



# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

## PROVA OBJETIVA

### TG15

CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO, LINHAS PRESSURIZADAS, BOMBAS DE VÁCUO, ENSAIOS PADRONIZADOS DE QUALIFICAÇÃO EM GERAL. PROJETO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE VÁCUO E INSTRUMENTAÇÃO ASSOCIADA



#### SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **45 (quarenta e cinco)** questões objetivas, você receberá do fiscal de prova o cartão de respostas;
- As questões objetivas têm **5 (cinco)** opções de resposta (A, B, C, D e E) e somente uma delas está correta.



#### TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



#### NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



#### INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas e também confira seu cargo. Caso tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em seu cartão de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher o cartão de respostas;
- Para o preenchimento do cartão de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento do seu cartão de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca do cartão de respostas em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas no cartão de respostas;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.

**Boa Prova!**



## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### 1

Em ensaios vácuo-térmicos, os sensores de temperatura mais empregados em conjunto com a instrumentação do setup de testes, são:

- (A) termopares, devido à sua ampla faixa de temperatura e baixo custo.
- (B) termistores, devido à sua alta sensibilidade, repetibilidade e rapidez de resposta.
- (C) sensores baseados em semicondutores, devido à sua alta linearidade e facilidade de interface aos sistemas de aquisição de dados.
- (D) sensores de resistência (RTDs), devido à sua ampla faixa de temperatura, confiabilidade, robustez e repetibilidade.
- (E) qualquer dos sensores acima, exceto os termopares, devido ao seu alto índice de falhas.

### 2

Leia o fragmento a seguir, contido na *NR 20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis*.

“os \_\_\_\_\_ que armazenam \_\_\_\_\_ inflamáveis e \_\_\_\_\_ devem possuir sistemas de contenção de vazamentos ou derramamentos, dimensionados e construídos de acordo com as normas técnicas nacionais.”

Assinale a opção cujos itens completam corretamente as lacunas do fragmento lido.

- (A) tanques, líquidos, combustíveis.
- (B) tanques, produtos, gases.
- (C) locais, gases, produtos.
- (D) locais, líquidos, gases.
- (E) galpões, produtos, gases.

### 3

Em artefatos para uso espacial como, por exemplo, em satélites, uma importante questão a ser considerada diz respeito a contaminações por substâncias espúrias (resíduos, poeiras, graxas etc.), motivo pelo qual a integração de componentes e partes é feita em área limpa, com cuidados especiais.

Assinale a opção que indica a substância recomendada e adequada à limpeza de artefatos espaciais.

- (A) Álcool etílico.
- (B) Acetona.
- (C) Benzina.
- (D) Álcool isopropílico.
- (E) Água deionizada.

### 4

Em um processo de bombeamento para a obtenção de alto vácuo em uma câmara, onde se utilizam três estágios, a sequência correta de acionamento dessas bombas em função do nível de vácuo já atingido na câmara é

- (A) bomba criogênica, bomba mecânica e bomba turbomolecular.
- (B) bomba criogênica, bomba turbomolecular e bomba mecânica.
- (C) bomba mecânica, bomba turbomolecular e bomba criogênica.
- (D) bomba turbomolecular, bomba mecânica e bomba criogênica.
- (E) bomba mecânica, bomba criogênica e bomba turbomolecular.

### 5

Quanto aos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), avalie se os itens a seguir são de responsabilidade do trabalhador.

- I. A compra do EPI necessário para realização de suas atividades.
- II. A limpeza, guarda e conservação de seu EPI.
- III. A utilização de EPI para realização de suas atividades, independente da finalidade a qual ele se destina.

Está correto o que se apresenta em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I, II e III.

### 6

Leia o fragmento a seguir

“Segundo a norma *NR 16* são consideradas atividades ou operações perigosas as executadas com explosivos sujeitos a degradação \_\_\_\_\_ ou \_\_\_\_\_ e também aquelas sujeitas a ação de agentes \_\_\_\_\_.”

Assinale a opção que completa corretamente as lacunas do fragmento acima.

- (A) química – ambiental – internos
- (B) química – nuclear – exteriores
- (C) química – nuclear – internos
- (D) química – autocatalítica – internos
- (E) química – autocatalítica – exteriores

### 7

Um dos componentes para movimentação de fluidos mais utilizados é a bomba, seja ela centrífuga, de deslocamento positivo, ou outro mecanismo.

Um dos componentes de um sistema de refrigeração que possui função similar ao da bomba é o(a)

- (A) evaporador.
- (B) válvula de expansão.
- (C) condensador.
- (D) compressor.
- (E) tanque de retenção.

**8**

O ciclo de refrigeração a gás é equivalente ao ciclo reverso Brayton. Com relação a esse ciclo, analise os itens a seguir.

- I. É amplamente usado no sistema de ar-condicionado em aeronaves, o qual usa o ar dos compressores do motor.
- II. Seu objetivo é mover o calor do corpo mais frio para o mais quente, produzindo assim trabalho.
- III. A absorção de calor ocorre em um trocador, onde o gás passa rapidamente para o estado líquido, retirando assim calor do meio.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) II e III, apenas.

**9**

Os principais ciclos termodinâmicos são os de Otto, Brayton e de Carnot. O ciclo de Otto representa o funcionamento de um típico motor a combustão, comum a maioria dos motores de automóveis.

O diagrama esquemático do ciclo Otto ideal consiste em quatro transformações, sendo

- (A) duas isobáricas e duas isotérmicas.
- (B) duas isovolumétricas, uma isotérmica e uma isobárica.
- (C) duas isovolumétricas e duas isobáricas.
- (D) duas isocóricas, uma isentrópica e uma isobárica.
- (E) duas isocóricas e duas adiabáticas.

**10**

Em sistemas que promovem a troca de calor, sejam eles para remoção ou adição, existe sempre uma bomba associada. Quando a pressão em alguns pontos deste componente cai abaixo da pressão máxima de vapor do fluido, uma falha pode ocorrer devido a um fenômeno adverso.

Esse fenômeno é denominado

- (A) aterramento.
- (B) cavitação.
- (C) desalinhamento.
- (D) golpe de aríete.
- (E) incrustação.

**11**

Vários processos na indústria usam caldeiras para geração de vapor a pressão e temperatura elevadas. Com relação aos componentes e funções da caldeira, assinale (V) para a afirmativa verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) Adiciona-se água apenas uma vez na caldeira e sua reposição só é feita quando toda a massa colocada inicialmente for transformada em vapor.
- ( ) Caldeiras podem operar com os gases da combustão passando por dentro ou por fora da tubulação, e a água por fora ou por dentro, respectivamente.
- ( ) Os gases usados para vaporização da água podem ser reaproveitados de outros setores da produção, como em refinarias de petróleo.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – F – V.
- (B) F – V – V.
- (C) V – V – V.
- (D) F – V – F.
- (E) F – F – F.

**12**

A primeira concepção de caldeira a vapor data de antes da revolução industrial, mas com a necessidade de uma substituição gradual do carvão mineral, ela passou por transformações e seu modelo conhecido como caldeira de convecção deu início à indústria de geração de vapor.

Nesse processo, o armazenamento de calor sob alta pressão e temperatura ocorre por meio da

- (A) queima de combustível.
- (B) variação da energia potencial da água.
- (C) transformação de vapor em gás.
- (D) vaporização da água.
- (E) relação entre a temperatura da fonte quente e da fria.

**13**

O ciclo de Carnot para a refrigeração integra os ciclos ainda usados hoje para remover calor de um meio.

Com relação a esse ciclo, analise os itens a seguir:

- I. Apresenta o maior COP quando comparado a outros ciclos, mesmo com irreversibilidades, contanto que opere entre as mesmas temperaturas.
- II. Ciclos reversíveis que trabalhem entre as mesmas temperaturas podem apresentar diferentes valores de COP.
- III. Conta com duas fases, a de líquido e vapor, sendo que a troca de calor para mudança de fases é usada para refrigeração.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e III, apenas.
- (E) II e III, apenas.

**14**

O processo de geração de calor em ciclos termodinâmicos está intimamente ligado ao fluido empregado. Dois exemplos notáveis são o ciclo Rankine, usado para geração de vapor, e o ciclo Brayton, aplicado para turbinas a gás. Uma das características pertinentes a ambos é a presença de gases provenientes de combustão, os quais providenciam o calor necessário para os ciclos.

Com relação às características desses dois ciclos termodinâmicos, assinale (V) para a afirmativa verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) No ciclo Rankine o fluido de trabalho não se mistura com os gases da combustão e também não sofre mudança de estado.
- ( ) No ciclo Brayton os gases usados na turbina são resultado da combustão entre o ar admitido no compressor e o combustível.
- ( ) Em ambos os ciclos o uso do calor proveniente da combustão é em parte usado na geração de trabalho na turbina, e este trabalho usado para o cálculo do rendimento do ciclo.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – F – V.
- (B) V – V – V.
- (C) F – V – V.
- (D) F – V – F.
- (E) F – F – F.

**15**

Em projetos de sistemas de aquecimento e de resfriamento, o projetista deve fazer o levantamento da carga térmica para especificação do equipamento.

Com relação a esta etapa do projeto, analise os itens a seguir:

- I. A carga térmica depende das cargas advindas do interior e exterior do recinto, excetuando a gerada pelo próprio equipamento de climatização.
- II. A quantidade de calor latente e sensível que deve ser retirada no resfriamento e adicionada no aquecimento, é o valor da carga térmica.
- III. Um erro bastante comum no cálculo da carga térmica é basear-se apenas na área em  $m^2$ , desprezando efeitos de outras fontes de calor relevantes.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

**16**

Um aspecto crucial de qualquer projeto de sistema que envolve troca de calor é o dimensionamento de uma bomba para mover o líquido responsável por essa troca. Para facilitar essa tarefa, foram desenvolvidas curvas características que representam a bomba em específico, e, baseado nelas, o projetista faz a escolha da bomba que necessita.

As curvas características de uma bomba relacionam

- (A) a vazão da bomba com a sua capacidade térmica e rendimento do motor.
- (B) a vazão da bomba com a altura manométrica e torque do motor.
- (C) a eficiência da bomba com relação a sua capacidade volumétrica e a pressão máxima de operação.
- (D) a potência do motor com a vazão da bomba e pressão de operação.
- (E) a potência do motor com a vazão da bomba e com rendimento máximo.

**17**

Válvulas são dispositivos amplamente usados em diversos setores da indústria. Elas podem servir para bloquear o fluxo de fluidos, alterar a direção ou controlar o fluxo. Além disso, algumas são projetadas com geometrias mais complexas, em que cada posição adotada muda as direções de fluxo de entrada e retorno de um sistema.

Sobre essas válvulas, é correto afirmar que:

- (A) em um sistema de refrigeração, as válvulas de expansão servem para diminuir a temperatura do fluido sem que ele mude de estado.
- (B) em um sistema de refrigeração mecânica por meio de gases, as válvulas solenoides garantem a troca de calor com entropia constante dentro do condensador.
- (C) em um trocador de calor tipo casco e tubo, a válvula de controle de fluxo controla a passagem de fluido ora dentro da tubulação, ora fora da mesma.
- (D) no ciclo de concentração de uma caldeira, a purga de fundo funciona como uma válvula para adição de água de reposição.
- (E) em uma caldeira, a válvula moduladora serve para controlar o fluxo da bomba que realiza a reposição automática de água.

**18**

O trocador de calor é um dos componentes básicos de qualquer sistema térmico.

Com relação às características do trocador de calor, assinale (V) para a afirmativa verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) Durante o dimensionamento do fluido dos tubos é indicado que se use um fluido com menor viscosidade para diminuir a perda de carga, e também que o fluido seja o de maior pressão por ser mais econômico.
- ( ) Um componente encontrado dentro dos tubos é a chicana, cujo propósito é a introdução de turbulência evitando a formação de caminhos preferenciais, além de prover reforço estrutural à tubulação.
- ( ) O casco é responsável por envolver o feixe de tubos, contando com bocais para entrada e saída do fluido e também cabeçotes para direcionamento do fluxo do fluido.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – F – F.
- (B) V – V – F.
- (C) V – V – V.
- (D) F – F – V.
- (E) F – F – F.

**19**

Os ciclos termodinâmicos usados na concepção de caldeiras, motores, sistemas de aquecimento e refrigeração sempre possuem uma diferença entre o ciclo ideal e o real. Essa diferença é causada geralmente por irreversibilidades que o sistema real possui e o ideal não. Por esse motivo, o valor do rendimento máximo do ciclo real é sempre menor do que o do ciclo ideal a ele atrelado.

Essas irreversibilidades estão relacionadas à

- (A) variação de entropia nos ciclos onde há troca de calor, sendo este calor parcialmente perdido para o meio.
- (B) variação de entropia nas etapas em que o trabalho é produzido ou necessário.
- (C) variação de temperatura nas etapas onde ocorre troca de calor sensível.
- (D) variação de temperatura em etapas com mudança de fase do fluido de trabalho.
- (E) variação de pressão entre a parte quente e a fria do ciclo.

**20**

Em sistemas de alto vácuo, os anéis de vedação “O-rings”, nas interfaces entre partes acopladas, sujeitas a questões importantes de estanqueidade, devem, ser compostos pelo seguinte grupo de materiais:

- (A) cobre ou borracha Viton™.
- (B) bronze ou alumínio.
- (C) aço inox ou borracha NBR.
- (D) fibra de carbono ou borracha nitrílica.
- (E) bronze e fibra de carbono.

**21**

Com relação às caldeiras de vapor, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- I. Caldeiras aquatubulares são capazes de gerar vapor superaquecido, enquanto as flamotubulares não.
- II. Caldeiras flamotubulares suportam maior demanda de vapor que as aquatubulares por terem uma região armazenadora (“pulmão”) de vapor maior.
- III. Somente caldeiras flamotubulares conseguem trabalhar mais facilmente com diferentes tipos de combustíveis (inclusive sólidos).
- IV. Nas caldeiras aquatubulares há necessidade de circulação da água, que pode se dar de forma natural, assistida ou forçada.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) F – V – V – V.
- (B) V – F – F – V.
- (C) V – V – F – F.
- (D) V – F – F – F.
- (E) V – V – F – V.

**22**

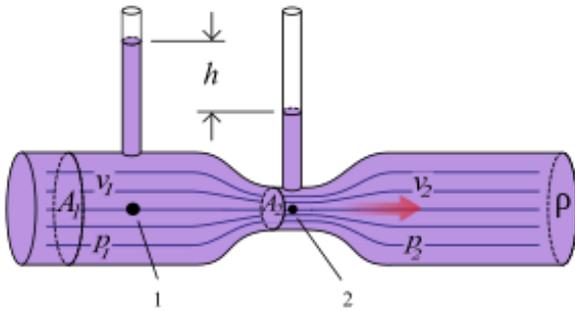
Foi adquirido um sistema de vácuo que, de acordo com o fabricante, tem uma velocidade de bombeamento  $S = 100\text{L/s}$  na saída da bomba. No entanto, da saída da bomba até a entrada da câmara de vácuo, foi necessário utilizar um tubo de 10cm de diâmetro interno e 124 cm de comprimento. A condutância de um tubo longo é dada por  $C = 12,4 D^3/L$  (C em l/s, D é o diâmetro em cm e L o comprimento em cm, fluxo molecular).

Assinale a opção que indica a velocidade efetiva  $S_{ef}$ . (velocidade na boca da câmara) nessa situação.

- (A) 50L/s.
- (B) 100L/s.
- (C) 150L/s.
- (D) 200L/s.
- (E) 250L/s.

**23**

Em um determinado tubo, temos um líquido escoando da esquerda para a direita, conforme a figura abaixo.



Nele, temos que  $p_1$  é a pressão do fluido no ponto 1,  $p_2$  é a pressão do fluido no ponto 2,  $v_1$  é a velocidade do fluido no ponto 1,  $v_2$  é a velocidade do fluido no ponto 2,  $h$  é a diferença da altura do fluido entre os pontos 1 e 2,  $\rho_0$  é a massa específica e  $g$  é a aceleração da gravidade, medindo aproximadamente  $9,8\text{m/s}^2$ .

Considerando um fluido ideal, analise as afirmativas a seguir.

- I. Para escoamento laminar, se a velocidade do escoamento através do tubo aumentar, a altura “ $h$ ” também aumentará.
- II. Para escoamento laminar, se mantivermos a velocidade do escoamento, mas substituirmos o fluido original por um fluido mais denso, a altura “ $h$ ” também aumentará.
- III. A velocidade do escoamento de um fluxo laminar será a mesma de um escoamento turbulento se a altura “ $h$ ” for a mesma.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, II e III.
- (B) II e III, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) III, apenas.

**24**

Sistemas de refrigeração que utilizam amônia como fluido refrigerante demandam medidas de segurança específicas, devido às características físico-químicas peculiares desse gás. Acerca das características da amônia e dos sistemas de refrigeração nela baseados, analise os itens a seguir:

- I. A alta temperatura de ignição da amônia reduz o risco de fogo e explosão em caso de vazamento.
- II. Deve-se empregar apenas tubulações de cobre, devido à corrosividade da amônia.
- III. Apesar de mais leve que o ar, o vazamento de amônia em ambientes úmidos pode formar aerossóis mais densos que o ar.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I e III, apenas.

**25**

Apesar dos riscos associados, sistemas de refrigeração por amônia são empregados desde o século XIX em diversas indústrias.

Uma das principais vantagens do uso de amônia como gás refrigerante é

- (A) ser empregada sob alta pressão, sendo indicada para temperaturas muito baixas.
- (B) apresentar alta eficiência energética, por conta de seu alto calor latente de vaporização.
- (C) ser segura em caso de vazamento, por se dispersar rapidamente na atmosfera.
- (D) facilitar manutenção das instalações, por ser segura em operações de solda.
- (E) poder ser descartada diretamente na rede de esgoto, por sua alta solubilidade em água.

**26**

Considere o funcionamento de um sistema genérico de refrigeração a vapor e seus componentes principais.

Nesse contexto, a principal função da válvula de expansão é

- (A) filtrar impurezas do refrigerante antes de sua entrada no evaporador, para prevenir bloqueios.
- (B) preparar o líquido refrigerante para entrada no evaporador, para reduzir o gasto de energia para vaporização.
- (C) recircular o refrigerante dentro do condensador para melhorar a eficiência de condensação.
- (D) permitir a entrada de ar externo no sistema para auxiliar na refrigeração do condensador.
- (E) converter o refrigerante de gás para líquido antes da entrada no evaporador, para baixar a temperatura do sistema.

**27**

Antes de ser colocado em operação, um sistema de propulsão de foguetes precisa passar por uma rigorosa série de testes, de modo a garantir seu desempenho, segurança e confiabilidade.

Acerca dos princípios destes testes, analise os itens a seguir:

- I. Entre os principais testes de sistemas de propulsão de foguetes se situam os testes de fabricação, testes de voo, testes de componentes, testes estáticos e testes estáticos em veículos.
- II. Para manter o vácuo da câmara de testes de propulsão em grandes altitudes emprega-se o fluxo de saída de gases do próprio bocal do foguete.
- III. Testes de voo são conduzidos antes de qualquer outro teste para determinar imediatamente a viabilidade do design do sistema de propulsão.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

**28**

As caldeiras geradoras de vapor são equipamentos utilizados em diversos processos industriais e também em instalações de testes aeroespaciais. O vapor gerado pode ser saturado ou superaquecido.

A esse respeito, analise os itens a seguir.

- I. O vapor superaquecido é necessário para processos onde não deve ocorrer condensação do vapor, pois a presença de gotículas de água no fluxo pode provocar desgaste acentuado do equipamento.
- II. Turbinas a vapor usam vapor saturado como fluido de operação.
- III. O vapor saturado é usado em camisas de aquecimento de tanques de processo.

Está correto o que se afirma em:

- (A) I, II e III.
- (B) II e III, apenas.
- (C) I e III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I, apenas.

**29**

Com base na ABNT NBR ISO 9001 os princípios de gestão de qualidade são:

- I. Foco no cliente, liderança e engajamento das pessoas.
- II. Abordagem de processo e melhoria.
- III. Tomada de decisão baseada em evidência e gestão de relacionamento.

É correto o que se apresenta em:

- (A) I, apenas.
- (B) I e II, apenas.
- (C) I e III apenas.
- (D) II e III, apenas.
- (E) I, II e III.

**30**

Considere um setup de testes, instrumentado para medir diversos canais de temperaturas em diversos pontos de um equipamento sob teste, instalado dentro de uma câmara de simulação espacial. Durante os testes, a câmara estará em alto vácuo e a temperatura de suas paredes será mantida por volta de  $-196^{\circ}\text{C}$ .

Nesse caso, os arquitetos térmicos, que acompanham os testes, deverão estar atentos às trocas de calor

- (A) por radiação, apenas.
- (B) por radiação, predominantemente, mas também por condução.
- (C) por condução, por convecção e por radiação, com predominância dessa última.
- (D) por convecção e por radiação, com predominância dessa última.
- (E) por convecção em menor grau e por condução em maior grau.

**31**

A primeira lei da termodinâmica relaciona a energia interna com o calor trocado pelo fluido e o trabalho sobre ele executado. Sobre essa lei, analise os itens a seguir.

- I. Pode ser utilizada para explicar o princípio de funcionamento de uma máquina perpétua.
- II. Mostra que a variação da energia interna deve ser convertida integralmente em calor ou trabalho.
- III. Pode ser utilizada para demonstrar que a entropia de um sistema não tende a zero quando a temperatura absoluta tende para zero.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) I e III, apenas.
- (E) II e III, apenas.

**32**

Para um volume de controle, a vazão em massa é definida pela quantidade de massa que passa em um volume de controle em um determinado tempo. Sendo assim, considere um fluido escoando com velocidade de  $5\text{ m/s}$ , em uma tubulação de seção quadrada com  $4\text{ cm}$  de lado.

Se o fluido considerado for a água, cuja massa específica é  $10^3\text{ kg/m}^3$ , a vazão em massa do sistema, em  $\text{kg/s}$ , é:

- (A) 0,2.
- (B) 2,0.
- (C) 8,0.
- (D) 20,0.
- (E) 200,0.

**33**

Como em um volume de controle fechado não há alteração do número de mols de um determinado gás, as transformações sofridas por um gás ideal serão dependentes de pressão, volume do recipiente e de sua temperatura. Considere um caso em que, a partir de uma dada condição inicial, a pressão do gás seja duplicada e o volume do recipiente aumentado em 50%.

Nessas condições, em relação aos valores iniciais, a temperatura do gás

- (A) reduz 50%.
- (B) permanece inalterada.
- (C) aumenta 50%.
- (D) aumenta 200%.
- (E) aumenta 300%.

**34**

Considere um sistema composto por uma fonte de calor e um material condutor térmico, em que uma de suas extremidades é colocada em contato com a fonte de calor, enquanto a outra extremidade permanece exposta a uma atmosfera com temperatura inferior à da fonte de calor.

Com relação ao referido sistema, assinale (V) para afirmativa verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) Em regime permanente não há variação de temperatura no material condutor, pois já ocorreu o equilíbrio.
- ( ) Em qualquer instante o perfil de temperatura é dado por uma reta decrescente partindo da fonte de calor.
- ( ) Apenas em regime permanente o fluxo de calor na extremidade exposta à atmosfera é constante.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) F – F – F.
- (B) V – F – V.
- (C) V – V – V.
- (D) F – V – V.
- (E) F – V – F.

**35**

Em um ciclo termodinâmico ideal conhecido como ciclo Carnot, o sistema transfere energia sob a forma de calor de uma fonte para outra. No processo, parte desta energia é convertida em trabalho.

O ciclo de Carnot é composto de dois pares de transformações

- (A) isotérmicas e isobáricas.
- (B) isocóricas e isobáricas.
- (C) isobáricas e isentrópicas.
- (D) isotérmicas e isocóricas.
- (E) isotérmicas e adiabáticas.

**36**

Os fenômenos de transferência de calor podem ser divididos em três grupos: condução, convecção e radiação. Para estes grupos, tanto as condições de contorno quanto a modelagem dos casos são diferentes para cada fenômeno.

Um exemplo desses fenômenos pode ser encontrado

- (A) na composição Sol e Terra, onde há transmissão de calor por condução.
- (B) em aletas, onde a dissipação de calor ocorre por convecção e condução.
- (C) no manto terrestre, onde ocorre troca de calor principalmente por condução.
- (D) no aquecimento de água dentro de uma panela, ocorrendo troca de calor principalmente por radiação.
- (E) no calor transmitido por uma fogueira, que ocorre por condução.

**37**

A energia interna de um gás é resultado de trocas de calor e de trabalho realizado. Dentre as transformações termodinâmicas que um gás pode sofrer, uma delas é a adiabática.

Sobre este tipo de transformação, assinale a afirmativa correta.

- (A) Ocorre à pressão constante, onde a energia interna equivale à área abaixo da curva  $pV$  da transformação.
- (B) Ocorre sempre seguindo uma linha de temperatura constante, uma vez que não há troca de calor.
- (C) Acontece sem variação da energia térmica, mesmo com a variação de temperatura.
- (D) Um gás pode sofrer compressão adiabática, mas não pode expandir sem trocar de calor.
- (E) A variação de energia interna do gás é transformada inteiramente em calor.

**38**

Em um escoamento de fluido, as partículas possuem um movimento característico que depende de vários fatores intrínsecos daquele escoamento.

Sobre as definições de linhas de corrente, linhas de emissão e trajetória, assinale (V) para a afirmativa verdadeira e (F) para a falsa.

- ( ) Linhas de emissão e de corrente e as trajetórias coincidem apenas em escoamentos estáveis.
- ( ) A trajetória se confunde com a linha de corrente em escoamentos uniformes.
- ( ) Em escoamentos instáveis, as linhas de correntes não são tangentes ao vetor velocidade.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – F – V.
- (B) V – F – F.
- (C) F – F – V.
- (D) F – F – F.
- (E) V – V – V.

**39**

Considerando a equação de Navier-Stokes em sua forma geral:

$$\frac{D(\rho \mathbf{u})}{Dt} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \rho g_i + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ 2\mu e_{ij} - \frac{2}{3}\mu(\nabla \cdot \mathbf{u})\delta_{ij} \right],$$

em que,  $\rho$  é a massa específica;  $p$ , a pressão;  $\mathbf{u}$ , vetor velocidade nas direções  $x_i$ ;  $\mu$ , a viscosidade em coordenadas  $e_{ij}$  e  $\delta_{ij}$ .

Três hipóteses simplificadoras devem ser adotadas na equação acima para obtenção da equação de Euler:

$$\rho \frac{D\mathbf{u}}{Dt} = \rho \mathbf{g} - \nabla p.$$

Assinale a opção que apresenta as três hipóteses simplificadoras.

- (A) Escoamento unidimensional, com temperatura constante e escoamento incompressível.
- (B) Escoamento bidimensional, efeito gravitacional desprezível e transiente.
- (C) Viscosidade constante, sem atrito e escoamento irrotacional.
- (D) Viscosidade constante, escoamento incompressível e escoamento sem atrito.
- (E) Regime permanente, unidimensional e escoamento a temperatura constante.

**40**

A equação de Bernoulli pode ser derivada da equação de Navier-Stokes para um escoamento sem atrito, barotrópico, constante e invíscido. Sabe-se que a equação de Bernoulli é constante apenas ao longo das linhas de corrente e de vorticidade. No entanto, a referida equação pode ser simplificada para ser constante em qualquer lugar do escoamento.

Nesse caso, a hipótese simplificadora a ser usada é a de

- (A) escoamento incompressível.
- (B) escoamento unidimensional.
- (C) escoamento contínuo.
- (D) escoamento em regime permanente.
- (E) escoamento irrotacional.

**41**

O princípio de conservação de massa nos fornece a seguinte equação  $\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho dV + \int_{SC} \rho \vec{u} \cdot d\vec{A} = 0$  para o volume de controle (VC), superfície de controle (SC) e com integração no volume (dV). Considere agora um tanque de volume  $0,07\text{m}^3$ , contendo ar a pressão absoluta de 700 kPa e a temperatura de 290K. No instante inicial o ar começa a escapar a uma velocidade de 250m/s por um orifício de  $60\text{mm}^2$ .

Considerando que a massa específica do ar no exterior do tanque é  $7\text{kg/m}^3$ , o módulo da taxa instantânea de variação da massa específica do ar  $|\partial\rho/\partial t|$  dentro do tanque é:

- (A)  $0,62\text{ kg/m}^3\text{s}$ .
- (B)  $1,05\text{ kg/m}^3\text{s}$ .
- (C)  $1,5\text{ kg/m}^3\text{s}$ .
- (D)  $2,10\text{ kg/m}^3\text{s}$ .
- (E)  $2,14\text{ kg/m}^3\text{s}$ .

**42**

Considere um duto de seção reta retangular usado para transporte de ar refrigerado em um sistema de refrigeração, cuja velocidade de entrada do ar é de 3m/s e a gravidade local é de  $10\text{m/s}^2$ .

Sabendo que em uma determinada região da tubulação há um ganho de altura de 2m e que a pressão se mantém constante, o valor da velocidade do ar na saída do duto, em m/s, é:

- (A) 3.
- (B) 4.
- (C) 5.
- (D) 6.
- (E) 7.

**43**

Com relação a função corrente de um determinado fluido, analise os itens a seguir:

- I. Ela é constante ao longo de uma linha de corrente.
- II. Pode ser usada para resolver a equação de momento com apenas uma variável  $\psi$ , para qualquer escoamento.
- III. Pode ser usada somente quando a equação da continuidade é independente da massa específica.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) I e II, apenas.
- (D) I e III, apenas.
- (E) I, II e III.

**44**

Para que não haja diferença de pressão entre dois pontos em um mesmo líquido, eles devem estar na mesma altura. Essa afirmação está baseada no teorema de Stevin.

Para que esse teorema possa ser aplicado, assinale a opção que indica as hipóteses que devem ser observadas.

- (A) Pressão e temperatura constantes.
- (B) Temperatura e velocidade constantes.
- (C) Pressão e velocidade constantes.
- (D) Temperatura e viscosidade constantes.
- (E) Pressão e volume constantes.

**45**

Com relação ao empuxo sobre um corpo, analise os itens a seguir:

- I. Esta força está diretamente relacionada com a diferença de massa específica dos sólidos.
- II. Ela depende apenas do volume do corpo que está submerso no líquido.
- III. É usado para imergir ou emergir um submarino.

É correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I e III, apenas.



Realização

