

MODUŁ 4

MECHANIKA BRYŁY SZTYWNEJ

→ FIZYKA – ZAKRES ROZSZERZONY

OPRACOWANE W RAMACH PROJEKTU:

WIRTUALNE LABORATORIA FIZYCZNE NOWOCZESNĄ METODĄ NAUCZANIA.

PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI

Z ELEMENTAMI TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH

→ Słownik pojęć

Bryła sztywna - ciało, którego elementy (części, punkty) nie przemieszczają się względem siebie w czasie ruchu.

Prędkość liniowa - stosunek drogi do czasu, w którym ta droga została przebyta.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Prędkość kątowna - stosunek kąta ($\Delta\alpha$) do czasu (Δt), w którym ten kąt zostaje zakreślony.

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

Wszystkie punkty bryły (z wyjątkiem punktów leżących na osi obrotu) mają tę samą prędkość kątową. Jednostką prędkości kątowej jest radian/s.

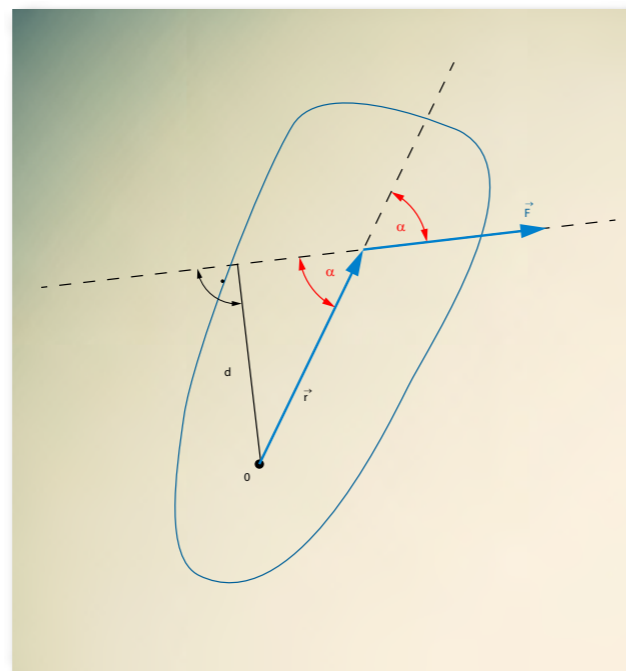
Przyspieszenie kątowe ϵ - stosunek zmiany (przyrostu) prędkości kątowej $\Delta\omega$ do czasu Δt , w którym ta zmiana nastąpiła:

$$\epsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

Moment siły względem punktu O (rys. 1.2) jest zdefiniowany jako iloczyn siły i jej ramienia, czyli odległości prostej, na której leży wektor siły od osi obrotu.

$$M = F \cdot d = r \cdot F \cdot \sin\alpha$$

gdzie d oznacza ramię siły \vec{F} , \vec{r} wektor poprowadzony od punktu O do punktu przyłożenia siły, a α kąt między wektorami \vec{r} i \vec{F} . Przyjęto umowę, że moment siły który powoduje obrót ciała w prawo jest dodatni, a moment siły powodujący obrót w lewo ujemny. Wypadkowy moment siły jest sumą momentów sił działających na ciało.



Rys. 1.2. Moment siły

Moment bezwładności ciała względem osi obrotu - suma iloczynów mas i kwadratów odległości tych mas od osi obrotu, czyli

$$I = \sum_{i=0}^N m_i r_i^2, \text{ dla } i = 1, 2, \dots, n.$$

Zależy on od masy ciała i sposobu jej rozmieszczenia względem osi obrotu.

Ruch obrotowy jednostajny - ruch obrotowy ze stałą prędkością kątową.

Ruch obrotowy jednostajnie zmienny - ruch obrotowy ze stałym przyspieszeniem kątowym.

I zasada dynamiki dla ruchu obrotowego

Jeśli wypadkowy moment sił działających na ciało jest równy zeru to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem obrotowym jednostajnym (ze stałą prędkością kątową).

II zasada dynamiki dla ruchu obrotowego

Jeśli na bryłę sztywną działają siły, których momenty sił nie równoważą się, to bryła porusza się ruchem obrotowym jednostajnie zmiennym. Przyspieszenie kątowe bryły jest wprost proporcjonalne do wypadkowego momentu siły, a odwrotnie proporcjonalne do jej momentu bezwładności względem danej osi obrotu.

$$\epsilon = \frac{M}{I}$$

Moment pędu obracającej się bryły jest równy iloczynowi prędkości kątowej i momentu bezwładności bryły względem danej osi obrotu.

$$L = I \cdot \omega$$

Prawo zachowania momentu pędu

Jeśli wypadkowy moment sił zewnętrznych działających na bryłę sztywną jest równy zeru, to moment pędu bryły nie ulega zmianie.

Przy ruchu obrotowym względem ustalonej osi obrotu iloczyn momentu bezwładności i prędkości kątowej bryły pozostaje stały, czyli:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

Energia kinetyczna ruchu obrotowego jest proporcjonalna do momentu bezwładności bryły względem danej osi obrotu i kwadratu prędkości kątowej.

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$