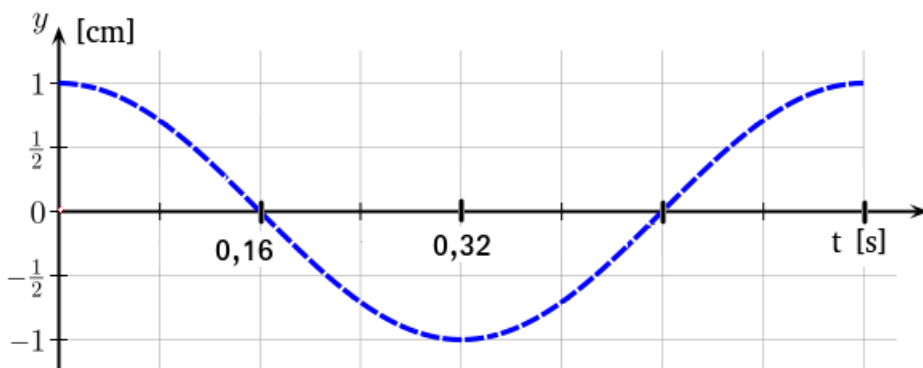
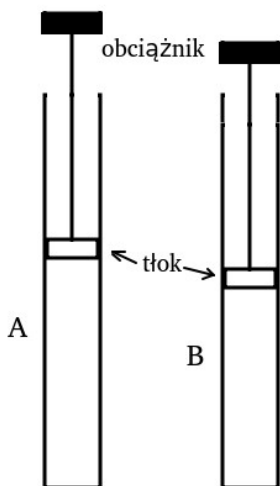


1. W niektórych amortyzatorach rowerowych, zamiast zwykłej sprężyny, stosuje się tzw. sprężynę powietrzną, czyli tłok poruszający się w cylindrze wypełnionym powietrzem o ciśnieniu kilku atmosfer. Wykres przedstawia zależność wychylenia tłoka ze stanu równowagi w zależności od czasu, gdy tłok jest obciążony masą 30 kg i wykonuje małe drgania nietłumione (odłączono tłumik). Cylinder ma średnicę 2 cm, a w stanie równowagi tłok znajduje się 10 cm nad dnem cylindra.



1. Zaznacz na rysunkach A (stan równowagi) i B (wychylenie maksymalne w dół) siły działające na tłok. Określ co to za siły i skąd pochodzą.



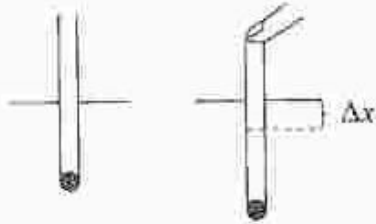
2. Uzasadnij (na podstawie działających tu sił), dlaczego sprężyna powietrzna, podobnie jak zwykła, oscyluje wokół położenia równowagi.
3. Oblicz na podstawie wykresu różnicę między ciśnieniem w cylindrze podczas maksymalnego wychylenia, a ciśnieniem w stanie równowagi.
4. Naszkicuj na wykresie, jak wyglądałaby przedstawiona na nim zależność, jeśli uwzględnilibyśmy silne tłumienie (podłączyli z powrotem tłumik).

2. Wahadło matematyczne, które na Ziemi ma okres 1 s, umieszczono w rakiecie lecącej na Księżyc. Jaki będzie miało okres:
  1. podczas startu rakiety, kiedy przyspiesza ona pionowo w górę z przyspieszeniem  $8g$ ;
  2. na powierzchni Księżyca, gdzie przyspieszenie grawitacyjne jest sześciokrotnie mniejsze niż na Ziemi.
  
3. \* Na dnie sferycznej miski o promieniu  $R$  leży pojedyncze, idealnie kuliste winogrono. Oblicz okres małych drgań winogrona wokół położenia równowagi, jeśli wiemy, że toczy się po dnie miski bez poślizgu. Przyjmij, że winogrono jest bezpestkowe, miąższ ma jednorodną gęstość, a skórka jest pomijalnej grubości.
  
4. \* Na równi pochyłej nachylonej pod kątem  $30^\circ$  leżą dwa identyczne klocki o masie  $m$  każdy, połączone sprężyną o współczynniku sprężystości  $k$ . Początkowo sprężyna jest rozciągnięta o długość  $s$  względem długości swobodnej, a klocki spoczywają. Opisz (jakościowo, a jak się uda to też ilościowo) dalszy ruch klocków, jeśli
  1. tarcia nie ma
  2. tarcie jest i ma współczynnik  $\mu$ .
  
5. \* Na dużej równi pochyłej nachylonej pod kątem  $30^\circ$  znajduje się duża skrzynia, która ma pod sufitem zaczepione wahadło matematyczne o długości  $l$ . W chwili początkowej spoczywa, następnie swobodnie zjeżdża pod wpływem grawitacji. Opisz jak najdokładniej ruch wahadła (okres, położenie równowagi, amplituda...)
  1. pomijając opory ruchu;
  2. przyjmując współczynnik tarcia  $\mu$ .
  
6. W probówce o długości 30 cm jest częściowo wypełniona wodą. Dmuchając w nią można usłyszeć dźwięk o częstotliwości  $f$ . Kiedy stłukło się dno próbówki, a cała woda wyleciała, częstotliwość dźwięku granego na piszczałce-probówce zmalała dwukrotnie.
  1. Jaka część próbówki była wypełniona wodą?
  2. Podaj częstotliwość  $f$ .

7. Nietoperze orientują się w przestrzeni, wysyłając, a następnie odbierając odbite fale ultradźwiękowe. Są to fale o częstotliwościach wyższych, niż dźwięki słyszalne przez człowieka. Nietoperz zbliża się do muru z prędkością 36 km/h, wysyłając fale o częstotliwości 85 kHz. Oblicz, jaką długość będzie miała fala odbita od muru. Przyjmij, że dźwięk rozchodzi się w powietrzu z prędkością o wartości równej 340 m/s.
8. Laser zamocowano na statywie w odległości 1 m od siatki dyfrakcyjnej, za którą, również w odległości 1 m, znajduje się ekran. Umieszczamy na drodze światła w tym układzie akwarium o grubości 50 cm, wypełnione wodą, kolejno w trzech miejscach:
1. między laserem a siatką,
  2. między ekranem a siatką, tuż przy siatce,
  3. między ekranem a siatką, tuż przy ekranie.
- W którym przypadku prążki na ekranie są najbliżej, a w którym najdalej od siebie? Opisz, jak będzie wyglądał bieg promieni w każdym przypadku.
9. W wiązce światła białego umieszczono siatkę dyfrakcyjną, a w odległości 3 m za siatką umieszczono ekran. Źródło światła jest skierowane prostopadłe do siatki i ekranu. Na ekranie widać na środku biały punkt, a nad nim i pod nim widać symetryczne tęczowe pasy. Odległość między czerwonymi (750 nm) paskami w tych dwóch tęczach to 15 cm.
1. Jaka jest stała siatki?
  2. Jaka jest odległość między fioletowymi (400 nm) paskami w dwóch tęczach?
10. Struna w instrumencie początkowo wydawała dźwięk o częstotliwości 440 Hz, a po skróceniu o 10 cm częstotliwość wydawanego przez nią dźwięku wzrosła 1,5 krotnie. Instrument jest skonstruowany tak, że struna jest zamocowana u obu końców, a skrócenie struny nie spowodowało zmiany wartości siły napinającej ją. Wyznacz początkową długość struny oraz prędkość rozchodzenia się dźwięku w niej.

11.

Obciążona probówka pływa w pozycji pionowej częściowo zanurzona w wodzie.



Po dodatkowym zanurzeniu o  $\Delta x$  i zwolnieniu, probówka wykonuje drgania. Masa probówki wraz z obciążeniem  $m = 62 \text{ g}$ , jej przekrój  $S = 2 \text{ cm}^2$ . Gęstość wody  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Pomijamy opór wody.

- Wykaż, że drgania probówki są drganiami harmonicznymi.
- Oblicz okres drgań.
- Jeden z uczniów na pytanie: Co oznacza symbol  $k$  w ogólnym wzorze na okres drgań

harmonicznych  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ? odpowiedział, że  $k$  to współczynnik sprężystości sprężyny. Sformułuj bardziej ogólną odpowiedź na to pytanie.

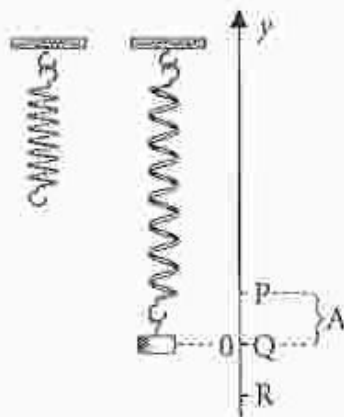
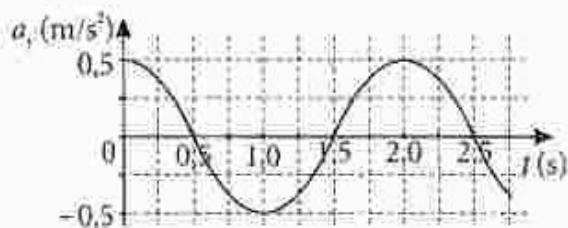
12. Dwa delfiny bawią się, goniąc się wzajemnie. Płyną wzdłuż jednej prostej. Goniący porusza się z szybkością  $15 \text{ m/s}$ , a ścigany  $10 \text{ m/s}$ . Nawołują się przy tym dźwiękami o częstotliwości  $10 \text{ kHz}$  (oba emitują taki dźwięk). Prędkość dźwięku w wodzie to  $1500 \text{ m/s}$ .
- Jaką częstotliwość słyszy ścigany delfin?
  - Który delfin słyszy wyższy dźwięk?

13. Dwa polaryzatory ustawiono tak, że natężenie światła  $I_1$  po przejściu przez pierwszy było czterokrotnie większe, niż natężenie  $I_2$  po przejściu przez oba. Następnie za drugim polaryzatorem umieszczono trzeci, w taki sposób, że po przejściu przez układ trzech polaryzatorów natężenie wynosiło 0. Jakie będzie natężenie światła po przejściu przez pierwszy i trzeci polaryzator, po usunięciu drugiego?

14. \* Pewien polaryzator przepuszcza  $1/3$  padającej na niego wiązki niespolaryzowanego światła, a dwa takie polaryzatory, ustawione jeden za drugim, przepuszczają  $1/8$  niespolaryzowanego światła. Ile wynosi kąt  $\alpha$  między płaszczyznami polaryzacji tych polaryzatorów?

15.

Zawieszenie odważnika na bardzo lekkiej sprężynie spowodowało jej wydłużenie o 10 cm. Odważnik wychyłyony z położenia równowagi wykonywał drgania harmoniczne o amplitudzie  $A$ . Zależność współrzędnej jego przyspieszenia  $a$ , od czasu przedstawia wykres:



- Odczytaj z wykresu okres drgań odważnika.
- Ustal, w którym punkcie (P, Q, R) znajdował się odważnik w chwili, w której zaczęto mierzyć czas ( $t_0 = 0$ ). Uzasadnij odpowiedź.
- Oblicz amplitudę drgań odważnika.
- Wykaż, że w przypadku gdy odważnik wykonuje drgania o amplitudzie  $A = 5$  cm, to w punkcie P sprężyna działa na odważnik siłą zwróconą w górę.
- Podaj nazwy i źródła sił, których wypadkowa nadaje odważnikowi (w tym przypadku) przyspieszenie opisane wykresem. Podaj zwrot siły wypadkowej w punkcie P.