

Zestaw 7

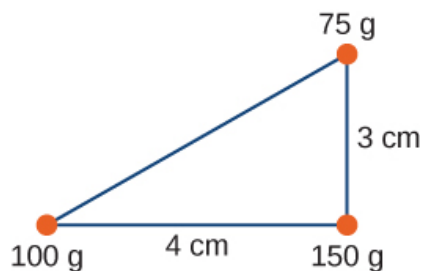
UKŁADY WIELU PUNKTÓW MATERIALNYCH (ŚRODEK MASY I PĘD)

Zadania przygotowane wspólnie z dr inż. Leszkiem Adamczykiem

1. Na poziomej płaszczyźnie znajdują się dwie cząstki. Cząstka o masie 2 kg znajduje się w punkcie o współrzędnych x, y równych $(-1, 2 \text{ m}, 0, 5 \text{ m})$, a cząstka o masie 4 kg w punkcie o współrzędnych $(0, 6 \text{ m}, -0, 75 \text{ m})$. Wyznacz współrzędną x i współrzędną y punktu, w którym należy umieścić cząstkę o masie 3 kg, aby środek masy układu tych trzech cząstek znajdował się w punkcie o współrzędnych x, y równych $(-0, 5 \text{ m}, -0, 7 \text{ m})$.
2. Człowiek o masie m stoi w tyle łodzi bojerowej o masie M która ślizga się po idealnie gładkim lodzie z prędkością V . Człowiek postanawia przejść do przodu łodzi o długości L i robi to z prędkością v względem łodzi. O jaki odcinek przemieści się łódź w czasie, gdy człowiek szedł?
3. Kula o masie 1,2 kg spada pionowo na podłoże i ma w chwili zetknięcia z podłożem prędkość 25 m/s. Prędkość kuli tuż po odbiciu ma wartość 10 m/s.
 - (a) Ile wynosi popęd siły działającej na kulę w czasie jej zetknięcia z podłożem?
 - (b) Ile wynosi średnia wartość siły działającej na podłoże ze strony kuli, jeśli czas zetknięcia się kuli z podłożem wynosi 0,02 s?
4. Na linie o długości l zawieszono drewniany klocek o masie m_k . Pocisk o masie m_p poruszający się poziomo wbija się w spoczywający klocek, który odchyła się z położenia równowagi w kierunku poziomym o x_m . Jaka była prędkość pocisku?
5. Dziecko o masie 20 kg, jadące w wagoniku o masie 4 kg z prędkością 3,3 m/s, upuszcza piłkę o masie 1 kg. Jaka będzie prędkość dziecka i wagonika po wyrzuceniu piłki?
6. Podczas manewrowania wagon o masie $m_1 = m = 1000 \text{ kg}$ poruszający się ze stałą prędkością v_0 uderza w stojący wagon o masie $m_2 = m_1/2$ w pewnej odległości od drugiego wagonu stoi trzeci wagon o masie $m_3 = 3m/4$.
 - (a) Ile nastąpi pojedynczych zderzeń wagonów, zakładając, że są one elastyczne? Jakie będą prędkości wagonów, v_1, v_2 oraz v_3 po ostatnim zderzeniu?
 - (b) Jak zmienią się wyniki jeśli zamienimy miejscami stojące wagony.

Zadania dodatkowe (dla chętnych do samodzielnej pracy):

1. Trzy masy punktowe umieszczono w wierzchołkach trójkąta, jak pokazuje Rysunek 1. Wyznacz położenie środka masy układu.



Rysunek 1: Zadanie dodatkowe 1

2. Samochód osobowy o masie 1000 kg stoi przed skrzyżowaniem, czekając na zmianę świateł. W chwili, gdy zapala się zielone światło, samochód rusza ze stałym przyspieszeniem, równym 4 m/s^2 . W tej samej chwili wyprzedza go ciężarówka o masie 2000 kg, jadąca ze stałą prędkością o wartości 8 m/s .
 - (a) Jak daleko od sygnalizatora znajdzie się środek masy układu samochód-ciężarówka w chwili $t = 3 \text{ s}$ (przyjmij, że samochód rusza w chwili $t = 0$)?
 - (b) Z jaką prędkością porusza się w tej chwili środek masy samochodu i ciężarówki?
3. Gigantyczna oliwka (o masie $m_1 = 0,5 \text{ kg}$) znajduje się w początku układu współrzędnych, a gigantyczny orzech brazylijski (o masie $m_2 = 1,5 \text{ kg}$) w punkcie o współrzędnych $(1, 2) \text{ m}$ na płaszczyźnie xy . W chwili $t = 0$ na oliwkę zaczyna działać siła $\vec{F}_1 = (2\hat{i} + 3\hat{j}) \text{ N}$, a na orzech siła $\vec{F}_2 = (-3\hat{i} - 2\hat{j}) \text{ N}$. Wyznacz przemieszczenie środka masy układu oliwka-orzech od chwili $t = 0$ do chwili $t = 4 \text{ s}$ i zapisz je za pomocą wektorów jednostkowych.
4. Piłka o masie $0,7 \text{ kg}$ porusza się poziomo z prędkością 5 m/s i uderza w pionową ścianę. Prędkość piłki po odbiciu od ściany ma wartość 2 m/s . Jaka jest wartość zmiany pędu przy opisanym odbiciu?
5. Gangster ostrzeliwuje Supermana z pistoletu automatycznego, który wystrzeliwuje pociski o masie 3 g i prędkości 500 m/s , z częstością 100 kul na minutę. Przyjmij, że wszystkie pociski odbijają się od piersi Supermana dokładnie w kierunku ich padania, a wartość bezwzględna ich prędkości nie ulega przy tym zmianie. Jaka jest wartość średniej siły działającej na pierś Supermana ze strony strumienia kul?
6. Z podróży w przestrzeń kosmiczną wiąże się wielkie ryzyko zderzenia z tzw. śmieciami kosmicznymi, czyli odpadkami dawnych obiektów wprowadzonych na orbitę. Szacuje się, że kilka tysięcy takich śmieci jest na tyle dużych, by mógł wykryć je radar, natomiast olbrzymią część stanowią bardzo małe obiekty, takie jak np. lecące z ogromną prędkością płatki farby. Jaka siłę wywiera taki płatek o masie $0,1 \text{ mg}$, gdy uderza w okno rakiety ze względną prędkością 4 km/s ? Przyjmij, że zderzenie trwa 60 ns .
7. Leżący na podłodze człowiek o masie 91 kg rzuca w bok po podłodze kamień o masie 68 g , nadając mu prędkość o wartości 4 m/s . Z jaką prędkością zaczyna się on wówczas sam ślizgać po podłodze, jeśli zarówno on, jak i kamień, poruszają się po podłodze bez tarcia?
8. Jaka jest średnia wartość pędu sprintera o masie 70 kg , który przebiegł dystans 100 m w czasie $9,65 \text{ s}$?

9. Pocisk o masie 10 g uderza w wahadło balistyczne o masie 2 kg i grzęźnie w nim, w wyniku czego środek masy wahadła wznosi się w pionie o 12 cm. Oblicz wartość prędkości początkowej pocisku.
10. Wózek o masie 340 g, poruszający się bez tarcia po liniowym torze z poduszką powietrzną z prędkością początkową 1,2 m/s, ulega zderzeniu sprężystemu z nieruchomym początkowo wózkiem o nieznannej masie. Po zderzeniu pierwszy wózek porusza się w tym samym kierunku co początkowo, z prędkością o wartości 0,66 m/s.
- (a) Wyznacz masę drugiego wózka.
 - (b) Jaka prędkość ma on po zderzeniu?
 - (c) Ile wynosi prędkość środka masy układu tych dwóch wózków?
11. W zderzeniu sprężystym samochodzik elektryczny w wesołym miasteczku uderza od tyłu w jadący w tym samym kierunku inny samochodzik. Masy obu autek wynoszą 400 kg, prędkość uderzonego samochodziku wynosi 5,6 m/s, a prędkość samochodziku uderzającego 6 m/s. Zakładając, że masy kierujących są dużo mniejsze niż masy pojazdów, oblicz ich prędkości po zderzeniu.
12. Dziecko o masie 35 kg zjeżdża z górki na sankach, a następnie po płaskim torze, gdy na sanki wskakuje drugie dziecko o takiej samej masie. Jeżeli prędkość sanek z jednym dzieckiem wynosiła 3,5 m/s, jaka jest prędkość sanek z dwójką dzieci?
13. Rakieta startuje z powierzchni Ziemi i osiąga prędkość 100 m/s w czasie 10 s. Przyjmując, że prędkość wylotu gazów jest równa 1500 m/s, a masa spalonego paliwa wynosi 100 kg, oblicz początkową masę rakiety.