MARINHA DO BRASIL

SERVIÇO DE SELEÇÃO DO PESSOAL DA MARINHA

GABARITO DESENVOLVIDO

CP-CEM/ 2023 ENGENHARIA MECÂNICA

1ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (2 pontos) a partir da construção indicada na figura, da condição de rolamento sem escorregamento do disco:

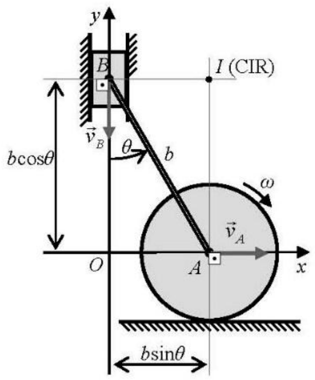
$\vec{v}_A = \vec{\omega} \wedge r\vec{j} = -\omega\vec{k} \wedge r\vec{j} = \omega r\vec{i}$

Temos:

$\vec{v}_A = \vec{v}_B + \vec{\omega}_{AB} \wedge (A - B) \Rightarrow$

$\Rightarrow \omega r\vec{i} = -v_B\vec{j} - \omega_{AB}\vec{k} \wedge b(\sin\theta\,\vec{i} - \cos\theta\,\vec{j}) =$

$= \omega_{AB} b\cos\theta\,\vec{i} - (v_B + \omega_{AB} b\sin\theta)\vec{j}$



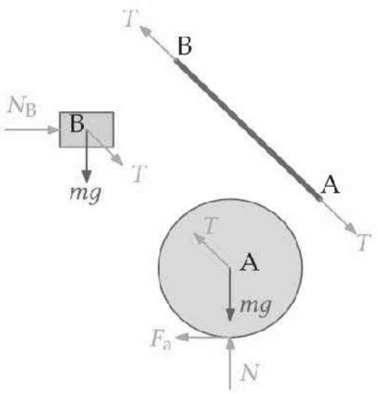
Destas equações obtemos:

$\omega_{AB} = \frac{\omega r}{b\cos\theta}$ e

$v_B = -\omega_{AB} b\sin\theta = -\omega r\tan\theta \Rightarrow$

$\boxed{\Rightarrow \boldsymbol{\vec{v}_B = -\omega r \tan\theta\,\vec{j}}}$

b) (2 pontos) DCL



c) (2 pontos) O trabalho combinado das forças internas T é nulo.

Dado que não há escorregamento no contato do disco com o solo, o trabalho da força de atrito F_a é nulo.
As forças normais N e N_B também não realizam trabalho (são normais ao deslocamento).
Como não há variação da cota vertical, o trabalho do peso do disco é também nulo.
O trabalho do peso do bloco é $mg(b - b\cos\theta)$
Portanto, o trabalho total é $\boxed{W = mgb(1-\cos\theta)}$

A energia cinética do sistema é dada por:

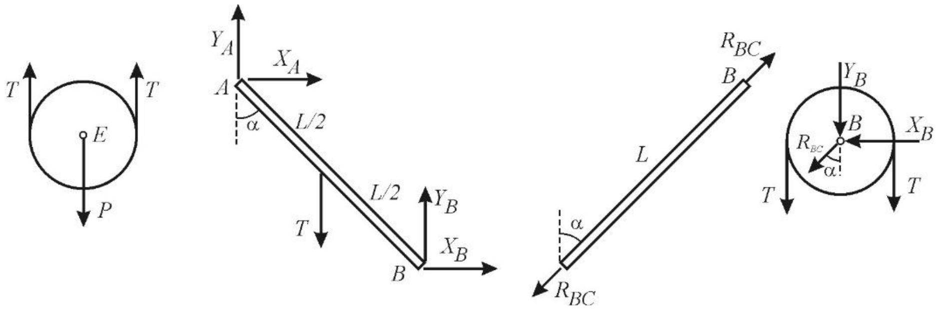
$$E = \frac{1}{2}m|\vec{v}_A|^2 + \frac{1}{2}J_A|\vec{\omega}|^2 + \frac{1}{2}m|\vec{v}_B|^2 = \frac{1}{2}m(\omega r)^2 + \frac{1}{2}\frac{mr^2}{2}\omega^2 + \frac{1}{2}m(\omega r\tan\theta)^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{E = \frac{1}{4}mr^2\omega^2\left(3 + 2\tan^2\theta\right)}$$

d) (2 pontos) Usando o TEC:

$$E_f - E_i = W \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{4}mr^2\omega^2\left(3 + 2\tan^2\theta\right) - 0 = mgb(1-\cos\theta) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\omega = \sqrt{\frac{4gb(1-\cos\theta)}{r^2\left(3 + 2\tan^2\theta\right)}}}$$

2ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (2 pontos) Diagramas de corpo livre:



b) (2 pontos) O valor da tração no fio em F:
Equilíbrio da polia E: $T = P/2$

c) (2 pontos) As forças atuantes nas barras AB e BC.

Equações de equilíbrio da polia B:

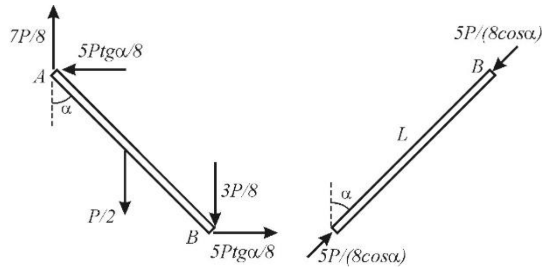
$$\vec{\boldsymbol{R}} = \vec{\boldsymbol{0}} \Rightarrow \begin{cases} -X_B - R_{BC}\sin\alpha = 0 \quad (1) \\ -Y_B - R_{BC}\cos\alpha - 2T = 0 \quad (2) \end{cases}$$

Equações de equilíbrio da barra AB:

$$\vec{\boldsymbol{R}} = \vec{\boldsymbol{0}} \Rightarrow \begin{cases} X_A + X_B = 0 \quad (3) \\ Y_A + Y_B - T = 0 \quad (4) \end{cases}$$

$$\vec{\boldsymbol{M}}_A = \vec{\boldsymbol{0}} \Rightarrow \left\{ -\frac{TL}{2}\text{sen}\alpha + Y_B L\text{sen}\alpha + X_B L\cos\alpha = 0 \quad (5) \right.$$

Resolvendo o sistema linear de equações (1)-(5) para as variáveis $(R_{BC}, X_A, Y_A, X_B, Y_B)$, obtêm-se:



$$R_{BC} = -\frac{5P}{8\cos\alpha}\text{(compressão)}, \qquad X_A = -\frac{5P\tan\alpha}{8}, \qquad Y_A = \frac{7P}{8},$$

$$X_B = \frac{5P\tan\alpha}{8}, \qquad Y_B = -\frac{3P}{8}$$

d) (2 pontos) O valor mínimo de μ compatível com o equilíbrio:

$$|F_{at}| \le \mu|N| \;\Rightarrow\; R_{BC}\cos\alpha \le \mu R_{BC}\sin\alpha \;\Rightarrow\; \mu \ge \frac{1}{\tan\alpha}$$

3ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (4 pontos) A finalidade é introduzir deformação permanente na região interna do casco do vaso, de modo que essa região fique naturalmente em compressão quando o vaso estiver sem pressão. Ao introduzir pressão, essas tensões ficam aliviadas, permitindo ao vaso trabalhar com níveis mais baixos de tensão na região interna das paredes.

b) (4 pontos) A pressão interna deve ser cuidadosamente controlada para evitar que ocorra escoamento em toda a espessura da parede. Deseja-se que apenas parte da espessura escoe, e essa região deve ser dimensionada e controlada durante o processo.

4ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (4 pontos) O volante é um disco de aço fixado na extremidade de saída do eixo de manivelas, com inércia rotacional mínima definida pelos requisitos de projeto do motor.

b) (4 pontos) Sua finalidade é amenizar as variações do torque oscilante gerado pelas sucessivas explosões nos cilindros do motor, atuando como um filtro inercial de excitação e evitando provocar vibrações torcionais no trem de força conectado a ele.

5ª QUESTÃO (8 pontos)

Da equação de Bernoulli, a altura manométrica deve corresponder à soma dos termos da equação:

$$H = \frac{c^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z$$

O termo da velocidade vale: $\frac{c^2}{2g} = \frac{2^2}{2 \cdot 9{,}81} = 0{,}204\ m$

O termo da pressão vale: $\frac{p}{\gamma} = \frac{25000}{900} = 27{,}8\ m$

O termo geométrico vale: $z = 3\ m$

Assim, a altura manométrica total será $H = 31{,}0\ m$

6ª QUESTÃO (8 pontos)

a) (4 pontos) Um ensaio de temperabilidade é o ensaio Jominy, no qual um corpo de prova é submetido ao processo de têmpera, mas com resfriamento em diferentes velocidades. A medição de dureza ao longo de uma linha permite verificar o quão profundo foi o efeito da têmpera.

b) (4 pontos) Materiais de maior dureza não podem ter esta propriedade avaliada pelo método Brinell pois o esforço usado neste teste, associado ao formato do penetrador, não permite a formação de uma marca de dureza.

7ª QUESTÃO (8 pontos)

Incialmente é preciso avaliar se é possível usar a abordagem de análise concentrada

h (V/A)/k = 20 *[(4/3) p $(0{,}025)^3$]/4 p $(0{,}025)^2$ (35) = 0,0046 < 0,1

Assim é possível usar a análise concentrada

hA/(rcV) = (20)*4p*$(0{,}025)^2$/(7800)(460)(4p/3)$(0{,}025)^3$ = 6,688 x 10^{-4} s^{-1}

(T-To)/(Te-To) = e - $^{(hA/(rcV)t}$

(250-100)/(350-100) = e - $^{(6{,}688 \text{ x } 10\text{-}4\ )t}$

t = 764 s

8ª QUESTÃO (8 pontos)

Aplicando a conservação de momento no volume de controle ao redor do motor:

$$\int u\rho V \cdot n\, dA = \rho_1 A_1 + F_1 - \rho_2 A_2 - p_{atm}\,(A_1 - A_2)$$
$$\dot{m}(u_2 - u_1) = F_1 + p_1 A_1 - p_2 A_2$$
$$m = \rho A u = 1{,}02(\dot{2})200 = 408\ kg/s$$
$$F_1 = -2 \cdot (-21000) + 408 \cdot (550 - 200) = 184{,}8kN$$

9ª QUESTÃO (8 pontos)

Questão anulada.

10ª QUESTÃO (8 pontos)

Processo adiabático:

$$\frac{P_o}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{\gamma}$$

Substituindo os valores: P_1 = 1,05atm

$$\frac{T_o}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{(\gamma-1)}$$

T_1 = 152,6K = -120°C
(4 PTS)

$$W_{01} = -\frac{(P_1V_1 - P_0V_0)}{(\gamma - 1)}$$

Usando as pressões em N/m^2 e os volumes em m^3

W_{01} = 1,2 kJ (4 pontos)