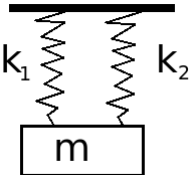


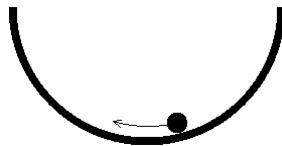
1. [5 pkt] Punkt materialny o masie $m = 0,2$ kg zawieszony na nieważkiej sprężynie o współczynniku sprężystości $k = 80$ N/m wykonuje pionowe drgania o amplitudzie $A = 10$ cm. Jaka prędkość ma ten punkt w odległości 6 cm od położenia równowagi?
2. [5 pkt] Między dwiema ścianami rozpięto kolejno: sprężynę o współczynniku sprężystości $k_1 = 10$ N/m, ciężarek o masie $m = 2$ kg i sprężynę o współczynniku $k_2 = 20$ N/m. Oblicz częstotliwość małych drgań odbywających się wzdłuż sprężyn. Pomiń grawitację.
3. [5 pkt] Ciężarek o masie $m = 5$ kg zawieszono na dwóch równoległych, ustawionych pionowo sprężynach o współczynnikach sprężystości $k_1 = 10$ N/m, $k_2 = 15$ N/m. Oblicz częstotliwość małych drgań odbywających się pionowo. Przyjmij, że ciężarek jest zawieszony tak, że podczas tych drgań obie sprężyny rozciągają się o jednakowe długości.
 
4. [7 pkt] Na sprężynie o współczynniku sprężystości $k = 6,4$ N/m wisi ciężarek o masie $m = 0,4$ kg. Rozciągnięto sprężynę o długość Δx , a następnie usunięto siłę zewnętrzną i układ zaczął drgać swobodnie. Całkowita energia tych drgań $E_c = 0,256$ J. Wyznacz:
 - a) częstość kołową tych drgań;
 - b) początkowe wychylenie Δx .
5. Rozważmy tunel wydrążony na wylot przez Ziemię, od bieguna do bieguna. Umieszczamy ciało o masie $m \ll M_Z$ przy jednym z wejść do tunelu i puszczamy bez prędkości początkowej.
 1. [6 pkt] Opisz dokładnie (podając również odpowiednie wielkości fizyczne) jego ruch przy założeniu, że Ziemia ma stałą gęstość.
 2. * Opisz jakościowo różnice między punktem 3.1. a przypadkiem, gdy gęstość Ziemi nie jest stała, lecz tym większa, im bliżej środka.

masa Ziemi $M_Z = 6 \cdot 10^{24}$ kg
 promień Ziemi $R_Z = 6400$ km

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

6. [5 pkt] Na sprężynie wieszamy nieznaną ciężarek i od tego rozciąga się ona o 10 cm. Wyznacz okres drgań tego układu.

7. [3 pkt] Ciało o masie m ślizga się bez tarcia po wnętrzu sferycznej miski, wykonując małe (amplituda $\ll R$) drgania wokół najniższego położonego punktu na dnie miski, poruszając się cały czas w jednej płaszczyźnie. Wyznacz okres tych drgań. Miska ma promień R i znajduje się na powierzchni Ziemi.



8. [3 pkt] Jak będzie okres T_Z drgań wahadła matematycznego o długości $l = 4$ m na Ziemi, a jaki okres T_K tego samego wahadła na Księżycu? Przyjmij, że na Księżycu przyspieszenie grawitacyjne jest 6 razy mniejsze niż na Ziemi.

9. [5 pkt] Wahadło matematyczne o długości $l = 0,4$ m, znajdujące się na powierzchni Ziemi, wykonuje drgania. W najniższym punkcie ciężarek wiszący na jego końcu porusza się z prędkością $v = 0,1$ m/s. Jakie jest jego przyspieszenie w połowie drogi od położenia równowagi do maksymalnego wychylenia? Przyjmij $g = 10$ m/s.

10. [5 pkt] Zegar z wahadłem przewieziono z Polski ($g = 9,81$ m/s²) na równik ($g = 9,78$ m/s²). Czy zegar będzie się tam spieszył, czy późnił? Jak bardzo?

11. [5 pkt] Wahadło matematyczne o długości $l = 0,9$ m, znajdujące się na powierzchni Ziemi, wykonuje drgania. W najniższym punkcie ciężarek wiszący na jego końcu porusza się z prędkością $v = 0,15$ m/s. Jakie jest jego przyspieszenie w połowie **wysokości** od położenia równowagi do maksymalnego wychylenia? Przyjmij $g = 10$ m/s.

12. [7 pkt] Huśtawka składa się z jednorodnych prętów o łącznej masie m i długości l oraz krzeselka o masie $2m$, którego rozmiary uznajemy za pomijalnie małe, przyczepionych do końca pręta. Jaki jest okres jego drgań? Jak się zmieni ten okres, kiedy na krzeselku usiądzie dziecko o masie $5m$? Przyjmijmy, że środek masy dziecka znajduje się w $1/4$ drogi od krzeselka do punktu zawieszenia huśtawki.