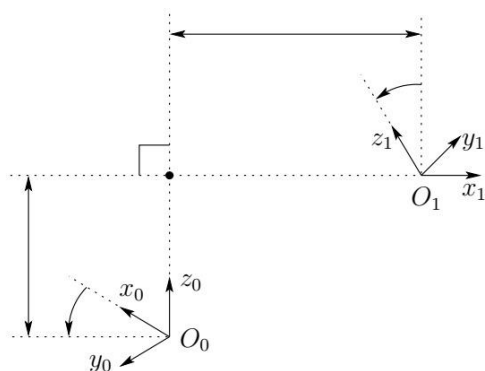


Consider the following sequence of rotations:

- (a) Rotate by ϕ about the world x -axis.
- (b) Rotate by θ about the world z -axis.
- (c) Rotate by ψ about the current x -axis.
- (d) Rotate by α about the world z -axis.

Write the matrix product that will give the resulting rotation matrix (do not perform the matrix multiplication).

۲. مطابق روش DH، پارامترهای d, a, α و θ را روی شکل مشخص کنید.

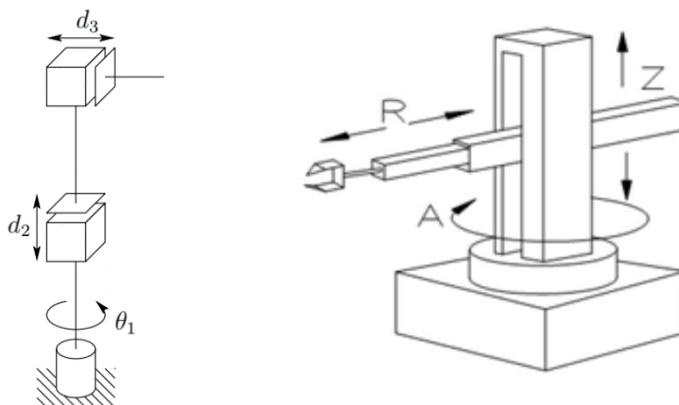


Suppose that three coordinate frames $o_1x_1y_1z_1$, $o_2x_2y_2z_2$ and $o_3x_3y_3z_3$ are given, and suppose

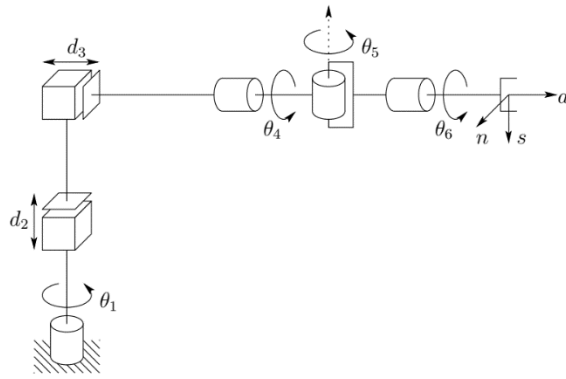
$$R_2^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix}; R_3^1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Find the matrix R_3^2 .

۴. ربات زیر به ربات استوانه ای معروف است. با استفاده از روش DH، مساله سینماتیک مستقیم آنرا حل کنید.



۵. ربات زیر ربات استوانه ای با مچ کروی است. با استفاده از روش DH، مساله سینماتیک مستقیم آنرا حل کنید.



۶. Consider the diagram of Figure 2.15. Find the homogeneous transformations H_1^0, H_2^0, H_2^1 representing the transformations among the three frames shown. Show that $H_2^0 = H_1^0, H_2^1$.

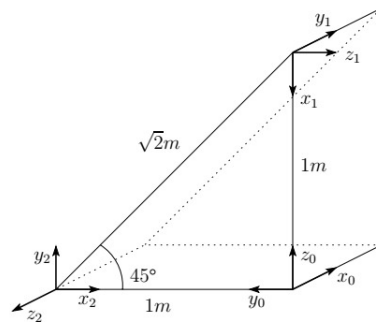


Fig. 2.15 Diagram for Problem 2.36

۷.

Consider the diagram of Figure 2.16. A robot is set up 1 meter from a table. The table top is 1 meter high and 1 meter square. A frame $o_1x_1y_1z_1$ is fixed to the edge of the table as shown. A cube measuring 20 cm on a side is placed in the center of the table with frame $o_2x_2y_2z_2$ established at the center of the cube as shown. A camera is situated directly above the center of the block 2m above the table top with frame $o_3x_3y_3z_3$ attached as shown. Find the homogeneous transformations relating each of these frames to the base frame $o_0x_0y_0z_0$. Find the homogeneous transformation relating the frame $o_2x_2y_2z_2$ to the camera frame $o_3x_3y_3z_3$.

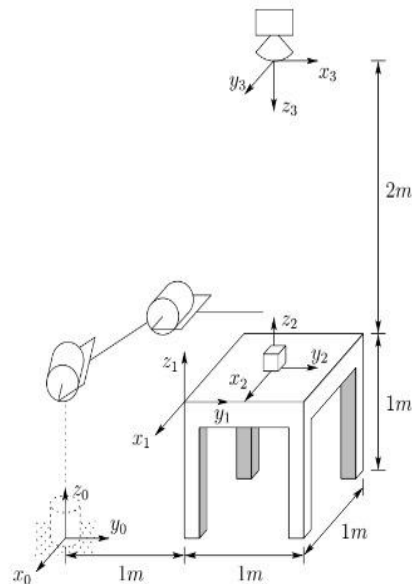
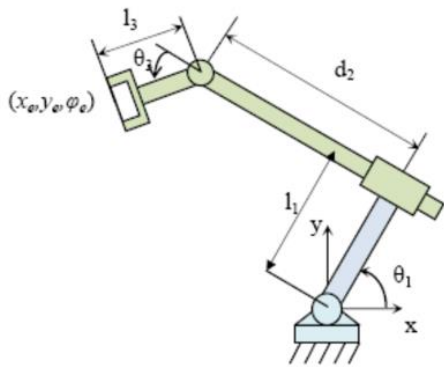
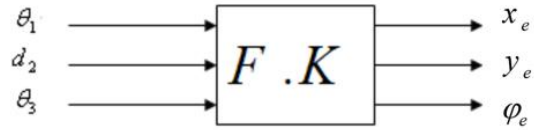


Fig. 2.16 Diagram for Problem 2.37

۸. مساله سینماتیک ربات سه درجه آزادی RPR زیر را حل کنید.

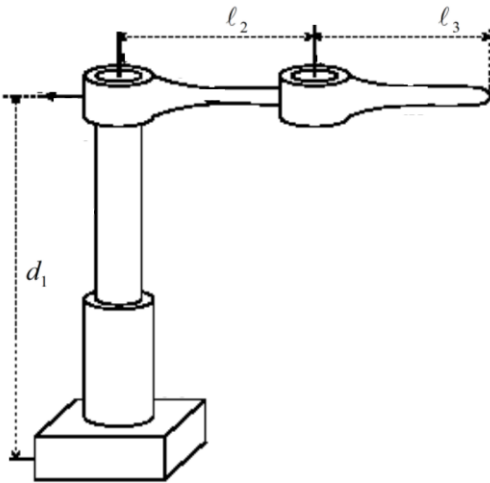


$$l_1=0.7\text{m}, l_2=1\text{ m}, l_3=0.15\text{m}$$



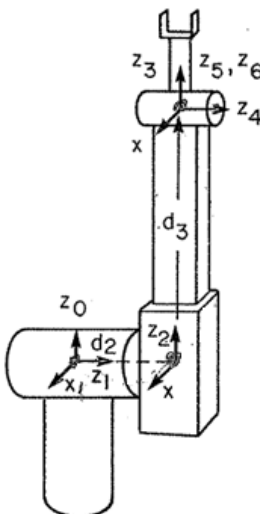
۹. مساله سینماتیک معکوس مساله ۷ را حل کنید.

۱۰. مساله سینماتیک مستقیم و معکوس ربات PRR زیر را حل کنید.



۱۱. ماتریس ژاکوبین را برای مسائل ۳،۴،۷ و ۹ بدست آورید.

۱۲. برای ربات استنفورد زیر با جدول DH داده شده ماتریس ژاکوبین را بدست آورید.



Link	Variable	α	a	d
1	θ_1	-90°	0	0
2	θ_2	90°	0	d_2
3	d_3	0°	0	d_3
4	θ_4	-90°	0	0
5	θ_5	90°	0	0
6	θ_6	0°	0	0