwarzanego przez 10 głośników:

$$I = 10 \cdot I_1 = 10^{-7} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$$

Poziom natężenia tego dźwięku:

$$L = \log\frac{I}{I_0} = \log\frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 5\mathrm{B} = 50\mathrm{dB} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.41.

Natężenie dźwięku docierającego do ucha (poziom natężenia dźwięku L = 4B)

wynosi: $$I = I_0 \cdot 10^L = 10^{-12} \cdot 10^4 = 10^{-8} \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$$

Moc źródła: $$P = I \cdot S = 10^{-8} \cdot 8 \cdot 10^{-5} = 8 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{W} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.42.

$$t = t_s + t_d$$

t_s – czas, w którym światło dociera od Księżyca do Ziemi

$$t_s = \frac{R}{c} = \frac{3{,}84 \cdot 10^8\,\mathrm{m}}{3 \cdot 10^8 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 1{,}28\mathrm{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

t_d – czas, w którym dźwięk przebywa drogę s

$$t_d = \frac{s}{v} = \frac{75\mathrm{m}}{340 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 0{,}22\mathrm{s}$$

$$t = 1{,}5\mathrm{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

O 3.43.

Maksymalna wysokość jaką osiągnie pocisk: $h = \dfrac{v^2}{2g} = 500\mathrm{m}$,

Czas lotu pocisku w górę: $$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t = 10\mathrm{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Czas potrzebny aby dźwięk przebył wysokość h:

$$t_d = \frac{h}{v_d} = \frac{500\mathrm{m}}{330 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 1{,}5\mathrm{s} \qquad \text{(1 pkt)}$$

Tak, ponieważ $t_d < t$ (1 pkt)

O 3.44.

s – droga przebyta przez dźwięk od chwili emisji do powrotu po odbiciu
d – odległość pomiędzy ścianami pomieszczenia

$$s = 2 \cdot \frac{d}{2} = d$$

$$s = v_d \cdot \Delta t = 340 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 0{,}1\mathrm{s} = 34\mathrm{m} \qquad \text{(1 pkt)}$$

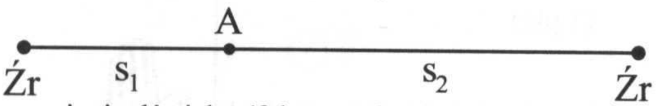
$$d = 34\mathrm{m}$$

O 3.45.

Dźwięki rozchodzące się w szynie ulegają interferencji. Długość fali dźwiękowej w szynie:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{4500 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{450 \frac{1}{\mathrm{s}}} = 10\mathrm{m} \qquad \text{(1 pkt)}$$

$s_1 = 10\text{m}$, $s_2 = 20\text{m}$ - drogi przebyte przez dźwięk do punktu A



W punkcie A nastąpi wzmocnienie dźwięku (fale spotykają się w zgodnych fazach) (1 pkt)
Wzdłuż szyny będą zarówno punkty, w których dźwięk będzie wzmocniony, jak i takie, w których ulegnie wygaszeniu. (1 pkt)

ZESTAW PYTAŃ ZAMKNIĘTYCH

						Z 3.1. **B**
Z 3.2. **E**	Z 3.3. **D**	Z 3.4. **D**	Z 3.5. **C**	Z 3.6. **D**	Z 3.7. **B**	Z 3.8. **A**
Z 3.9. **C**	Z 3.10. **D**	Z 3.11. **D**	Z 3.12. **C**	Z 3.13. **C**	Z 3.14. **B**	Z 3.15. **C**
Z 3.16. **B**	Z 3.17. **B**	Z 3.18. **D**	Z 3.19. **A**	Z 3.20. **B**	Z 3.21. **C**	Z 3.22. **B**
Z 3.23. **C**	Z 3.24. **C**	Z 3.25. **A**	Z 3.26. **B**	Z 3.27. **C**	Z 3.28. **D**	Z 3.29. **A**
Z 3.30. **D**	Z 3.31. **D**	Z 3.32. **B**	Z 3.33. **B**	Z 3.34. **C**	Z 3.35. **E**	Z 3.36. **C**
Z 3.37. **D**	Z 3.38. **B**	Z 3.39. **C**	Z 3.40. **D**	Z 3.41. **D**	Z 3.42. **D**	Z 3.43. **A**
Z 3.44. **D**	Z 3.45. **D**	Z 3.46. **D**	Z 3.47. **D**	Z 3.48. **B**	Z 3.49. **A**	Z 3.50. **D**
Z 3.51. **A**	Z 3.52. **B**	Z 3.53. **A**	Z 3.54. **B**	Z 3.55. **C**	Z 3.56. **D**	Z 3.57. **C**
Z 3.58. **C**	Z 3.59. **C**	Z 3.60. **D**	Z 3.61. **C**	Z 3.62. **E**	Z 3.63. **A**	Z 3.64. **C**
Z 3.65. **C**	Z 3.66. **D**	Z 3.67. **C**	Z 3.68. **A**	Z 3.69. **A**	Z 3.70. **C**	Z 3.71. **D**
Z 3.72. **A**	Z 3.73. **E**	Z 3.74. **D**	Z 3.75. **B**	Z 3.76. **D**	Z 3.77. **D**	Z 3.78. **D**
Z 3.79. **C**	Z 3.80. **C**	Z 3.81 **D**	Z 3.82. **B**	Z 3.83. **D**	Z 3.84. **E**	Z 3.85. **B**
Z 3.86. **B**	Z 3.87. **D**	Z 3.88. **D**	Z 3.89 **C**	Z 3.90. **C**	Z 3.91. **A**	Z 3.92. **B**
Z 3.93. **C**	Z 3.94. **D**	Z 3.95. **E**	Z 3.96. **C**	Z 3.97. **D**	Z 3.98. **A**	Z 3.99. **A**
Z 3.100. **B**	Z 3.101. **A**	Z 3.102. **B**	Z 3.103. **C**	Z 3.104. **B**	Z 3.105. **D**	Z 3.106. **B**
Z 3.107. **B**	Z 3.108. **D**	Z 3.109. **A**	Z 3.110. **A**	Z 3.111. **D**	Z 3.112. **A**	Z 3.113. **C**
Z 3.114. **B**	Z 3.115. **C**	Z 3.116. **D**	Z 3.117. **D**	Z 3.118. **D**	Z 3.119. **C**	Z 3.120. **A**
Z 3.121. **B**	Z 3.122. **A**	Z 3.123. **C**	Z 3.124. **C**	Z 3.125. **B**	Z 3.126. **A**	

4. Magnetyzm

ZESTAW PYTAŃ OTWARTYCH

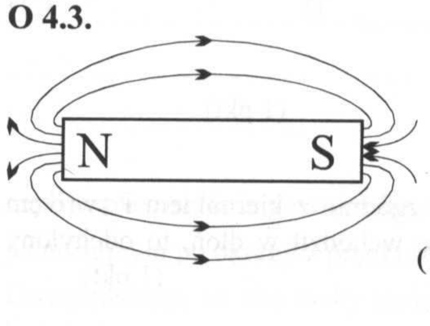
O 4.1.

Ponieważ lekki magnes mogący obracać się w płaszczyźnie poziomej ustawia się tak, że jeden z jego końców wskazuje geograficzną północ, a drugi południe (1 pkt)
Końce magnesu nazywamy biegunami. Ten, który wskazuje północ nazywamy północnym (N), a ten który wskazuje południe – południowym (S) (1 pkt)

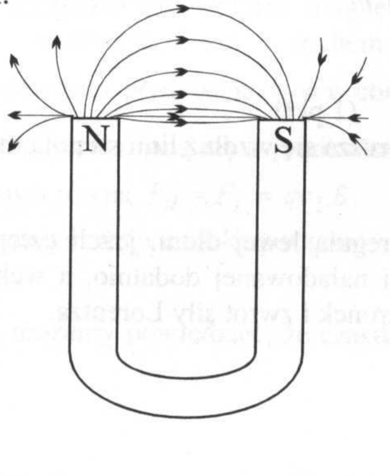
O 4.2.

W pobliżu północnego bieguna geograficznego Ziemi. (1 pkt)

O 4.3.



(1 pkt)



(1 pkt)