

The logo consists of the letters 'BR' in a bold, white, sans-serif font, set against a dark grey rectangular background.

**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.  
PETROBRAS**

**Processo Seletivo Público  
Nível Superior**

**CADERNO DE PROVA**

Aplicação: 28/3/2004

CARGO: **19**  
**Engenheiro(a) de  
Petróleo Júnior**

**CEspe**  
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

Para organizar as opções de leitura da área de lazer de um setor de uma refinaria de petróleo, os seus operários foram numerados de 1 a  $n$ , e classificados em 3 subconjuntos, A, B e C, de acordo com as suas preferências por aventuras, biografias ou comédias, respectivamente, sendo que alguns dos operários apontaram mais de uma preferência literária e outros não apontaram nenhuma. Nessa situação, considerou-se o conjunto U de todos os operários desse setor da refinaria como conjunto universo e adotou-se a seguinte convenção: se M é um subconjunto de U,  $M_U$  representa o complemento de M em relação a U. Suponha ainda que, na situação descrita,

- ▶  $A \cap C = \emptyset$ ;
- ▶  $B \cap C = \{7\}$ ;
- ▶  $A \cup B = \{1, 2, 7, 9, 10\}$ ;
- ▶  $A \cup C = \{1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10\}$ ;
- ▶  $B_U = \{3, 4, 5, 6, 8, 9\}$ ;
- ▶  $(A \cup B \cup C)_U = \{4, 6\}$ .

Com base nessas informações, julgue os itens seguintes.

- 46** O setor da refinaria considerado tem 10 operários.
- 47** A quantidade de operários que preferem ler livros de aventura é a mesma dos que preferem ler livros de comédia.
- 48** Os operários 1 e 2 são os únicos que preferem ler aventuras e biografias.

Considere que, na etapa 1 de um procedimento, um quadrado de lado unitário é dividido em nove quadrados iguais e, da malha resultante, remove-se o quadrado central. Em seguida, na etapa 2, repete-se esse processo com cada um dos oito quadrados restantes. Na etapa  $n$ , em que  $n$  é um número natural, aplica-se o procedimento descrito a cada um dos quadrados conservados na etapa  $n - 1$ . Tendo por base essas informações, julgue os itens que se seguem.

- 49** O número de quadrados de lado igual a  $\left(\frac{1}{3}\right)^n$  conservados na  $n$ -ésima etapa desse processo é igual a  $2^{3^n}$ .
- 50** Mesmo sendo  $n$  um número muito grande, a soma das áreas dos quadrados removidos até a etapa  $n$  é menor que 0,9.

Os empregados do departamento comercial de uma empresa foram submetidos a um teste e posteriormente examinados novamente, a cada mês, por meio de exames equivalentes. A nota média acumulada desses empregados, em uma escala de 100 pontos, foi modelada pela função  $M(t) = 80 - 14 \ln(t + 1)$ , para  $0 \leq t \leq 12$ , em que  $t$  é o tempo, em meses, decorrido desde a aplicação do primeiro teste. Com base nessas informações e considerando  $\ln 5 = 1,6$  e  $e^{17/7} = 11,3$ , julgue os itens a seguir.

- 51** A nota média obtida pelos empregados no exame original foi igual a 66.
- 52** A nota média acumulada até a aplicação do quarto teste foi superior a 60.
- 53** Para que a nota média  $M$  seja inferior a 46, é necessário que sejam aplicados mais de 9 testes.

Considere que em um sistema cartesiano  $xOy$ , os pontos  $A = (0, 3)$  e  $B = (5, -2)$  determinam uma reta  $r$  que tangencia, no ponto  $P$ , o gráfico da equação  $y = \frac{k}{x+1}$ , para  $x \neq -1$ . Com base nessas informações, julgue os itens a seguir.

- 54** O coeficiente angular da reta  $r$  é positivo.
- 55** Em cada ponto  $(x_0, y_0)$  do gráfico da curva  $y$ , o coeficiente angular da reta tangente é  $\frac{-k}{(x_0 + 1)^2}$ , para  $x \neq -1$ .
- 56** As coordenadas do ponto  $P$  são  $(1, 2)$ .

Um tanque, na forma de um cilindro circular reto, com as medidas do raio e da altura dadas em metros, satisfaz às seguintes condições.

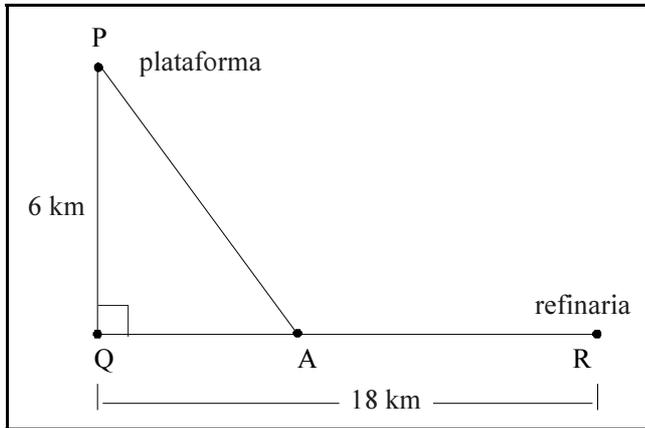
- I** O raio da base é igual a  $\frac{1}{7}$  do perímetro da seção longitudinal do cilindro, obtida a partir de um plano contendo o eixo do cilindro.
- II** A área total do cilindro é igual a  $180\pi \text{ m}^2$ .

Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem.

- 57** O raio da base do cilindro é superior a 5 m.
- 58** A altura do cilindro é superior a 10 m.
- 59** O volume do cilindro é superior a  $300\pi \text{ m}^3$ .

Suponha que uma mancha de óleo no mar se espalhe circularmente de forma que a taxa na qual o raio do círculo da mancha varia em relação ao tempo seja de 1,5 km/h. Com base nessas informações, julgue os itens seguintes.

- 60** Se, em um determinado instante, a área da superfície da mancha de óleo é igual a  $25\pi \text{ km}^2$ , então 2 horas depois ela será superior a  $60\pi \text{ km}^2$ .
- 61** No instante em que o raio do círculo da mancha for igual a 1 km, a taxa na qual a área da superfície da mancha varia com o tempo é inferior a  $8 \text{ km}^2/\text{h}$ .

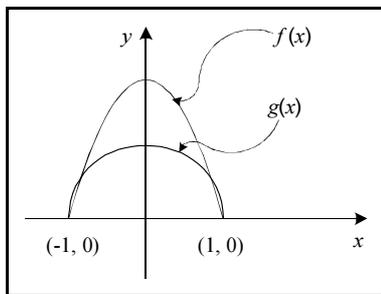


Na figura acima, o ponto P representa uma plataforma de petróleo em alto-mar, situada a 6 km do ponto Q, na costa. Deseja-se instalar um oleoduto ligando a plataforma a uma refinaria, representada pelo ponto R, também na costa, situado a 18 km do ponto Q. O trecho de P a Q está todo no mar e o de Q a 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.

- 62 O custo mínimo para a instalação do oleoduto ligando a plataforma à refinaria é superior a R\$ 2.500.000,00.
- 63 O custo máximo para a instalação de um oleoduto ligando a plataforma à refinaria é 15% maior que o custo mínimo.
- 64 O comprimento do duto subaquático que minimiza os custos da instalação do oleoduto é superior a 9 km.

Considere que  $f(t)$  é uma função que representa a quantidade de gás natural consumido em  $t$  anos, em bilhões de metros cúbicos e que  $\frac{df(t)}{dt} = 5 + 0,01t$  expressa a taxa de variação do consumo. Suponha também que um país tenha hoje ( $t = 0$ ) uma reserva de 1.200 bilhões de  $m^3$  de gás natural e o que é consumido não é repostado. Lembrando que, nessas condições,  $f(t) = \int_0^t \frac{df(s)}{ds} ds$ , julgue os itens que se seguem.

- 65 Daqui a 80 anos, o país ainda possuirá mais de 750 bilhões de  $m^3$  de gás natural.
- 66 A reserva de gás natural desse país se esgotará somente daqui a mais de 220 anos.



A figura acima representa os gráficos das funções  $f(x)$  e  $g(x)$ , com  $-1 \leq x \leq 1$ , definidas por  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , em que  $a$ ,  $b$  e  $c$  são constantes reais,  $f(-1) = f(1) = 0$ ,  $f'(-\frac{1}{2}) = 10$  e  $g(x) = \sqrt{1-x^2}$ . O gráfico de  $g$ , no plano de coordenadas cartesianas  $xOy$  é a parte superior da circunferência de centro na origem e raio 1. Considerando essas informações e que a unidade de medida é o metro, julgue os itens seguintes.

- 67 A reta tangente ao gráfico da função  $f$ , no ponto correspondente a  $x = 1/2$ , é perpendicular à reta tangente ao mesmo gráfico, no ponto correspondente a  $x = -1/2$ .
- 68 A área da região sob o gráfico da função  $f$  é superior a 6 vezes a área da região sob o gráfico da função  $g$ .
- 69  $\lim_{x \rightarrow 1^-} \frac{f(x)}{g(x)} = +\infty$ .

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.

- 70 A produção pelo processo I gasta, em média, 40 minutos/componente.
- 71 O custo esperado de produção do componente  $x$  pelo processo II será superior a R\$ 230,00.
- 72 Para que o custo esperado/componente da produção pelo processo II seja menor do que 75% do custo esperado pelo processo I, o valor de  $a$  deve ser inferior a R\$ 75,00.

- 73 Se 4 componentes forem produzidos pelo processo II, a probabilidade de exatamente 2 deles serem produzidos entre 0 e 20 minutos é inferior a 0,4.
- 74 O desvio-padrão do custo de produção/componente pelo processo II é inferior a R\$ 24,50.
- 75 Para que os dois processos forneçam distribuições de custos com o mesmo coeficiente de variação, o valor de  $a$  deve ser igual a R\$ 50,00.

RASCUNHO

A tabela abaixo apresenta alguns valores de  $\exp(-u)$ .

$u$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$\exp(-u)$	0,9048	0,8187	0,7408	0,6703	0,6065	0,5488	0,4966	0,4493	0,4066	0,3679
$u$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$\exp(-u)$	0,3329	0,3012	0,2725	0,2466	0,2231	0,2019	0,1827	0,1653	0,1496	0,1353

A velocidade  $V$  de uma molécula em um gás é uma variável aleatória cuja função de distribuição acumulada é dada por:

$P(V \leq v) = 1 - \exp(-bv^2)$ , se  $v > 0$ , e  $P(V < v) = 0$ , se  $v \leq 0$ , em que  $b$  é uma constante real e positiva dada em função da temperatura, da massa molecular e da constante de Boltzman. A energia cinética da molécula é dada por  $E = aV^2$ , em que  $a$  é uma constante que depende da massa molecular. Com base nessas informações e considerando os valores da tabela acima, julgue os itens a seguir.

- 76 A energia cinética esperada é igual a  $\frac{b}{a}$ .
- 77 A probabilidade de a velocidade estar entre  $\left(\frac{1}{b}\right)^{0,5}$  e  $\left(\frac{2}{b}\right)^{0,5}$  é inferior a 0,25.
- 78 A probabilidade de a energia cinética ser inferior a  $\frac{2a}{b}$  é maior do que 0,80.
- 79 A moda da distribuição da velocidade é igual a  $\left(\frac{1}{2b}\right)$ .

Um técnico, ao afinar um piano, aciona o diapasão, que fornece a nota Lá médio, originando um movimento ondulatório que pode ser modelado por  $y = 0,001 \times \text{sen}(880 \pi t)$ , em que  $t$  é o tempo em segundos. Considerando esses dados, julgue os itens seguintes.

- 80 O período de  $y$  é igual a 880 s.
- 81 A frequência da nota Lá médio é igual a  $\frac{1}{440}$  Hz.
- 82 A amplitude máxima de  $y$  é igual a  $\frac{1}{1.000}$ .

Considere a equação  $x + 2y + 3z = 9$ , que representa, em  $R^3$ , o plano  $\alpha$ . Uma equação vetorial para esse plano pode ser escrita na forma  $X = P + sU + tV$ , em que  $P$  é um ponto de  $\alpha$ ,  $U$  e  $V$  são vetores diretores de  $\alpha$  —  $U$  e  $V$  são não-nulos e paralelos a  $\alpha$ , mas não são paralelos entre si —,  $s$  e  $t$  são números reais.

As equações correspondentes às coordenadas na equação vetorial são chamadas de equações paramétricas de  $\alpha$ .

Com base nessas informações, julgue os seguintes itens.

- 83 Os vetores  $U = \begin{bmatrix} -3 \\ 3 \\ -1 \end{bmatrix}$  e  $V = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$  são vetores diretores do plano  $\alpha$ .

- 84 Uma equação vetorial de  $\alpha$  é  $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} + s \begin{bmatrix} -6 \\ 3 \\ -1 \end{bmatrix} + t \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$ .

- 85 As equações  $x = 6 - 3s + 3t$ ,  $y = 7 - 5s + 2t$  e  $z = 1 - s - t$  são equações paramétricas do plano  $\alpha$ .

Julgue o item seguinte.

- 86 Considere a seguinte situação.

Um comerciante possui 800 unidades de um produto e recusa uma proposta de venda de todo o estoque por R\$ 9.600,00. Ele vende todo o estoque 6 meses depois, a R\$ 14,00 a unidade do produto. Se o comerciante tivesse vendido o produto pela proposta inicial, ele poderia aplicar o dinheiro obtido a uma taxa de juros simples de 5% a.m.

Nessa situação, o comerciante teve um prejuízo superior a R\$ 1.250,00.

RASCUNHO

Julgue os itens que se seguem.

RASCUNHO

**87** Considere a seguinte situação.

Uma financeira oferece 2 alternativas para uma aplicação de 6 meses:

I pagar juros compostos à taxa de 14% ao trimestre;

II pagar juros compostos à taxa de 10% ao bimestre.

Nessa situação, a melhor alternativa para o investidor é a I.

**88** Considere a seguinte situação.

Uma loja oferece determinado produto para venda no valor de R\$ 1.000,00, com desconto de 20% para o pagamento à vista. Outra alternativa é pagar R\$ 1.000,00 um mês depois da compra, sem desconto.

Nesse caso, a taxa mensal efetiva de juros (custo efetivo mensal) é de 20%.

**89** Se um título com valor nominal de R\$ 9.860,00 é resgatado 5 meses antes de seu vencimento, com desconto racional composto (por dentro) à taxa de 3% a.m., supondo que  $(1,03)^5 = 1,16$ , então o valor do desconto é superior a R\$ 1.200,00.

**90** Considere que dois capitais, o primeiro de R\$ 1.200,00 e o segundo de R\$ 700,00, tenham sido aplicados a juros simples por 3 meses. Se o segundo capital, que foi aplicado à taxa mensal de 12%, rendeu R\$ 144,00 a menos que o primeiro capital, então a taxa mensal com que o primeiro capital ficou aplicado foi inferior a 10%.

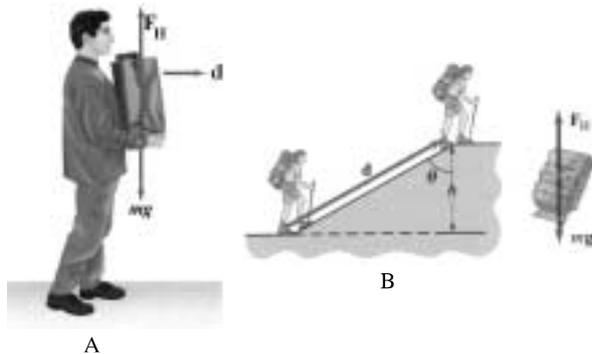
**91** Se um capital aplicado a juros compostos durante 2 meses à taxa de 10% a.m. rendeu um montante de R\$ 10.043,00, então o valor desse capital é superior a R\$ 8.000,00.

**92** Considere a situação em que um título de valor nominal igual a R\$ 11.025,00 tenha sido resgatado 2 meses antes do seu vencimento, segundo o critério do desconto racional composto (por dentro). Se a taxa mensal foi de 5%, então o desconto foi inferior a R\$ 1.000,00.

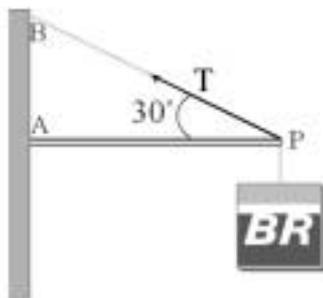
As leis de Newton apontam diretamente para dois princípios de conservação: a conservação de energia e a conservação do momento linear. A mecânica newtoniana conduz a um terceiro princípio de conservação, a conservação do momento angular.

Com relação a esses princípios e aos conceitos correlatos, julgue os itens a seguir.

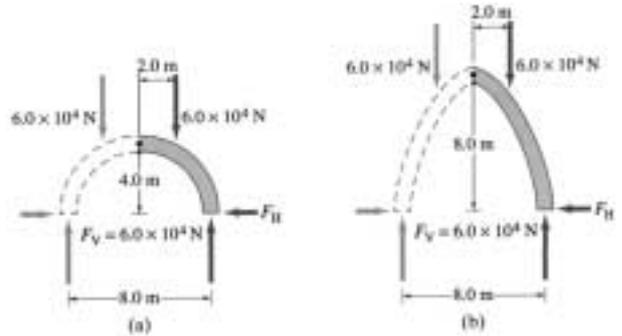
- 93 No Sistema Internacional de Unidades (SI), as grandezas físicas torque e trabalho, apesar de serem diferentes, têm as mesmas unidades, isto é, Newton  $\times$  metro (N.m).
- 94 Se a resultante das forças externas sobre uma partícula de massa  $m$  é nula ao longo de um eixo de coordenadas, então a componente do momento linear ( $\vec{p}$ ) desse sistema, ao longo desse eixo, é uma constante de movimento.
- 95 O momento angular ( $\vec{L}$ ) de um corpo em rotação é uma constante de movimento sempre que a derivada de  $L$  em relação ao tempo for igual a zero. Isso equivale a dizer que a soma dos torques atuando sobre o corpo é nula.
- 96 As forças gravitacionais assim como as eletrostáticas são forças não-conservativas. Nesse caso, o trabalho realizado por essas forças, em um caminho fechado, é sempre diferente de zero.
- 97 Considere as figuras A e B abaixo, que mostram duas pessoas transportando objetos de massas iguais a  $m$ . O indivíduo ilustrado na figura A desloca-se sobre um plano horizontal, enquanto o indivíduo ilustrado na figura B desloca-se sobre um plano inclinado. Considerando que ambos percorrem a mesma distância  $d$  ao transportarem o objeto de massa  $m$ , é correto afirmar que ambos realizarão o mesmo trabalho, cujo valor é  $W = mgh$ .



- 98 Considere a figura abaixo, que mostra uma placa da BR-Distribuidora de 15 kg, presa por um fio de massa desprezível. Se o peso da barra de fixação da placa for desconsiderado, assumindo a aceleração da gravidade igual a  $10,0 \text{ m/s}^2$ , é correto concluir que a tensão  $T$  no fio é igual a 100 N.



As figuras a seguir mostram dois estilos usados na construção de arcos, um semicircular e um gótico.



Considerando que cada arco suporta o peso de  $12,0 \times 10^4 \text{ N}$ , é correto afirmar que

- 99 a força horizontal  $F_H$  agindo na extremidade do arco semicircular é maior que a força  $F_H$  no arco gótico.

RASCUNHO

No processo de controle de qualidade de combustíveis, um dos procedimentos utilizados baseia-se na determinação das suas densidades. O gráfico mostrado na figura I abaixo representa a densidade do etanol puro, em função da temperatura, e o gráfico mostrado na figura II abaixo representa o comportamento da densidade relativa da mistura álcool/água como função da concentração, para uma determinada temperatura.

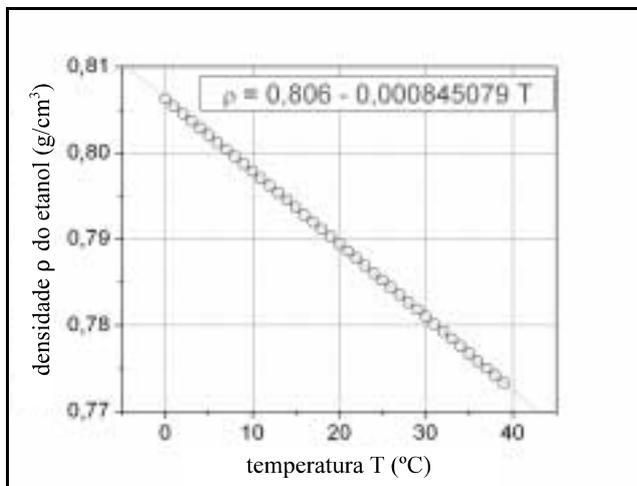


Figura I: densidade do etanol (100%) × temperatura.

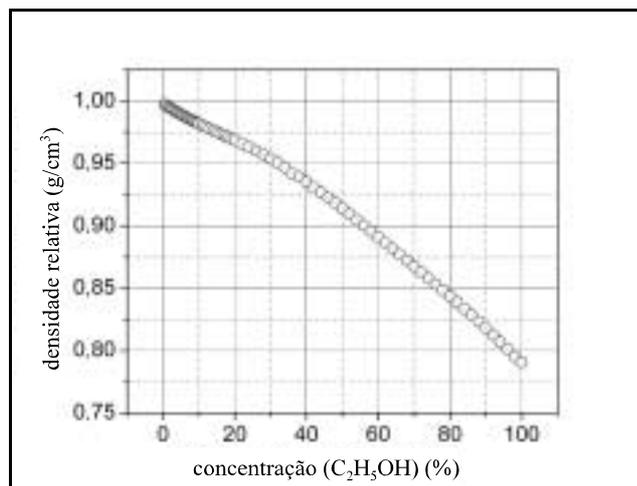


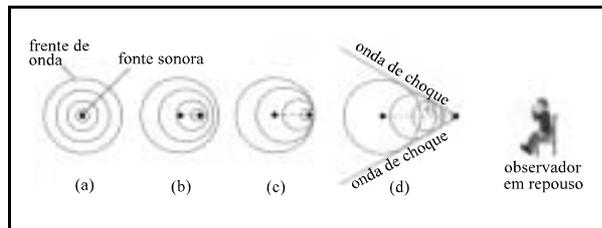
Figura II: densidade relativa × concentração de etanol na mistura.

Com base nas informações acima apresentadas, julgue os itens que se seguem.

- 100** Considerando  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , infere-se, com base no gráfico da figura I, que o empuxo em um densímetro submerso  $10,0 \text{ cm}^3$  no etanol puro a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  é superior a  $500 \text{ N}$ .
- 101** Com base no gráfico da figura II, é correto afirmar que a densidade relativa do etanol é uma função linear da concentração etanol/água.

O princípio de Pascal estabelece que as variações de pressão em um líquido incompressível e em repouso ou equilíbrio transmitem-se integralmente para todos os pontos do fluido. Com relação a esse princípio, julgue o item a seguir.

- 102** A validade do princípio de Pascal mantém-se para fluidos compressíveis, desde que o equilíbrio tenha se estabelecido.



A figura acima ilustra frentes de ondas emitidas por uma fonte sonora em diferentes situações e um observador em repouso. A fonte, em todos os casos, emite ondas com frequência fixa. Desconsiderando a velocidade do meio de propagação e considerando que este meio é homogêneo com densidade constante, julgue os itens a seguir.

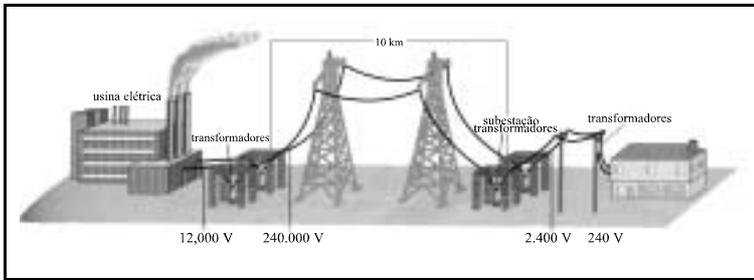
- 103** A fonte emissora no caso (a) está em repouso em relação ao solo e, no caso (b), desloca-se para a esquerda com velocidade constante.
- 104** Os fenômenos ilustrados nas situações (c) e (d) ocorrem quando a velocidade da fonte é igual ou maior que a velocidade do som no meio, respectivamente. Nesse caso, as frequências ouvidas pelo observador podem ser calculadas pelo efeito Doppler.

Um capacitor tem características elétricas semelhantes às de uma bateria. A principal diferença é que um capacitor pode liberar a energia armazenada em um curto intervalo de tempo. No processo de descarga de capacitores, a carga elétrica armazenada entre as placas decai exponencialmente com o tempo de acordo com a relação  $q = q_0 e^{-t/RC}$ , em que  $q_0$ ,  $R$  e  $C$  são, respectivamente, a carga inicial, a resistência elétrica e a capacitância equivalente do circuito.

Com base nessas informações, é correto concluir que

- 105** a carga no capacitor, no tempo igual à constante de tempo capacitiva, será inferior à metade da carga inicial.

RASCUNHO



A figura acima mostra uma linha de transmissão de energia elétrica conectando uma usina geradora de 120 kW aos consumidores de uma pequena cidade. Considere que a linha de transmissão entre a usina e os consumidores tem 10 km de comprimento e uma resistência elétrica total igual a  $0,40 \Omega$ . Com base nessas afirmações e nas leis do eletromagnetismo, julgue os itens que se seguem.

- 106** Na linha de transmissão citada acima, quando a energia elétrica for transmitida a 240 V, a potência perdida será igual a 100 kW, o que equivale a 340 kBTu/h.
- 107** Caso a transmissão seja feita a 240 V, em uma linha de transmissão de 10 km, a perda de potência será 100 vezes menor, quando comparada com a citada no texto II. Portanto, transmitir 120 kW a 240 V é mais eficiente do que transmitir 120 kW a 240.000 V.

Um parafuso longo é empregado para prender uma tampa de vaso de pressão. Considerando que o parafuso é solicitado essencialmente a tração, julgue o item abaixo.

- 108** Para efeito de cálculo do dimensionamento a tração do parafuso, é correto admitir que as tensões normais se distribuem 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 peso próprio, é correto afirmar que

- 109** 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 estado de tensão qualquer, julgue os itens a seguir.

- 110** A maior tensão cisalhante observada no ponto material é sempre igual à média aritmética das tensões principais máxima e mínima no ponto.
- 111** 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  $r$  é preenchido com gás a uma pressão  $p$ . Em relação a esse reservatório, julgue os itens a seguir.

- 112** A resistência do reservatório à pressão interna é menor do que a de um reservatório cilíndrico com mesmo raio  $r$  em seu trecho cilíndrico, parede com mesma espessura  $t$  e construído com o mesmo material.

**113** 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.

**114** 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.

**115** A tensão de membrana observada na parede do reservatório pode ser corretamente calculada por meio da fórmula  $\sigma = \frac{pr}{2t}$ .

RASCUNHO

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, um em uma de suas extremidades e o outro a uma distância  $\frac{L}{3}$  da outra extremidade. Nessas condições, julgue os itens a seguir.

- 116** Uma vez que a deflexão da extremidade não apoiada do tubo é não nula, o momento fletor correspondente também é não nulo.
- 117** 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.

Do ponto de vista molecular, um sistema termodinâmico armazena energia nas moléculas em diversas formas. Considere um sistema termodinâmico fechado com paredes diatérmicas, constituído somente de gás perfeito com pressão inicial  $P_1$  e temperatura inicial  $T_1$  ao qual foi adicionada uma quantidade de calor  $Q$ . Considere que serão realizados dois experimentos independentes nesse sistema, variando-se o tipo de gás e(ou) o processo termodinâmico. Com relação a essa situação, julgue os itens subsequentes.

- 118** Se os dois experimentos forem realizados à pressão constante, mas um deles, utilizando o gás OH, atingiu uma temperatura final  $T_2$  e o outro, utilizando o gás  $CO_2$ , atingiu uma temperatura final  $T_3$ , é correto afirmar que  $T_2 = T_3$ .
- 119** Se CO for o gás utilizado nos dois experimentos, ambos à pressão constante, as temperaturas finais forem  $T_2$  e  $T_3$ , e se o processo for a volume constante, então é correto afirmar que  $T_2 < T_3$ .
- 120** Se, nos dois experimentos, o processo for realizado a volume constante e no experimento que utiliza o gás OH a temperatura final for igual a  $T_2$  e se, para o experimento que utiliza uma mistura de gases (CO, O, OH,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , etc), a temperatura final for igual a  $T_3$ , então é correto afirmar que  $T_2 > T_3$ .

Um ciclo de turbina a gás possui razão de pressão de 10/1. A turbina foi projetada para operar com temperatura na entrada de 1.200 °C. A eficiência isentrópica do compressor e da turbina é de 80% e 90%, respectivamente. O ciclo está instalado na costa da Bahia e é do tipo combinado. Assumindo valores para os parâmetros que julgar necessário e considerando unicamente ar como fluido de trabalho, julgue os itens a seguir.

- 121** A eficiência do ciclo ideal, desconsiderando-se as irreversibilidades, estaria entre 40% e 50%
- 122** A eficiência térmica do ciclo real é, naturalmente, menor e, para as condições dadas, é da ordem de 44%.
- 123** Se a vazão mássica de ar for de 100 kg/s, a potência líquida gerada seria da ordem de 30 MW.
- 124** A temperatura dos gases de descarga da turbina está associada ao salto entálpico, eficiência isentrópica e condições de entrada da mesma, portanto, alterando-se a temperatura de entrada para, por exemplo, 1.900 °C e mantendo-se a eficiência isentrópica inalterada, é correto afirmar que o ciclo Rankine seria beneficiado quanto ao nível de temperatura do vapor superaquecido gerado nas caldeiras de recuperação.

**125** O cálculo da eficiência de um ciclo ideal difere do cálculo da eficiência de um fluido real por diversas razões, como a desconsideração do atrito ao longo da unidade (compressor, câmara de combustão, turbina e dutos), que não é desprezível no ciclo real, a alta velocidade do fluido, ou seja, as variações na energia cinética entre a entrada e saída de cada componente que não são levadas em conta, bem como considerações sobre a injeção de combustível no fluido de trabalho.

**126** Em um ciclo Ericson, ocorre adição de calor a temperatura constante, portanto, a função de Gibbs poderia ser utilizada, internamente ao ciclo, pois a mesma é constante em um processo reversível, isotérmico e isobárico.

**127** Em um sistema termodinâmico, de substância pura, duas propriedades quaisquer sempre definem o estado termodinâmico e, em uma mistura ideal, deve-se conhecer também a composição da mesma.

RASCUNHO

Acerca de escoamento em meios porosos, julgue os itens subsequentes.

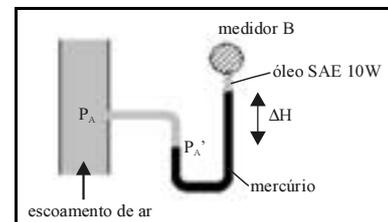
- 128** A porosidade de um meio pode ser corretamente definida pela relação entre os volumes de fase sólida e líquida (ou vazio) no meio.
- 129** A permeabilidade de um meio poroso depende unicamente da porosidade do meio e da viscosidade do fluido.
- 130** A permeabilidade é um parâmetro adimensional que estabelece a proporcionalidade entre a perda de carga e a vazão em volume linear de meio poroso.
- 131** A equação da continuidade para escoamentos em meios porosos deve ser a mesma para escoamentos monofásicos.
- 132** Escoamentos em meios porosos podem ser corretamente formulados pela Lei de Darcy, que relaciona linearmente a velocidade com o gradiente de pressão no meio.
- 133** A Lei de Darcy é válida para o escoamento tanto de líquidos como de gases em meios porosos, podendo ser corretamente aplicada para regimes de escoamento incompressíveis e compressíveis.
- 134** O uso da Lei de Darcy é limitado para escoamentos com números de Reynolds inferiores a 10.
- 135** Meios porosos não-homogêneos devem ser formulados por versões não-isotrópicas da Lei de Darcy, considerando permeabilidades direcionais.
- 136** Solos com menor granulometria possuem menor permeabilidade.
- 137** O escoamento relacionado à drenagem de meios porosos saturados junto a poços apresenta a formação de cones de depressão, caracterizados por linhas equipotenciais de valor zero.

A transferência de massa por difusão e convecção envolve uma forte analogia com a transferência de calor. Considerando essa analogia, julgue os itens a seguir.

- 138** Condutividade térmica, temperatura e fluxo de calor em um sólido são, respectivamente, análogos a coeficiente de difusão mássica, concentração e fluxo de massa.
- 139** Na transferência de massa convectiva, os números de Schmidt e Sherwood (análogos aos de Prandtl e Nusselt) representam, respectivamente, as relações entre as difusividades de momento e massa e as difusividades de massa e térmica.

O estudo do escoamento em estruturas *offshore* é normalmente realizado em tanques experimentais, utilizando-se modelos reduzidos, submetidos a correntes e ondas equivalentes àquelas encontradas no oceano. Para que os dados de laboratório possam ser transportados para o cálculo das estruturas em tamanho real, algumas condições devem ser satisfeitas. Nesse contexto, julgue os itens que se seguem.

- 140** A semelhança geométrica entre o modelo e o projeto real deve ser garantida, considerando-se as dimensões em escala e os mesmos ângulos.
- 141** O número de Reynolds é o único parâmetro necessário para garantir que os escoamentos sejam semelhantes.
- 142** O arrasto em um elemento estrutural submetido a uma corrente marinha depende unicamente da velocidade do escoamento.
- 143** Considerando um ensaio de modelo em túnel de água sem superfície livre para o mesmo número de Reynolds, as linhas de corrente para o escoamento no modelo e no protótipo devem ser as mesmas.

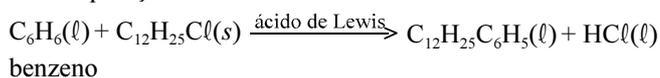


A figura acima ilustra uma instalação que utiliza um manômetro diferencial de coluna de mercúrio associado a um medidor B, para a medição da pressão no escoamento de ar em um duto. Considerando essa figura, julgue os itens seguintes.

- 144** A pressão  $P_A$  pode ser corretamente calculada pela diferença da altura  $\Delta H$  no manômetro diferencial.
- 145** A pressão medida em B deve ser a mesma da medida no manômetro diferencial.
- 146** A pressão medida deve ser abatida da perda de carga do líquido na tubulação que liga o manômetro ao tubo.
- 147** Como o fluido é ar, é correto considerar  $P_A = P_A'$ .

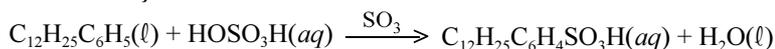
É quase impossível imaginar o mundo moderno sem o petróleo e seus subprodutos. A indústria petroquímica sintetiza, a partir de matérias-primas obtidas diretamente das refinarias, os produtos que terão aplicação em praticamente qualquer ramo industrial moderno. Um dos principais produtos sintetizados é o benzeno, largamente empregado como insumo em diversas fábricas. As indústrias de detergentes utilizam o benzeno na síntese do paradodecil-benzeno-sulfonato de sódio, um dos tensoativos mais utilizados em detergentes e sabões em pó. As etapas da produção desse tensoativo são apresentadas a seguir.

I Alquilação de Friedel-Crafts:

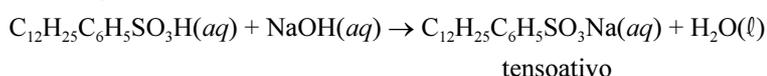


ácido de Lewis:  $\text{AlCl}_3$  ou  $\text{BF}_3$  ou outros.

II Sulfonação:



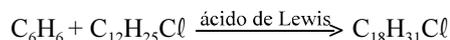
III Reação com base:



Sabendo que  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$  e  $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$ , e considerando as informações do texto acima, julgue os itens que se seguem.

**148** Os coeficientes estequiométricos da equação química da etapa I indicam que a reação completa de 1 g de benzeno consome 1 g de  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{Cl}$ .

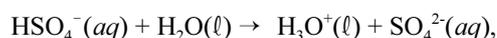
**149** O balanceamento de massa da reação de alquilação apresentada permite que ela seja também corretamente representada pela equação abaixo.



**150** O  $\text{AlCl}_3$  participa da reação, recebendo elétrons.

**151** Sabendo que o  $\text{HCl}$  é um ácido de Brønsted-Lowry, é correto afirmar que, segundo a teoria de Brønsted-Lowry, a força desse ácido está relacionada com a sua capacidade em liberar  $\text{H}^+$  em solução e que essa força depende do meio solvente em que ele se encontra.

**152** Considerando que o ácido utilizado na etapa II tem a primeira dissociação completa e a segunda dissociação representada pela equação

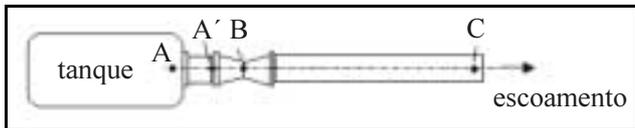


com constante de dissociação ácida  $K_a$  igual a 0,012, é correto afirmar que uma solução 0,1 mol/L desse ácido apresenta pH igual a 1, a 25 °C.

**153** Na reação  $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HSO}_4^-(\text{aq})$ , o  $\text{SO}_3$  é classificado como um óxido básico, pois reage com água, produzindo a base conjugada  $\text{HSO}_4^-$ .

**154** A etapa III apresentada no texto é uma reação de neutralização.

**155** Sabendo que o hidróxido de sódio é uma base forte, é correto afirmar que seu ácido conjugado é um ácido forte.



O escoamento de um fluido em um sistema de depressurização de um tanque formado por um bocal convergente/divergente e uma tubulação é mostrado na figura acima. Considerando o escoamento incompressível nessa situação, julgue os itens a seguir.

- 156 Para que o escoamento seja considerado incompressível, é necessário que o número de Mach seja inferior à unidade.
- 157 As vazões volumétricas em A e C são iguais.
- 158 A pressão em A' é menor que em B.
- 159 A velocidade do fluido em B é maior que em A'.
- 160 A diferença de pressão entre A e A' pode ser determinada pela perda de carga na tubulação reta A-A'.

Os escoamentos de fluidos em tubulações industriais envolvem perdas de carga devido ao atrito nas partes retas e perdas localizadas em válvulas ou conexões. Julgue os itens seguintes, acerca desse assunto.

- 161 A perda de carga na tubulação depende da viscosidade do fluido, do diâmetro e do comprimento do duto e da vazão.
- 162 A perda de carga em válvulas é proporcional ao quadrado da velocidade.
- 163 As perdas localizadas devem ser adicionadas às perdas por atrito na tubulação, utilizando-se o coeficiente de perdas localizadas K, que é função unicamente da velocidade do escoamento.
- 164 Em bocais divergentes, a pressão e a velocidade diminuem ao longo do escoamento.

Os escoamentos de fluidos são formulados por meio das equações clássicas de conservação da massa, da quantidade de movimento e de energia. Essas equações são expressas na forma integral ou diferencial e têm aplicações em diferentes problemas da engenharia. Acerca dessas equações, julgue os seguintes itens.

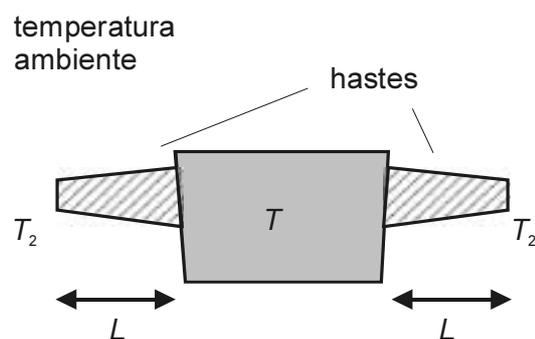
- 165 A equação da continuidade quantifica a conservação da massa em qualquer posição do escoamento. Para escoamento incompressível, a forma diferencial da equação caracteriza o campo de velocidade como solenoidal, isto é, um campo cujo divergente é nulo.
- 166 Para fluidos newtonianos incompressíveis, a tensão em um ponto é linearmente proporcional ao campo de velocidade, e o coeficiente de proporcionalidade é a viscosidade.
- 167 O balanço de quantidade de movimento em fluidos viscosos newtonianos é expresso pela equação de Navier-Stokes. Tal equação é válida somente para escoamentos viscosos laminares.

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

- 168 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.
- 169 A convecção está associada ao transporte de energia em fluidos em movimento, a partir de uma diferença de temperatura no interior do fluido.
- 170 O processo de transferência de calor por convecção natural associa-se ao movimento de fluidos devido às forças de empuxo.
- 171 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.

- 172 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.
- 173 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.
- 174 Em trocas de calor pela radiação, o calor é proporcional à diferença das quartas potências das temperaturas, expressas necessariamente, em kelvins.



Considerando 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.

- 175 Utilizando-se 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 secção transversal da haste e  $k$  é a sua condutividade térmica.

