

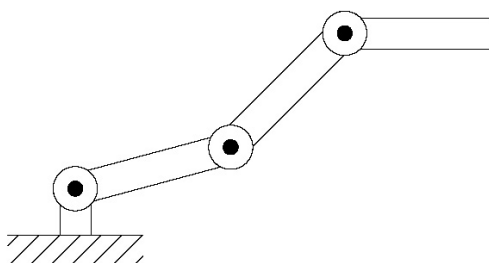
A prova é sem consulta

A duração da prova é de 1 hora e 45 minutos (não haverá tolerância)

É expressamente proibida a utilização de telemóvel durante a realização da prova.

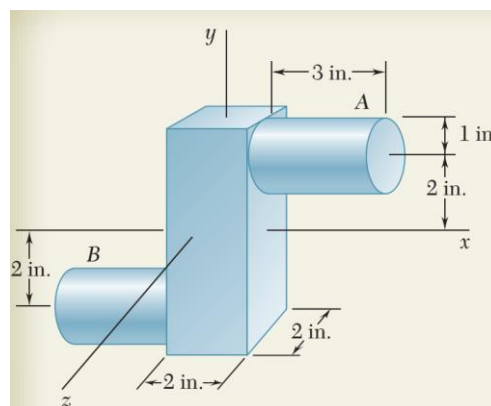
Cotação das questões: 1.a) – 3 val; 1.b) – 3 val; 2. – 5 val; 3. – 5 val; 4. – 4 val.

1. Considere o seguinte manipulador robótico com estrutura RRR (três graus de liberdade rotacionais).



Sejam  $d_1$ ,  $d_2$  e  $d_3$  os comprimentos dos elos 1, 2 e 3 e  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  e  $\theta_3$  os deslocamentos angulares das juntas 1, 2 e 3, respetivamente.

- Defina e posicione os sistemas de coordenadas necessários para calcular a cinemática direta deste manipulador usando a notação de Denavit-Hartenberg.
  - Defina os parâmetros de Denavit-Hartenberg necessários para construir as matrizes de transformação homogéneas  $A_i$  utilizadas para calcular a cinemática direta deste manipulador.
2. Determine as coordenadas  $x$ ,  $y$  e  $z$  (no sistema de coordenadas indicado) do centro de gravidade da peça de uma máquina que se apresenta na figura à direita. Esta peça é feita um material uniforme e homogéneo.
3. Considerando que a peça representada na figura à direita é fabricada em aço, determine o momento de inércia do conjunto relativamente ao eixo  $x$ . A densidade do aço é de  $7850 \text{ kg/m}^3$ .



4. Suponha que se pretende deslocar uma junta rotacional de um manipulador, de acordo com uma interpolação de quinta ordem no espaço das juntas, entre uma posição inicial igual a  $120^\circ$  e uma posição final igual a  $60^\circ$ . Este deslocamento deverá ser efetuado num intervalo de tempo de 3 segundos e a junta está inicialmente em repouso e termina o seu movimento ficando em repouso.

Escreva o sistema de equações que permitirá calcular os coeficientes do polinómio para realizar a interpolação deste movimento.