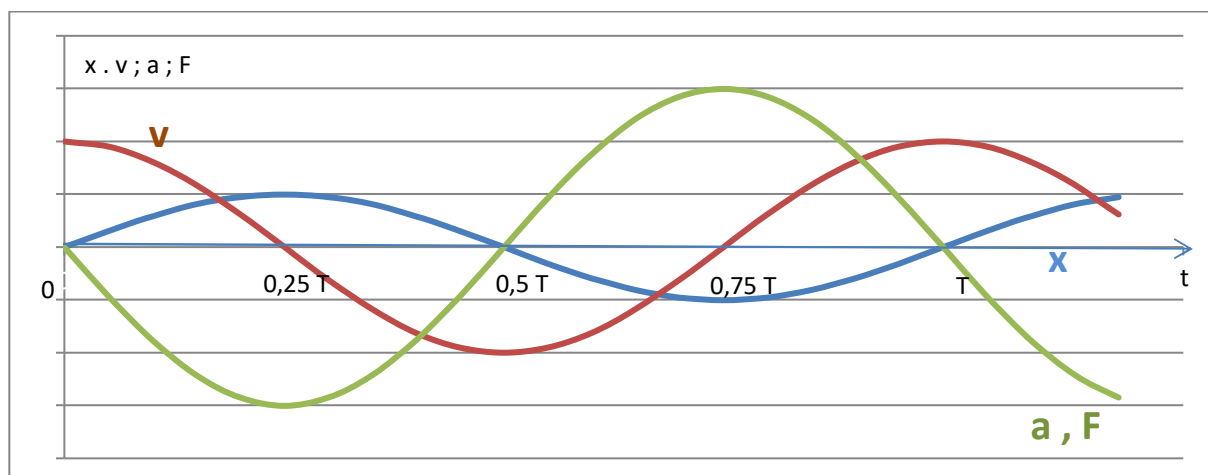
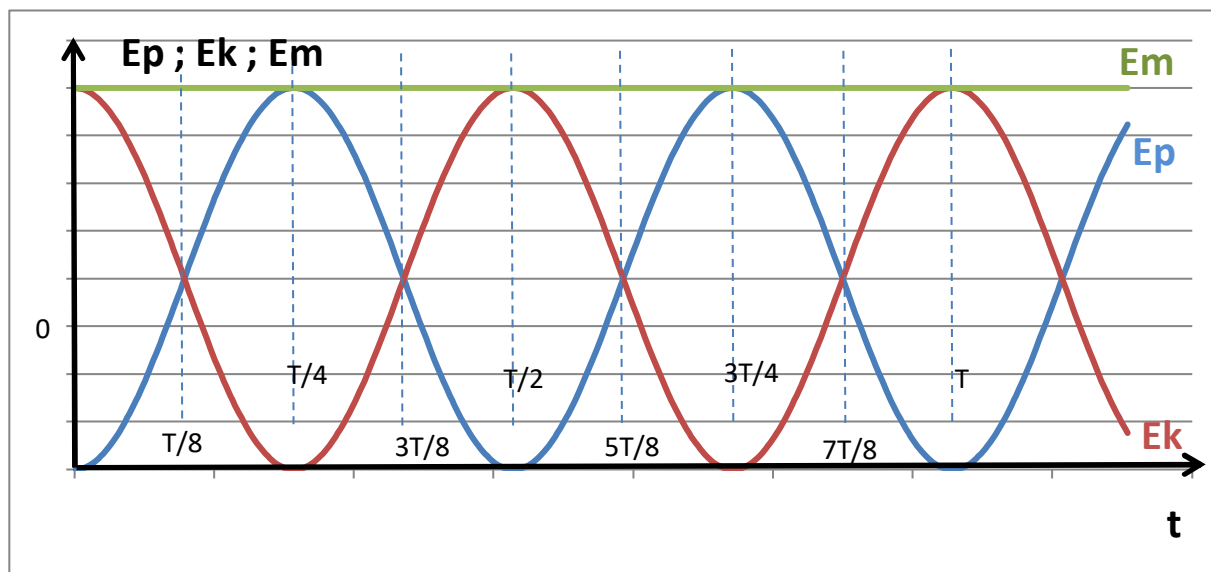


30–RUCH DRGAJĄCY. CZĘŚĆ 1

wychylenie	$x = A \sin(\omega t + \varphi)$
prędkość	$v = \omega A \cos(\omega t + \varphi) = v_{max} \cos(\omega t + \varphi)$
przyspieszenie	$a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi) = -a_{max} \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$
siła	$F = ma = -m\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi) = -F_{max} \sin(\omega t + \varphi) = -m\omega^2 x = -kx$
współczynnik sprężystości	$k = m\omega^2$



energia potencjalna	$E_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi)$
energia kinetyczna	$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \cos^2(\omega t + \varphi)$
energia mechaniczna (całkowita)	$E_m = E_p + E_k = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$



Wahadło matematyczne

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

ZADANIA

zadanie 1

Drgania punktu materialnego o masie $m = 1 \text{ g}$ opisuje równanie:

$$x = 10 \sin 20\pi t \text{ [cm]}$$

Oblicz:

- Wartości maksymalne wychylenia, prędkości, przyspieszenia i siły
- Energie maksymalne: potencjalną i kinetyczną i mechaniczną punktu
- Wartości wychylenia, prędkości, przyspieszenia i siły, energii potencjalnej i kinetycznej i mechanicznej dla fazy $\alpha = \pi/3$ oraz dla chwili $t = T/12$

Odpowiedź:

	<i>max.</i>	dla $\alpha = \pi / 3$	dla $t = T/12$
wychylenie [m]	0,10	0,09	0,05
prędkość [m/s]	6,28	3,14	5,44
przyspieszenie [m/s^2]	394,38	-341,54	-197,19
siła [N]	0,39	-0,34	-0,20
energia potencjalna [J]	0,020	0,015	0,005
energia kinetyczna [J]	0,020	0,005	0,015
energia mechaniczna [J]	0,020	0,020	0,020

Włodzimierz Wolczyński - 30-RUCH DRGAJĄCY. CZĘŚĆ 1

zadanie 2

W chwili $t=T/8$ wychylenie punktu drgającego wynosiło $x = 10$ cm, a prędkość $v = 2$ m/s. Jaka jest częstotliwość drgań punktu?

Odpowiedź: ok. 3,18 Hz

zadanie 3

Z jaką maksymalną częstotliwością może drgać platforma samochodu ciężarowego wykonując drgania z amplitudą $A = 1$ cm, aby znajdujące się na niej przedmioty nie odrywały się od podłogi?

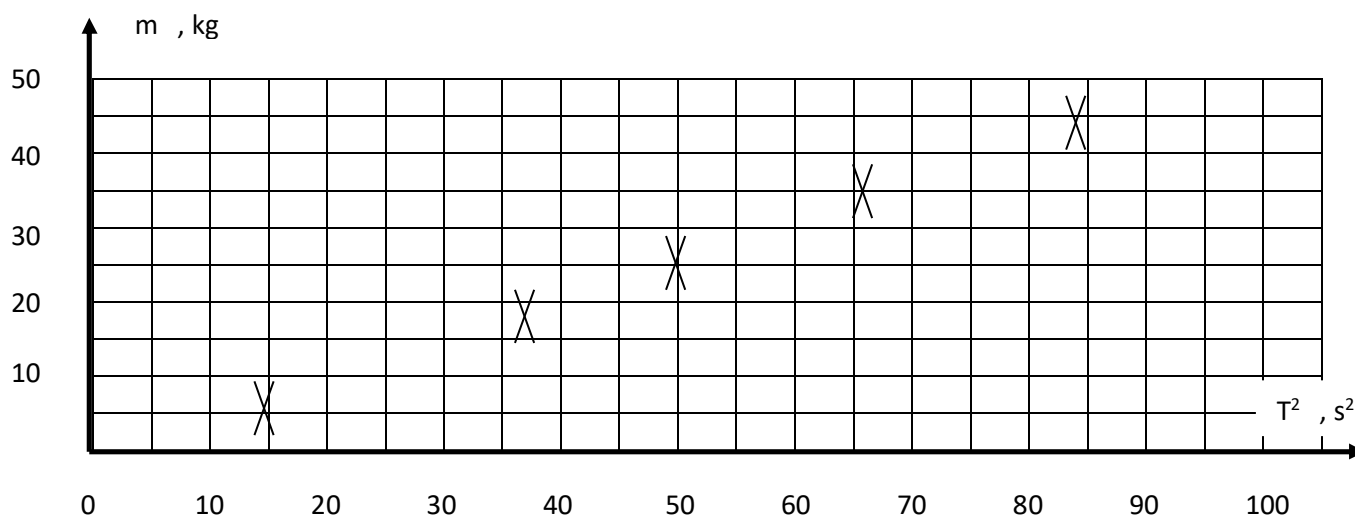
Odpowiedź: ok. 5 Hz

zadanie 4

Probówka obciążona śrutem, utrzymująca pozycję pionową, o masie $m = 20$ g i średnicy przekroju $d = 1$ cm pływa w wodzie (gęstość wody $\rho = 1000$ kg / m³). Probówkę tę wynurzono z wody i puszczono. Oblicz okres drgań probówki w wodzie.

Odpowiedź: 1 s

zadanie 5 – na bazie zadania ze zbioru - Maturalnie że zdasz - strona 28 zadanie 15



Grupa uczniów wykonała pomiar zależności okresu drgań T od masy zawieszonego na sprężynie ciężarka, a następnie naniósł punkty o współrzędnych m i T^2 na wykres.

1. Przeprowadź prostą najlepiej przedstawiającą Twoim zdaniem przebieg zależności $m(T^2)$.
2. Zakładając, że równanie prostej w tym doświadczeniu ma postać:

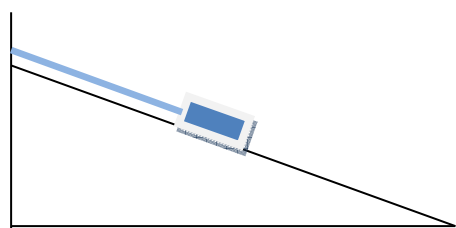
Włodzimierz Wolczyński - 30-RUCH DRGAJĄCY. CZĘŚĆ 1

$$m = \frac{k}{4\pi^2} T^2$$

wyznacz współczynnik k .

Odpowiedź: około 20,8 N/m

zadanie 6 – ze zbioru zadań - Maturalnie że zdasz - strona 28 zadanie 16

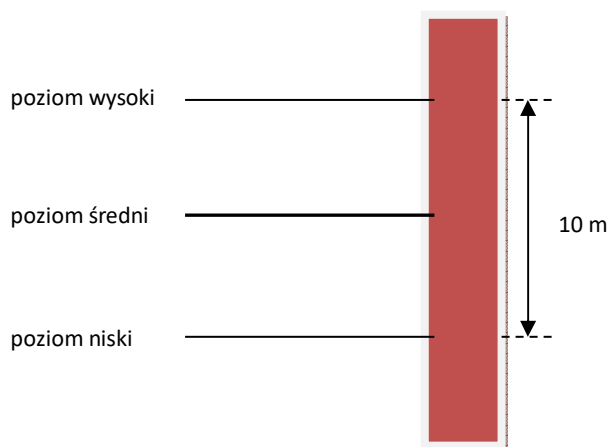


Na pochylonej pod kątem $\alpha = 30^\circ$ do poziomu desce położono drewniany klocek o masie 0,2 kg. Klocek utrzymywany jest w spoczynku za pomocą sprężystego sznurka. Długość nieobciążonego sznurka wynosi 0,2 m, a współczynnik sprężystości sznurka ma wartość 14,3 N/m.

1. Oblicz długość obciążonego sznurka, gdy deska jest gładka i siły tarcia można pominąć.
2. Oblicz długość obciążonego sznurka, gdy współczynnik tarcia pomiędzy klockiem i deską jest równy 0,3.

Odpowiedź: 1. około 27 cm, 2. około 23 cm

zadanie 7 – ze zbioru zadań - Maturalnie że zdasz - strona 28 zadanie 18



Podnoszenie się i obniżanie poziomu morza związane z siłami grawitacyjnymi Księżyca i Słońca nazywa się pływami. Przyptyw w przystani pojawia się średnio co 12 godzin i 30 minut. Proces wznoszenia się i opadania wody w przystani można traktować jako ruch harmoniczny.

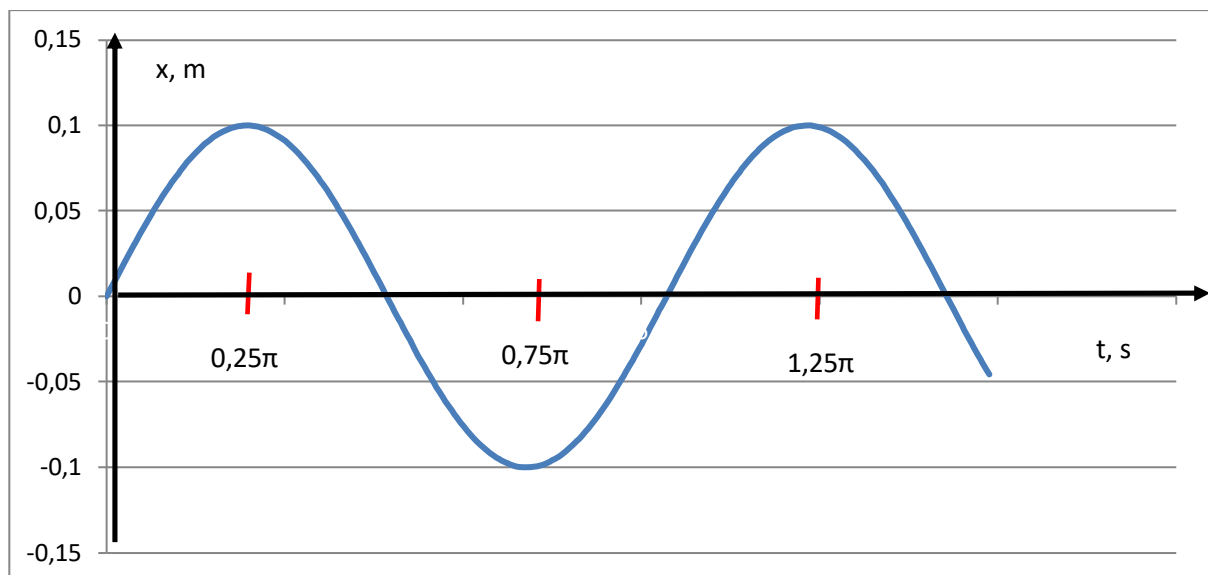
1. Zapisać zależność wysokości wody od czasu można zapisać równaniem $x = A \sin \omega t$

Na podstawie rysunku i danych w tekście oblicz amplitudę drgań powierzchni wody i ich częstotliwość kołową ω .

2. Narysuj wykres zależności wysokości wody w przystani od czasu dla jednego okresu drgań.
3. Oblicz maksymalne przyspieszenie w ruchu drgającym wody.
4. Odpowiedź:
 1. $A = 5 \text{ m}$, $\omega = 1,396 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$
 2. -----
 3. $a_{\max} = 9,744 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}^2$

zadanie 8 –ze zbioru zadań - Maturalnie że zdasz - strona 28 zadanie 19

Wojtek zawiesił przy suficie nitkę, której wolny koniec obciążył małą ołowianą kulką o masie 0,5 kg. Tak przygotowane wahadło wprowadził w ruch drgający i razem z Małgosią badał ten ruch. Po serii dokonanych pomiarów, uzyskane wyniki uczniowie przedstawili na wykresie zależności $x(t)$.



1. Oblicz maksymalną wartość prędkości tego wahadła.
2. Małgosia długość wahadła oszacowała na 2 m. Czy miała rację? Uzasadnij odpowiedź.
3. Oblicz po jakim czasie od rozpoczęcia ruchu energia kinetyczna wahadła była równa jego energii potencjalnej.

Odpowiedź:

1. $v_{max} = 0,2 \text{ m/s}$
2. Z wykresu można odczytać, że okres drgań wynosi $\pi \text{ s}$. Wobec tego wahadło ma długość około 2,5. Oszacowana przez Małgosię długość jest raczej zbyt daleka od rzeczywistości.
3. $t = 0,4 \text{ s}$

zadanie 9

Aby rozwiązać zadanie dokładnie przyjmij w obliczeniach wartość przyspieszenia ziemskiego $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$.

Jaką długość powinno mieć wahadło matematyczne sekundowe? Podaj długość w zaokrągleniu do 0,001 m.

Wykonano wahadło matematyczne o długości 25 cm. Czy zegar, którego takiego wahadła by użyto spieszyłby się, czy późnił? Ile sekund wynosiłaby różnica w pomiarze czasu na dobę? Oblicz błąd względny w odmierzaniu czasu.

Odpowiedź:

Długość wahadła sekundowego wynosi ok. 0,249 m.

Zegar z wahadłem o długości 25 cm późniłby się o ok. 276,5 s na dobę.

Błąd względny wynosi 0,0032, czyli 0,32%

zadanie 10

Jaki jest okres drgań wahadła matematycznego o długości $l = 1$ m? Ile wynosi ten okres:

- a. W windzie jadącej w górę z przyspieszeniem $a = 2 \text{ m/s}^2$
- b. W windzie poruszającej się w dół z przyspieszeniem $a = 2 \text{ m/s}^2$
- c. W kabinie poruszającej się z przyspieszeniem $a = 5 \text{ m/s}^2$ w kierunku poziomym
- d. W kabinie opadającej z przyspieszeniem ziemskim
- e. W kabinie opadającej z przyspieszeniem $2g$
- f. Na wysokości równej promieniowi Ziemi

Odpowiedź:

$1,986 \text{ m/s}^2$; a: $1,8136 \text{ m/s}^2$; b: $2,2206 \text{ m/s}^2$; c: d: $1,878 \text{ m/s}^2$; brak drgań; e: $1,986 \text{ m/s}^2$; : $3,972 \text{ m/s}^2$;

zadanie 11

Wykaż, że zależność okresu drgań wahadła matematycznego od wysokości nad Ziemią, jest funkcją liniową.

Odpowiedź:

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

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{\frac{GM}{r^2}}} = 2\pi r \sqrt{\frac{l}{GM}}$$

$$T = 2\pi r \sqrt{\frac{l}{GM}} \quad \text{dla } r > R$$

T – okres drgań

l – długość nici

g – przyspieszenie grawitacyjne

r – odległość od środka Ziemi

R – promień Ziemi

G – stała grawitacji

M – masa Ziemi

zadanie 12 - zadanie 7 strona 9

<http://www.voltwo.webd.pl/matura/fizyka/2007-PROBNY-OPERON-rozszerzony.pdf>

Dwa wahadła, z których jedno wykonuje 600, drugie 601 drgań.

zadanie 13 - zadanie 1 strona 2

<http://www.voltwo.webd.pl/matura/fizyka/2006-PROBNY-rozszerzony.pdf>

Bungee

zadanie 14 - strona 6 zadanie 14

<http://www.voltwo.webd.pl/matura/fizyka/2005-12-PROBNY-podstawowy.pdf>

Wykresy w ruchu drgającym