



**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.
PETROBRAS**

**Processo Seletivo Público
Nível Superior**

CADERNO DE PROVA

Aplicação: 28/3/2004

CARGO:

17

**Engenheiro(a) de
Equipamentos Júnior – Mecânica**

UNESPE
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Criando Oportunidade para Realizar Sonhos

ATENÇÃO

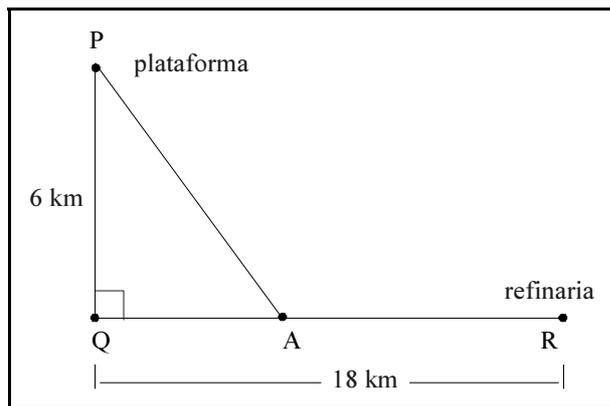
Neste caderno, confira atentamente o
NÚMERO e o **NOME DO SEU CARGO**.

Leia com atenção as instruções
constantes na capa do **CADERNO DE
PROVA DE CONHECIMENTOS BÁSICOS**
(capa colorida).

Conhecimentos Específicos

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

RASCUNHO



Na figura acima, o ponto P representa uma plataforma de petróleo em alto-mar, situada a 6 km do ponto Q, na costa. Deseja-se instalar um oleoduto ligando a plataforma a uma refinaria, representada pelo ponto R, também na costa, situado a 18 km do ponto Q. O trecho de P a Q está todo no mar e o de Q a R, em terra. Os segmentos PQ e QR são perpendiculares. O custo para instalação de dutos subaquáticos é igual a R\$ 150.000,00 por km e para os dutos terrestres, R\$ 120.000,00 por km. Construir o oleoduto ligando P a R diretamente, todo subaquático, é muito dispendioso, o mesmo ocorrendo com a construção seguindo os trechos PQ e QR. Dessa forma, busca-se uma solução alternativa, que é uma composição de um trecho subaquático e de um trecho terrestre. Considerando essas informações e que A seja um ponto de encontro dos dutos subaquático e terrestre, sobre o segmento QR, julgue os itens que se seguem.

- 46** O custo máximo para a instalação de um oleoduto ligando a plataforma à refinaria é 15% maior que o custo mínimo para a mesma instalação.
- 47** O comprimento do duto subaquático que minimiza os custos da instalação do oleoduto é superior a 9 km.

Para a fabricação do componente x , uma empresa desenvolveu os processos de produção I e II. A tabela abaixo apresenta a distribuição de probabilidade do tempo necessário para se produzir esse componente, de acordo com o processo utilizado.

tempo gasto (T) para produzir o componente x (em minutos)	processos	
	I	II
$0 < T \leq 20$	0,3	0,6
$20 < T \leq 40$	0,5	0,3
$40 < T \leq 60$	0,2	0,1
total	1	1

O custo de produção pelo processo I é igual a R\$ 120,00/componente, se $T \leq 24$. Caso contrário, o custo aumenta em a reais/componente. Já o custo de produção pelo processo II é igual a R\$ 200,00/componente, se $T \leq 20$. Caso contrário, o custo aumenta para R\$ 250,00/componente. Em cada intervalo de tempo apresentado na tabela acima, a distribuição é uniforme. A escolha do processo dependerá do custo/componente, do tempo médio gasto para produzir o componente e do coeficiente de variação do tempo gasto.

Com base nessa situação hipotética, julgue os itens a seguir.

- 48** A produção pelo processo I gasta, em média, 40 minutos/componente.
- 49** O custo esperado de produção do componente x pelo processo II será superior a R\$ 230,00.

Em cada um dos itens que se seguem, é feita uma consideração a respeito da estrutura dos materiais, seguida de uma assertiva a ser julgada.

- 50** Os cristais de ferro gama ($Fe\gamma$) são do tipo CFC e apresentam fator de empacotamento atômico ($FEA = 0,74$) superior em relação aos de ferro alfa ($Fe\alpha$), que são cúbicos de corpo centrado (CCC, $FEA = 0,68$). Nesse caso, é correto afirmar que no diagrama de fases ferro-carbono (Fe-C) a solubilidade do carbono na ferrita ($Fe\gamma + C$) é bem maior que na austenita ($Fe\gamma + C$), já que na solução sólida intersticial ferrita há mais espaços vazios para alojar os átomos de carbono.
- 51** O cobre, o ouro e a prata destacam-se por apresentarem elevadas condutividades elétrica e térmica. Então, é correto o raciocínio de que tal fato ocorre em virtude do número dos elétrons de valência desses metais ser relativamente mais baixo, e, como consequência, maior é a predominância da ligação metálica nesses casos.
- 52** No diagrama de fases do sistema binário chumbo-estanho (Pb-Sn), a liga que possui cerca de 62% de Sn (~ 38% de Pb), em peso, é denominada liga eutética e se funde a aproximadamente 183 °C, e a liga de solda designada estanho 60-40 (60% Sn – 40% Pb), bem próxima à composição eutética, tem largo uso, por exemplo, na montagem de circuitos elétricos. Então, uma característica importante da liga estanho 60-40 é que a sua temperatura de fusão é próxima à máxima temperatura de fusão que as diferentes composições desse sistema apresentam.

Acerca de metalurgia física, julgue os itens a seguir.

- 53** No diagrama ferro-carbono (Fe-C) há vários pontos importantes, um deles corresponde à microestrutura conhecida como perlita, a qual possui em sua composição cerca de 0,8% de C, em peso. Adicionalmente, o ponto associado à perlita também coincide com o ponto eutético do diagrama Fe-C.
- 54** Tanto os aços quanto os ferros fundidos são ligas que consistem em uma solução sólida substitucional de carbono no ferro e um dos detalhes que distinguem essas duas ligas entre si é a porcentagem de C em cada uma delas. Nesse caso específico, os ferros fundidos tipicamente possuem menos de 1,9% de C, em peso, ao passo que os aços ao carbono comerciais, em geral, apresentam um teor de carbono bastante superior.

- 55** No chamado trabalho a frio dos aços, ocorre o encruamento da liga. Nesse caso, o trabalho a frio, por um lado, aumenta a tensão de escoamento e a resistência mecânica da liga, mas, em contrapartida, torna a liga mais frágil.
- 56** Revenido ou revenimento — um tratamento térmico complementar que se segue à têmpera, ou martêmpera, com a finalidade de diminuir a excessiva dureza e as tensões termomecânicas residuais associadas aos tratamentos anteriores — é feito a temperaturas inferiores à da zona crítica. Assim, durante o revenimento de um aço, se ele permanecer por algum tempo em certas faixas de temperatura proibidas, pode ocorrer uma redução na resistência ao impacto, a qual é passível de se verificar por meio de um ensaio Charpy.
- 57** No diagrama ferro-carbono (Fe-C), há uma região correspondente à solução sólida intersticial de C no ferro delta ($Fe\delta$). Com relação a essa região, a fase constituída por $Fe\delta$ e C tem relevância tecnológica por ser de importância prática na caracterização microestrutural dos aços ao carbono.

Na situação em que um parafuso longo é empregado para prender uma tampa de vaso de pressão e considerando que esse parafuso seja solicitado essencialmente a tração, julgue o item seguinte.

- 58** Para efeito de cálculo do dimensionamento a tração do parafuso, é correto admitir que as tensões normais se distribuam uniformemente sobre a seção transversal do mesmo, em regiões suficientemente distantes da cabeça ou da porca.

Com relação à seção transversal de uma viga de aço com seção transversal em perfil **I** apoiada em suas extremidades e submetida ao seu próprio peso, é correto afirmar que

- 59** as contribuições das mesas da viga ao momento de inércia de área devem-se principalmente às distâncias entre os centros geométricos das mesas e o centro geométrico da seção **I**.

Supondo que um ponto material está submetido a um determinado estado de tensão, julgue os itens a seguir.

- 60** A maior tensão cisalhante observada no ponto material é sempre igual à média aritmética das tensões principais máxima e mínima no ponto.
- 61** Se as três tensões principais são iguais entre si, então todo plano passando pelo ponto material é plano principal.

Um reservatório de forma esférica e parede com espessura t muito menor que seu raio r foi preenchido com gás até que o reservatório atingisse uma pressão p . Em relação a esse reservatório, julgue os itens a seguir.

- 62** A resistência do reservatório à pressão interna é menor que aquela em um reservatório cilíndrico com mesmo raio r em seu trecho cilíndrico, parede com mesma espessura t e construído com o mesmo material.
- 63** Como o vaso de pressão tem parede com espessura t muito menor que seu raio r , é correto admitir que a tensão de membrana varie linearmente ao longo da espessura.
- 64** Como a tensão de membrana em um ponto do vaso de pressão independe do plano considerado, desde que o mesmo passe pelo centro da esfera, é correto concluir que não se observam tensões cisalhantes nas paredes do reservatório.
- 65** A tensão de membrana σ observada na parede do reservatório pode ser corretamente calculada por meio da fórmula $\sigma = \frac{pr}{2t}$.

Um tubo de aço com diâmetro D , parede com espessura t , comprimento L e submetido ao peso próprio com resultante P está apoiado sobre dois calços, o primeiro em uma de suas extremidades e o segundo, a uma distância $\frac{L}{3}$ da outra extremidade. Nessas condições, julgue os itens a seguir.

- 66** Uma vez que a deflexão da extremidade não apoiada do tubo é não-nula, o momento fletor correspondente também é não-nulo.
- 67** O maior momento fletor observado no tubo, em valor absoluto, é igual a $\frac{PL}{18}$ e ocorre na seção transversal apoiada à distância $\frac{L}{3}$ de uma das extremidades.
- 68** A maior força cortante observada no tubo, em valor absoluto, é igual a $\frac{5P}{12}$.
- 69** A distribuição de momentos fletores pode ser calculada derivando-se a função que descreve a distribuição dos esforços cortantes em relação à coordenada longitudinal do tubo.

Uma viga com comprimento L , seção transversal retangular com altura h e largura b está submetida a seu peso próprio e está engastada em ambas as extremidades. Nessas condições, julgue os itens que se seguem.

- 70** A mesma viga, simplesmente apoiada em suas extremidades e submetida ao mesmo carregamento por peso próprio, estaria submetida a tensões normais 50% maiores que na situação presente, biengastada.
- 71** As equações de equilíbrio são suficientes para determinar os esforços reativos nos engastamentos.
- 72** A deflexão máxima da viga ocorre em seu centro e pode ser calculada pela fórmula $-\frac{qL^4}{384EJ}$, em que E representa o módulo de elasticidade do material, $J = \frac{bh^3}{12}$ representa o momento de inércia de área da seção transversal e q representa o peso próprio por unidade de comprimento da viga.
- 73** As seções transversais onde a curvatura da viga deformada é máxima estão associadas às seções onde os maiores momentos fletores, em valor absoluto, são observados.

RASCUNHO

Um eixo de aço de seção circular vasada, com comprimento L , diâmetro externo D_e e diâmetro interno D_i , aciona uma broca de perfuração. Durante a operação, o torque resistente sobre a broca tem valor M , enquanto o torque resistente por unidade de comprimento atuante pelo solo sobre o eixo tem valor m . Em relação à essa situação, julgue os itens subseqüentes.

- 74 As seções transversais mais solicitadas do eixo são aquelas próximas da broca.
- 75 Se o diâmetro interno D_i do eixo é igual à metade do diâmetro D_e , então, adotando-se como critério o valor absoluto da tensão cisalhante máxima, a resistência do eixo é igual à metade daquela associada a um eixo de seção circular cheia construído com o mesmo material e o mesmo diâmetro externo D_e .
- 76 O maior valor da tensão cisalhante observado no eixo é igual a
$$\frac{32 \times D_e (M + m \times L)}{\pi (D_e^4 - D_i^4)}$$
.
- 77 De acordo com a teoria de Bernoulli, a distribuição da tensão cisalhante nas seções transversais do eixo é diretamente proporcional ao raio em cada ponto material considerado.

A palavra corrosão denota destruição de metal por ação química ou eletroquímica. Os mecanismos de corrosão são, em sua maioria, eletroquímicos. Quanto a esse assunto, julgue os itens a seguir.

- 78 Anodo é o eletrodo de uma célula eletrolítica em que ocorre oxidação.
- 79 Equivalente eletroquímico é o peso de um elemento ou grupos de elementos oxidados ou reduzidos em um eletrodo de uma célula eletrolítica pela passagem de uma quantidade unitária de eletricidade.
- 80 Eletrólito é uma substância ou mistura, usualmente líquida, que contém íons que migram em um campo elétrico.
- 81 O pH é uma medida da atividade iônica do hidrogênio definida pela equação $\text{pH} = \log_{10} a_{\text{H}^+}$, em que a_{H^+} é a concentração molar de íons de hidrogênio multiplicada pelo coeficiente de atividade iônica do meio.
- 82 Denomina-se fragilização pelo hidrogênio o fenômeno de perda de ductilidade de um metal causada pela entrada de átomos de hidrogênio na estrutura cristalina desse metal.
- 83 A série eletroquímica é uma lista de elementos químicos arranjados de acordo com seus potenciais de eletrodo, tomando como padrão o eletrodo de hidrogênio, arbitrado como sendo igual a zero. O sinal é negativo para os elementos cujos potenciais são catódicos e positivo para aqueles anódicos em relação ao hidrogênio.

Quanto aos tipos de danos por corrosão, julgue os itens subseqüentes.

- 84 Cavitação ou corrosão alveolar é o dano causado por um ataque químico localizado e acelerado, provocando a formação de cavidades penetrantes em torno das quais o metal permanece relativamente inatacado.
- 85 Corrosão sob tensão é a ação de corrosão na interface de duas superfícies em contato pela ação combinada de um processo de corrosão e tensões de contato, associadas a vibrações que produzem pequenos deslocamentos relativos entre as superfícies.

Metais, polímeros e cerâmicas compõem as três grandes classes de materiais disponíveis para aplicações de engenharia. São as características específicas de cada material que irão determinar a escolha correta para a aplicação em produtos industriais, componentes de máquinas e estruturas. No que se refere a esse assunto, julgue os itens a seguir.

- 86 O alto teor de cementita faz do ferro fundido branco um material não-dúctil, muito frágil, com uma superfície muito dura, o que o torna próprio para aplicações que requerem alta resistência à abrasão.
- 87 As ligas de titânio não são magnéticas, apresentam uma boa relação resistência/peso e também boa resistência à corrosão. Elas são recomendadas para aplicações em que se requer associação de resistência mecânica, resistência à corrosão e peso reduzido. Entretanto, são difíceis de serem usinadas ou conformadas, o que as torna muito caras para a fabricação de peças e limita consideravelmente a sua utilização para aplicações usuais.
- 88 A grande vantagem e o apelo à utilização dos compósitos poliméricos reforçados por fibras contínuas de carbono, vidro ou aramidas (*kevlar*) em aplicações estruturais é a baixa rigidez específica desses materiais, que torna as estruturas muito leves.
- 89 Os aços inoxidáveis *martensíticos* são essencialmente ligas Fe-C-Cr com, eventualmente, pequenas quantidades de níquel e possuem alta temperabilidade, a qual lhes proporciona propriedades mecânicas desejadas. São chamados de aços-turbina por serem freqüentemente empregados em pás de turbinas e compressores, molas, eixos, hélices de bombas, hastes de válvulas, entre outros.
- 90 ALCLAD é a designação dada a chapas ou tubos de alumínio recobertos com uma película de Zn_2O_3 altamente aderente, contínua e uniforme, aplicada em ambas as faces.

RASCUNHO



Considere que a barra mostrada na figura acima seja parte de um mecanismo articulado de um sistema robótico e tenha como função a transmissão de movimento linear e forças por meio de pinos transversais montados nos olhais. Com relação aos critérios de seleção do material para essa aplicação, julgue os itens subsequentes.

- 91** Para que a barra possa ser submetida a choques eventuais, o material deverá ter elevada tenacidade à fratura para reduzir a fragilidade do componente.
- 92** Para evitar alteração nas dimensões da barra em função de variações na temperatura, o material deverá ser de baixa condutibilidade térmica.
- 93** A precisão de posicionamento é um fator fundamental, portanto, a escolha do material deverá ser feita em função da rigidez.

Acerca dos processos de soldagem, julgue os seguintes itens.

- 94** No processo de soldagem MAG, ao se utilizar CO_2 como gás de proteção, o modo de transferência de metal dominante é o gotejamento (*spray*).
- 95** O processo de soldagem a arco submerso é principalmente aplicado na soldagem de cordões longos em peças espessas (acima de 6 mm) de aço-carbono e aços baixa liga, em estruturas de médio e grande porte, na indústria naval.
- 96** O processo MIG/MAG, também conhecido como GMAW (*gas metal arc welding*) caracteriza-se pela utilização de um arco elétrico como fonte de calor, aberto entre a ponta de um eletrodo consumível, continuamente alimentado, e o metal de base. O arco e a região da solda são protegidos por um gás inerte, como o argônio ou o hélio, ou ativo, como o CO_2 e o O_2 , ou por uma mistura desses.

Com relação aos processos de usinagem, julgue o item subsequente.

- 97** Ferramentas de aço rápido são indicadas para usinagem em máquinas de alta rigidez e alta produtividade, como os centros de torneamento controlados por computador (CNC).

Acerca da termodinâmica, julgue os itens que se seguem.

- 98** Em um sistema termodinâmico, de substância pura, duas propriedades quaisquer sempre definem o estado termodinâmico.
- 99** A função de Gibbs é constante em um processo reversível, isotérmico e isobárico, logo, pode ser de extrema importância em sistemas reagentes que ocorrem nas referidas condições.
- 100** Em sistemas termodinâmicos fechados, com paredes adiabáticas, impermeáveis e totalmente rígidas, pode-se alterar o estado termodinâmico com expansão súbita, porém tal processo é considerado irreversível.
- 101** Em um sistema termodinâmico, composto, por exemplo, por CO , O_2 e CO_2 , o equilíbrio químico pode ser aplicado tanto pela primeira lei da termodinâmica quanto pela segunda.
- 102** Em uma compressão real entre as pressões P_1 e P_2 , gás perfeito, a temperatura final é sempre maior que a ideal (isentrópica).
- 103** Alterações na função de Helmholtz em um processo reversível isotérmico equivalem ao trabalho realizado sobre o sistema.

Trocas de calor são mais eficientes quando simplesmente se misturam os fluxos com diferentes estados termodinâmicos, em processos adiabáticos. Sabe-se, contudo, que processos de mistura são grandes causadores de irreversibilidade. Considerando essas informações, julgue o seguinte item.

- 104** Em um processo adiabático de mistura de dois fluxos de água, um no estado superaquecido e o outro no estado líquido, são necessárias a primeira e a segunda leis da termodinâmica para a determinação do estado final da mistura.

Considerando-se que P , T e V correspondam, respectivamente, a pressão, a temperatura e o volume de um sistema termodinâmico, sem restrições de fronteira, constituído de gás perfeito, julgue os itens seguintes.

- 105** Iniciando-se a P_1 , T_1 , V_1 , pode-se conduzir o sistema termodinâmico a um estado P_2 , T_2 , V_2 , em que as propriedades do estado final são independentes.
- 106** Em uma expansão adiabática real entre as pressões P_1 e P_2 , a temperatura final é sempre superior à correspondente isentrópica.

Considerando o ar como fluido de trabalho (gás perfeito) inicialmente a P_1 , T_1 e V_1 , em que ocorrem diversos processos termodinâmicos, todos reversíveis, em sistema fechado, julgue os itens a seguir, considerando, ainda, que P , T e V representam, respectivamente, pressão, temperatura e volume.

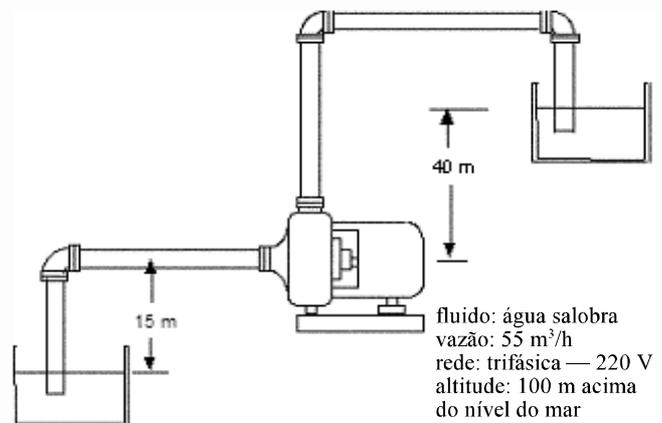
- 107** T_2 será igual a T_1 se a taxa em que trabalho é adicionado ao sistema for numericamente igual à taxa em que o calor é retirado.
- 108** Se a razão entre a taxa de trabalho adicionado for bem superior à taxa em que o calor é retirado, o coeficiente politrópico estará entre 1,0 e 1,4, porém numericamente mais próximo de 1,4 que de 1,0.
- 109** Compressores devem possuir tratamento nas paredes para que o processo ocorra com mínimo de trabalho, que é obtido quando o coeficiente politrópico se aproxima de 1,4.
- 110** Um processo de compressão se realiza com menor trabalho se as fronteiras do sistema termodinâmico forem tais que nenhuma outra interação ocorra com a vizinhança.
- 111** Em processos politrópicos, $PV^n = \text{constante}$, é correto afirmar que, se $0,0 < n < 1,0$, o processo é de compressão com resfriamento.
- 112** Partindo-se de P_1 , T_1 e V_1 , é possível realizar um experimento em processos combinados a volume (c_v) e a pressão (c_p) constantes no qual o ar, sob certas condições, poderá apresentar razão entre os calores específicos (c_p/c_v) igual a 0,95.
- 113** Considere que, em um processo com energia interna constante, as condições iniciais para um sistema, gás perfeito, sejam $P_1 = 50 \text{ MPa}$ e $T_1 = 200 \text{ }^\circ\text{C}$. Nesse caso, se a pressão final P_2 for igual a 100 MPa , a temperatura final será igual a $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

A respeito dos ciclos das máquinas térmicas, julgue os itens a seguir.

- 114** A eficiência térmica de um ciclo reversível composto por duas isotérmicas a $300 \text{ }^\circ\text{C}$ e $900 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente, ligadas por uma compressão e outra expansão adiabáticas tem eficiência térmica de 70%.
- 115** Em geral, os processos de compressão e expansão de ciclos térmicos são considerados teoricamente isentrópicos porque facilitam sobremaneira os cálculos e servem para comparar o ciclo em questão com o ciclo de Carnot.
- 116** É possível se idealizar um ciclo termodinâmico operando entre limites de temperatura, contendo duas isotérmicas unidas por duas isocóricas, com a mesma eficiência de Carnot, operando nos mesmos limites de temperatura.
- 117** É possível se idealizar um ciclo termodinâmico operando entre limites de temperatura, contendo duas isotérmicas unidas por duas isobáricas, com a mesma eficiência do ciclo de Carnot, operando nos mesmos limites de temperatura.

Acerca de instalações de bombeamento, julgue os itens que se seguem.

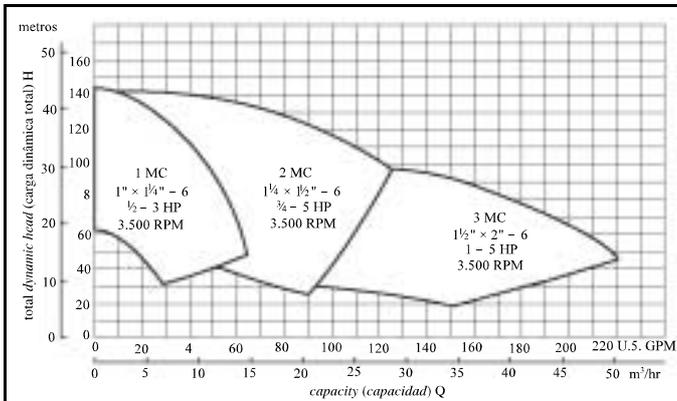
- 118** As bombas rotativas são aquelas que possuem vazão constante independentemente da contrapressão, desde que o motor tenha potência suficiente, não impõem velocidade ao fluido bombeado, o peso específico do líquido não influencia a pressão de saída e apresentam um ponto ótimo de operação para uma dada vazão/pressão requerida.
- 119** Dobrando-se a velocidade de uma bomba, a potência dobrará se ela for rotativa e será oito vezes maior se a bomba for centrífuga.
- 120** Cavitação ocorre quando o fluido expande subitamente nas paredes do rotor causando danos na superfície do mesmo.



A figura acima apresenta um desenho esquemático de instalação de bombeamento. As condições de operação sugeridas no esquema foram idealizadas em função unicamente das necessidades do solicitante e enviadas a um fabricante. Nessas condições, julgue o item seguinte.

- 121** Bombas centrífugas não podem ser empregadas nesse tipo de aplicação.

Uma caldeira que opera a 5 bar necessita de 30 m³/h de água e está situada a 20 m acima do reservatório de água. As perdas de carga são equivalentes à altura manométrica devido à diferença de cota. A bomba original sofreu danos irreversíveis. O setor de manutenção descobriu no estoque três bombas 1MC, uma bomba 2MC e duas bombas 3MC, conforme a figura a seguir.



Com base nas informações acima, julgue o item subsequente.

122 Com as bombas disponíveis é possível resolver o problema.

A respeito de turbinas, julgue os itens a seguir.

- 123** Em um ciclo Rankine, com turbina de impulso e superaquecimento, operando entre 70 bar e 0,5 bar, podem ser gerados 52 MW de potência útil, a plena carga. Aumentando-se a pressão de 70 bar para 90 bar, pode-se gerar até 15% a mais de potência com a mesma turbina.
- 124** A aceleração do gás em bocais de expansão ocorre em uma parte convergente e, em seguida, divergente porque o processo real não é totalmente isentrópico, de forma que o calor gerado pelo atrito nas altas velocidades provoca aumento do volume específico do gás exigindo maiores áreas de escoamento.

Em um processo de compressão de um gás (perfeito) hipotético, a eficiência isentrópica do compressor é de 90% e a temperatura de entrada no compressor é de 50 °C. Considerando que a razão de pressão é igual a 9 e o gás (hipotético) possui razão entre os calores específicos próximo de 2 e que em um processo isentrópico, a relação $T_2 = T_1(rp)^{(\gamma-1)/\gamma}$ é válida. A partir dessas informações, julgue os seguintes itens.

- 125** A temperatura real de descarga se encontra entre 720 °C e 810 °C.
- 126** Os dados fornecidos somente se aplicam a compressores alternativos, que pressupõem sistema termodinâmico fechado. Para compressores centrífugos, por exemplo, a diferença de entalpia entre a entrada e a saída deveria ser empregada na determinação da temperatura de saída.
- 127** Se o processo for realizado em um equipamento tipo turbocompressor, a potência de compressão, fornecida pela turbina, é menor quanto mais próximo for $T_{2, \text{real}}$ de T_2 .
- 128** Em turbo compressores, o processo de compressão, desprezando-se todas as perdas, é, em geral, considerado adiabático, portanto, a eficiência isentrópica é quase máxima.

Acerca de compressores, julgue os itens que se seguem.

- 129** Em um sistema de compressão (gás perfeito), com máquina alternativa, a compressão em múltiplos estágios tem como objetivo minimizar o trabalho requerido sem resfriamento intermediário.
- 130** Em um processo de compressão (gás perfeito) qualquer, o resfriamento intermediário tem por objetivo maximizar a massa admitida.
- 131** Compressores axiais são mais indicados em aplicações que exigem vazões da ordem 800 kg/s, com diferenciais de pressão superiores a 35 bar.

Com relação a turbinas a gás, julgue os itens seguintes.

- 132** Considerando o calor específico do ar da ordem de 1,0 kJ (kg × K), as temperaturas de entrada e saída da turbina (100% eficiência isentrópica) de 1.200 °C e 600 °C, respectivamente, é correto afirmar que o trabalho líquido de uma planta de turbina a gás com fluxo mássico de 100 kg/s é da ordem de 60 MW.
- 133** Em uma turbina a gás, a expansão pode ser considerada adiabática de forma que o atrito, ao longo do processo, promove aumento da temperatura do gás, reduzindo a eficiência global do sistema.

RASCUNHO

Em uma turbina a gás ocorre aumento da temperatura do fluido (gás perfeito) no processo de compressão e na câmara de combustão. Na turbina, ao contrário, ocorre queda de temperatura. Nesse contexto, julgue os itens subseqüentes.

- 134** Uma mesma unidade terá, ao longo de um ano, eficiência média superior operando nos trópicos em comparação com outra unidade idêntica operando na Sibéria, por exemplo.
- 135** Partindo do pressuposto de que a análise termodinâmica é sempre conduzida para um ciclo fechado hipotético, pode-se concluir que a eficiência de uma unidade é devida principalmente ao custo do combustível.
- 136** Transferência de calor, dos gases de descarga da turbina para o gás de descarga do compressor, é benéfico do ponto de vista da eficiência global do ciclo, porém às custas de grande capital inicial para a planta de geração de potência.
- 137** Em sistemas regenerativos, de ciclo fechado, a substituição do ar por um outro gás pode reduzir consideravelmente o custo do trocador de calor em função de algumas propriedades deste novo fluido.

Uma das alternativas para que se consiga reduzir emissões de gases do efeito estufa e reduzir os custos de geração de potência através de pequenos aumentos de eficiência global consiste em combinar os ciclos Brayton e Rankine. Para uma dada razão de pressão e fluxo mássico de combustível do ciclo Brayton, julgue os itens a seguir.

- 138** No ciclo Brayton, o aumento da temperatura de descarga do ar do compressor e a utilização de palhetas de turbina de material cerâmico com palhetas de alto desempenho na turbina a vapor (ciclo Rankine) melhoram o rendimento global do ciclo combinado.
- 139** A utilização de palhetas cerâmicas na turbina a gás, altas eficiências isentrópicas para o compressor e a turbina a vapor, e diminuição na pressão de condensação do ciclo Brayton melhoram o rendimento global do ciclo combinado.
- 140** Para os ciclos Brayton e Rankine, tem-se, respectivamente, diferencial de pressão de 10 bar e 30 bar. Dessa forma, é mais produtivo para a eficiência global do ciclo combinado aumentar a eficiência isentrópica da bomba d'água do que a eficiência do compressor, admitindo-se que tais eficiências são, originalmente, de 90%.
- 141** Se o ciclo Brayton opera com 100 kg/s de ar, o ciclo Rankine deve operar com taxas bem menores, devido à diferença de calor específico dos fluidos, o excessivo calor de vaporização da água, o rendimento do recuperador de calor, e a necessidade de preservar tal equipamento de possível condensação do vapor d'água contido nos gases de exaustão do ciclo Brayton, entre outros.

142 Se o ciclo Brayton possui eficiência de 40% e o Rankine de 20%, a eficiência do ciclo combinado é de 60%.

143 O cálculo da eficiência teórica do ciclo combinado pode ser realizado conhecendo-se apenas o PCI (J/kg) e a vazão mássica (kg/s) do combustível, e o calor total, por unidade de tempo, transferido no condensador.

144 Em função dos elevados níveis de pressão de trabalho de ciclos Rankine e considerando-se uma bomba com eficiência isentrópica de 80%, é correto afirmar que 20% da potência fornecida na turbina a vapor é utilizada para acionar a bomba, o restante pode ser utilizado no gerador elétrico.

145 Em um ciclo Rankine operando isoladamente, o reaquecimento do vapor entre múltiplas expansões, combinado com algumas extrações (regenerativos), servem para melhorar o rendimento térmico da planta, bem como diminuir o consumo específico de vapor, para um dado requerimento de potência útil.

RASCUNHO

Considerando que um tanque que armazena gás liquefeito de petróleo (GLP), em estados líquido e gasoso, possua um manômetro que registra a pressão manométrica, julgue os seguintes itens.

- 146** A pressão absoluta no tanque é dada pela soma das pressões manométrica e atmosférica.
- 147** A pressão absoluta no tanque é, em geral, inferior à da atmosférica, caracterizando uma pressão vacuométrica.
- 148** Se o manômetro for instalado na posição inferior do tanque, ele deverá medir uma pressão equivalente à altura de gás liquefeito dada por $\rho \times g \times H$, em que ρ é a massa específica, g , a aceleração da gravidade, e H , a altura de fluido no tanque.
- 149** A pressão nas paredes do tanque somente será distribuída uniformemente se o tanque armazenar GLP em fase gasosa.

A equação de Bernoulli, proposta em 1738, relaciona pressão, velocidade e elevação em um escoamento de fluido. Julgue os itens que se seguem, quanto ao uso dessa equação.

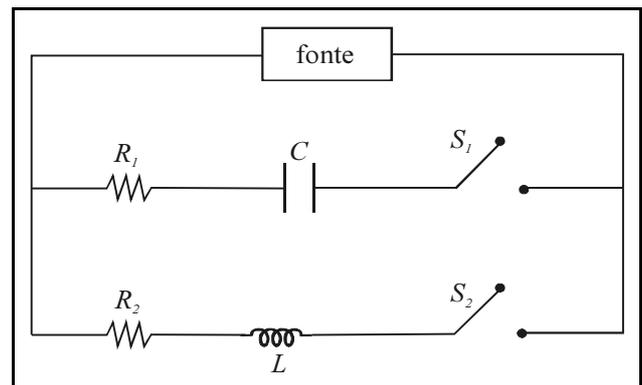
- 150** O escoamento deve ocorrer em regime permanente, sem apresentar atrito.
- 151** Essa equação pode ser corretamente aplicada tanto a escoamentos incompressíveis quanto a escoamentos compressíveis.
- 152** Essa equação quantifica a relação entre pressão, velocidade e elevação em uma única linha de corrente.
- 153** Na ausência de potência de eixo e troca de calor, as equações de energia e de Bernoulli são equivalentes para um escoamento incompressível e em regime permanente.

Considerando que um fluido viscoso escoar em uma tubulação com comprimento, diâmetro e a uma vazão conhecidos, julgue os itens subsequentes.

- 154** A perda de carga nessa tubulação pode ser corretamente estimada a partir do diagrama de Moody, que relaciona um fator adimensional de atrito com o número de Reynolds do escoamento e a rugosidade relativa da tubulação.
- 155** Se o diâmetro da tubulação aumentar, a perda de carga também deve aumentar.
- 156** Se a vazão do escoamento diminuir, a perda de carga também deve diminuir.

Os escoamentos de fluidos seguem as equações clássicas de conservação da massa, da quantidade de movimento e de energia. Essas equações são expressas de forma integral ou diferencial e são aplicadas em diferentes problemas de engenharia. Nesse contexto, julgue o seguinte item.

- 157** A equação da continuidade quantifica a conservação da massa em qualquer posição do escoamento. Para escoamento incompressível, a forma diferencial da equação caracteriza o campo de velocidade como solenoidal, isto é, campo com divergência nula.



A figura acima ilustra o esquema de um circuito elétrico constituído de uma fonte, duas resistências, um capacitor, um indutor e duas chaves (S_1 e S_2) abertas. Com relação a esse circuito e aos princípios envolvidos, julgue os itens subsequentes, considerando que inicialmente o capacitor esteja completamente descarregado.

- 158** Considere a seguinte situação para o circuito mostrado: fonte de corrente contínua (CC) com força eletromotriz V , chave S_2 aberta e chave S_1 fechada. Nesse caso, o capacitor será carregado até que a diferença de potencial entre os seus terminais seja igual à força eletromotriz fornecida pela fonte.
- 159** No caso de a fonte ser de corrente contínua (CC), mantendo-se a chave S_1 aberta e fechando-se a chave S_2 , a corrente que percorrerá o circuito em função do tempo é corretamente representada pela expressão: $i(t) = \frac{V}{R_2} e^{-t/R_2 L}$.
- 160** Considere que a fonte fornece ao circuito uma voltagem alternada dada por $V(t) = V_0 \sin \omega t$, em que V_0 é a voltagem máxima e ω , a frequência angular. Nesse caso, mantendo-se a chave S_2 aberta e fechando-se a chave S_1 , a voltagem no capacitor se atrasará em 90° em relação à corrente.

161 Caso a fonte do circuito forneça uma diferença de potencial igual a $V(t) = V_0 \sin \omega t$, mantendo-se a chave S_1 aberta e fechando-se a chave S_2 , a corrente após certo tempo se adiantará em relação à voltagem.

162 Em um circuito de corrente alternada capacitivo, a corrente aumenta tanto com o aumento da frequência quanto da capacitância, desde que não haja variação na resistência.

163 No motor de indução (motor CA) são induzidas correntes alternadas no circuito do rotor devido ao campo magnético girante do estator. É impossível para o rotor de um motor de indução girar com a mesma velocidade do campo magnético girante.

Os mecanismos fundamentais de transferência de calor envolvem o transporte de energia por condução, convecção e radiação. Julgue os itens seguintes, acerca desse assunto.

164 A condução de calor é o mecanismo que acontece somente em sólidos e ocorre devido ao processo de transporte de energia de origem de difusão molecular tendo em vista a diferença de temperatura.

165 A convecção está associada ao transporte de energia em fluidos em movimento, a partir de uma diferença de temperatura no interior do fluido.

166 O processo de transferência de calor por convecção natural associa-se ao movimento de fluidos devido às forças de empuxo.

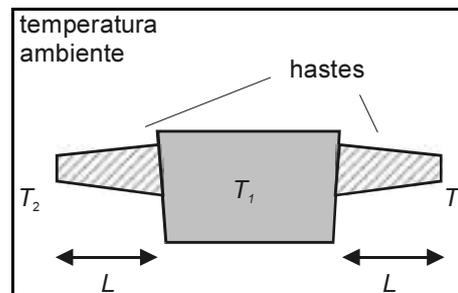
167 A troca de calor pela radiação é um mecanismo que não está associado aos processos formulados pela mecânica dos meios contínuos, visto que essa troca de calor envolve a propagação de energia por ondas eletromagnéticas.

A formulação elementar das trocas de calor por condução, convecção e radiação envolve leis clássicas, postuladas por relações entre o fluxo de calor e a diferença de temperatura. Com base nessas leis, julgue os seguintes itens.

168 A lei de Fourier para a condução de calor estabelece uma relação linear do fluxo de calor com a diferença de temperatura, tendo como parâmetro de proporcionalidade a difusividade térmica.

169 A convecção foi formulada por Newton para o resfriamento de uma superfície aquecida e relaciona linearmente o fluxo de calor com a diferença de temperatura, introduzindo como parâmetro de proporcionalidade o coeficiente de troca convectiva h . Essa relação, no entanto, só é aplicável a convecção forçada.

170 Em trocas de calor pela radiação, o calor é proporcional à diferença das quartas potências das temperaturas, expressas necessariamente, em kelvins.



Considere que uma estrutura com hastes de suporte de um equipamento industrial tenha sido construída em material isolante e apresente a geometria como mostrada na figura acima. Julgue o item a seguir, no que concerne à troca de calor por condução nas referidas hastes.

171 Utilizando a lei de Fourier, pode-se estimar a troca de calor em cada haste como $Q = k \frac{A}{L} (T_1 - T_2)$, em que A é a área da seção transversal da haste e k é a sua condutividade térmica.

No escoamento interno em um duto de seção constante, o coeficiente de troca convectiva h pode ser determinado por meio de uma equação empírica na forma $Nu = a \times Re^b \times Pr^c$, em que Nu é o número de Nusselt, Re é o número de Reynolds, Pr é o número de Prandtl e a , b , e c são constantes. Considerando que a vazão de escoamento do fluido seja igual a Q e que o duto possua diâmetro D , julgue os itens seguintes.

172 Se a vazão cai pela metade, então o coeficiente de transferência de calor também é reduzido à metade.

173 A vazão do fluido não influencia o fluxo de calor.

A respeito da operação de trocadores de calor, julgue os itens seguintes.

174 Trocadores de calor em contracorrente caracterizam-se por apresentarem a transferência de calor entre as parcelas mais quentes e mais frias dos dois fluidos em suas extremidades.

175 Nos trocadores de calor em correntes paralelas, as diferenças de temperatura entre os fluidos são mais intensas, envolvendo, portanto, maiores gradientes de troca, o que pode comprometer a integridade estrutural devido a questões de dilatação térmica.

