

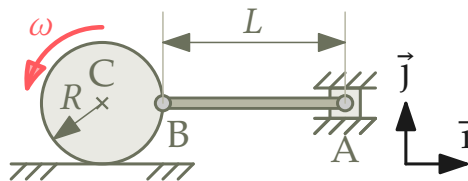


PME 3100 – MECÂNICA I – Atividade E2.1 – Reoferecimento 2023

- Esta atividade é composta por 1 questão e deve ser realizada *individualmente*.
- Antes de realizar sua submissão, o aluno deve ler as [regras para a realização das atividades remotas](#).
- Além da pontuação indicada em cada um dos itens, o aluno poderá receber até **0,2 ponto** no quesito “Apresentação e Diagramação”, conforme avaliação que receber de seus colegas.

Enunciado

O mecanismo plano ilustrado na figura abaixo é constituído por um disco rígido de raio R que rola sem escorregar sobre uma superfície plana horizontal fixa, uma barra rígida AB de comprimento L e um bloco A que pode deslizar livremente no interior de uma guia horizontal fixa. As extremidades A e B da barra encontram-se articuladas ao centro do bloco e ao bordo do disco, respectivamente. Considere a base ortonormal positiva $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ indicada, solidária à base fixa, e assumo que o disco mantém velocidade angular constante igual a $\omega \vec{k}$.



Para a resolução dos itens (a), (b), (c) e (d), considere que o mecanismo se encontra na posição indicada na figura fornecida acima.

- (0,2)** Identifique o centro instantâneo de rotação (CIR) do disco.
- (0,8)** Determine as velocidades \vec{v}_B do ponto B e \vec{v}_C do ponto C .
- (1,2)** Faça a construção geométrica que permita determinar o centro instantâneo de rotação (CIR) da barra AB .
- (1,2)** Obtenha as expressões do vetor rotação $\vec{\omega}_{AB}$ da barra AB e da velocidade \vec{v}_A do ponto A .

Para a resolução dos itens (e) e (f), considere que o mecanismo se encontra em uma posição distinta da indicada na figura fornecida acima.

- (1,0)** Desenhe o mecanismo na posição em que a barra AB instantaneamente descreve um ato de translação.
- (0,4)** Nesta nova posição, determine a velocidade \vec{v}_A do ponto A .

Resolução comentada

- (a)** O disco rola sem escorregar sobre a superfície plana horizontal fixa. Desta forma, seu centro instantâneo é o ponto D de contato do disco com esta superfície.

Atribua uma nota na escala 0/1 (resposta incorreta) ou 1/1 (resposta correta) para a solução de seu colega. Note que o eventual nome que seu colega tenha atribuído ao ponto de contato não influi na resolução do problema, basta que a identificação tenha sido correta.



- (b) As velocidades dos pontos B e C podem ser obtidas a partir da aplicação da equação de campo de velocidades ao disco:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_D + \omega \wedge (B - D) = \vec{0} + \omega \vec{k} \wedge R(\vec{i} + \vec{j}) \Rightarrow \boxed{\vec{v}_B = \omega R(-\vec{i} + \vec{j})}$$

$$\vec{v}_C = \vec{v}_D + \omega \wedge (C - D) = \vec{0} + \omega \vec{k} \wedge R\vec{j} \Rightarrow \boxed{\vec{v}_C = -\omega R\vec{i}}$$

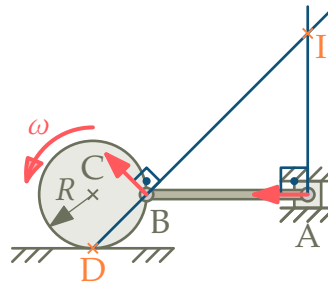
Atribua uma nota na escala 0/4 a 4/4 para a solução de seu colega. Cada uma das respostas corretas vale até 2/4, sendo:

2/4: resposta inteiramente correta;

1/4: raciocínio correto, sem erro dimensional, porém com algum erro de cálculo.

0/4: demais casos.

- (c) O CIR da barra AB é obtido como a interseção das retas passantes por A e B (linhas em azul marinho), construídas perpendiculares às respectivas velocidades (indicadas em vermelho):



Atribua uma nota na escala 0/1 (resposta incorreta) ou 1/1 (resposta correta) para a solução de seu colega. Note que o eventual nome que seu colega tenha atribuído ao CIR não influi na resolução do problema.

- (d) Como a barra AB descreve movimento plano, sabemos que $\vec{\omega}_{AB} = \omega_{AB}\vec{k}$. Além disso, o ponto A descreve um movimento retilíneo paralelo ao versor \vec{i} . Assim, $\vec{v}_A = v_A\vec{i}$. Da equação de campo de velocidades para a barra AB, temos:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega}_{AB} \wedge (B - A) = v_A\vec{i} + \omega_{AB}\vec{k} \wedge (-L\vec{i}) = v_A\vec{i} - \omega_{AB}L\vec{j}$$

Igualando esta expressão para \vec{v}_B à anteriormente obtida no item (b), componente a componente:

$$v_A = -\omega R \Rightarrow \boxed{\vec{v}_A = -\omega R\vec{i}}$$

$$-\omega_{AB}L = \omega R \Rightarrow \omega_{AB} = -\omega \frac{R}{L} \Rightarrow \boxed{\vec{\omega}_{AB} = -\omega \frac{R}{L}\vec{k}}$$

Alternativamente, o CIR da barra AB poderia ser utilizado para a solução do problema:

$$|\vec{v}_B| = |\vec{\omega}_{AB}||B - I| \Rightarrow \omega R\sqrt{2} = |\vec{\omega}_{AB}|L\sqrt{2} \Rightarrow |\vec{\omega}_{AB}| = \omega \frac{R}{L} \Rightarrow \boxed{\vec{\omega}_{AB} = -\omega \frac{R}{L}\vec{k}}$$



Para realizar a última passagem acima, devemos observar que, a partir da construção feita no item (c), a barra AB gira no sentido horário, o que corresponde à orientação $-\vec{k}$. Ainda, observando que a velocidade do ponto A tem a orientação do vetor $-\vec{i}$:

$$|\vec{v}_A| = |\vec{\omega}_{AB}| |A - I| = \omega \frac{R}{L} L = \omega R \Rightarrow \boxed{\vec{v}_A = -\omega R \vec{i}}$$

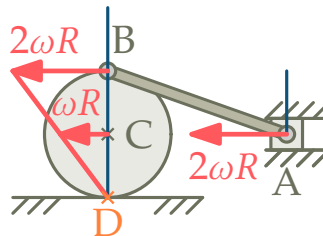
Atribua uma nota na escala 0/4 a 4/4 para a solução de seu colega. Cada uma das respostas corretas vale até 2/4, sendo:

2/4: resposta inteiramente correta;

1/4: raciocínio correto, sem erro dimensional, porém com algum erro de cálculo.

0/4: demais casos.

- (e) Para que a barra AB descreva uma translação, é necessário que as velocidades dos pontos A e B sejam vetores paralelos. Como a velocidade de A é sempre paralela ao vetor \vec{i} , deve-se buscar uma posição em que \vec{v}_B também seja paralelo a \vec{i} . Considerando que B também pertence ao disco de centro C e que C tem velocidade $\vec{v}_C = -\omega R \vec{i}$, em uma posição em que B estiver sobre a reta DC (com D sendo o CIR do disco) as velocidades de B e C serão paralelas entre si. Obtém-se assim a posição desejada:



Atribua uma nota na escala 0/1 (resposta incorreta) ou 1/1 (resposta correta) para a solução de seu colega. Basta que seu colega tenha desenhado o mecanismo com os pontos A, B e C nas posições corretas para que sua resposta seja considerada correta. Todo o restante das indicações da figura pode ser considerado opcional.

- (f) Neste nova configuração do sistema, temos para o disco:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_D + \vec{\omega} \wedge (B - D) = \vec{0} + \omega \vec{k} \wedge (2R \vec{j}) = -2\omega R \vec{i}$$

Ainda, considerando que, nesta nova configuração a barra AB se encontra em translação:

$$\vec{v}_A = \vec{v}_B \Rightarrow \boxed{\vec{v}_A = -2\omega R \vec{i}}$$

Atribua uma nota na escala 0/2 a 2/2 para a solução de seu colega, sendo:

2/2: resposta inteiramente correta;

1/2: raciocínio correto, sem erro dimensional, porém com algum erro de cálculo.

0/2: demais casos.