Zadanie 4. (0–4)

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda wykazania związku miedzy wartościami sił działających wzdłuż pręta oraz prawidłowy wynik.

3 pkt – poprawne zapisanie warunków równowagi sił w obu przypadkach z uwzględnieniem wyrażeń na siły tarcia, poprawne użycie funkcji trygonometrycznych do wyrażenia składowych sił działających wzdłuż pręta i doprowadzenie do jednego równania, z którego można bezpośrednio otrzymać żądany związek między wartościami sił, np. zapisy:

$F_1\cos\alpha = \mu(Q + F_1\sin\alpha)$ oraz $F_2\cos\alpha = \mu(Q - F_2\sin\alpha)$ oraz

$F_1\cos\alpha - F_2\cos\alpha = \mu F_1\sin\alpha + \mu F_2\sin\alpha$

2 pkt – poprawne zapisanie warunków równowagi sił w obu przypadkach z uwzględnieniem wyrażeń na siły tarcia, np. zapisy:

$F_{1\parallel} = \mu(Q + F_{1\perp})$ oraz $F_{2\parallel} = \mu(Q - F_{2\perp})$

1 pkt – poprawne zapisanie warunków równowagi sił w obu przypadkach w postaci bez wyprowadzonych wyrażeń na siły tarcia, np. zapisy:

$F_{1\parallel} = T_1$ oraz $F_{2\parallel} = T_2$

LUB

– poprawne zapisanie warunku równowagi sił w jednym przypadku oraz zapisanie wyrażenia na siłę tarcia w tym przypadku, np. zapisy:

$F_{1\parallel} = T_1$ oraz $T_1 = \mu(Q + F_{1\perp})$

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Zapiszemy warunek równowagi sił, gdy skrzynia jest pchana siłą $\vec{F}_1$ i porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym. Warunek równowagi zapiszemy dla poziomych składowych sił. Siłę $\vec{F}_1$ rozłożymy na składową pionową (prostopadłą do podłoża) $\vec{F}_{1\perp}$ oraz składową pozioma $\vec{F}_{1\parallel}$ (równoległą do podłoża). Siłę tarcia oznaczymy jako $\vec{T}$, a ciężar skrzyni jako $\vec{Q}$. Zatem:

$$1)\ F_{1\parallel} = T_1 \quad \rightarrow \quad 2)\ F_{1\parallel} = \mu(Q + F_{1\perp}) \quad \rightarrow \quad 3)\ F_1\cos\alpha = \mu(Q + F_1\sin\alpha)$$

Zapiszemy analogiczny warunek równowagi sił, gdy skrzynia jest ciągnięta siłą $\vec{F}_2$ i porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym.

$$4)\ F_{2\parallel} = T_2 \quad \rightarrow \quad 5)\ F_{2\parallel} = \mu(Q - F_{2\perp}) \quad \rightarrow \quad 6)\ F_2\cos\alpha = \mu(Q - F_2\sin\alpha)$$

Równania 3) i 6) odejmiemy od siebie stronami

$$3) - 6) \quad \rightarrow \quad 7)\ F_1\cos\alpha - F_2\cos\alpha = \mu F_1\sin\alpha + \mu F_2\sin\alpha$$

Dla $\alpha = 45°$ mamy $\sin\alpha = \cos\alpha$, zatem równanie 7) przekształca się do postaci:

$$8)\ F_1 - F_2 = \mu F_1 + \mu F_2 \quad \rightarrow \quad 9) \quad F_1 = \frac{(1+\mu)}{(1-\mu)}F_2$$

Dla $\mu = 0{,}5$ otrzymujemy

$$10)\ F_1 = \frac{(1+0{,}5)}{(1-0{,}5)}F_2 = 3F_2$$