

WIP. Zadania. Zasady zachowania: pędu i energii. (przyjmujemy $g=10 \text{ m/s}^2$)

1. Samochód o masie $m_1 = 1000 \text{ kg}$, jadący z prędkością $v_1 = 108 \text{ km/h}$, zderzył się z autobusem jadącym z przeciwną prędkością $v_2 = 72 \text{ km/h}$ o masie $m_2 = 10\,000 \text{ kg}$. Po zderzeniu oba pojazdy poruszały się razem.

- Jaka była ich wspólna prędkość v tuż po zderzeniu?
- Oblicz, ile energii E zostało zamienione na ciepło podczas zderzenia.
- Z jakiej wysokości h należałoby zrzucić samochód osobowy, aby doznał on podobnego uszczerbku, jak przy opisanym zderzeniu?

2. Puszczony swobodnie sanki o masie $m = 10 \text{ kg}$ zsuwają się po równomiernie nachylonym stoku o długości $s = 40 \text{ m}$ z nasypu o wysokości $h = 6 \text{ m}$. U podnóża pagórka sanki poruszają się z prędkością $v = 8 \text{ m s}^{-1}$. Oblicz: a) siłę tarcia T działającą na sanki;

- odległość x od podnóża pagórka, jaką sanki przejadą po poziomej drodze do zatrzymania;
- pracę W , jaką trzeba wykonać, by wciągnąć sanki na pagórek z miejsca, w którym stanęły. Należy przyjąć, że siła tarcia ma tę samą wartość na stoku i na poziomej drodze.

3. Promień Księżyca jest $R_K = 1740 \text{ km}$. Przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Księżyca jest $g_K = 1,62 \text{ m/s}^2$.

- Oblicz prędkość ucieczki z Księżyca v_K .
- Pocisk jest wystrzelony pionowo z powierzchni Księżyca z prędkością równą $v = 0,8v_K$. Na jaką wysokość h wzniesie się pocisk?

4. Drewniany klocek o masie $M = 9,99 \text{ kg}$ zawieszony na dwu linach stanowi wahadło balistyczne. Wystrzelona poziomo kula o masie $m = 10 \text{ g}$ grzeźnię w klocek, który unosi się na wysokość $h = 5 \text{ cm}$ (wahadło odchyła się od pionu).

- Jaka była prędkość v kuli?
- Jaka część energii kinetycznej kuli została zamieniona na energię wewnętrzną?

5. Dwie metalowe kulki, które są zawieszony są niciach, początkowo stykają się. Następnie kulka (1) o masie $m_1 = 30 \text{ g}$ zostaje odchylna w lewo na wysokość $h_{1p} = 8 \text{ cm}$ i puszczona. Przyjmując, że zderzenie z kulką (2) o masie $m_2 = 75 \text{ g}$ jest doskonale sprężyste.

- Jaka jest prędkość v_{1p} kulki (1) tuż przed zderzeniem?
- Jaka jest prędkość v_{1k} kulki (1) tuż po zderzeniu?
- Jaka jest prędkość v_{2k} kulki (2) tuż po zderzeniu?
- Na jaką wysokość h_{1k} wzniesie się kulka (1) po zderzeniu?
- Na jaką wysokość h_{2k} wzniesie się kulka (2) po zderzeniu?

6. Sprężynę o długości $l = 50 \text{ cm}$ zawieszono na statywie. Gdy sprężyna, której masę zaniedbujemy, zwisa swobodnie, jej dolny koniec jest na wysokości $y_0 = 0 \text{ cm}$. Po zawieszeniu na sprężynie szalki o masie $m_1 = 0,2 \text{ kg}$ koniec sprężyny znalazł się na wysokości $y_1 = -4 \text{ cm}$. Tuż nad będącą w spoczynku szalką trzymamy odważnik o masie $m_2 = 1 \text{ kg}$ i upuszczamy go na szalkę.

- Jaka jest energia potencjalna sprężyny, gdy wisi na niej tylko szalka?
- Do jakiego najniższego poziomu y_m obniży się koniec sprężyny po upuszczeniu odważnika?
- Na jakiej wysokości y_s znajdzie się koniec sprężyny, gdy ustana drgania?
- Narysuj wykres energii potencjalnej układu sprężyna, szalka, odważnik w funkcji położenia końca sprężyny uwzględniając energię sprężyny i energię grawitacyjną. Zaznacz y_1, y_m, y_s .

7. Dwa klocek są połączone linką przełożoną przez bloczek umieszczony na krawędzi poziomej półki. Klocek A o masie $m_A = 1 \text{ kg}$ leży na półce i jest przyczepiony do poziomej sprężyny umocowanej do ściany, a klocek B o masie $m_B = 2 \text{ kg}$ zwisa swobodnie na linie. W chwili początkowej klocek A jest przytrzymywany w takim położeniu, że sprężyna jest swobodna (nie naprężona). Po zwolnieniu klocka A klocek B opada w dół na odległość $h = 10 \text{ cm}$. Stała sprężyny $k = 200 \text{ N/m}$. Znajdź współczynnik tarcia między klokiem A a powierzchnią półki. Tarcie na bloczku należy pominąć?

8. Skoczek bungee o masie $m = 60 \text{ kg}$ znajduje się na moście na wysokości $H = 50 \text{ m}$ nad rzeką. W stanie nie naprężonym lina bungee ma długość $l = 25 \text{ m}$. Przyjmij, że przy rozciąganiu lina zachowuje się jak sprężyna o stałej $k = 200 \text{ N/m}$.

- Jaka jest najmniejsza odległość h skoczka od wody?
- Jaka jest wypadkowa siła F działająca na skoczka w najniższym punkcie?

9. Gdy winda o masie $m = 1800 \text{ kg}$ znajduje się w spoczynku następuje zerwanie liny. W tym momencie podłoga windy znajduje się w odległości $d = 3,5 \text{ m}$ ponad sprężyną ($k = 1,510^5 \text{ N/m}$). Dzięki włączeniu się urządzenia zabezpieczającego pojawia się siła tarcia $T = 4500 \text{ N}$, która przeciwstawia się ruchowi windy.

- Jaka jest prędkość v windy tuż przed uderzeniem w sprężynę?
- Jaka jest odległość s , o jaką sprężyna zostanie ściśnięta?
- Na jaką odległość h winda odskoczy z powrotem do góry?

10. Klocek o masie $m = 0,2 \text{ kg}$ jest początkowo trzymany w punkcie A na szczycie równi pochyłej nachylonej do poziomu pod takim kątem, że $\sin = 0,6$. Uwolniony klocek ześlizguje się i po przebyciu drogi $s_1 = 24 \text{ cm}$ dociera do końca sprężyny, która może być ścisnana w kierunku równoległym do równi. Klocek zatrzymuje się po ściśnięciu sprężyny o $s_2 = 8 \text{ cm}$, tj. w punkcie B odległym od punktu A o $s_1 + s_2 = 32 \text{ cm}$. Następnie klocek porusza się w górę równi i dociera do punktu C położonego w odległości $d = 16 \text{ cm}$ od punktu A. Pomiń masę sprężyny i przyjmij, że siła tarcia klocka o równię miała taką samą wartość bezwzględną podczas ruchu w górę i w dół. Oblicz: a) pracę siły tarcia W wykonaną podczas ruchu na drodze ABC;

- współczynnik tarcia kinetycznego μ klocka o równię;
- stałą sprężyny k .

Odpowiedzi:

- a) $v = 55,6 \text{ km/h}$; b) $E = 1,136 \text{ MJ}$; c) $h = 103,7 \text{ m}$.
- a) $T = 7 \text{ N}$; b) $x = 45,714 \text{ m}$; c) $W = 1200 \text{ J}$.
- a) $v_K = 2374 \text{ m/s}$; b) $h = 3093 \text{ km}$.
- a) $v = 1000 \text{ m/s}$; b) $99,9 \%$.
- a) $v_{1p} = 1,265 \text{ m/s}$; b) $v_{1k} = -0,542 \text{ m/s}$; c) $v_{2k} = 0,723 \text{ m/s}$; d) $h_{1k} = 1,5 \text{ cm}$; e) $h_{2k} = 2,6 \text{ cm}$.
- a) $U_s = 0,04 \text{ J}$; b) $y_m = -44 \text{ cm}$; c) $y_s = -24 \text{ cm}$.
- $= 1$.
- a) $h = 9,39 \text{ m}$; b) $F = 2521,90 \text{ N}$.
- a) $v = 7,246 \text{ m/s}$; b) $s = 0,889 \text{ m}$; c) $h = 1,744 \text{ m}$.
- a) $W = 0,192 \text{ J}$; b) $\mu = 0,25$; c) $k = 80 \text{ N/m}$.