



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



2021/2022

1ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Para uma determinada bomba centrífuga, a altura de carga útil  $H_b$  é uma função da vazão  $Q$ , que é representada por  $H_b = H_0 - A.Q^2$ , onde  $H_0$  é a altura de carga de bloqueio e  $A$  é uma constante. Os dados experimentais da curva desta bomba são mostrados na tabela a seguir:

$Q$ (L/s)	0	5	10	20	30
$H_b$ (m)	20	19,75	19	16	11

Um sistema hidráulico utiliza esta bomba para elevar água de um reservatório para outro a 9 m de altura, por meio de um tubo reto com as seguintes características: comprimento  $L = 225$  m, diâmetro interno  $D = 0,10$  m e fator de atrito  $f = 0,05$ . Ambos os reservatórios possuem superfícies livres constantes e sujeitas à pressão atmosférica.

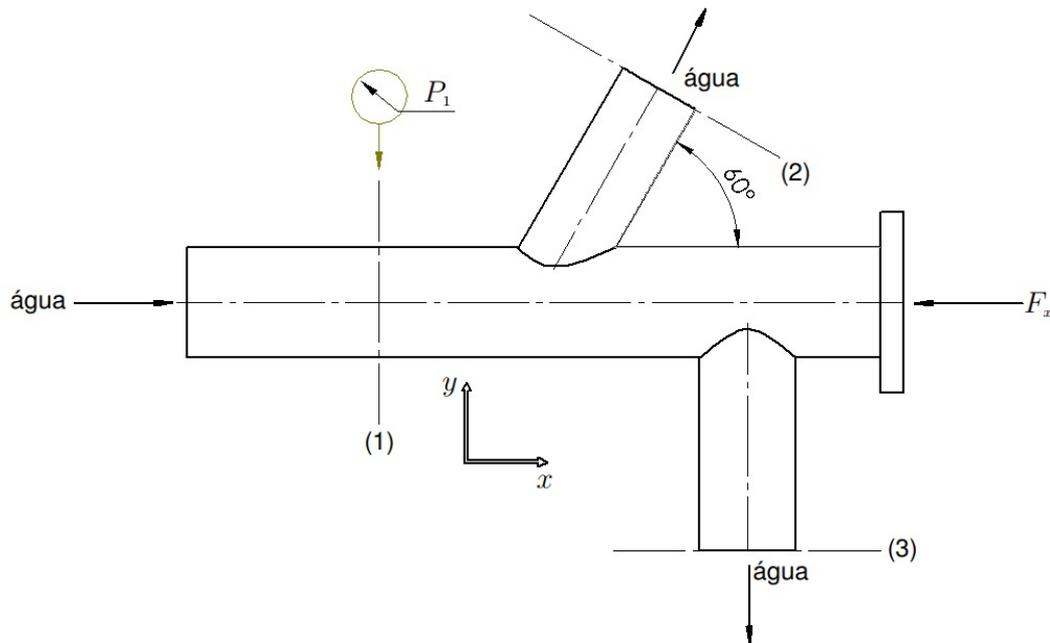
Dados:

- aceleração da gravidade:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>;
- $\pi \cong 3$ ;
- perda de carga distribuída:  $H_d = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$ , onde  $V$  é a velocidade média do escoamento.

Considerando o sistema hidráulico descrito, determine a vazão do ponto de operação da bomba, em L/s.

**2ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

No sistema hidráulico da figura, a vazão volumétrica e a pressão manométrica na seção (1) são, respectivamente,  $Q_1 = 30 \text{ L/s}$  e  $P_1 = 20 \text{ kPa}$ . Uma força horizontal  $F_x = 240 \text{ N}$ , aplicada na placa, com direção e sentido conforme a figura, mantém o sistema hidráulico em equilíbrio. As saídas nas seções (2) e (3) estão sujeitas à pressão atmosférica. Considere, em cada seção, o escoamento uniforme, incompressível e em regime permanente.

**Dados:**

- massa específica da água:  $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;
- área da seção (1):  $A_1 = 100 \text{ cm}^2$ ;
- área da seção (2):  $A_2 = 40 \text{ cm}^2$ ; e
- aceleração da gravidade:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Desprezando as forças de corpo, determine a vazão volumétrica na seção (3) em L/s.

**3ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um ciclo Rankine ideal possui uma eficiência térmica de 35,28%. A potência produzida pela turbina é 3,6 MW, dos quais 2% são consumidos pela bomba. A entalpia específica na entrada do condensador é 1800 kJ/kg e na saída da caldeira é 2700 kJ/kg.

Diante do exposto, determine:

- a taxa de transferência de calor no condensador;
- a vazão mássica de vapor; e
- o acréscimo percentual que ocorreria na entalpia específica na descarga da turbina, se a turbina possuísse uma eficiência isentrópica de 80%.

Durante um tempo suficientemente longo, uma parede de espessura  $l$  tem suas extremidades mantidas às temperaturas  $T(0) = T_1$  e  $T(l) = T_2$ . Subitamente, entra em ação uma fonte com taxa de geração de energia por unidade de volume constante de valor  $g_0$ . Desta forma, esta situação apresenta um estado de equilíbrio inicial, um processo transiente e um estado de equilíbrio final.

Dados:

- Equação geral da Condução:  $-\nabla \cdot \vec{q} + g(x, y, z, t) = \rho C \frac{\partial T}{\partial t}$ , sendo  $\vec{q}$  o fluxo de calor,  $\rho$  a massa específica,  $C$  o calor específico,  $t$  o tempo,  $T$  a temperatura e  $g$  é a taxa de geração de energia por unidade de volume;
- Lei de Fourier:  $\vec{q} = -k \nabla T$ , sendo  $k$  a condutividade térmica; e
- Operador  $\nabla$  no sistema de coordenadas cartesiano:  $\nabla = \vec{i} \frac{\partial}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial}{\partial z}$ .

No contexto de um problema de condução unidimensional, com condutividade térmica  $k$  constante e admitindo que as temperaturas das extremidades não se alterem, determine:

- a) a distribuição de temperatura final da parede; e
- b) o equacionamento completo da parcela transiente do problema.

Um engenheiro mecânico, ao assumir a chefia da oficina de produção mecânica de sua unidade, percebeu que a identificação das matérias-primas do estoque havia sido perdida. Após a realização de vários testes, o engenheiro levantou o seguinte conjunto de propriedades das matérias-primas:

matéria-prima	cor	densidade	temperatura de fusão	resistência ao risco
A	acinzentado, opaco e brilhoso	superior a 7,5 g/cm <sup>3</sup>	não funde mesmo quando submetido a temperaturas entre 800°C e 900°C	risca todos os demais, mas não é riscado por nenhum
B	acinzentado, opaco e brilhoso	superior a 7,5 g/cm <sup>3</sup>	não funde mesmo quando submetido a temperaturas entre 800°C e 900°C	não testado
C	acinzentado, opaco e brilhoso	entre 2,5 e 3,0 g/cm <sup>3</sup>	passa para o estado líquido entre 650°C e 700°C	risca apenas os materiais D, E e F
D	acinzentado, opaco e brilhoso	entre 2,5 e 3,0 g/cm <sup>3</sup>	passa para o estado líquido entre 650°C e 700°C	não testado
E	leitoso e opaco	próxima a 1,0 g/cm <sup>3</sup>	inferior a 300°C	não testado
F	leitoso e opaco	próxima a 1,0 g/cm <sup>3</sup>	inferior a 300°C e, quando aquecido simultaneamente a E, no mesmo forno, parece ser o primeiro a fundir	não testado

Depois, o engenheiro consultou a listagem de materiais existentes e verificou que as seguintes matérias-primas constam em estoque: polietileno de alta densidade, aço SAE 4340 (recozido), alumínio 7075 (recozido), aço SAE 1010 (recozido), polietileno de baixa densidade e alumínio 1100 (recozido).

Observações:

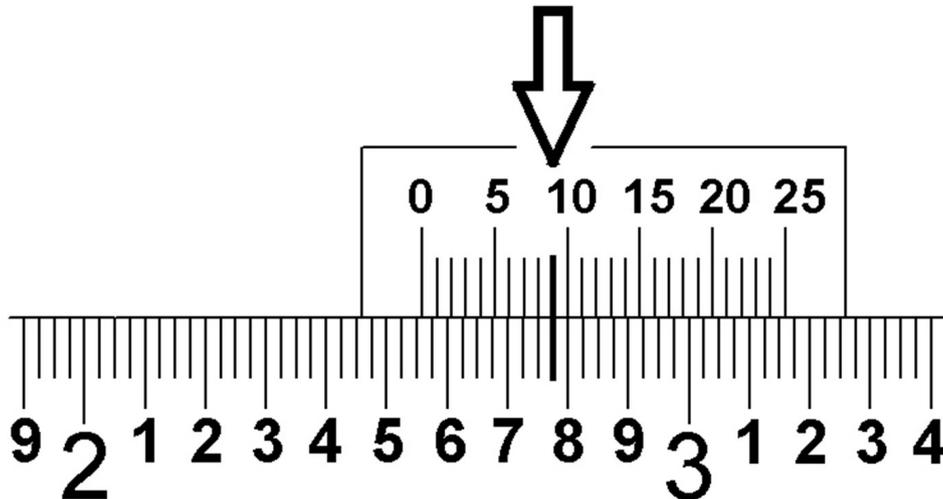
- SAE – *Society of Automotive Engineers*; e
- Considere que os materiais foram ensaiados nas mesmas condições de temperatura e taxa de deformação.

A partir destas considerações, pede-se:

- identificar os materiais **A, B, C, D, E e F**;
- esboçar o gráfico do comportamento tensão-deformação em tração esperado para os seguintes materiais do estoque:
  - materiais metálicos ferrosos;
  - material ferroso tratável termicamente, antes e após o tratamento de têmpera e revenido; e
  - material metálico não ferroso tratável termicamente, antes e após o tratamento de solubilização, têmpera e envelhecimento.

Para cada subitem anterior, **esboce apenas um gráfico**, indicando o módulo de elasticidade ( $E$ ), a tensão de escoamento ( $\sigma_e$ ), o limite de resistência a tração ( $LRT$ ) e a deformação de fratura ( $\varepsilon_F$ ) para cada situação.

Uma operação de torneamento cilíndrico deve ser realizada com o objetivo de reduzir o diâmetro de um eixo em apenas 1 passe. O valor do diâmetro inicial da matéria-prima do eixo é tomado por um paquímetro convencional, em polegadas, conforme ilustrado na figura abaixo, onde a seta indica a coincidência da escala fixa, localizada na parte inferior, com o nônio.



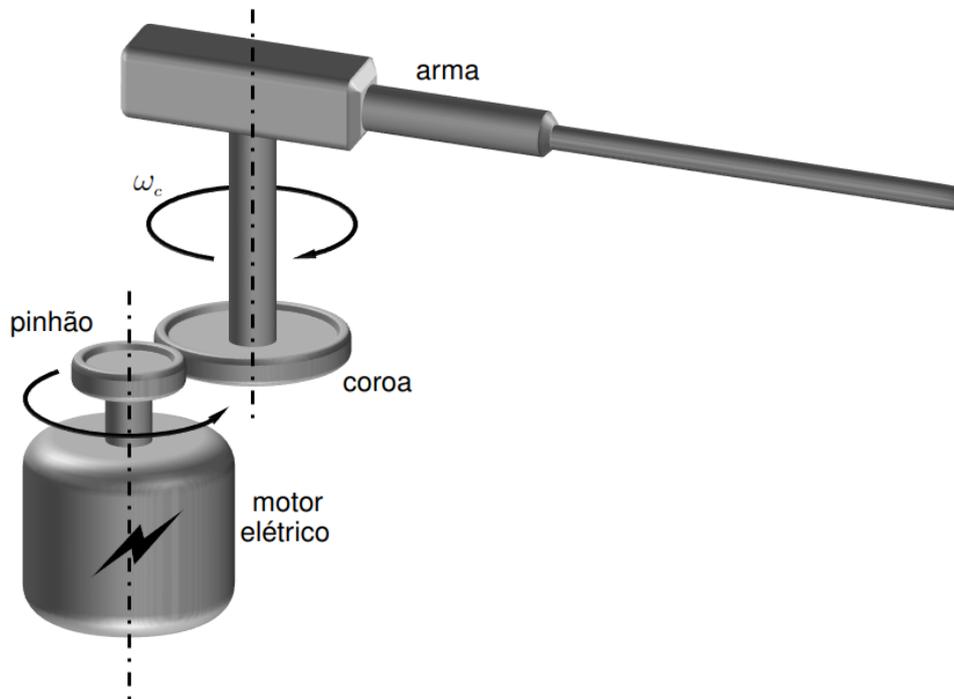
O comprimento a ser torneado é de 51,5 mm e a profundidade de corte deve ser de 2,5 mm. Consultando uma tabela de recomendações para o par "ferramenta de corte - matéria-prima", verificou-se que a velocidade de corte ideal é de 90 m/min.

A operação deve ser feita em um torno universal que pode oferecer as seguintes rotações, em RPM:

31	40	52	70	90	110	150	190	240
310	400	515	660	850	1100	1420	1830	2360

Considerando que o **ponto de referência** está situado na ponta da ferramenta e para atender uma possível demanda de produção em série, o comprimento total do eixo deve ser usinado em 30 s, determine o avanço do torneamento, em mm/rot. Utilize  $\pi \cong 3$ .

Um sistema de armas automatizado, mostrado na figura, deve ser capaz de realizar disparos contra alvos em movimento. Para esta finalidade, a arma deve girar em torno do eixo de sustentação com uma velocidade angular  $\omega_c = 0,4 \text{ rad/s}$ . Este sistema de armas é acionado por um motor elétrico com potência de  $60 \text{ W}$ , em cujo eixo se encontra um pinhão com 50 dentes e módulo  $2 \text{ mm}$ . Este pinhão aciona a coroa com 150 dentes, que é solidária à arma.



Dados:

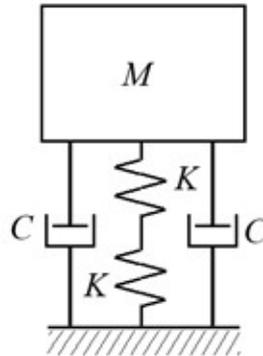
- Fator de Lewis para 50 dentes:  $Y_{50} = 0,40$ ;
- Fator de Lewis para 150 dentes:  $Y_{150} = 0,48$ ; e
- Tensão admissível:  $\sigma_m = \frac{F_t}{(Y.F.m)}$ , onde  $F_t$  é a força transmitida,  $F$  é a largura da face e  $m$  é o módulo.

Determine a largura de face, em mm, considerando que pinhão e a coroa são produzidos com material cuja tensão admissível é  $100 \text{ MPa}$ .

## 8ª QUESTÃO

Valor: 1,0

O bloco rígido de massa  $M$  conecta-se ao solo por meio de duas molas lineares e dois amortecedores viscosos lineares, conforme indicado na figura abaixo. Considere que a massa do bloco rígido é  $M = 2 \text{ kg}$ , o coeficiente de amortecimento viscoso de cada amortecedor é  $C = 20 \text{ N.s/m}$  e a constante de rigidez de cada mola é  $K = 1300 \text{ N/m}$ .

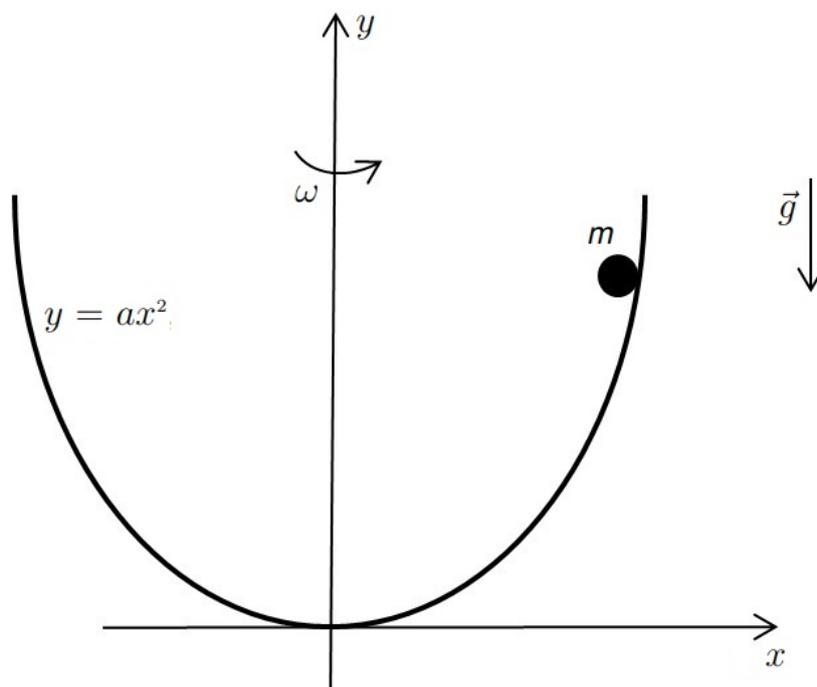


Determine o valor da frequência angular de vibração amortecida do sistema composto pelo bloco rígido, as duas molas e os dois amortecedores.

## 9ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Uma partícula de massa  $m$  move-se restrita a uma superfície parabólica da forma  $y = ax^2$ , como mostrado na figura. A superfície parabólica gira com velocidade angular constante  $\omega$  em torno do eixo  $y$ . A aceleração da gravidade  $\vec{g}$  atua na direção e sentido contrário ao eixo  $y$ .

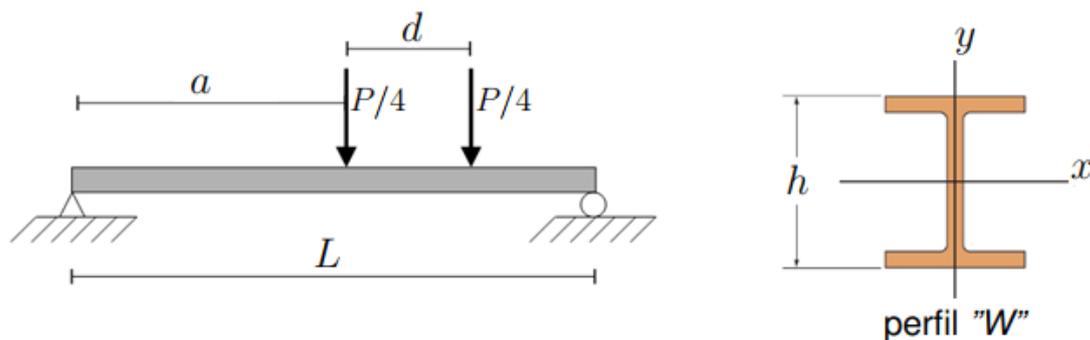


Determine a equação de movimento da partícula de massa  $m$ .

Sugestão: utilizar formulação de Lagrange.

Um sistema de vigas é empregado para travessia de viaturas sobre cursos de água. O sistema consiste de duas vigas iguais com perfil "W", altura  $h$ , momento de inércia da seção  $I$  e comprimento  $L$ , dispostas paralelamente de forma que cada viga suporte os dois pneus do mesmo lado do veículo com força aplicada na direção  $y$ . Os apoios são do tipo pino e rolete aplicados nas extremidades. O material das vigas apresenta um comportamento linear elástico, descrito pela Lei de Hooke, e tensão de escoamento  $\sigma_y$ . Como medida de segurança, a tensão admissível deve utilizar um fator de segurança  $n$  ( $n > 1$ ).

A viatura apresenta peso  $P$ , distribuído de maneira igual nos quatro pneus, e possui distância entre eixos  $d$ . Considera-se que a viatura deve atravessar lentamente o curso d'água, de forma que o problema possa ser tratado de forma estática. A figura a seguir mostra o carregamento em cada viga e o perfil "W".



Dado:

- fórmula da flexão simétrica:  $\sigma = -\frac{My}{I}$ , onde  $\sigma$  é a tensão calculada,  $M$  é o momento fletor na seção,  $y$  é a distância do eixo neutro e  $I$  é o momento de inércia.

Calcule a razão  $h/I$ , entre a altura do perfil ( $h$ ) e o momento de inércia ( $I$ ), de forma que a tensão devido à flexão na seção reta de maior momento fletor seja igual à tensão admissível.

Sugestão: utilize a distância arbitrária  $a$ , conforme indicado na figura, para determinar o momento fletor crítico.