



CONCURSO DE ADMISSÃO
AO
CURSO DE FORMAÇÃO
ENGENHARIA MECÂNICA
CADERNO DE QUESTÕES

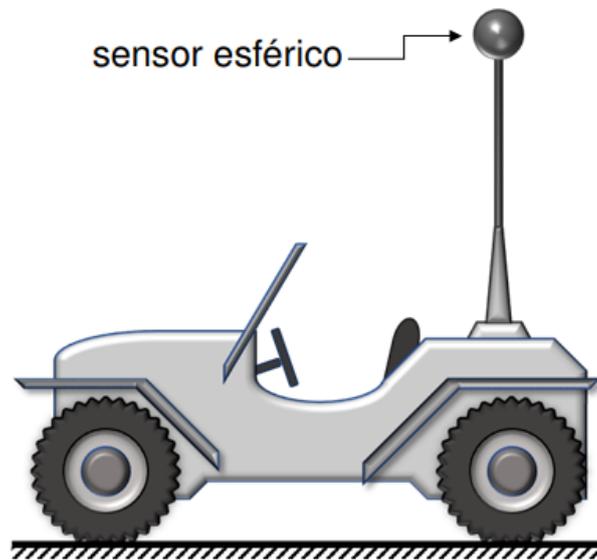


2023/2024

1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um protótipo de sensor esférico de 15 cm de diâmetro deve ser acoplado externamente em uma viatura militar que se desloca com velocidade de 24 m/s. Para estimativa da força de arrasto sobre o sensor foi realizado teste em túnel de água com um modelo esférico de 4 cm de diâmetro. No teste, a força de arrasto medida sobre o modelo foi de 10 N.

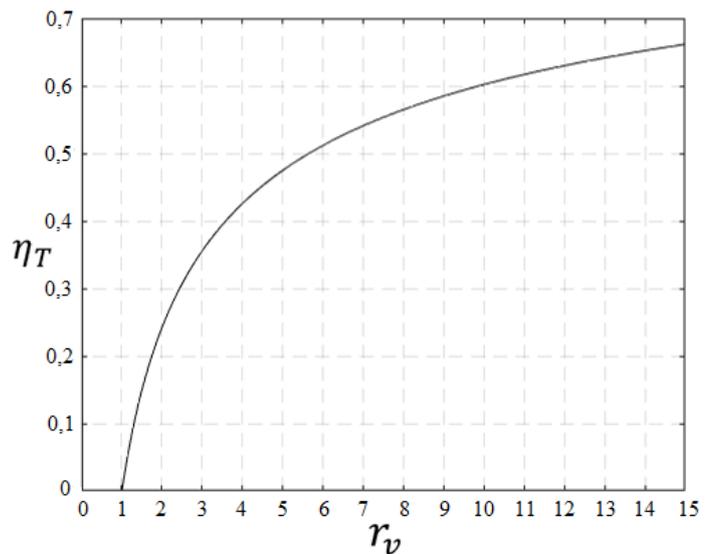
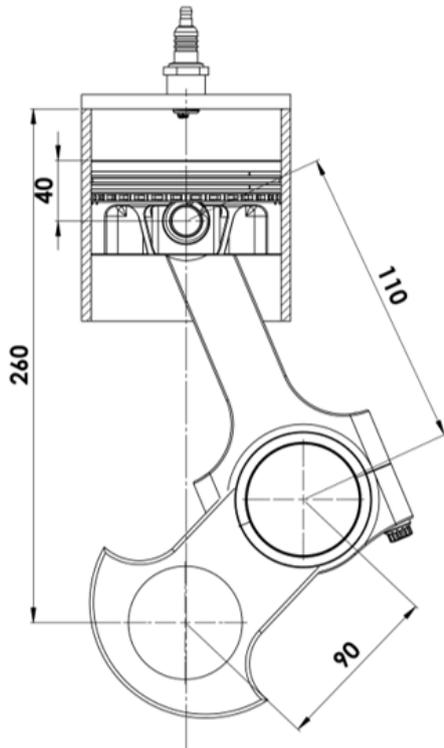


Dados:

- viscosidade cinemática da água: $\nu_{\text{água}} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$;
- viscosidade cinemática do ar: $\nu_{\text{ar}} = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$;
- massa específica da água: $\rho_{\text{água}} = 10^3 \text{ kg/m}^3$;
- massa específica do ar: $\rho_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$.

Sob condições de **semelhança dinâmica**, determine a força de arrasto sobre o protótipo do sensor, em N.

Um motor a combustão interna (MCI) monocilindro de 4 tempos entrega em sua árvore de manivela 43,2 kW, quando queima 0,005 kg/s de gasolina a uma $r_{ac} = 9$ (razão ar/combustível). Nesta situação operacional, a diferença de temperatura entre o início e o final do tempo de combustão é de 1.600°C e o calor específico a volume constante dos gases gerados é $c_v = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, para qualquer faixa de temperatura alcançada. A seguir, são mostrados o esboço do motor a combustão interna (MCI) monocilindro e o gráfico $r_v \times \eta_T$ (taxa de compressão \times eficiência térmica).



Modelando este MCI por um **ciclo Otto ideal**, determine sua eficiência mecânica.

Sugestão: calcule a potência adicionada no tempo de combustão e a potência dissipada no tempo de exaustão.

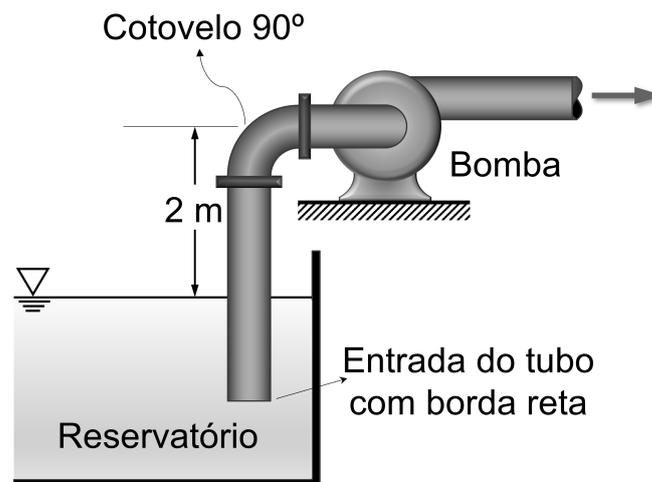
Considere uma parede cuja superfície interna se encontra a uma temperatura conhecida, enquanto o lado externo troca calor por convecção com o ar ambiente de temperatura e coeficiente de filme também conhecidos.

Dados:

- condutividade térmica da parede: $50 \text{ W}/(\text{m.K})$;
- condutividade térmica do material isolante: $0,04 \text{ W}/(\text{m.K})$;
- coeficiente de filme do ar ambiente: $10 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$;
- espessura da parede: 10 cm;
- Lei de Newton para a transferência de calor por convecção: $\dot{Q} = hA(T_{sup} - T_{\infty})$, onde \dot{Q} é a taxa de transferência de calor por convecção, h é o coeficiente de filme, A é a área da superfície exposta ao processo de convecção, T_{sup} é a temperatura dessa superfície e T_{∞} é a temperatura do fluido que troca calor com a superfície;
- Lei de Fourier para a transferência de calor por condução: $\dot{Q}_n = -k(T)A_n \frac{\partial T}{\partial n}$, onde \dot{Q}_n é a taxa de transferência de calor por condução ao longo da direção n , $k(T)$ é a condutividade térmica em função da temperatura T , A_n é a área cuja normal é a direção n e $\frac{\partial T}{\partial n}$ é a inclinação do campo de temperatura ao longo da direção n ;
- as condições do ar ambiente bem como a temperatura da superfície interna da parede são sempre constantes;
- para todas as situações propostas, considere que o processo de transferência de calor é sempre unidimensional, em regime permanente e com ausência de fontes internas.

Determine a espessura do material isolante, em milímetros, a ser adicionado na superfície exposta ao ar, de modo que a taxa de transferência de calor seja igual a 40% da situação com a parede não isolada.

Uma bomba centrífuga é usada para bombear água a 25°C de um reservatório cuja superfície está a 2 metros abaixo da linha central da bomba. O reservatório possui superfície livre constante sujeita à pressão atmosférica de 100 kPa. O tubo é de PVC (perdas distribuídas podem ser consideradas desprezíveis) e possui diâmetro interno de 100 mm. Existem apenas duas perdas localizadas no sistema de tubulação: uma devido à entrada do tubo com borda reta e a outra correspondente a um cotovelo de 90° . A carga de sucção positiva líquida requerida da bomba ($NPSH_r$), em metros, é fornecida pelo fabricante através de uma curva de ajuste $NPSH_r = 0,7 + 2000Q^2$, onde a vazão Q está em m^3/s .



Dados:

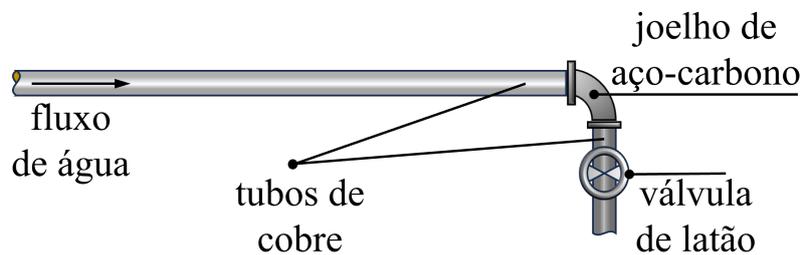
- $\pi \cong 3$;
- massa específica da água: $\rho \cong 1000 \text{ kg/m}^3$;
- aceleração da gravidade: $g \cong 10 \text{ m/s}^2$;
- pressão de vapor da água a 25°C : $p_{\text{vapor}} = 3,0 \text{ kPa}$;
- coeficiente de perda de carga para a entrada do tubo com borda reta: $K_1 = 0,7$;
- coeficiente de perda de carga para o cotovelo de 90° : $K_2 = 0,2$;
- perda de carga localizada, em metros: $H_l = \sum K \frac{V^2}{(2g)}$, onde V é a velocidade média do escoamento e K é o coeficiente de perda de carga.

Considerando o sistema hidráulico descrito, determine a vazão volumétrica máxima em m^3/s que pode ser bombeada para que não ocorra **cavitação** na sucção da bomba.

5ª QUESTÃO

Valor: 1,0

A figura ilustra um sistema hidráulico composto por tubulações de cobre, um joelho de 90° de aço-carbono e uma válvula de latão cobre/zinco 70/30, por onde flui água tratada com cloro.

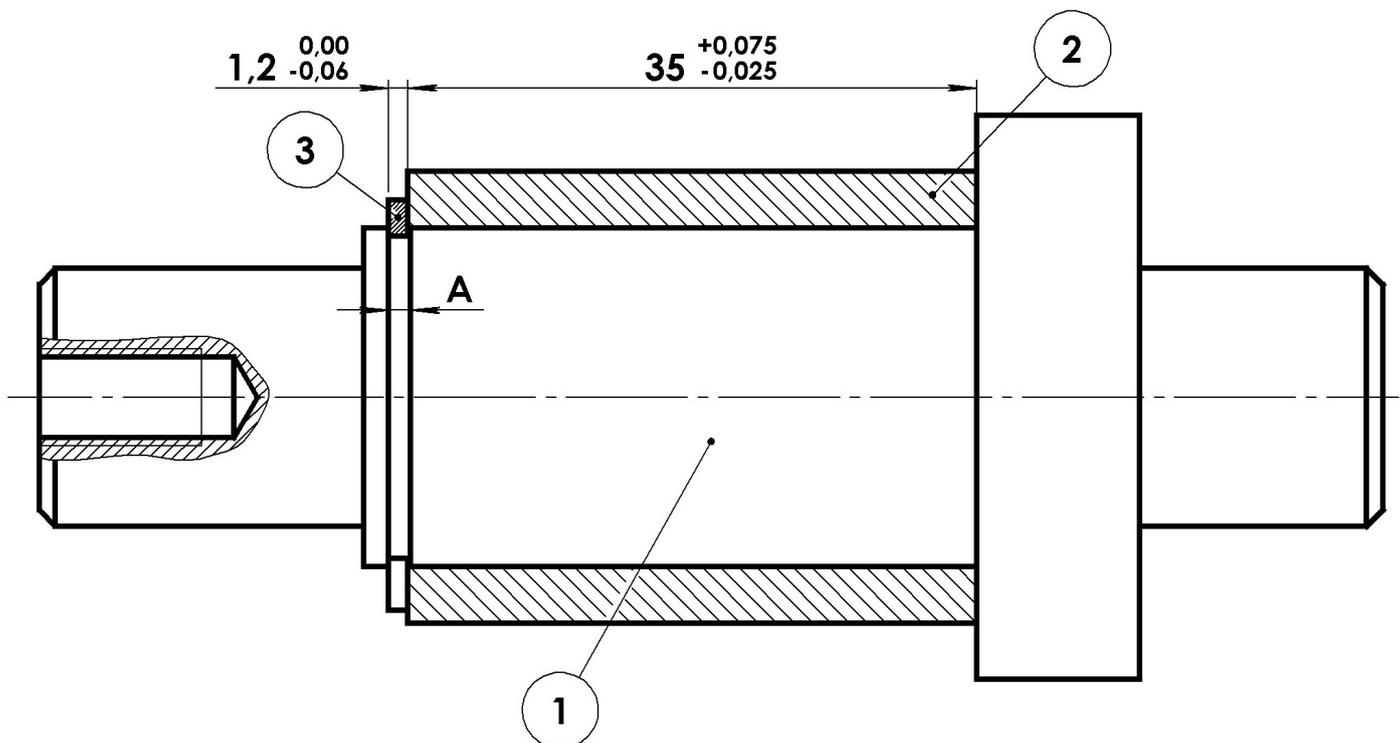


No contexto dos conhecimentos de corrosão dos materiais metálicos, identifique duas possíveis formas de corrosão que podem vir a ocorrer em partes do sistema, explicando suas respectivas causas, mecanismos e soluções de engenharia.

6ª QUESTÃO

Valor: 1,0

No desenho técnico de conjunto abaixo está representado o embuchamento de um eixo (peça 1). A bucha (peça 2) tem seu movimento axial limitado pelo anel elástico (peça 3). No desenho são mostradas as cotas de projeto do comprimento da bucha e da espessura do anel.

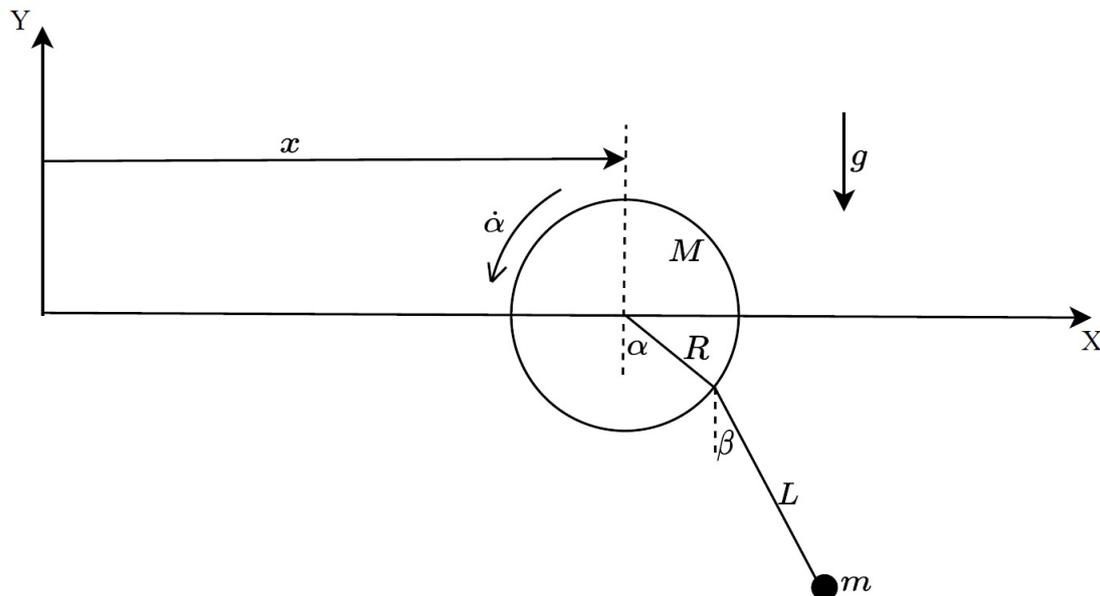


Determine a dimensão mínima da largura da ranhura (A) do eixo para se garantir a montagem do conjunto? Justifique sua resposta com cálculos.

7ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Na figura encontra-se ilustrado um disco de massa M uniformemente distribuída e raio R . O disco possui momento de inércia I e tem seu centro com movimento limitado ao eixo x . Em seu perímetro externo, está fixado um pêndulo composto por uma haste, de massa desprezível e comprimento L , e uma massa m . O ângulo que o raio do disco R faz com a vertical é α e o ângulo que a haste do pêndulo faz com a vertical é β . Desconsidere o atrito de qualquer espécie.

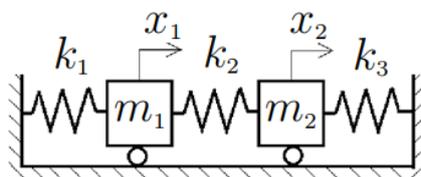


Sabendo-se que o momento de inércia $I = \frac{MR^2}{2}$, determine as equações de movimento em termos das variáveis do sistema.

8ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Considere o sistema mecânico representado na figura abaixo, o qual se move sem atrito na direção horizontal, formado pelos blocos rígidos de massa m_1 e m_2 , e molas lineares de constantes elásticas k_1 , k_2 e k_3 . As posições das massas m_1 e m_2 são, respectivamente, x_1 e x_2 .

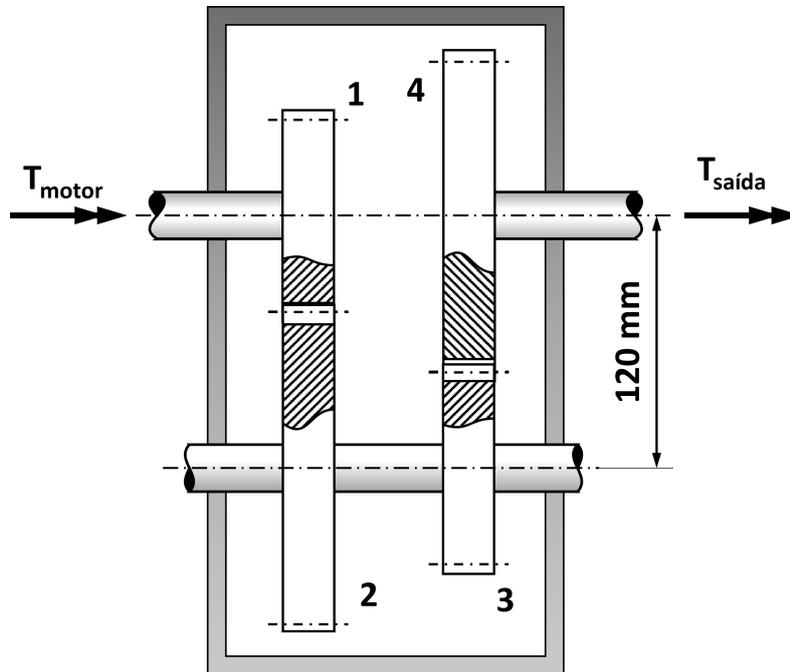


Dados:

- $m_1 = m_2 = 1 \text{ kg}$;
- $k_1 = k_3 = 2 \text{ N/m}$;
- $k_2 = 5 \text{ N/m}$.

Determine os modos naturais de vibração do sistema.

Deseja-se acoplar uma caixa de transmissão a um motor, cujo torque máximo é de 120 N.m . Por questões de espaço, adota-se uma caixa de transmissão em dois estágios, conforme apresentado na figura abaixo. Os dois pares de engrenagens são de dentes retos, módulo 4 mm/dente e são montados adequadamente, com uma distância entre eixos de 120 mm.



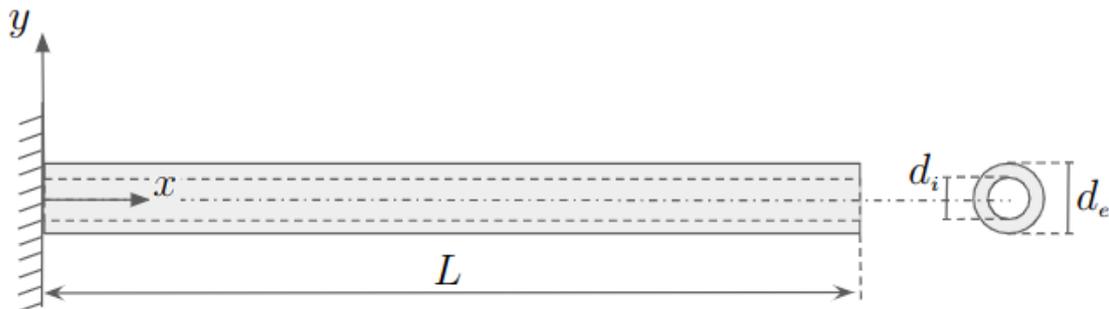
Dados:

- fator de forma de Lewis para 20 dentes: $Y_{20} = 0,3$;
- tensão máxima no dente da engrenagem: $\sigma_m = \frac{F_t}{(Y \cdot b \cdot m)}$, onde F_t é a força transmitida, b é a largura da face e m é o módulo da engrenagem.

Sabendo que a engrenagem 1 tem 20 dentes e que o segundo par promove uma redução de 1,5 na velocidade angular, determine:

- Os números de dentes de todas as engrenagens da caixa.
- A largura de face da engrenagem 1, sabendo que o fator de segurança do projeto é de 2,0 e que o material empregado tem tensão admissível de 200 MPa.

O projeto do tubo de uma arma deve avaliar o estado de tensões e critérios que interferem na capacidade de atingir determinado alvo. Um dos fatores que interfere na precisão do tiro de uma Viatura Blindada de Combate (VBC) é a deflexão do tubo do canhão. Uma das abordagens para este problema é calcular o deslocamento vertical e a inclinação da extremidade livre de um tubo engastado sujeito à ação do próprio peso, conforme o esquema a seguir:



Dados:

- d_i é o diâmetro interno do tubo;
- d_e é o diâmetro externo do tubo;
- L é o comprimento do tubo;
- P é o peso do tubo uniformemente distribuído ao longo do comprimento;
- E é o módulo de elasticidade;
- momento de inércia da coroa circular: $I = \pi(d_e^4 - d_i^4)/64$;
- fórmula da flexão simétrica: $\sigma = -\frac{My}{I}$, onde σ é a tensão normal calculada, M é o momento fletor na seção, y é a distância do eixo neutro e I é o momento de inércia.
- equação da linha elástica: $EI \frac{d^2y}{dx^2} = M(x)$.

Determine:

- A tensão normal máxima devido à flexão.
- O deslocamento e a inclinação da extremidade livre do tubo. Adote o sistema de referência mostrado na figura para o cálculo da linha elástica.