

1 Wzory niezbędne do wykonania zadania:

Pierwsza zasada dynamiki Newtona: Jeżeli na dane ciało nie działają żadne inne ciała, lub działania innych ciał równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym:

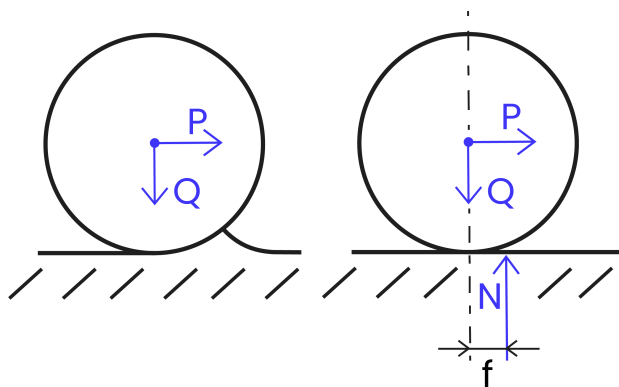
$$F\Sigma = 0 \quad (1)$$

Trzecia zasada dynamiki Newtona: Jeżeli ciało A działa na ciało B pewną siłą, to ciało B działa na ciało A siłą równą co do wartości bezwzględnej i o tym samym kierunku, ale o przeciwnym zwrocie:

$$F_{AB} = -F_{BA} \quad (2)$$

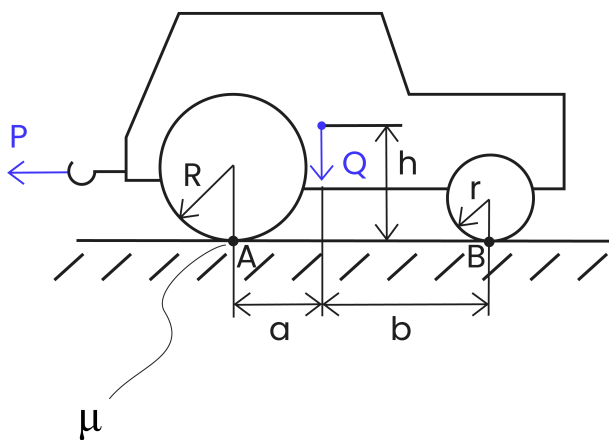
Reguła działania tarcia toczonego: podczas toczenia kontakt między ciałami nie jest punktowy a zachodzi na pewnej powierzchni, w praktyce oznacza to że przesuwamy siłę reakcji o odległość f Przekształcenie siły tarcia z użyciem współczynnika tarcia:

$$T = N\mu \quad (3)$$



2 Analiza problemu

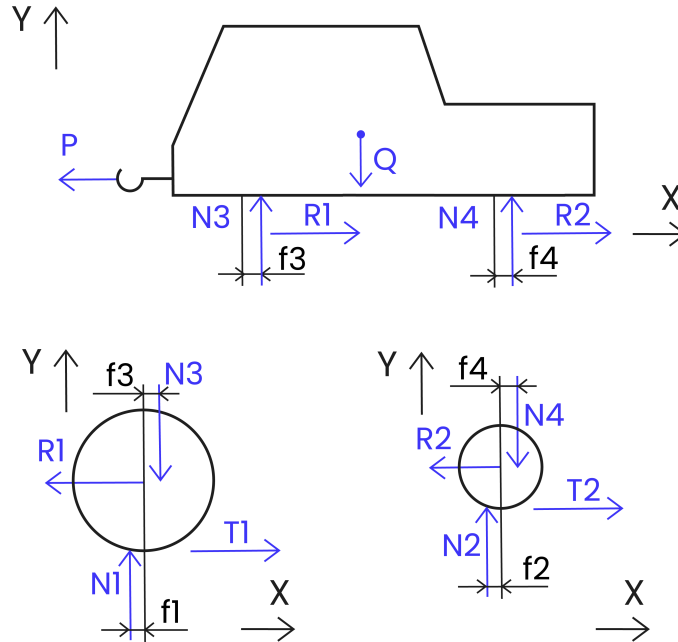
Znajdź minimalną wartość siły P, warunkującą wprowadzenie w ruch obiektu



Zadanie możemy podzielić na trzy etapy, schemat rozkładu sił dla ciał, sformułowanie sum sił działających w osiach, przekształcenia równań

3 Schemat rozkładu sił dla ciał

W podanym wyżej przypadku tworzymy schemat rozkładu sił dla całego systemu oraz obu kół



4 Sformułowanie sum sił działających na ciałach w osiach oraz przekształcenia

Na bazie stworzonego schematu dla obudowy pojazdu budujemy równania sum sił dla osi x, y

$$F_x = 0 \quad (4)$$

$$0 = R_1 + R_2 - P \quad (5)$$

$$F_y = 0 \quad (6)$$

$$0 = N_3 + N_4 - Q \quad (7)$$

Następnie to samo robimy dla większego koła

$$F_x = 0 \quad (8)$$

$$0 = R_1 - T_1 \quad (9)$$

$$F_y = 0 \quad (10)$$

$$0 = N_1 - N_3 \quad (11)$$

Oraz mniejszego

$$F_x = 0 \quad (12)$$

$$0 = R_2 - T_2 \quad (13)$$

$$F_y = 0 \quad (14)$$

$$0 = N_2 - N_4 \quad (15)$$

Następnie z pierwszego równania formułujemy wartość siły P

$$P = R_1 + R_2 \quad (16)$$

Z równań sił dla kół wiemy że

$$T_1 = R_1 \quad (17)$$

$$T_2 = R_2 \quad (18)$$

$$P = T_1 + T_2 \quad (19)$$

Przekształcając ponownie równanie korzystając ze współczynników tarcia otrzymujemy

$$P = N_1\mu + N_2\mu \quad (20)$$

Następnie obliczamy moment w punkcie A dla obudowy auta

$$M_A = 0 \quad (21)$$

$$M_A = 0 \quad (22)$$

$$f_4 = f_2 \quad (23)$$

$$0 = Qa - N_2(a + b - f_2) \quad (24)$$

$$N_2 = \frac{Qa}{a + b - f_2} \quad (25)$$

Następnie podstawiając pod równanie sił w osi pionowej znajdziemy wartość N1

$$0 = N_3 - Q + \frac{Qa}{a + b - f_2} \quad (26)$$

$$0 = N_1 - Q + \frac{Qa}{a + b - f_2} \quad (27)$$

$$N_1 = \frac{Q(b - f_2)}{a + b - f_2} \quad (28)$$

Finalnie więc wartość siły P warunkującej start ruchu wynosi

$$P > \frac{Qa\mu}{a + b - f_2} + \frac{Q\mu(b - f_2)}{a + b - f_2} \quad (29)$$