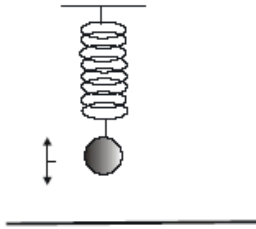


## 11. Ruch drgający i fale mechaniczne – zadania z arkusza I

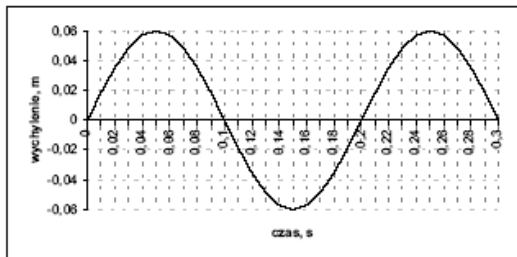
### 11.1

#### Zadanie 7. (1 pkt)

Na sprężynie zawieszono kulkę i pobudzono ją do drgań.



Wykres zamieszczony poniżej prezentuje zależność wychylenia kulki z położenia równowagi od czasu.



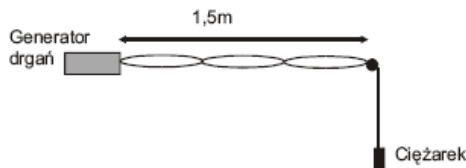
Wartość prędkości kulki wzrasta w przedziałach czasu:

- A. (0,0 s, 0,05 s) i (0,15 s, 0,2 s);
- B. (0,0 s, 0,05 s) i (0,1 s, 0,15 s);
- C. (0,05 s, 0,1 s) i (0,1 s, 0,15 s);
- D. (0,05 s, 0,1 s) i (0,15 s, 0,2 s).

### 11.2

#### Zadanie 8. (1 pkt)

Jeden koniec sznurka przymocowano do generatora drgań, a drugi obciążono ciężarkiem. Sznurek przewieszono przez błoczek i ciężarek pobudzono do drgań o częstotliwości 250 Hz. Na sznurku zaobserwowano falę stojącą (rys.).



Prędkość rozchodzenia się tej fali ma wartość:

- A. 125 m/s;
- B. 250 m/s;
- C. 500 m/s;
- D. 750 m/s.

### 11.3

#### Zadanie 13. (2 pkt)

Zegar wahadłowy wykonuje drgania o amplitudzie równej 3 cm. Maksymalna siła wywołująca drgania ma wartość 10 N. Oblicz maksymalną energię drgań wahadła.

### 11.4

#### Zadanie 14. (2 pkt)

Z zakotwiczonego statku wysłano pod wodą sygnał ultradźwiękowy w stronę góry lodowej.



Detektor odebrał na statku sygnał po upływie 0,5 s od jego nadania. Prędkość dźwięku w wodzie wynosi 1350 m/s. Oblicz odległość statku od góry lodowej.

### 11.5

#### Zadanie 15. (2 pkt)

Podczas burzy najpierw widzimy błyskawicę, a z pewnym opóźnieniem słyszymy grzmot. Wyjaśnij, dlaczego tak się dzieje.

### 11.6

#### Zadanie 17. (3 pkt)

Sportowiec rozciąga na treningu sprężynę, ćwicząc mięśnie. Aby spowodować wydłużenie sprężyny o 50 cm musi działać siłą 600 N. Oblicz pracę, jaką wykonuje sportowiec podczas jednokrotnego rozciągnięcia sprężyny o 50 cm i po serii 30 rozciągnięć. Oblicz moc mięśni sportowca, jeżeli całą serię (30 rozciągnięć) wykonał w czasie jednej minuty.

### 11.7

#### Zadanie 15. (3 pkt)

Nić z włókna szklanego poddano mechanicznemu rozciąganiu. W tabelce zamieszczono zależność zmiany długości włókna od przyłożonej siły.

Siła, w niutonach	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
Wydłużenie, w milimetrach	0	1,25	2,5	3,75	5	6,25	7,5

Narysuj wykres zależności siły rozciągającej od wydłużenia nici i oblicz współczynnik sprężystości włókna.

### 11.8

#### Zadanie 10. Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego (2 pkt)

Uczniowie przystąpili do wyznaczenia wartości przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi za pomocą wahadła matematycznego.

#### 10.1 (1 pkt)

Wahadło odchyłono o niewielki kąt od położenia równowagi i puszczono. Narysuj siły działające na wahadło matematyczne w tym momencie.

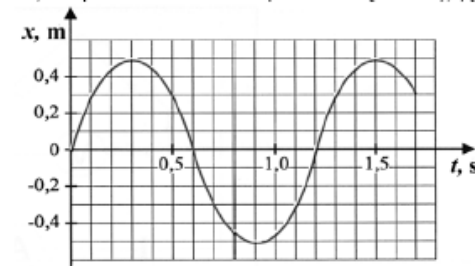
#### 10.2 (1 pkt)

Wahadło wprowadzono w ruch. Podaj, jakie wielkości, charakteryzujące wahadło i jego ruch wystarczy zmierzyć, aby wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego.

### 11.9

#### Zadanie 13. Ciężarek na sprężynie (5 pkt)

Wykres przedstawia zależność położenia ciężarka drgającego na sprężynie od czasu.



#### 13.1 (1 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz, w których momentach czasu wartość prędkości ciężarka była równa zero.

#### 13.2 (2 pkt)

Oblicz częstotliwość drgań ciężarka.

#### 13.3 (2 pkt)

Odczytaj z wykresu i zapisz, w których momentach czasu wartość prędkości ciężarka była maksymalna oraz jaka była wartość wychylenia w tych momentach?

### 11.10

#### Zadanie 14. Wahadło (4 pkt)

Na nierozciągliwej cienkiej nici o długości 1,6 m zawieszono mały ciężarek, budując w ten sposób model wahadła matematycznego.

#### 14.1 (2 pkt)

Podaj, czy okres drgań takiego wahadła, wychyłego z położenia równowagi o niewielki kąt ulegnie zmianie, jeśli na tej nici zawieszimy mały ciężarek o dwukrotnie większej masie. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do odpowiednich zależności.

#### 14.2 (2 pkt)

Oblicz liczbę pełnych drgań, które wykonuje takie wahadło w czasie 8 s, gdy wychyłono je o niewielki kąt z położenia równowagi i puszczono swobodnie. W obliczeniach przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s<sup>2</sup>.

### 11.11

#### Zadanie 19. Echo (3 pkt)

Jeżeli dwa jednakowe dźwięki docierają do ucha w odstępie czasu dłuższym niż 0,1 s są słyszane przez człowieka oddzielnie (powstaje echo). Jeśli odstępek czasu jest krótszy od 0,1 s dwa dźwięki odbieramy jako jeden o przedłużonym czasie trwania (powstaje pogłos). Oblicz, w jakiej najmniejszej odległości od słuchacza powinna znajdować się pionowa ściana odbijająca dźwięk, aby po klaśnięciu w dłońe słuchacz usłyszał echo. Przyjmij, że wartość prędkości dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

### 11.12

#### Zadanie 5. (1 pkt)

Zależność pomiędzy wydłużeniem  $x$ , a wartością działającej siły  $F$  przedstawia równanie:

$$F = k \cdot x$$

$k$  jest tu współczynnikiem proporcjonalności charakterystycznym dla danej sprężyny (stała sprężyny). Wydłużenie sprężyny o 2 cm powoduje siła o wartości 5N. Wydłużenie sprężyny o 3 cm spowoduje działająca siła o wartości:

- A)  $\frac{5}{6}$  N.
- B)  $\frac{6}{5}$  N.
- C) 7,5N.
- D)  $\frac{10}{3}$  N.

### 11.13

#### Zadanie 9. (1 pkt)

Zakres częstotliwości fal dźwiękowych słyszanych przez ludzkie ucho wynosi od około 20 Hz do 20000 Hz. Stosunek długości fal odpowiadających tym częstotliwościom ma wartość:

- A) około 0,001. B) około 0,1. C) około 1000. D) około 10000.

### 11.14

#### Zadanie 14. Oscylator (3 pkt)

Wiszący na sprężynie ciężarek wykonuje drgania o okresie 2 sekundy z amplitudą 2 cm. Narysuj wykres zależności wychylenia drgającego ciężarka od czasu.

### 11.15

#### Zadanie 15. Ciężarki (2 pkt)

Uczniowie dysponowali dwoma różnymi ciężarkami i dwoma jednakowymi sprężynami oraz dwoma nitkami. Znana była masa tylko jednego z ciężarków. Uczniowie zaproponowali trzy nietypowe doświadczalne metody prowadzące do wyznaczenia masy drugiego ciężarka.

- Zawiesić ciężarki na jednakowych sprężynach i zmierzyć wydłużenie sprężyn.
- Zawiesić ciężarki na niciach o jednakowej długości i zmierzyć okresy drgań takich wahadeł, które można traktować jak wahadła matematyczne.
- Zawiesić ciężarki na jednakowych sprężynach i zmierzyć okresy drgań takich wahadeł.

Wskaż, która z zaproponowanych metod **nie nadaje się** do wyznaczenia masy ciężarka. Swoją odpowiedź krótko uzasadnij.

### 11.16

#### Zadanie 11. Drgania (2 pkt)

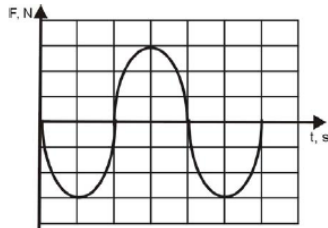
Przez rów przerużono deskę. Tak zrobioną kładką przebiegało dziecko z różnymi prędkościami. Odpowiedz na poniższe pytania, zakładając, że opory ruchu są zanedbywalnie małe.

- Co się wydarzyło, gdy częstotliwość kroków dziecka była równa częstotliwości drgań własnych deski?
- Jak nazywa się i na czym polega to zjawisko?

### 11.17

#### Zadanie 14. (3 pkt)

Paweł i Ania badali ruch wahadła matematycznego. W pewnym momencie Ania zapytała Pawła, dlaczego ruch tego wahadła jest ruchem harmonicznym? Paweł zamiast wyjaśnić narysował wykres zależności  $F(t)$  dla ruchu tego wahadła.



Czy Paweł dał Ani poprawną odpowiedź? Uzasadnij swój sąd.

### 11.18

#### Zadanie 14. (2 pkt)

Huślawka, na której siedzi Ania ma okres wahań 8 sekund. W pewnym momencie Ania znajduje się w najwyższym położeniu nad Ziemią. Oblicz czas, po którym od tego momentu Ania będzie poruszać się z maksymalną szybkością. Uzasadnij, dlaczego w tym momencie prędkość będzie największa.



### 11.19

#### Zadanie 9. Prawo Hooke'a (3 pkt)

Poniżej przedstawiono wartości modułu Younga dla różnych materiałów.

Aluminium	70 Gpa
Guma	0,01 Gpa
Miedź	130 Gpa
Ołów	18 Gpa
Pleksiglas	3 Gpa

- Uporządkuj te materiały począwszy od tego, który najłatwiej odkształcić.
- Przy działaniu siłą 140 N, pręt aluminiowy wydłuża się o  $x$ . Jaką siłą należy podzielać na pręt ołowiany o tych samych wymiarach początkowych, aby uzyskać takie samo wydłużenie?

### 11.20

#### Zadanie 3. (1 punkt)

W węży gumowym, którego jeden koniec jest sztywno uwiązany, a drugi pobudzany do drgań powstała fala stojąca. Odległość między dwoma najbliższymi węzłami wynosi 1,5 m. Aby węzły przypadały co 1m należy częstotliwość

- zwiększyć 1,5 razy.
- zmniejszyć 1,5 razy.
- zwiększyć 3 razy.
- zmniejszyć 3 razy.

### 11.21

#### Zadanie 10. (1 pkt)

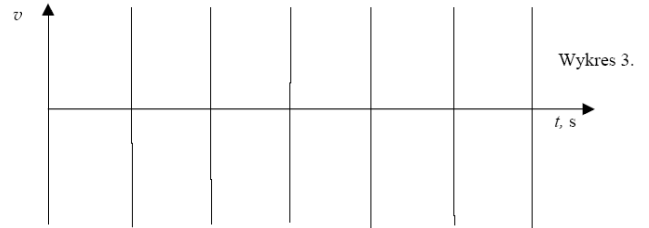
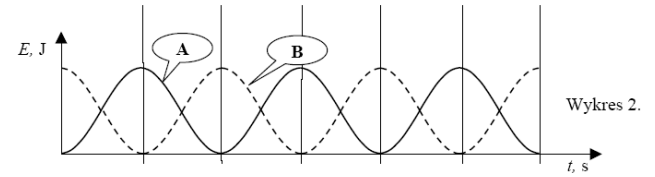
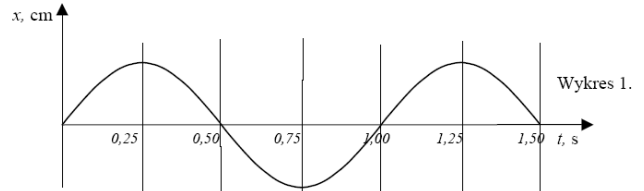
Okres drgań harmonicznego pewnego ciała zmalał dwukrotnie, natomiast amplituda drgań nie zmieniła się. Energia całkowita tych drgań:

- wzrosła dwukrotnie,
- wzrosła czterokrotnie,
- zmaląa czterokrotnie,
- nie zmieniła się.

### 11.22

#### Zadanie 14. Drgania (3 pkt)

Wykres 1. przedstawia zależność wychylenia punktu drgającego od czasu. Wykres 2. przedstawia zależność energii kinetycznej i potencjalnej od czasu dla tego samego punktu drgającego.



- Na wykresie 3. naszkicuj zależność wartości prędkości od czasu dla tego samego punktu drgającego. (1 pkt)
- Wykaż, że na wykresie 2. krzywa A przedstawia zależność energii potencjalnej, a krzywa B energii kinetycznej od czasu. (1 pkt)
- Odczytaj i podaj wartość okresu zmian energii. (1 pkt)

### 11.23

#### Zadanie 22. (2 pkt)

Stojąc w pewnej odległości od wysokiej, pionowej skały Jaś głośno krzyknął. Usłyszał echo po czasie 0,5 s. Oblicz, jak daleko znajdował się od skały? Jaka jest długość fali akustycznej wywołanej krzykiem, jeśli jej częstotliwość  $f = 220\text{Hz}$ ? (Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s).

### 11.24

#### Zadanie 9 (1 pkt)

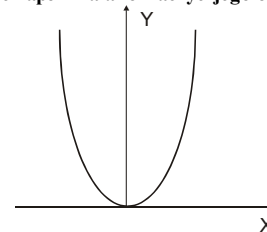
Na powierzchni dwóch ośrodków pada fala pod kątem  $\alpha$ . W każdym ośrodku fala rozchodzi się z inną prędkością. Gdy kąt padania fali zwiększymy dwukrotnie, to kąt załamania:

- wzrośnie dwukrotnie,
- zmaleje dwukrotnie,
- wzrośnie lub zmaleje dwukrotnie w zależności od rodzaju ośrodków, w których fala biegnie,
- żadna odpowiedź nie jest poprawna.

### 11.25

#### Marysia pisała klasówkę sprawdzającą umiejętności z ruchu drgającego.

Narysowała wykres, ale zapomniała oznaczyć jego osie



Przedstawiony na rysunku wykres ma sens fizyczny dla pary współrzędnych:

	X	Y
A.	czas	całkowita energia ruchu drgającego
B.	wychylenie	przyspieszenie
C.	masa	współczynnik sprężystości
D.	wychylenie	energia sprężystości ruchu drgającego

### 11.26

#### Zadanie 8 (1 pkt)

Fala poprzeczna przenieszcza się z lewa na prawo, tak jak pokazano to na rysunku.



Posiadając tylko taką informację można wywnioskować, że kierunek drgań z nią związanych musi być

- w górę i w dół kartki;
- w prawą i w lewą stronę kartki;
- do nas i w głąb kartki prostopadle do niej;
- dowolny w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku przemieszczania się fali.

**11.27**

**Zadanie 19 (3 pkt)**

Częstotliwość dźwięku wydawanego przez najdłuższą piszczałkę organową wynosi 1,6,35 Hz.



Oblicz długość tej piszczałki, jeżeli wiadomo, że jest ona otwarta na obu końcach. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 340 m/s.

**11.28**

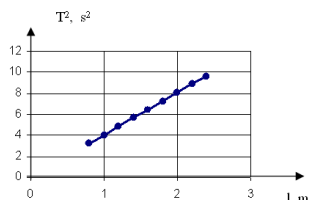
**Zadanie 15 (2 pkt)**

Marcin wyznaczał ziemskie przyspieszenie grawitacyjne wykorzystując ruch drgający. Wypisz, nazwy przyrządów, które Marcin wykorzystał do doświadczenia.

**11.29**

**Zadanie 14.**

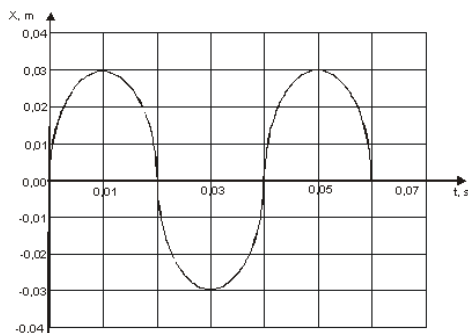
Grupa uczniów dokonała pomiaru zależności okresu drgań wahadła matematycznego od jego długości. Wyniki przedstawili w postaci wykresu. Podaj interpretację współczynnika kierunkowego otrzymanej prostej.



**11.30**

**Zadanie 21 (4 pkt)**

Na wykresie przedstawiono zależność wychylenia drgającego wahadła matematycznego od czasu.



Oblicz wartość maksymalnej prędkości drgań i narysuj wykres zależności prędkości drgającego wahadła od czasu.

**11.31**

**Zadanie 7. (1 pkt)**

Rozciągnięcie sprężyny o 1 cm z położenia równowagi wymaga wykonania pracy 2 J. Rozciągnięcie tej samej sprężyny o 3 cm, również z położenia równowagi, wymaga wykonania pracy

- A. 6 J.
- B. 12 J.
- C. 18 J.
- D. 24 J.

**11.32**

**18. Wahadło matematyczne (6 pkt)**

Równanie opisujące zależność wychylenia od czasu, dla małej kulki zawieszonoj na cienkiej nici i poruszającej się ruchem harmonicznym, ma w układzie SI postać:  $x = 0,02\sin\sqrt{20}t$ . Do obliczeń przyjmij, że układ ten można traktować jako wahadło matematyczne oraz, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa  $10\text{ m/s}^2$ .

**18.1. (2 pkt)**

Oblicz długość tego wahadła.

**18.2. (4 pkt)**

Przedstaw na wykresie zależność wychylenia tego wahadła od czasu. Na wykresie zaznacz wartości liczbowe amplitudy oraz okresu drgań.

**Ruch drgający i fale mechaniczne**

**– zadania z arkusza II**

**11.33**

**Zadanie 25. (wahadło)**

Uczniowie podczas lekcji wyznaczyli masę Ziemi, wykorzystując wahadło matematyczne. Do dyspozycji uczniów przygotowano następujące przyrządy: nici, obciążniki o małych rozmiarach, stoper, przymiar, haczyk przymocowany do sufitu sali. Uczniowie zapisali wyniki swoich pomiarów i obliczeń w tabelce:

Długość wahadła [m]	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5
Średni okres drgań [s]	1,43	1,73	1,99	2,24	2,45	2,66	2,83	3,00	3,17
Masa Ziemi [ $\cdot 10^{24}$ kg]	5,885	5,939	6,031	5,958	5,988	5,952	5,994	5,976	5,988

**Zadanie 25.1. (4 pkt)**

Korzystając z wielkości mierzonych w doświadczeniu, przedstaw sposób obliczenia masy Ziemi oraz sprawdź jednostkę obliczonej masy.

**Zadanie 25.2. (4 pkt)**

Zapisz w punktach czynności wykonywane przez uczniów podczas doświadczenia.

**Zadanie 25.3. (2 pkt)**

Tablicowa wartość masy Ziemi wynosi  $5,975 \cdot 10^{24}$  kg. Oszacuj niepewność pomiarową wyznaczonej doświadczalnie przez uczniów masy Ziemi. Posłuż się metodą błędu

względnej  $\delta$  (wykorzystaj wzór:  $\delta = \frac{|A_t - A_p|}{A_t} \cdot 100\%$ , gdzie  $A_t$  - tablicowa wartość

mierzonej wielkości,  $A_p$  - średnia wartość wyznaczonej wielkości).

**Zadanie 25.4. (2 pkt)**

Przeanalizuj i uzasadnij, czy masa wybranego obciążnika i jego rozmiary oraz długość nici mogą mieć wpływ na otrzymane wyniki.

**11.34**

**Zadanie 21. Gwizdek (9 pkt)**

Gwizdek (piszczałka zamknięta z jednego końca) wydaje ton o częstotliwości 2750 Hz. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi 330 m/s.

- a) Wykonaj odpowiedni rysunek i na jego podstawie oblicz długość tego gwizdka. (2 pkt)
- b) Moc gwizdka wynosi  $4\pi \cdot 10^{-8}$  W, próg słyszalności  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>. W jakiej odległości od gwizdka nie będzie słychać jego dźwięku? (2 pkt)
- c) Sędzia, używając gwizdka, biegnie w kierunku zawodnika z prędkością 12 km/h. Jaką częstotliwość dźwięku będzie słyszał zawodnik? (2 pkt)
- d) Jaka byłaby częstotliwość tonu, gdyby gwizdek skrócić o 1/6 długości? (2 pkt)

**11.35**

**Zadanie 26. Wahadła (10 pkt)**

Metalową kulkę o masie 0,1 kg zawieszono na nici o pewnej długości i wychyleno z położenia równowagi. Zależność wychylenia kulki  $x$  od czasu  $t$  możemy opisać wzorem:

$$x = 0,11 \sin\left(0,8\pi + \frac{\pi}{2}\right)$$

(Wartości liczbowe wielkości fizycznych, wyrażono w jednostkach układu SI).

**26.1 (3 pkt)**

Podaj i zapisz wartość amplitudy i fazy początkowej oraz oblicz okres drgań tego wahadła.

- 1. amplituda (1 pkt)
- 2. faza początkowa (1 pkt)
- 3. okres drgań (1 pkt)

Wykaż, że jeżeli okres wahań wahadła matematycznego jest równy 2 s, to jego długość wynosi około 1 m. Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

Tę samą metalową kulkę zawieszono na sprężynie i wprawiono w drgania. Okres drgań kulki był równy 2 s.

**26.3 (2 pkt)** Oblicz współczynnik sprężystości sprężyny (masę sprężyny pomini).

Obserwując dzieci huśtające się na huśtawce można zauważyć, że amplituda wahań w miarę upływu czasu stopniowo maleje.

**26.4 (3 pkt)**

Napisz, jakie trzy warunki należy spełnić, aby amplituda wahań huśtawki była stała. Przyjmij, że okres wahań wynosi 4 s.

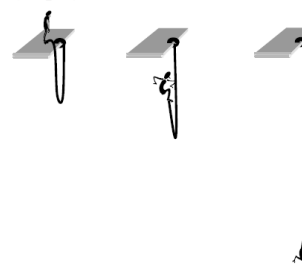
1. ....  
 ....



**11.36**

**Zadanie 1. BUNGEE – czyli skoki na linie (12 pkt)**

Skoki na linie zaczęły być popularne w różnych krajach w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Wykonując taki skok zawodnik przywiązuje do nóg sprężystą linę o długości  $D$  (zamocowaną drugim końcem do platformy startowej) i powoli przechylając się rozpoczyna swobodne spadanie w dół. Po wyprostowaniu lina zaczyna się rozciągać o długość  $x$  i hamuje ruch zawodnika.



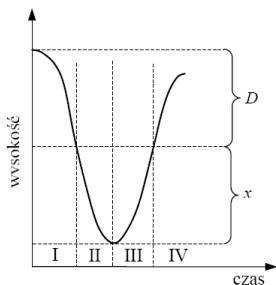


**1.1 (2 pkt)**

Zamieszczony poniżej wykres przedstawia uproszczoną zależność wysokości skoczka nad powierzchnią Ziemi od czasu, jaki upływa od początku skoku.

Przeanalizuj wykres oraz zjawisko spadania skoczka (działające siły) i zapisz w tabeli nazwę rodzaju ruchu (przyspieszony, opóźniony), jakim porusza się skoczek dla każdego etapu. Pomiń wzrost skoczka oraz ciężar liny.

Etap	Rodzaj ruchu
I	
II	
III	
IV	



**1.2 (4 pkt)**

Przed użyciem liny do skoków bungee, dokonano pomiarów zależności wydłużenia liny od wartości siły, z jaką ją rozciągano. Pomiarów dokonano z dokładnością:  $\Delta F = \pm 50 \text{ N}$ ,  $\Delta x = \pm 0,5 \text{ m}$ . Wyniki zapisano w tabeli:

Siła $F$ , N	550	650	900	1250	1850	2350
Wydłużenie $x$ , m	4	5	7	10	14	18

Wykonaj na sąsiedniej stronie wykres zależności wartości siły rozciągającej linę od wydłużenia liny. W tym celu dobrać odpowiednio osie współrzędnych, skale wielkości i jednostki, zaznaczyć punkty, nanieść niepewności pomiarowe i wykreśli linię ilustrującą tę zależność.

**1.3 (2 pkt)**

Wykaż, że średnia wartość współczynnika sprężystości badanej liny wynosi około 130 N/m. Swobodnie zwisająca lina, o współczynniku sprężystości równym 130 N/m, ma długość  $D = 20 \text{ m}$ . Człowiek o masie 65 kg, któremu zamocowano do nóg koniec liny pochyła się i spada z platformy startowej. Ciężar liny pomiń.

**1.4 (2 pkt)**

Oblicz wartość prędkości skoczka w momencie, kiedy lina jest wyprostowana, ale jeszcze nie napięta. Pomiń opory powietrza.

**1.5 (2 pkt)**

Wykaż, wykonując niezbędne obliczenia, że maksymalne wydłużenie liny podczas skoku wynosi około 20 m.

**11.37**

**Zadanie 25. (Wahadło)**

Kolekcjoner antyków postanowił dorabiać wahadła do starych zegarów wahadlowych. Kolekcjoner nie miał pojęcia, jak długie i ciężkie powinny być wahadła. Dlatego też próbował wahadeł o różnej długości i masie. Jego syn Jaś, chcąc sprawdzić, czy takie wahadła można potraktować jako wahadła matematyczne, zapisał otrzymane przez ojca wyniki w tabeli. W pierwszym wierszu tabeli podana jest długość wahadła, w drugim - kwadrat okresu jego wahań. Niepewność pomiaru okresu wynosiła około 0,1 s, w ostatnim wierszu tabeli podana jest niepewność pomiaru kwadratu okresu wahań. Niepewność pomiaru długości wynosiła 0,02 m.

Tabela

$l$ [m]	0,20	0,50	0,80	1,10	1,40	1,70
$T^2$ [s <sup>2</sup> ]	0,81	1,96	3,24	4,41	5,52	6,76
$D$ [s <sup>2</sup> ]	0,18	0,28	0,36	0,42	0,47	0,52

Wyniki doświadczenia nie zależały również od masy wahadła. Spróbuj odtworzyć rozumowanie Jasia, który chce wyjaśnić ojcu otrzymane rezultaty.

**25.1 (0-4 pkt)**

W tym celu: sporządź wykres zależności kwadratu okresu od długości wahadła i zaznacz prostokąty niepewności pomiarowych. Pamiętaj o oznaczeniu osi i naniesieniu skali na każdą z nich.

**25.2 (0-3 pkt)**

Czy badane wahadła można traktować jak matematyczne? Uzasadnij odpowiedź na podstawie znanych Ci praw fizycznych i uzyskanego wykresu.

**25.3 (0-3 pkt)**

Syn kolekcjonera, Jaś, który pomagał ojcu w pomiarach, wyznaczył na podstawie narysowanego wykresu przyspieszenie ziemskie. Oblicz, jaki otrzymał wynik?

**25.4 (0-7 pkt)**

Uwzględniając prostokąty niepewności pomiarowych, dorysuj na wykresie prostą o największym i najmniejszym nachyleniu. Wykorzystując je, określ przedział wartości, do którego należy  $g$  wyznaczone w tym doświadczeniu.

**25.5 (0-2 pkt)**

Do jednego z zegarów kolekcjoner potrzebował wahadła o okresie drgań 2 sekundy. Na podstawie wykresu odpowiedz, jaka powinna być długość wahadła i jaka jest niepewność wyniku?

**11.38**

**WAHADŁO MATEMATYCZNE**

Studenci dokonali pomiaru zależności okresu drgań wahadła matematycznego od długości nici wahadła. Wyniki pomiarowe zamieszczono w tabeli poniżej.

Lp.	Długość wahadła $l$ [m]	Okres drgań $T$ [s]					Średnia wartość okresu $T$ [s]	Niepewność pomiaru okresu $\Delta T$ [s]
		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3	Pomiar 4	Pomiar 5		
1	$0,20 \pm 0,02$	0,90	0,80	0,90	0,70	0,90	0,88	0,22
2	$0,40 \pm 0,02$	1,30	1,40	1,20	1,10	1,20		
3	$0,60 \pm 0,02$	1,60	1,50	1,60	1,80	1,40	1,58	0,22
4	$0,80 \pm 0,02$	1,80	1,90	2,00	1,80	1,60		
5	$1,00 \pm 0,02$	2,00	2,10	2,30	2,00	2,10		

**Zadanie 23 (3 pkt.)**

Uzupełnij dane w tabeli pomiarowej. Za niepewność pomiaru okresu dla każdej długości wahadła przyjmij wartość bezwzględną największej różnicy pomiędzy średnim okresem, a zmierzoną wartością okresu. Średnią wartość okresu i niepewność pomiarową okresu podaj z dokładnością do setnych części sekundy.

**Zadanie 24 (3 pkt.)**

Na podstawie danych pomiarowych wyznacz wartość przyspieszenia ziemskiego dla każdej długości wahadła. Oblicz średnią wartość przyspieszenia ziemskiego oraz podaj niepewność pomiarową średniej wartości przyspieszenia ziemskiego. Wyniki wpisz do tabelki poniżej, obliczone wartości podaj z dokładnością do setnych m/s<sup>2</sup>.

Lp.	Długość wahadła $l$ [m]	Średni okres drgań $T$ [s]	Niepewność pomiaru okresu $\Delta T$ [s]	Wartość przyspieszenia ziemskiego $g$ [m/s <sup>2</sup> ]
1	$0,20 \pm 0,02$	0,88	0,22	10,19
2	$0,40 \pm 0,02$			
3	$0,60 \pm 0,02$	1,58	0,22	9,48
4	$0,80 \pm 0,02$			
5	$1,00 \pm 0,02$			
Średnia wartość przyspieszenia ziemskiego*				
Niepewność pomiaru średniej wartości przyspieszenia ziemskiego**				

\*Średnią wartość przyspieszenia ziemskiego oblicz jako średnią arytmetyczną wartości przyspieszeń dla wszystkich długości wahadła.

\*\*Niepewność pomiaru średniej wartości przyspieszenia ziemskiego oblicz jako wartość bezwzględną największej różnicy średniej wartości przyspieszenia ziemskiego i wartości przyspieszenia ziemskiego dla danej długości wahadła.

**Zadanie 25 (3 pkt.)**

Narysuj wykres zależności okresu drgań wahadła matematycznego od długości nici. Nanieś na wykresie punkty pomiarowe, zaznacz niepewności pomiarowe oraz dopasuj odpowiednią krzywą.

**Zadanie 26 (2 pkt.)**

Ustal czy następujące stwierdzenie jest prawdziwe: *Okres drgań wahadła matematycznego jest wprost proporcjonalny do długości nici wahadła.* Odpowiedź uzasadnij.

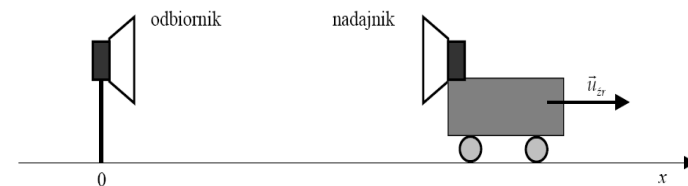
**Zadanie 27 (5 pkt.)**

Przedstaw na rysunku wahadło matematyczne w położeniu maksymalnego wychylenia oraz w położeniu równowagi. Narysuj wszystkie siły działające na kulkę wahadła w opisanych przypadkach. Przyjmij, że kąt maksymalnego wychylenia wahadła jest mniejszy od 5°.

**11.39**

**Zadanie 3. Wózek (12 pkt)**

Wózek z nadajnikiem fal ultradźwiękowych, spoczywający w chwili  $t = 0$ , zaczyna oddalać się od nieruchomego odbiornika ruchem jednostajnie przyspieszonym.



**3.1 (2 pkt)**

Napisz, jakim ruchem i w którą stronę powinien poruszać się nieinercyjny układ odniesienia, aby opisywany w tym układzie wózek pozostawał w spoczynku.

**3.2 (3 pkt)**

W tabeli przedstawiono wyniki pomiarów częstotliwości odbieranej przez odbiornik, położenia oraz wartości prędkości dla poruszającego się wózka, dokonanych z pomocą automatycznego układu pomiarowego. Przyjmij, że wartość prędkości ultradźwiękowych w powietrzu wynosi 330 m/s.

$f$ , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
$x$ , m	0	0,1	0,4	0,9	1,6	2,5
$u_{gr}$ , m/s	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0

Uzupełnij tabelę, wykonując niezbędne obliczenia.

**3.3 (3 pkt)**

Narysuj wykres zależności  $u_{gr}^2$  od  $2x$ , obliczając i uzupełniając brakujące wartości w tabeli.

$f$ , Hz	1 000 000	998 789	997 582	996 377	995 175	993 976
$x$ , m	0	0,1	0,4	0,9	1,6	2,5
$2x$ , m						
$u_{gr}$ , m/s	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
$u_{gr}^2$ , (m/s) <sup>2</sup>						

**3.4 (2 pkt)**

Wyprowadź zależność matematyczną pozwalającą obliczyć wartość przyspieszenia wózka. Przyjmij, że dane są tylko położenie  $x$  i prędkość  $u_{gr}$  wózka.

**3.5 (2 pkt)**

Oblicz wartość przyspieszenia wózka.

**Ruch drgający i fale mechaniczne****– inne zadania****11.40**

Punkt materialny wykonuje drgania harmoniczne o amplitudzie 10cm. W fazie drgań równej 0,7 rad szybkość punktu wynosi 0,3m/s. Oblicz okres drgań punktu.

**11.41**

Punkt materialny ma w pewnym momencie szybkość 0,3m/s. Częstotliwość jego drgań wynosi 0,5Hz, a największe wychylenie 0,2m. Oblicz wartość przyspieszenia tego punktu.

**11.42**

Po jakim czasie drgający punkt będzie miał wychylenie równe połowie amplitudy? Rozważ dwa przypadki:

- czas liczony jest od momentu przejścia punktu przez położenie równowagi
- czas liczony jest od momentu, gdy  $x=A$

**11.43**

Niewielkie ciało o masie 10g drga harmonicznie z okresem  $10^{-2}$ s. Największe wychylenie w tym ruchu wynosi 10cm. Oblicz:

- największą wartość siły działającej na to ciało,
- wielkość energii kinetycznej ciała,
- wielkość energii potencjalnej ciała.

**11.44**

Wykonaj wykresy wskazujące, jak zmieniają się w czasie drgań harmonicznycy energie ciała: kinetyczna, potencjalna i całkowita. Ruch rozpoczyna się w momencie, gdy ciało znajduje się w położeniu równowagi.

**11.45**

Oblicz wychylenie punktu materialnego, przy którym jego energia potencjalna jest równa energii kinetycznej.

**11.46**

Na dwóch sprężynkach o współczynnikach sprężystości  $k_1$  i  $k_2$  wisi ciężarek o masie  $m$ . Ciężarek wytrącono z położenia równowagi tak, że drga on w kierunku pionowym. Wyznacz okres drgań ciężarka w wypadkach, gdy sprężynki są połączone:

- szeregowo
- równolegle

**11.47**

Oblicz długość sekundowego wahadła matematycznego.

**11.48**

Przed startem rakiety ze statkiem kosmicznym kosmonauta zawiesił w swojej kabine wahadło sekundowe. Podczas pionowego startu rakiety kosmonauta zauważył, że wahadło wykonuje 2 wahnięcia w ciągu 1s. Jakiemu przecięciu podlegał kosmonauta?

**11.49**

Wahadło matematyczne o długości  $l$  zawieszono na Marsie. Przyspieszenie grawitacyjne na Marsie stanowi 40% przyspieszenia grawitacyjnego na Ziemi. Jaki będzie okres drgań wahadła na Marsie?

**11.50**

Oblicz okres drgań wahadła sekundowego na powierzchni Księżyca. Masa Księżyca jest równa  $1/81$  masy Ziemi, a jego promień stanowi 27% promienia Ziemi.

**11.51**

W kabine, która porusza się z przyspieszeniem  $a$ , zaczepiono wahadło. Wyznacz okres wahań tego wahadła w przypadku, gdy:

- kabina wznosi się pionowo z przyspieszeniem  $a$
- kabina pionowo opada z przyspieszeniem  $a < g$
- kabina pionowo opada z przyspieszeniem  $a > g$

**11.52**

Jak zachowa się wahadło zaczepione w kabine statku kosmicznego krążącego wokół Ziemi?

**11.53**

Chłopiec stojąc w pewnej odległości od ściany lasu, krzyknął głośno. Po upływie 2 sekund echo powtórzyło krzyk chłopca. W jakiej odległości od chłopca znajdował się brzeg lasu? Prędkość dźwięku – 330 m/s.

**11.54**

Uderzono w jeden z końców otwartej rury żelaznej. Na drugim końcu rury odebrano dwa sygnały akustyczne w odstępie czasu równym 1s. Oblicz długość rury. Szybkość dźwięku w powietrzu w powietrzu wynosiła 340m/s, a w rurze 5300m/s.

**11.55**

Dźwięk o częstotliwości 600Hz przechodzi w czasie 0,744s z punktu leżącego 200m pod powierzchnią wody do punktu będącego w powietrzu 200m nad powierzchnią wody. Oba punkty leżą na linii pionowej. Szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wynosi 330m/s. Oblicz długość fali dźwiękowej w powietrzu i w wodzie.

**11.56**

Fala akustyczna rozchodzi się w stali z prędkością 5km/s. Najbliższe punkty w stali, które mają różnicę faz  $90^\circ$ , odległe są od siebie o 1m. Oblicz częstotliwość dźwięku.

**11.57**

Struna o długości  $l$  napięta siłą  $F$  została pobudzona do drgań. Znana jest masa struny. Z jaką częstotliwością drga struna? Szybkość fali w strunie  $v=(F \cdot l/m)^{1/2}$

**11.58**

Piszczalka jednostronnie otwarta ma od wewnątrz długość 19,3cm. Oblicz podstawową częstotliwość rezonansową dźwięku. Szybkość dźwięku wynosi 340m/s.

**11.59**

Samochód jadący z szybkością 72km/h zbliża się do stojącego człowieka. Kierowca daje klaksonem sygnał o częstotliwości 500Hz. Po wyminięciu człowieka również daje ten sam sygnał. Jaka jest częstotliwość dźwięku sygnału słyszanego przez stojącego człowieka? Szybkość dźwięku w powietrzu wynosi 340m/s.

**11.60**

Gwizdek o częstotliwości drgań 600Hz porusza się po okręgu o promieniu 1m z szybkością kątową 15rad/s. Ile wynosi najwyższa i najniższa częstotliwość dźwięku odbieranego przez nieruchomego obserwatora znajdującego się w dużej odległości (w porównaniu z promieniem okręgu) od środka okręgu?

**11.61**

Maszynista pociągu ekspresowego, jadącego z szybkością 180km/h, zbliżając się do przejazdu kolejowego, włączył syrenę, wysyłając dźwięk o częstotliwości 18000Hz. Czy syrena spełni ostrzegawczą rolę?

**11.62**

Źródło dźwięku o mocy  $10^6$ W wysyła fale równomiernie we wszystkich kierunkach. Jak wielką energię fal wysłało to źródło w czasie 1 godziny? Jak wielka energia dotarła w ciągu 1 godziny do okna mieszkania odległego o 50m? Powierzchnia okna wynosi  $1m^2$  (pomijamy straty energii).

**11.63**

Źródło o mocy akustycznej  $31,4 \cdot 10^{-7}$  W wysyła dźwięki o częstotliwości 1000Hz. W jakiej odległości od źródła człowiek przestaje słyszeć te dźwięki?

**11.64**

W odległości 4m od źródła dźwięku natężenie dźwięku wynosi  $3 \cdot 10^{-4}W/m^2$ . Oblicz poziom natężenia w tym miejscu i porównaj go z poziomem natężenia w odległości 12m od źródła. Porównaj też natężenia dźwięku w tych miejscach.