**Rozwiązanie zad. 1**

**Dane:**





**Szukane:**



**Wzór:**



**Rozwiązanie:**



**Odpowiedź:**

Okres drgań wahadła matematycznego o długości 100 cm wynosi 0,32 s.

**Rozwiązanie zad. 2**





**Szukane:**



**Wzór:**



**Rozwiązanie:**





Aby dwie strony równania były sobie równe, to licznik lewej strony musi zmaleć sześciokrotnie, czyli długość wahadła matematycznego na Księżycu musi być 6 razy krótsza niż na Ziemi.

**Rozwiązanie zad. 3**

**Dane:**





**Szukane:**



**Wzór:**





**Rozwiązanie:**

Z wzorów powyższych wynika, że prawdziwe jest równanie:



Po przekształceniu którego otrzymamy wyrażenie, z którego obliczymy współczynnik sprężystości sprężyny *k*:









**Odpowiedź:**

Współczynnik sprężystości sprężyny wynosi *126,2 N/m*.

**Rozwiązanie zad. 4**

**Dane:**





**Szukane:**



**Wzór:**



**Rozwiązanie:**















**Odpowiedź:**

Przyspieszenie windy wynosiło 12,5 m/s2.

**Rozwiązanie zad. 5**

Częstotliwość (a więc również i okres) drgań wahadła matematycznego zmienia się wraz z wartością przyspieszenia i kierunkiem ruchu windy, wewnątrz której znajduje się takie wahadło. Gdy wahadło znajduje się w nieruchomej windzie okres T1 jego drgań dany jest poniższym wyrażeniem:

z kolei, gdy winda opada w dół, okres T1 drgań wahadła wynosi:

Z treści zadania wynika, że okres T1 jest większy o połowę w stosunku do wartości T0, w związku z czym możemy zapisać, że:

Wstawiając powyższą zależność do wzoru na okres T1 drgań wahadła dostaniemy:

skąd po podstawieniu wzoru na T0 otrzymamy:

Skracając stronami powyższe wyrażenie oraz następnie podnosząc je do kwadratu i przekształcając względem a dostaniemy szukaną wartość przyspieszenia windy równą:

**Rozwiązanie zad. 6**

a ponieważ częstotliwość f drgań jest równa odwrotności okresu T:

zatem po podstawieniu do powyższej zależności wyrażenia opisującego okres drgań wahadła matematycznego dostaniemy:

W ogólnym przypadku, gdy przyspieszenie awyp nie jest równe przyspieszeniu ziemskiemu g, słuszne jest poniższe równanie:

Zgodnie z powyższym wzorem obliczenie częstotliwości f drgań wahadła matematycznego wymaga znajomości przyspieszenia awyp oraz długości L wahadła. W naszym przypadku długość wahadła podana jest w treści zadania, zatem jedyną niewiadomą w każdym z trzech przypadków (a, b oraz c) jest wartość przyspieszenia awyp, którą będziemy musieli znaleźć.

1. W pierwszym przypadku wahadło znajduje się w windzie poruszającej się ze stałą prędkością V, co oznacza, że siła ciężkości Fg działająca na windę (i tym samym na wahadło) jest równoważona przez siłę F skierowaną przeciwnie do siły Fg (wypadkowa sił działających na wahadło jest równa zero). Korzystając z [drugiej zasady dynamiki Newtona](http://efizyka.net.pl/zasady-dynamiki-newtona_197) możemy zapisać, że:

Widać, że w tym przypadku wartość awyp jest równa przyspieszeniu ziemskiemu g, dlatego też

1. W sytuacji b) wahadło znajduje się w windzie poruszającej się do góry ze stałym przyspieszeniem a = 2 m/s2, zatem siła wypadkowa działająca na wahadło matematyczne przyjmuje wartość różną od zera. Ponieważ winda porusza się ku górze, tak więc siła F powodująca ruch windy (oraz wahadła) musi mieć większą wartość niż przeciwnie skierowana siła ciężkości Fg. Zapisując drugą zasadę dynamiki Newtona dla tego przypadku dostaniemy:

Przyspieszenie układu przyjmuje wartość równą a + g, zatem częstotliwość f drgań wahadła w tym przypadku wynosi:

1. Z bardzo podobną sytuacją mamy do czynienia w punkcie c), w którym wahadło również znajduje się wewnątrz windy, jednak ich ruch odbywa ku dołowi ze stałym przyspieszeniem a = 5 m/s2. Oznacza to, że siła F działająca na windę przyjmuje mniejszą wartość niż siła ciężkości, wobec czego winda wraz z wahadłem porusza się w dół. Korzystając z drugiej zasady dynamiki Newtona dostaniemy:

W tym przypadku przyspieszenie awyp wynosi g – a, w związku z czym:

**Rozwiązanie zad. 7**

**Dane**

Masa Ziemi

Promień Ziemi

**Szukane**

Rozwiązanie  
,

gdzie:

– okres drgań na wysokości h

po podstawieniu:

,

gdzie po uproszeniu i podniesieniu stronami do kwadratu,

,

co daje

Idąc dalej:

Po uproszczeniu:

Co po wyciągnięciu pierwiastka stronami

Po przekształceniu i wyznaczeniu wysokości i podstawieniu danych z zadania

**Odp.:**

**Rozwiązanie zad. 8**

**Dane**

**Odp**.:

**Rozwiązanie zad. 9**

1. W pierwszym przypadku częstotliwość drgania kulek jest jednakowa. Dzieje się tak dlatego, że okres drgań wahadła, a co za tym idzie częstotliwość nie zależą od masy kulek.
2. Sytuacja zmieni się gdy przyłożymy pod kulkami magnes. Pole magnetyczne magnesu będzie oddziaływać na kulkę żelazną pionowo w dół. Kulka żelazna zostanie poddana działaniu większej siły niż kulka aluminiowa. Częstotliwość drgań kulki żelaznej będzie większa niż częstotliwość drgań kulki aluminiowej, wg poniższych wzorów:

gdzie F – to siła, z jaką pole magnetyczne, działa na kulkę żelazną.

**Rozwiązanie zad. 10**

**Dane:**

**Szukane:**

**Rozwiązanie:**

**Odp.:**

**Rozwiązanie zad. 11**

**Dane:**

**Szukane:**

po podniesieniu stronami do kwadratu:

po podzieleniu częstotliwości drugą przez pierwszą

**Odp.:**