



Wstęp do współczesnej inżynierii



w2



Wstęp do współczesnej inżynierii

Parametry charakteryzujące maszyny :

Zainstalowana moc (*określa wartość zapotrzebowania energii i wartość wykonanej pracy przez maszynę*)

Wydajność lub inne walory użytkowe np. :

*samochód – ładowność i prędkość maksymalna,
 żuraw – udźwig, wysięg, zakres obrotu, prędkości
 pompa – wydatek i ciśnienie,*

Masa maszyny i wymiary gabarytowe

Wskaźniki techniczno-ekonomiczne np. :

- *zapotrzebowanie energii na jednostkowy skutek ekonomiczny np. kW / t surowca w kruszarce*
- *zużycie paliwa np. l/100 km , l/godz*
- *jednostkowy koszt wydobycia lub eksploatacji*





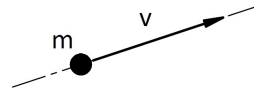
Wstęp do współczesnej inżynierii

Zasady dynamiki Newtona

I zasada

Punkt materialny, na który nie działa żadna siła, pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

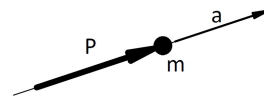
$$v = 0 \quad \text{lub} \quad v = \text{const}$$



II zasada

Przyspieszenie punktu materialnego jest proporcjonalne do siły działającej na ten punkt i ma kierunek siły.

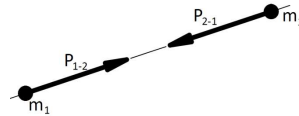
$$a = \frac{P}{m} \quad P = m a$$



III zasada

Siły wzajemnego oddziaływania dwóch punktów materialnych są równe co do wartości, mają ten sam kierunek i przeciwne zwroty.

$$P_{1-2} = P_{2-1}$$

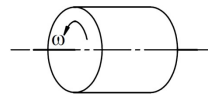


Wstęp do współczesnej inżynierii

Zasady dynamiki Newtona

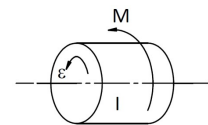
I zasada dla ruchu obrotowego

$$\omega = 0 \quad \text{lub} \quad \omega = \text{const}$$



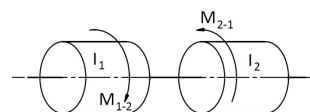
II zasada dla ruchu obrotowego

$$\varepsilon = \frac{M}{I} \quad M = I \cdot \varepsilon$$



III zasada dla ruchu obrotowego

$$M_{1-2} = M_{2-1}$$





Wstęp do współczesnej inżynierii

Masowy moment bezwładności I:

Ciało	Rysunek	Wzór	Ciało	Rysunek	Wzór
Punkt materialny		$I = mr^2$	Kula		$I = \frac{2}{5}mR^2$
Cienki pręt		$I = \frac{1}{3}mL^2$	Sfera cienkościenna		$I = \frac{2}{3}mR^2$
		$I = \frac{1}{12}mL^2$	Cienka tarcza (koło)		$I = \frac{1}{2}mR^2$
		$I = \frac{1}{3}mL^2 \sin^2 \alpha$	Elipsoida		$I = \frac{1}{5}m(b^2 + c^2)$
Walec		$I = \frac{1}{2}mR^2 = \frac{1}{8}mD^2$	Stożek		$I = \frac{3}{10}mR^2$
		$I = \frac{m}{12}(L^2 + 3R^2) = \frac{m}{12}(L^2 + \frac{3}{4}D^2)$	Prostopadłościan		$I = \frac{m}{12}(a^2 + b^2)$
Walec wydrążony		$I = \frac{1}{2}m(R^2 + r^2) = \frac{1}{8}m(D^2 + d^2)$	Sześcian		$I = \frac{1}{6}ma^2$
Cienkościenna obręcz		$I = mR^2$	Torus		$I = m(R^2 + \frac{3}{4}r^2)$

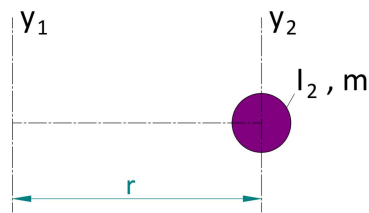
Podane wzory dotyczą brył jednorodnych.
Uwaga: ogólnie można zawsze zapisać $I = mr_0^2$, gdzie r_0 to odpowiednio zdefiniowany promień bezwładności.



Wstęp do współczesnej inżynierii

Masowy moment bezwładności I:
Twierdzenie Steinera

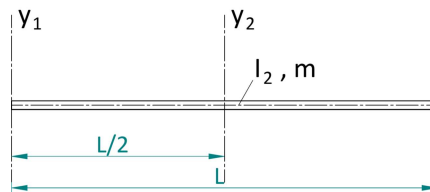
$$I_1 = I_2 + m \cdot r^2$$



$$I_2 = \frac{m \cdot L^2}{12}$$

$$I_1 = I_2 + m \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^2$$

$$I_1 = \frac{m \cdot L^2}{12} + \frac{m \cdot L^2}{4} = \frac{m \cdot L^2}{3}$$





Wstęp do współczesnej inżynierii

Ciężar ciała – siła z jaką Ziemia przyciąga ciało

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

G - stała grawitacji, wyznaczona po raz pierwszy w 1798 roku przez Henry'ego Cavendisha.

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

m_1 - masa ziemi

$$m_1 = 5,97219 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

r - promień ziemi

$$r = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$$

g - przyspieszenie ziemskie

$$g = G \cdot \frac{m_2}{r^2}$$

$$F_g = m_2 \cdot g$$

Gravity Component	Minimum/Maximum	Latitude/Longitude	Geographic Feature/Location
Gravity acceleration	9.76392 m s ⁻² 9.83366 m s ⁻²	-9.12°/-77.60° 86.71°/61.29°	Huascarán, Peru Arctic Sea ³

Źródło tabeli : doi:10.1002/grl.50838

io:tbm



Wstęp do współczesnej inżynierii

Przyspieszenie ziemskie

Wartości przyspieszenia ziemskiego dla wybranych miast



Miasto	g ₀ [m/s ²]	Miasto	g ₀ [m/s ²]
AXIS	9.81415	Olsztyn	9.81354
Gdańsk: Centrum	9.81446	Łódź	9.81164
Gdynia	9.81453	Mława	9.81295
Białystok	9.81294	Opole	9.81076
Bydgoszcz	9.81327	Piła	9.81330
Chojnice	9.81342	Poznań	9.81266
Cieszyn	9.80960	Przemysł	9.80991
Częstochowa	9.81061	Przeworsk	9.81009
Elbląg	9.81430	Radom	9.81146
Elk	9.81361	Rybnik	9.81008
Gliwice	9.81025	Rzeszów	9.81010
Gorzów Wielkopolski	9.81305	Słupsk	9.81449
Grudziądz	9.81368	Suwałki	9.81377
Kalisz	9.81184	Szczecin	9.81370
Katowice	9.81008	Tarnów	9.81005
Kielce	9.81063	Toruń	9.81313
Koszalin	9.81427	Warszawa	9.81240
Kraków	9.81005	Wrocław	9.81288
Leszno	9.81206	Wroclaw	9.81131
Lublin	9.81128	Zielona Góra	9.81190

Np. Siłomierz skalibrowany przez producenta w Gdańsku (54° 21' N, h=114m n.p.m.), przy pomiarze masy 5kg wskaże 5.000kg, ale przewieziony do Katowic (50° 15' N, h=250m n.p.m.) wskaże 4.998kg.

Źródło: AXIS Sp. z o.o.

Gravity Component	Minimum/Maximum	Latitude/Longitude	Geographic Feature/Location
Gravity acceleration	9.76392 m s ⁻² 9.83366 m s ⁻²	-9.12°/-77.60° 86.71°/61.29°	Huascarán, Peru Arctic Sea ³

Źródło: doi:10.1002/grl.50838

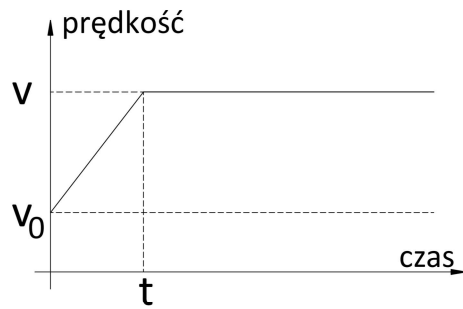
io:tbm



Wstęp do współczesnej inżynierii

Przy stałym przyspieszeniu:

$$a = \frac{v-v_0}{t} \quad x = \frac{v+v_0}{2} \cdot t$$



io:tbm



Wstęp do współczesnej inżynierii

Przy stałym przyspieszeniu:

$$a = \frac{v-v_0}{t} \quad x = \frac{v+v_0}{2} \cdot t$$

Praca (iloczyn wart. siły i przesunięcia):

$$W = F \cdot x = m \cdot a \cdot x = m \cdot \frac{v-v_0}{t} \cdot \frac{v+v_0}{2} \cdot t$$

$$W = m \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2} = \frac{m \cdot v^2}{2} - \frac{m \cdot v_0^2}{2} \quad [J]=[Nm]$$

$$W = E_k$$

$$W = F \cdot x = m \cdot g \cdot h$$

io:tbm





Wstęp do współczesnej inżynierii

Przy stałym przyspieszeniu kątowym:

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t} \quad \varphi = \frac{\omega + \omega_0}{2} \cdot t$$

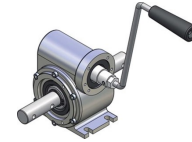
Praca:

$$W = M \cdot \varphi = I \cdot \varepsilon \cdot \varphi = I \cdot \frac{\omega - \omega_0}{t} \cdot \frac{\omega + \omega_0}{2} \cdot t$$

$$W = I \cdot \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2} = \frac{I \cdot \omega^2}{2} - \frac{I \cdot \omega_0^2}{2}$$

$$[J] = [Nm]$$

$$W = E_k$$



Wstęp do współczesnej inżynierii

Praca np. przy podnoszeniu elementu o masie m na wysokość H będzie zawsze taka sama

W zastosowaniach przemysłowych ciekawsza jest szybkość wykonywania pracy niż sama praca

Moc:

$$N = \frac{W}{t} \quad \left[\frac{J}{s} \right] = \left[\frac{N \cdot m}{s} \right] = [W]$$

Praca:

$$W = F \cdot x$$

$$N = \frac{F \cdot x}{t} = F \cdot v$$

$$\left[N \cdot \frac{m}{s} \right] = [W]$$

Moc w ruchu obrotowym:

$$N = M \cdot \omega$$

$$\left[N \cdot m \cdot \frac{1}{s} \right] = [W]$$



$$N = \frac{dW}{dt}$$