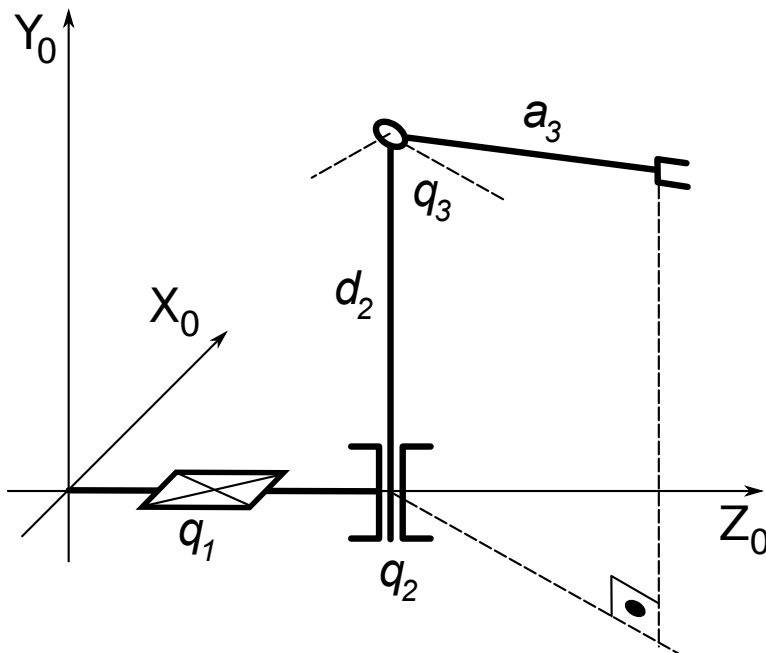


## Kolokwium II z Robotyki 1

1. Dany jest manipulator TRR przedstawiony na rys.1. Kinematyka manipulatora jest opisana następująco



Rysunek 1: Schemat manipulatora TRR

$$A_0^1 = Tr(Z, q_1) Rot(X, -\frac{\pi}{2}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & q_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1^2 = Rot(Z, q_2) Tr(Z, d_2) Rot(X, \frac{\pi}{2}) = \begin{bmatrix} c_2 & 0 & s_2 & 0 \\ s_2 & 0 & -c_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

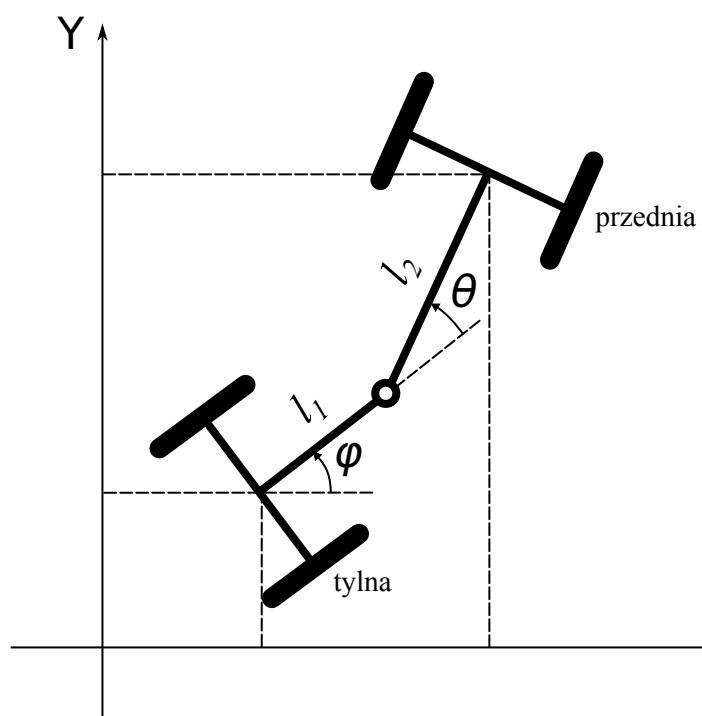
$$A_2^3 = Rot(Z, q_3) Tr(X, a_3) = \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & c_3 a_3 \\ s_3 & c_3 & 0 & s_3 a_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Należy wyznaczyć jacobian manipulatora (8 pkt).

2. Dla pojazdu pokazanego na rys.2 wyprowadzić ograniczenia na brak poślizgu przedniej i tylnej osi. Zmienne  $(x, y)$  opisują położenie środka tylnej osi. Ograniczenia zapisać w postaci Pfaffa (8 pkt).
3. Energia kinetyczna i potencjalna układu jest równa

$$K(q, \dot{q}) = \frac{1}{2} \dot{q}_1^2 + \frac{1}{2} \dot{q}_2^2 + \dot{q}_1 \dot{q}_2 q_1^2, \quad V(q) = mg \sin q_1 + mg \cos q_2.$$

Wyznaczyć równania dynamiki manipulatora (4 pkt).



Rysunek 2: Pojazd ciągnący przyczepkę