

- II zas. dynamiki przy użyciu pędu; • Pęd układu cząstek; • środek masy układu punktów materialnych oraz bryły; • układ odniesienia związany ze środkiem masy; • zasada zachowania pędu; • zderzenia

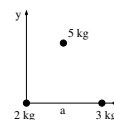
1. Energia kinetyczna poruszającej się cząstki wzrosła dwukrotnie. Jak zmienił się jej pęd?

2. Współrzędne środka masy określa wektor \vec{R} :

$$\vec{R} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n \vec{r}_i m_i \quad \text{— dla układu } n \text{ punktów materialnych;} \quad \vec{R} = \frac{1}{M} \int \vec{r} dm \quad \text{— dla bryły.}$$

Znajdź środek masy układu mas punktowych m_1, m_2, m_3 o wartościach 2, 5, 3 kg rozłożonych w wierzchołku trójkąta równobocznego o boku 10 cm.

(odp. 3.5 cm, 4.3 cm)



3. Znajdź środek masy cienkiego pręta o długości 25 cm, którego gęstość liniowa zmienia się od zera do wartości 200 g/m, proporcjonalnie do odległości od jego końca. → (kwestia całkowania: *patrz "Material nadobowiązkowy ...pdf, przykład.1"*)

odp. 16.7 cm od lekkiego końca

4. Cząstka o masie $m_1 = 40$ g spoczywa w punkcie $x = 0$. Druga cząstka, o masie $m_2 = 60$ g porusza się wzdłuż x ze stałą prędkością $v_2 = 5$ m/s, oddalając się od pierwszej.

a) Oblicz jak zmienia się położenie środka masy obu cząstek w funkcji czasu t w tym nieruchomym układzie współrzędnych (nazywamy go układem laboratoryjnym).

b) Oblicz prędkość środka masy v_{sm} w tym układzie.

c) Oblicz całkowity pęd układu cząstek p w układzie laboratoryjnym.

d) Wprowadź nowy układ współrzędnych (x'), który porusza się wzdłuż osi x tak, że środek masy obu cząstek jest w nim nieruchomy (nazywamy go układem środka masy).

e) Oblicz prędkości cząstek v'_1, v'_2 i ich pędy p'_1, p'_2 w układzie środka masy.

f) Oblicz całkowity pęd obu cząstek p' w układzie środka masy. Czy otrzymałeś(-aś) wynik: zero?

g) Dokończ zdanie: Układ środka masy definiuje się jako układ współrzędnych, w którym pęd całkowity jest równy

(odp. b) $\frac{m_2}{m_1+m_2}v_2$; e) $v'_1 = -\frac{m_2}{m_1+m_2}v_2, v'_2 = \frac{m_1}{m_1+m_2}v_2$)

5. Pocisk wyrzucono pod kątem $\beta = 30^\circ$ do poziomu z prędkością $v_o = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. W najwyższym punkcie lotu pocisk rozerwał się na dwie nierówne części (w stosunku 2:3), z których cięższa zaczęła spadać pionowo bez prędkości początkowej. a) Jaka będzie prędkość cząstki lżejszej tuż po rozerwaniu? b) Jak daleko spadnie lżejsza część? (odp. a) $\frac{5}{2}v_o \cos \beta$)

6. Z działa o masie 11 t wystrzelono pocisk w kierunku poziomym. Masa pocisku wynosi 54 kg, a jego prędkość u wylotu lufy 90 m/s. Znaleźć prędkość odrzutu działa w chwili, gdy pocisk opuszcza lufę. (odp. 4.4 m/s)

7. Na stopień pojazdu poruszającego się prostoliniowo z prędkością 2 m/s wskakuje człowiek o masie $m_2 = 60$ kg. Masa pojazdu $m_1 = 240$ kg. Znaleźć prędkość pojazdu razem z człowiekiem. (odp. 1.6 m/s)

8. Obliczyć jaką część energii kinetycznej straci neutron w zderzeniu centralnym i sprężystym z jądrem o masie atomowej A , będącym w spoczynku. Znaleźć tę liczbę dla zderzenia z jądrem a) wodoru, b) tlenu.

odp.: $\frac{4A}{(A+1)^2}, = 1$ dla wodoru, $= 0.22$ dla tlenu

9. Zderzenie niesprężyste. W wahadło o masie 2 kg uderza pocisk o masie 10 g i grzęźnie w nim. Po tym uderzeniu środek masy wahadła unosi się o 12 cm, licząc w kierunku pionowym. Obliczyć: a) prędkość pocisku przed zderzeniem, b) ilość ciepła, które wydzielilo się w wahadle.

odp.: a) $v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh} = \dots$, b) $Q = \frac{M(m+M)}{m} gh = \dots$

10. Zadania nadobowiązkowe.

A) Znajdź środek masy jednorodnego stożka o promieniu R i wysokości H .

B) Piłka o masie m i promieniu R została umieszczona wewnątrz wydrążonej kuli o tej samej masie i promieniu $2R$ (przyjąć, że kula jest cienkościenna, grubość ścianki kuli jest do zaniedbania). Układ ten

pozostaje w spoczynku na doskonale gładkiej powierzchni w takiej pozycji, że środki obu ciał znajdują się na tej samej wysokości. Uwolniona piłka przetacza się po wewnętrznej stronie kuli i ostatecznie zatrzymuje się na jej dnie. Jak daleko przemieści się większa kula? (wskaz.: czy składowa pozioma pędu układu podczas ruchu zmienia się? Czy położenie środka masy (w poziomie) zmienia się?)

