Równowaga płaskiego dowolnego układu sił - tarcie

Przykład 2

Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

Pręt o ciężarze G i długości 2b jest oparty o pionową powierzchnię w punkcie A oraz krawędź w punkcie B i znajduje się w stanie równowagi statycznej. Określ maksymalną wartość siły P, przy której występuje równowaga statyczna pręta.

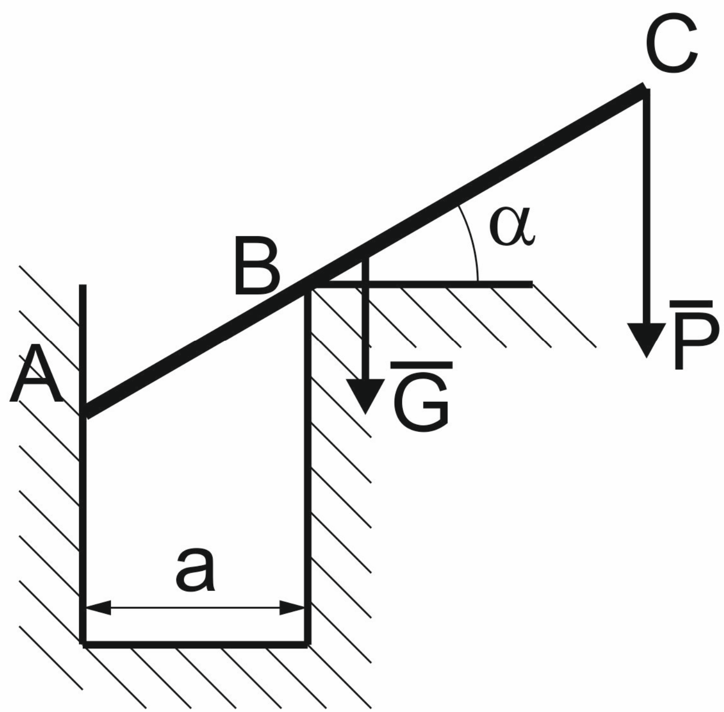
Dane:

P, G [N]

a,b [m]

α [rad]

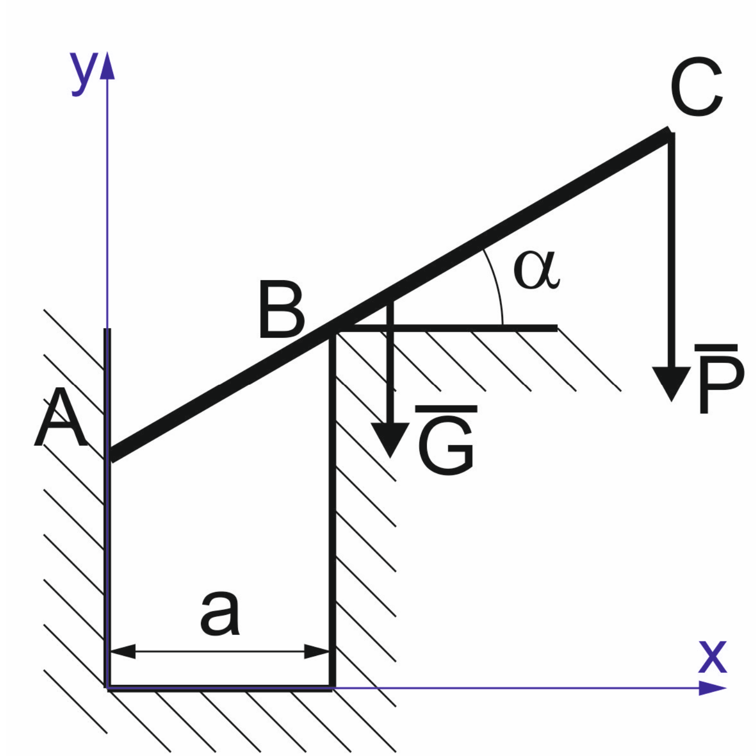
μ



Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

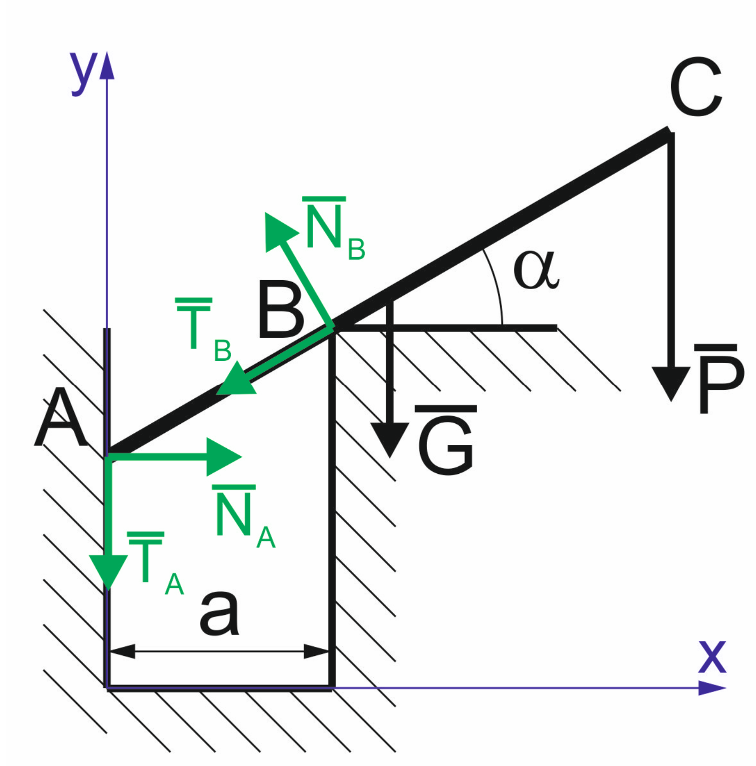
1. Przyjąć układ odniesienia.



Równowaga płaskiego dowolnego układu sił
przykład 2

1. Przyjąć układ odniesienia.

2. Wprowadzić siły reakcji.



Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

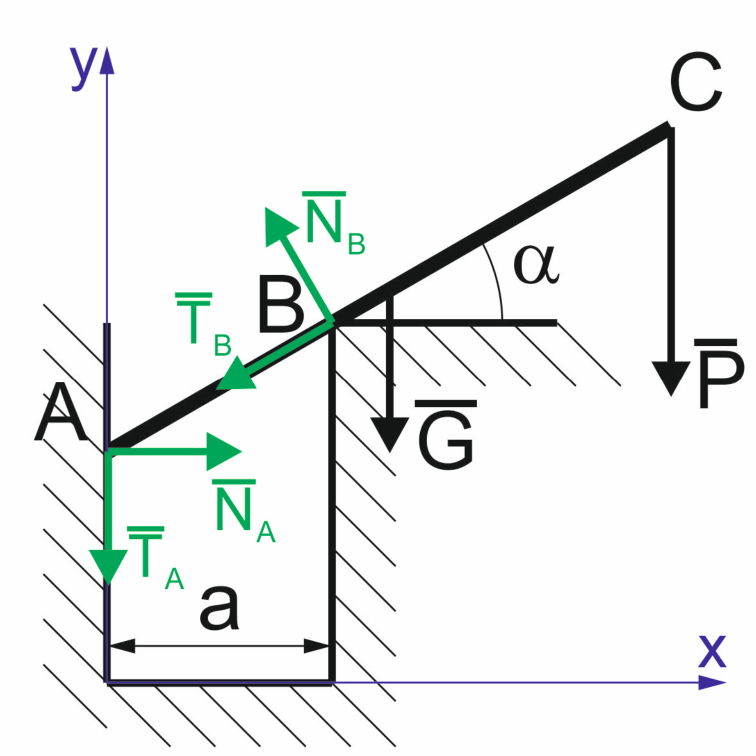
przykład 2

3. Podać analityczne równania równowagi statycznej układu

1) $\sum_{i=1}^{n} P_{ix} = N_A - T_B cos\alpha - N_B sin\alpha = 0$

2) $\sum_{i=1}^{n} P_{iy} = -T_A - T_B sin\alpha + N_B cos\alpha - G - P = 0$

3) $\sum_{i=1}^{n} M_A(\bar{P}_i) = N_B \frac{a}{cos\alpha} - G \cdot bcos\alpha - P \cdot 2bcos\alpha = 0$



Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

3. Podać analityczne równania równowagi statycznej układu

1) $\sum_{i=1}^{n} P_{ix} = N_A - T_B cos\alpha - N_B sin\alpha = 0$

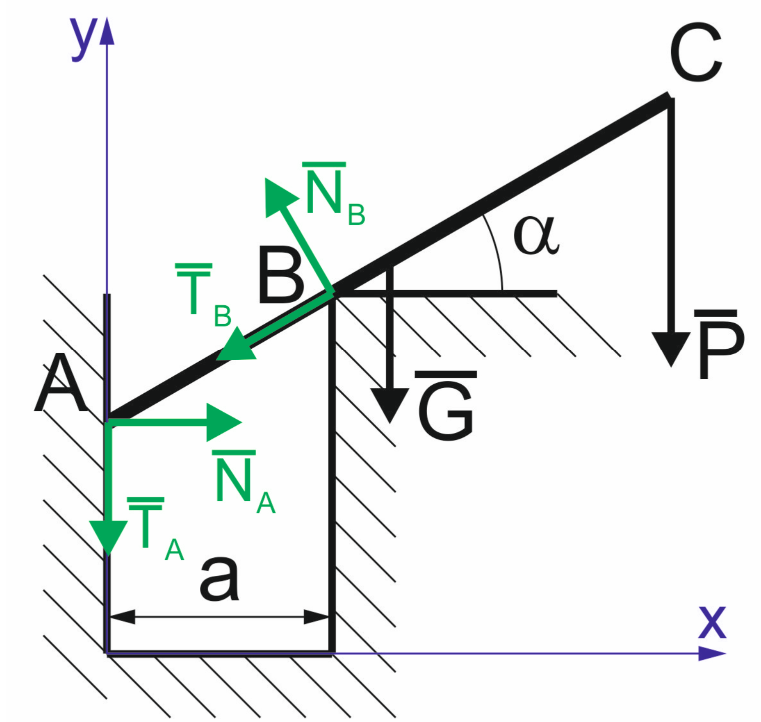
2) $\sum_{i=1}^{n} P_{iy} = -T_A - T_B sin\alpha + N_B cos\alpha - G - P = 0$

3) $\sum_{i=1}^{n} M_A(\bar{P}_i) = N_B \frac{a}{cos\alpha} - G \cdot bcos\alpha - P \cdot 2bcos\alpha = 0$

4. Określić siły tarcia

4) $T_A = \mu N_A$

5) $T_B = \mu N_B$



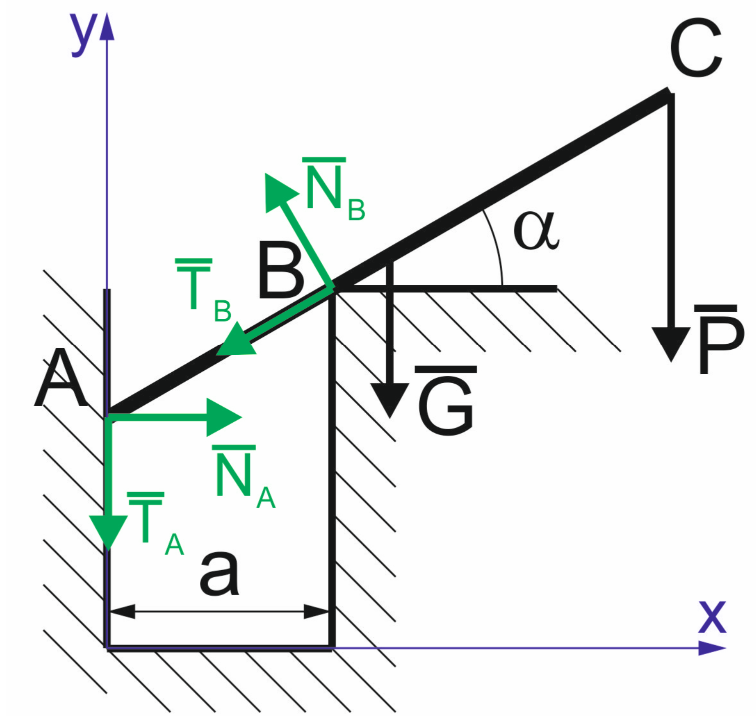
Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

Równowaga statyczna układu opisana jest pięcioma równaniami z pięcioma niewiadomymi, czyli układ jest statycznie wyznaczalny.

Poszukiwane wielkości to:

- wartości sił reakcji T_A, N_A, T_B, N_B,
- maksymalną wartość siły P, przy której jeszcze jest równowaga statyczna,



Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

5. Rozwiązać równania

1) $\sum_{i=1}^{n} P_{ix} = N_A - T_B cos\alpha - N_B sin\alpha = 0$

2) $\sum_{i=1}^{n} P_{iy} = -T_A - T_B sin\alpha + N_B cos\alpha - G - P = 0$

3) $\sum_{i=1}^{n} M_A(\bar{P}_i) = N_B \frac{a}{cos\alpha} - G \cdot bcos\alpha - P \cdot 2bcos\alpha = 0$

4) $T_A = \mu N_A$

5) $T_B = \mu N_B$

Równowaga płaskiego dowolnego układu sił
przykład 2

Najpierw równania (4) i (5) wstawimy do równań (1) – (3), otrzymując w ten sposób układ trzech równań z trzema niewiadomymi

1) $\sum_{i=1}^{n} P_{ix} = N_A - N_B(\mu cos\alpha + sin\alpha) = 0$
2) $\sum_{i=1}^{n} P_{iy} = -\mu N_A + N_B(cos\alpha - \mu sin\alpha) - G - P = 0$
3) $\sum_{i=1}^{n} M_A(\bar{P}_i) = N_B \frac{a}{cos\alpha} - G \cdot bcos\alpha - P \cdot 2bcos\alpha = 0$

Następnie z równania (3) obliczamy

$$N_B = P\frac{2b}{a}cos^2\alpha + G\frac{b}{a}cos^2\alpha$$

i wstawiamy do równań (1) i (2)

Równowaga płaskiego dowolnego układu sił
przykład 2

Najpierw równania (4) i (5) wstawimy do równań (1) – (3), otrzymując w ten sposób układ trzech równań z trzema niewiadomymi

1) $\sum_{i=1}^{n} P_{ix} = N_A - \left(P\frac{2b}{a}cos^2\alpha + G\frac{b}{a}cos^2\alpha\right)(\mu cos\alpha + sin\alpha) = 0$

2) $\sum_{i=1}^{n} P_{iy} = -\mu N_A + \left(P\frac{2b}{a}cos^2\alpha + G\frac{b}{a}cos^2\alpha\right)(cos\alpha - \mu sin\alpha) - G - P = 0$

Z równania (1) wyznaczamy

$$N_A = \left(P\frac{2b}{a}cos^2\alpha + G\frac{b}{a}cos^2\alpha\right)(\mu cos\alpha + sin\alpha)$$

i wstawiamy do równania (2), z którego obliczamy P

Równowaga płaskiego dowolnego układu sił

przykład 2

$$P = P_{max} = G\,\frac{cos^2\alpha\mu(\mu cos\alpha + sin\alpha) - cos^2\alpha(cos\alpha - \mu sin\alpha) + \frac{a}{b}}{-2\left(cos^2\alpha\mu(\mu cos\alpha + sin\alpha) - cos^2\alpha(cos\alpha - \mu sin\alpha) + \frac{a}{2b}\right)}$$

Następnie należy wyznaczyć pozostałe niewiadome.