

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO SUL

Concurso Público Federal

Editais 18/2010

PROVA

Transferência de Calor e Análise Térmica

QUESTÕES OBJETIVAS

Língua Portuguesa	1 a 10
Conhecimentos Específicos	11 a 40

Nome do candidato: _____ CPF: _____ - _____

INSTRUÇÕES

1º) Verifique se este caderno corresponde à sua opção de cargo e se contém 40 questões, numeradas de 1 a 40. Caso contrário, solicite ao fiscal da sala outro caderno. Não serão aceitas reclamações posteriores.

2º) A prova é composta por 40 (quarenta) questões objetivas, de múltipla escolha, sendo apenas uma resposta a correta.

3º) O tempo de duração da prova é de 4 (quatro) horas.

4º) Não é permitida consulta a qualquer material e os candidatos não poderão conversar entre si, nem manter contato de espécie alguma.

5º) Os telefones celulares e similares não podem ser manipulados e devem permanecer desligados durante o período em que o candidato se encontrar na sala, bem como os pertences não utilizados para a prova deverão estar embaixo da carteira, ficando automaticamente excluído o candidato que for surpreendido nessas situações.

6º) O candidato só poderá deixar o local da prova após 2 (duas) horas do início da prova, exceto os três últimos candidatos, os quais só poderão deixar o local quando todos terminarem a prova.

7º) É proibido fazer anotação de informações relativas às suas respostas no comprovante de inscrição ou em qualquer outro meio, que não os permitidos, assim como recusar-se a entregar o material da prova ao término do tempo destinado para a sua realização.

8º) O candidato deverá preencher a caneta o Cartão de Respostas, escolhendo dentre as alternativas A, B, C, D e E, preenchendo totalmente a célula correspondente à alternativa escolhida, sendo desconsiderada a resposta se não for atendido o referido critério de preenchimento. Rasuras e a informação de mais de uma alternativa na mesma questão anulará a resposta, bem como o preenchimento a grafite. Responda a todas as questões. Os rascunhos não serão considerados em nenhuma hipótese.

9º) Não haverá substituição do Cartão de Respostas por erro do candidato.

10º) O candidato poderá levar consigo o caderno de provas após decorridas duas horas do início da prova. Não será oferecido outro momento para a retirada do mesmo.

11º) É proibida a divulgação ou impressão parcial ou total da presente prova. Direitos Reservados.

LÍNGUA PORTUGUESA

As questões 1 a 5 referem-se ao texto abaixo:

Primeiro Censo Nacional das Bibliotecas Públicas Municipais

1 O 1º Censo Nacional das Bibliotecas
Públicas Municipais mostra que, em 2009, 79%
dos municípios brasileiros possuíam ao menos
5 uma biblioteca aberta, o que corresponde a
4.763 bibliotecas em 4.413 municípios. Em 13%
dos casos, as BPMs ainda estão em fase de
implantação ou reabertura e em 8% estão
fechadas, e__tintas ou nunca existiram.
10 Considerando aquelas que estão em
funcionamento, são 2,67 bibliotecas por 100 mil
habitantes no país.

O levantamento aponta que as BPMs
emprestam 296 livros por mês e têm a__ervo
entre dois mil e cinco mil volumes (35%). Quase
15 a metade possui computador com a__e__o à
Internet (45%), mas somente 29% oferecem este
serviço para o público. Os usuários frequentam o
local quase duas vezes por semana e utilizam o
equipamento preferencialmente para pesquisas
20 escolares (65%). Quase todas as bibliotecas
funcionam de dia, de segunda à sexta (99%),
algumas aos sábados (12%), poucas aos
domingos (1%). No período noturno, somente
24% estão abertas aos usuários. A maioria dos
25 dirigentes das BPMs são mulheres (84%) e tem
nível superior (57%).

Foram pesquisados todos os 5.565
municípios brasileiros. Em 4.905 municípios
foram realizadas visitas in loco para a
30 investigação sobre a existência e condições de
funcionamento de BPMs, no período de
setembro a novembro de 2009. Os 660
municípios restantes – identificados sem
bibliotecas entre 2007 e 2008 pelo Sistema
35 Nacional de Bibliotecas Públicas e atendidos
pelo Programa Mais Cultura com a instalação de
BPMs – foram pesquisados por contato
telefônico, até janeiro deste ano.

O Censo Nacional tem por objetivo
40 sub__idiar o aperfeiçoamento de políticas
públicas em todas as esferas de governo –
federal, estadual e municipal – voltadas à
melhoria e valorização das bibliotecas públicas
brasileiras. Segundo o levantamento, em 420
45 municípios as BPMs foram e__tintas, fechadas
ou nunca existiram. O MinC* – por meio da
Fundação Biblioteca Nacional, com recursos do
Programa Mais Cultura – em parceria com as
prefeituras municipais, promoverá a implantação
50 ou reinstalação dessas bibliotecas, com a

distribuição de *kits* com a__ervo de dois mil
livros, mobiliário e equipamentos, no valor de
R\$ 50 mil/cada, totalizando R\$ 21 milhões. As
BPMs receberão, ainda, Telecentros
55 Comunitários do Ministério das Comunicações.

**Capitais têm índices baixos de bibliotecas por
100 mil habitantes**

60 De uma lista com 263 municípios brasileiros
com mais de 100 mil habitantes, as capitais têm
índices mais baixos. A exceção é Curitiba
(2,97). A segunda melhor no *ranking* é Palmas
(1,06) – mas está em 28º na lista, enquanto a
65 terceira é Brasília (0,76) – 100ª colocação.
Todas as demais capitais ficam abaixo desta
colocação. A única capital que não possuía BPM
aberta na ocasião da pesquisa era João Pessoa. O
prédio encontrava-se em reforma e a BPM já
70 havia recebido *kit* de modernização do Programa
Mais Cultura.
[...]

*Ministério da Cultura

Publicado por Comunicação Social/MinC, em *Notícias do
MinC, O dia-a-dia da Cultura*, 30 abr. 2010. Disponível
em: < <http://www.cultura.gov.br/site/2010/04/30/primeiro-censo-nacional-das-bibliotecas-publicas-municipais/>>.

**1. Marque a alternativa em que o fonema /s/ está
corretamente grafado:**

- A) estintas – asservo – aceso – subssidiar
B) estintas – asservo – aseço – subssidiar
C) extintas – ascervo – aceço – subizidiar
D) extintas – acervo – ascesso – subsidiar
E) extintas – acervo – acesso – subsidiar

**2. A partir da leitura e interpretação do texto,
considere as afirmativas a seguir:**

- I. Trata-se de um texto informativo, que apresenta
dados sobre a situação das bibliotecas públicas
municipais no Brasil.
II. Segundo os dados apresentados pelo Primeiro
Censo Nacional das Bibliotecas Públicas, em 2009
havia municípios brasileiros desprovidos de
bibliotecas públicas municipais e, portanto, não foram
pesquisados.
III. O censo sobre as bibliotecas foi realizado por
telefone.
IV. Com recursos do Programa Mais Cultura e em
parceria com as prefeituras municipais, Telecentros
Comunitários serão implantados nas bibliotecas
públicas.

Está(ão) de acordo com o texto:

- A) Apenas a afirmativa I.
- B) Apenas a afirmativa II.
- C) Apenas as afirmativas I e IV.
- D) Apenas as afirmativas II e IV.
- E) As afirmativas I, II, III e IV.

3. O texto *Primeiro Censo Nacional das Bibliotecas Públicas Municipais* prossegue em tópicos que apresentam dados mais específicos da pesquisa realizada, utilizando subtítulos. Alguns desses subtítulos foram listados abaixo:

- I. Maioria usa BPMs para pesquisa escolar
- II. Usuário visita biblioteca cerca de duas vezes por semana
- III. Apenas 24% das BPMs funcionam à noite e 1% aos domingos
- IV. Quase metade das bibliotecas tem computadores ligados à Internet
- V. Maioria das BPMs desenvolve programação cultural
- VI. Dirigentes das BPMs são mulheres e têm nível superior

Entre os subtítulos listados, quais deles apresentam informações que podem ser depreendidas do trecho transcrito do texto?

- A) Apenas I, II, III e IV.
- B) Apenas I, II, III, IV e VI.
- C) Apenas II, IV, V e VI.
- D) Apenas I, III, V e VI.
- E) I, II, III, IV, V e VI.

4. Observe as frases a seguir:

- I. Quase a metade possui computador com a_e_o à Internet (45%), mas somente 29% oferecem este serviço para o público.
- II. No período noturno, somente 24% estão abertas aos usuários.
- III. Segundo o levantamento, em 420 municípios as BPMs foram e__tintas, fechadas ou nunca existiram.
- IV. A única capital que não possuía BPM aberta na ocasião da pesquisa era João Pessoa.

Assinale a alternativa que justifica corretamente o emprego das vírgulas nas frases acima:

- A) A vírgula da frase II e a primeira vírgula da frase III separam o sujeito do predicado.
- B) A vírgula da frase I separa a oração subordinada adversativa introduzida pela conjunção “mas”.
- C) A vírgula da frase II separa o adjunto adverbial.
- D) A primeira vírgula da frase III separa um adjunto adverbial, e a segunda introduz uma explicação.
- E) Na frase IV é possível inserir duas vírgulas, transformando a oração adjetiva restritiva em explicativa, sem mudança de sentido.

5. Assinale a alternativa em que ambas as frases estão corretamente escritas na voz passiva sintética:

- A) Pesquisaram todos os 5.565 municípios brasileiros. Em 4.905 municípios realizaram visitas in loco para a investigação sobre a existência e condições de funcionamento de BPMs [...].
- B) Pesquisou-se todos os 5.565 municípios brasileiros. Em 4.905 municípios realizou-se visitas in loco para a investigação sobre a existência e condições de funcionamento de BPMs [...].
- C) Todos os 5.565 municípios brasileiros foram pesquisados. Em 4.905 municípios, visitas in loco para a investigação sobre a existência e condições de funcionamento de BPMs foram realizadas [...].
- D) Pesquisaram-se todos os 5.565 municípios brasileiros. Em 4.905 municípios realizaram-se visitas in loco para a investigação sobre a existência e condições de funcionamento de BPMs [...].
- E) A pesquisa abrangeu todos os 5.565 municípios brasileiros. Em 4.905 municípios houve visitas in loco para a investigação sobre a existência e condições de funcionamento de BPMs [...].

As questões 6 a 10 referem-se ao texto abaixo:

- 1 _____ vezes, mal se imagina o que pode passar _____ representar na vida de um aluno um simples gesto do professor. O que pode um gesto aparentemente insignificante valer como força formadora ou como contribuição à do educando por si mesmo. Nunca me esqueço, na história já longa de minha memória, de um desses gestos de professor que tive na adolescência remota. Gesto cuja significação mais profunda talvez 5 tenha passado despercebida por ele, o professor, e que teve importante influência sobre mim. Estava sendo, então, um adolescente inseguro, vendo-me como um corpo anguloso e feio, percebendo-me menos capaz do que os outros, 10 fortemente incerto de minhas possibilidades. Era muito mais mal-humorado que apaziguado com

20 a vida. Facilmente me eriçava. Qualquer consideração feita por um colega rico da classe já me parecia o chamamento à atenção de minhas fragilidades, de minha insegurança.

25 O professor trouxera de casa os nossos trabalhos escolares e, chamando-nos um a um, devolvia-os com o seu ajuizamento. Em certo momento me chama e, olhando ou re-olhando o meu texto, sem dizer palavra, balança a cabeça numa demonstração de respeito e consideração. O gesto do professor me trazia uma confiança ainda obviamente desconfiada de que era possível trabalhar e produzir. De que era possível confiar em mim mas que seria tão errado confiar além dos limites quanto errado estava sendo não confiar. A melhor prova da importância daquele gesto é que dele falo agora como se tivesse sido testemunhado hoje. E faz, na verdade, muito tempo que ele ocorreu...

35 [...]

40 Pormenores assim da cotidianidade do professor, portanto igualmente do aluno, que quase sempre pouca ou nenhuma atenção se dá, têm na verdade um peso significativo na avaliação da experiência docente. O que importa, na formação docente, não é a repetição mecânica do gesto, este ou aquele, mas a compreensão do valor dos sentimentos, das emoções, do desejo, da insegurança a ser superada pela segurança, do medo que, ao ser “educado”, vai gerando a coragem.

50 Nenhuma formação docente verdadeira pode fazer-se alheada, de um lado, do exercício da criticidade que implica a promoção da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica, e de outro, sem o reconhecimento do valor das emoções, da sensibilidade, da afetividade, da intuição ou adivinhação. Conhecer não é, de fato, adivinhar, mas tem algo que ver, de vez em quando, com adivinhar, com intuir. O importante, não resta dúvida, é não pararmos satisfeitos ao nível das intuições, mas submetê-las a análise metodologicamente rigorosa de nossa curiosidade epistemológica.

60 FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

6. Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas das linhas 1, 2, 38 e 59, respectivamente:

- A) Às - à - a - à
 B) As - a - à - a
 C) As - a - à - à
 D) Às - à - a - a
 E) Às - a - a - à

7. A partir da leitura e interpretação do texto, considere as afirmativas a seguir:

- I. O autor aborda, a partir de uma experiência vivenciada na adolescência, a importância dos gestos do professor na formação do educando, aos quais geralmente se dá pouca atenção.
 II. O gesto de respeito e consideração do professor, descrito no texto, permitiu ao adolescente acreditar plenamente em suas próprias potencialidades.
 III. A formação docente precisa estar pautada pelo exercício da criticidade e pelo reconhecimento da subjetividade (sensibilidade, afetividade, intuição) que perpassa a relação professor-aluno.
 IV. O processo de ensino e aprendizagem deve apresentar rigorosidade metódica na transmissão do conhecimento aos alunos.

Está(ão) de acordo com o texto:

- A) Apenas a afirmativa I.
 B) Apenas as afirmativas I e III.
 C) Apenas as afirmativas I, II e III.
 D) Apenas as afirmativas I, III e IV.
 E) Apenas as afirmativas II, III e IV.

8. Coloque V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas:

- () O verbo “têm” (linha 40) está relacionado a “Pormenores” (linha 37).
 () Em “devolvia-os” (linha 23), o “os” é objeto direto e refere-se a “trabalhos escolares” (linha 22).
 () Em “submetê-las” (linha 59), o “las” é objeto indireto e refere-se a intuições (linha 59).
 () No período “O gesto do professor me trazia uma confiança ainda obviamente desconfiada de que era possível trabalhar e produzir.” (linhas 27 a 29), poderia ser utilizada ênclise, de acordo com a forma padrão da língua portuguesa.
 () No período “De que era possível confiar em mim mas que seria tão errado confiar além dos limites quanto errado estava sendo não confiar.” (linhas 29 a 32), o uso da vírgula antes do “mas” implicaria erro de pontuação.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta de cima para baixo:

- A) V, V, F, V, F
- B) V, F, F, V, F
- C) F, V, F, V, F
- D) F, F, V, F, V
- E) V, V, V, F, F

9. No período “O que importa, na formação docente, não é a repetição mecânica do gesto, este ou aquele, mas a compreensão do valor dos sentimentos, das emoções, do desejo, da insegurança a ser superada pela segurança, do medo que, ao ser “educado”, vai gerando a coragem.” (linhas 41 a 47), a conjunção “mas” estabelece e poderia ser substituída por sem alteração do sentido.

- A) condição; contudo
- B) oposição; portanto
- C) oposição; porém
- D) concessão; porém
- E) adição; todavia

10. O período “E faz, na verdade, muito tempo que ele ocorreu...” (linhas 34 e 35) refere-se ao gesto do professor que marcou profundamente o autor, em sua adolescência. Esse período foi reescrito, permitindo-se pequenas alterações semânticas e de construção frasal. Assinale a alternativa que apresenta INCORREÇÃO quanto à sintaxe ou concordância verbal.

- A) E, na verdade, faz muitos anos que ele ocorreu.
- B) E faz muito tempo que ele ocorreu, na verdade.
- C) E faz, na verdade, muito tempo que ele aconteceu.
- D) E, na verdade, fazem muitos anos que ele ocorreu.
- E) E, na verdade, há muito tempo ele ocorreu.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

11. A classificação dos problemas em elípticos, parabólicos e hiperbólicos pode ser feita facilmente, de acordo com o tipo de equação que rege o fenômeno, utilizando-se a relação entre os coeficientes da equação diferencial parcial. Considerando, ainda, que os problemas de transferência de calor e mecânica dos fluidos são regidos por sistemas de equações, a classificação do sistema é sempre mista. Desta forma pode-se afirmar que as equações de conservação para escoamentos compressíveis formam um sistema de equações denominado:

- I - Misto hiperbólico/parabólico, se os termos transientes são mantidos.
- II - Misto hiperbólico/parabólico, se os termos transientes são desprezados.
- III - Misto elíptico/hiperbólico, se os termos transientes são mantidos.
- IV - Misto elíptico/hiperbólico, se os termos transientes são desprezados.

Estão corretas as alternativas

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

12. Métodos iterativos são freqüentemente utilizados para resolução de problemas de mecânica dos fluidos e transferência de calor computacional. Dentre os métodos iterativos utilizados para solução de um sistema linear de equações podemos citar:

- I - Método de Jacobi.
- II - Método de Gauss Seidel.
- III - Método de sobre-relaxações sucessivas.

Estão corretas as alternativas

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

13. Na resolução de problemas de transferência de calor unidimensional através de métodos numéricos, as condições de contorno adotadas podem ser expressas como:

$$a_1 T_1 = b_1 T_2 + d_1$$

Para o caso em que:

$$a_1 = 1 \quad b_1 = \frac{1}{1 + \frac{\bar{h}\Delta x}{k}} \quad d_1 = \frac{\Delta x}{k} \frac{\left(\bar{h}T_\infty + \dot{q}''' \frac{\Delta x}{z} \right)}{1 + \frac{\bar{h}\Delta x}{k}}$$

A condição de contorno aplicada é:

- A) Coeficiente de transferência de calor por convecção especificado.
 B) Fluxo de calor especificado.
 C) Temperatura da superfície especificada.
 D) Coeficiente de transferência de calor por condução especificado.
 E) Convecção superficial especificada.

14. O critério de convergência é um parâmetro de difícil escolha e deve ser cuidadosamente escolhido. Com relação ao critério de convergência é correto afirmar que:

- I - O critério de convergência determina a interrupção do programa quando o erro da grandeza calculada é inferior ao valor pré-determinado pelo programador ou usuário.
 II - Adotar um critério de convergência relativo pode manter um programa em execução, mesmo quando tudo que interessa do ponto de vista físico já está sem variações quando não são conhecidas a ordem de grandeza e a faixa de variação do campo a ser determinado.
 III - Um problema “dependente de malha” pode atender a um critério de convergência mesmo que a solução correta ainda não tenha sido encontrada.

Estão corretas as alternativas

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

15. Problemas de transferência de calor comumente envolvem a determinação dos campos de pressão, velocidade e temperatura. Alguns métodos de acoplamento dos campos de pressão e velocidade devem ser adotados na resolução destes problemas. Dentre as alternativas abaixo, a que apresenta apenas métodos de acoplamento entre a pressão e a velocidade é:

- A) SIMPLE, SIMPLEC E PRIME.
 B) VEPREC, SIMPLER E PRIME.
 C) SIMPLE, SIMPLEC E PRIMEC.
 D) SIMPLEC, PRIME E PRIMEP.
 E) SIMPLER, VEPREC E PRIME.

16. Todo o método que, para obter equações aproximadas, satisfaz a conservação da propriedade em nível de volumes elementares é um método de volumes finitos. São maneiras de se obter as equações aproximadas pelo método de volumes finitos:

- I - Realização de balanços da propriedade em questão nos volumes elementares.
 II - Integrar sobre o volume elementar, no tempo, as equações na forma conservativa.
 III - Integrar sobre o volume elementar, no tempo e no espaço, as equações na forma conservativa.

Estão corretas as alternativas

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

17. Alguns problemas de transferência de calor e mecânica dos fluidos são resolvidos computacionalmente através de programas computacionais com malhas estruturadas e malhas não-estruturadas. Com relação a estes dois tipos de malha pode-se afirmar que:

- I - Malhas estruturadas são aquelas que se estruturam conforme a geometria do problema, independentemente dos sistemas coordenados ortogonais.
 II - Malhas estruturadas são obtidas quando a discretização coincidente com a fronteira é obtida através de um sistema de coordenadas.

III - Malhas não-estruturadas apresentam vantagens para a implementação do programa computacional, pois a regra de ordenação dos elementos simplifica todas as rotinas.

IV - Malhas não-estruturadas são menos versáteis com menos facilidade para adaptatividade, porém apresentam facilidade de ordenação.

Estão corretas as alternativas

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

18. No caso da transferência de calor ao redor de uma circunferência através de simulação computacional, a aplicação de métodos numéricos pode ser facilitada nos casos em que a discretização for coincidente com a fronteira, pois todos os volumes (no caso de volumes finitos) ou pontos (no caso de diferenças finitas) ficam dentro do domínio de solução, facilitando grandemente a implementação do modelo. As principais razões para o uso de discretização coincidente com a fronteira são:

I - Necessidade de solução de problemas cada vez mais complexos que apresentam, geralmente, domínios arbitrários.

II - Dificuldades de solução de problemas envolvendo geometria complexa usando-se sistemas de coordenadas convencionais, especialmente na aplicação das condições de contorno.

III - Este sistema não permite a concentração de malhas onde necessário, tornando impossível adaptá-las de acordo com o problema físico, tornando o programa computacional mais rápido na obtenção da solução.

Estão corretas as alternativas

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

19. A resolução de problemas de transferência de calor requer a utilização de esquemas para discretizar as equações. Quanto ao esquema de diferenças centrais (CDS) e o esquema upwind (UDS) é correto afirmar que:

I - O uso de diferenças centrais (CDS) e de outros esquemas de alta ordem, em problemas de convecção dominante, gera, em geral, soluções não realísticas por serem esquemas não-dissipativos.

II - Os esquemas upwind (UDS) produzem soluções fisicamente coerentes, mas tem a propriedade de suavizar os altos gradientes por serem dissipativos.

III - O uso do esquema de diferenças centrais é consistente para problemas puramente difusivos, enquanto que o uso do esquema upwind (UDS) é fisicamente consistente para problemas convectivos.

Estão corretas as alternativas

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

20. A tarefa de um método numérico é resolver uma ou mais equações diferenciais, substituindo as derivadas existentes na equação por expressões que envolvem a função incógnita. A alternativa que apresenta apenas métodos numéricos é:

A) Método de elementos finitos, método de volumes finitos e método de discretizações finitas.

B) Método de resoluções finitas, método de diferenças finitas e método de discretizações finitas.

C) Método de resoluções finitas, método de volumes finitos e método de discretizações finitas.

D) Método de elementos finitos, método de diferenças finitas e método de volumes finitos.

E) Método de elementos finitos, método de diferenças finitas, método de discretizações finitas.

21. A Lei de Fourier é a base da transferência de calor por condução, e pode ser apresentada em uma forma mais geral da equação da taxa de condução como a

$$q'' = -k\nabla T = -k\left(i\frac{\partial T}{\partial x} + j\frac{\partial T}{\partial y} + k\frac{\partial T}{\partial z}\right)$$

seguir: onde k é uma propriedade do material denominada condutividade térmica; ∇ é um operador diferencial tridimensional e; $T(x, y, z)$ é o campo de temperatura escalar. Observando os termos e a forma da equação acima, podemos afirmar que:

- I - O vetor fluxo de calor encontra-se em uma direção perpendicular às superfícies isotérmicas.
- II - O meio no qual a condução ocorre é isotrópico, onde o valor da condutividade térmica depende da direção dos eixos coordenados.
- III - Não é uma expressão que pode ser obtida a partir dos princípios fundamentais; ao contrário, é uma generalização baseada em evidências experimentais.
- IV - É uma expressão que define uma importante propriedade dos materiais, a condutividade térmica.

Estão corretas as alternativas

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

22. A possível existência de uma espessura ótima da camada de isolamento térmico em sistemas radiais é sugerida pela presença de efeitos concorrentes associados ao aumento dessa espessura. Podemos afirmar que:

- I - Em uma parede plana, a área perpendicular à direção do fluxo de calor é constante, e não existe espessura crítica para o isolamento.
- II - Numa parede cilíndrica, a resistência convectiva aumenta com a adição de isolamento.
- III - Numa parede cilíndrica, a resistência condutiva aumente com a adição de isolamento.

IV - Numa parede cilíndrica, a resistência total sempre aumenta com o aumento da espessura do isolamento.

Estão corretas as alternativas

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

23. A Equação Geral da Condução de Calor (ou equação da difusão de calor) em coordenadas cartesianas, apresentada abaixo, é empregada para se deduzir versões simplificadas apropriadas a casos particulares da condução de calor.

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial T}{\partial z}\right) + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

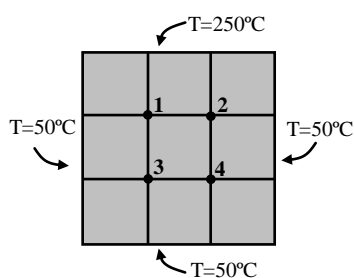
Considerando o caso da condução de calor bidimensional em regime permanente, com geração de energia, qual das expressões abaixo, obtida a partir da equação geral da condução em coordenadas cartesianas, a representa de forma correta?

- A) $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$
- B) $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \dot{q} = 0$
- C) $\frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \dot{q} = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$
- D) $\frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) + \dot{q} = 0$
- E) $\frac{\partial}{\partial x}\left(k\frac{\partial T}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k\frac{\partial T}{\partial y}\right) = 0$

24. Uma das maneiras de se solucionar problemas de condução de calor multidimensional em regime permanente é através da abordagem numérica. Empregando-se o método das diferenças finitas, a equação da condução bidimensional em regime permanente, sem geração de energia, para um ponto nodal interno (com $\Delta x = \Delta y$), toma a seguinte forma:

$$T_{m+1,n} + T_{m-1,n} + T_{m,n+1} + T_{m,n-1} - 4T_{m,n} = 0$$

Considere o exemplo da figura abaixo, em que são conhecidas as temperaturas nas quatro faces (250°C na face superior e 50°C nas outra três faces), e onde temos 4, pontos nodais internos de temperaturas desconhecidas.



Com o auxílio da equação da condução bidimensional em regime permanente sem geração de energia, em diferenças finitas (apresentada anteriormente), é possível a estimativa das temperaturas dos quatro nós internos. Assim sendo, as temperaturas dos pontos nodais 1, 2, 3 e 4 indicados na figura são, respectivamente:

- A) 150°C , 150°C , 75°C , 75°C .
- B) 125°C , 75°C , 125°C , 75°C .
- C) 250°C , 250°C , 150°C , 150°C .
- D) 125°C , 125°C , 75°C e 75°C .
- E) 125°C , 125°C , 100°C , 100°C .

25. Um dos lados de uma parede plana é mantido a 2000°C , enquanto o outro lado está exposto ao ar ambiente onde $T_{\infty} = 200^{\circ}\text{C}$ e $h = 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. A parede, de 50 cm de espessura, tem condutividade térmica $k = 1,0 \text{ W}/(\text{m K})$. Qual o calor transferido através da parede?

- A) $300 \text{ W}/\text{m}^2$.
- B) $30 \text{ W}/\text{m}^2$.
- C) $150 \text{ W}/\text{m}^2$.
- D) $3000 \text{ W}/\text{m}^2$.
- E) $1500 \text{ W}/\text{m}^2$.

26. Considere um fluxo de calor constante “q” através de uma superfície plana de área “A”, espessura “LA” e material de condutividade térmica k_A , em regime permanente. As temperaturas em $x = 0$ e $x = LA$ são T_{A1} e T_{A2} , respectivamente, em que “x” é a direção paralela ao fluxo de calor, perpendicular à superfície. O material “A” é trocado por um material “B”, cuja condutividade térmica vale “ $k_B = \frac{1}{4} k_A$ ”, a espessura é L_B , e as temperaturas são T_{B1} e T_{B2} . Qual das alternativas abaixo resultariam no mesmo fluxo de calor “q” atravessando o material “B”?

- A) $L_B = L_A$, $T_{B1} = T_{A1}$ e $T_{B2} = \frac{1}{4} T_{A2}$.
- B) $L_B = L_A$, $T_{B1} = \frac{1}{4} T_{A1}$ e $T_{B2} = \frac{1}{4} T_{A2}$.
- C) $L_B = \frac{1}{2} L_A$, $T_{B1} = 2T_{A1}$ e $T_{B2} = 2T_{A2}$.
- D) $L_B = 2L_A$, $T_{B1} = \frac{1}{2} T_{A1}$ e $T_{B2} = \frac{1}{2} T_{A2}$.
- E) $L_B = \frac{1}{2} L_A$, $T_{B1} = T_{A1}$ e $T_{B2} = 2T_{A2}$.

27. No cálculo da carga térmica de instalações de refrigeração industrial, um dos principais parâmetros a se considerar é o do calor transmitido através das paredes das câmaras de congelamento e estocagem. Este fluxo de calor se deve às elevadas diferenças entre as temperaturas dentro das câmaras e do ambiente externo, considerando para o último a pior condição possível (média histórica das maiores temperaturas de bulbo seco no verão). Na construção das câmaras, são utilizados materiais isolantes, a fim de se reduzir a carga térmica devido à transmissão de calor. Um fluxo de calor por unidade de área de $8 \text{ kcal}/(\text{h m}^2)$ corresponde a um isolamento excelente. Em uma câmara de estocagem de congelados, mantida a -400°C , a temperatura máxima média observada no verão para a localidade é de 400°C . Admitindo-se um isolamento excelente, e considerando os coeficientes de convecção externo e interno como sendo $20 \text{ kcal}/(\text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ e $10 \text{ kcal}/(\text{h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C})$, qual seria a espessura aproximada do isolante térmico poliuretano ($k = 0,02 \text{ kcal}/(\text{h m }^{\circ}\text{C})$) utilizado na câmara?

- A) 30 cm.
- B) 10 cm.
- C) 25 cm.
- D) 5 cm.
- E) 20 cm.

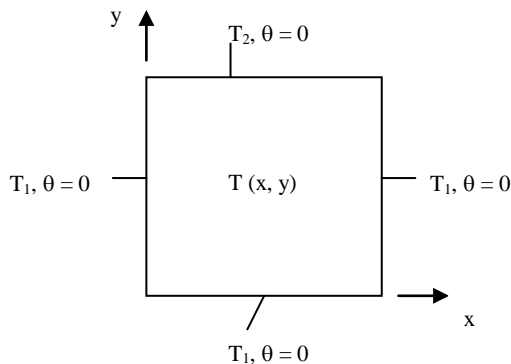
28. Uma vazão de 60 kg/min de água é aquecida de 40 a 80°C por um óleo a uma vazão de 120 kg/min. e que tem um calor específico de aproximadamente 2,0 kJ/kg·°C. Os fluidos são usados em contracorrente em um trocador de calor de tubo duplo, com o óleo entrando no trocador a 120°C e saindo a 80°C. O coeficiente global de transferência de calor é 400 W/(m² °C). A área de troca térmica necessária será de:

- A) 100 m².
 B) 20 m².
 C) 5 m².
 D) 10 m².
 E) 1 m².

29. Três lados de uma placa retangular delgada (Figura) são mantidos a uma temperatura constante T₁, enquanto o quarto lado é mantido a uma temperatura constante T₂ ≠ T₁. Gradientes de temperatura normais ao plano x-y podem ser desprezados ($\partial^2 T / \partial z^2 \cong 0$), ou seja, a transferência de calor por condução ocorre basicamente nas direções x e y. Introduzindo a transformação

$\theta = \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$, a equação da condução de calor bidimensional em regime permanente, sem geração

interna de energia fica: $\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} = 0$.

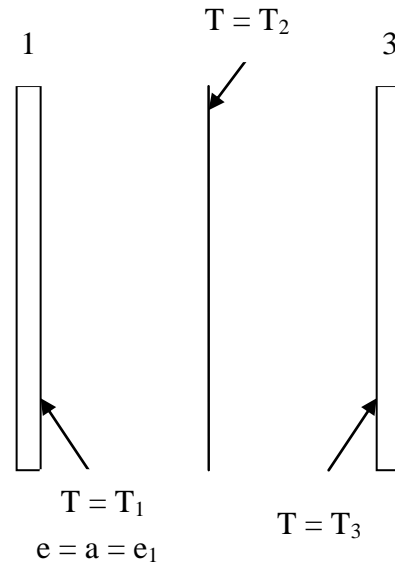


Para se obter uma expressão que represente a distribuição da temperatura na placa, a solução é aplicar a técnica da separação de variáveis na equação da condução, por se tratar de uma equação diferencial parcial. Chamando de λ^2 a constante de separação, qual a forma geral da solução bidimensional?

- A) $\theta = (C_1 \cos \lambda y + C_2 \text{sen} \lambda y)(C_3 e^{-\lambda x} + C_4 e^{\lambda x})$.
 B) $\theta = (C_1 \cos \lambda x + C_2 \text{sen} \lambda x)(C_3 e^{-\lambda y} + C_4 e^{\lambda y})$.
 C) $\theta = (C_1 \cos \lambda x - C_2 \text{sen} \lambda x)(C_3 e^{\lambda y} + C_4 e^{-\lambda y})$.
 D) $\theta = (C_1 \cos \lambda x + C_2 \text{sen} \lambda x)(C_3 e^{-\lambda y} - C_4 e^{\lambda y})$.

E) $\theta = (-C_1 \cos \lambda x + C_2 \text{sen} \lambda x)(C_3 e^{-\lambda y} + C_4 e^{\lambda y})$.

30. Que expressão deduzida indica a redução da transferência de energia radiante entre dois planos paralelos (1 e 3), infinitos, cinzas e com a mesma área "A", quando uma fina camada cinza (2) de condutividade térmica muito alta é interposta entre elas? Na figura que ilustra o problema, "e = emissividade" e "a = absorptividade".



A) $\frac{q_{13\text{com}}}{q_{13\text{sem}}} = \frac{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_3} - 1\right)}{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} - 1\right) + \left(\frac{1}{e_2} + \frac{1}{e_3} - 1\right)}$

B) $\frac{q_{13\text{com}}}{q_{13\text{sem}}} = \frac{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_3} - 1\right)}{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} + 1\right) + \left(\frac{1}{e_2} + \frac{1}{e_3} + 1\right)}$

C) $\frac{q_{13\text{com}}}{q_{13\text{sem}}} = \frac{\left(\frac{1}{e_1} - \frac{1}{e_3} - 1\right)}{\left(\frac{1}{e_1} - \frac{1}{e_2} - 1\right) + \left(\frac{1}{e_2} - \frac{1}{e_3} - 1\right)}$

D) $\frac{q_{13\text{com}}}{q_{13\text{sem}}} = \frac{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} - 1\right)}{\left(\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_3} - 1\right) + \left(\frac{1}{e_3} + \frac{1}{e_2} - 1\right)}$

E) $\frac{q_{13\text{com}}}{q_{13\text{sem}}} = \frac{\left(\frac{1}{e_2} + \frac{1}{e_3} - 1\right)}{\left(\frac{1}{e_2} + \frac{1}{e_3} - 1\right) + \left(\frac{1}{e_2} + \frac{1}{e_3} - 1\right)}$

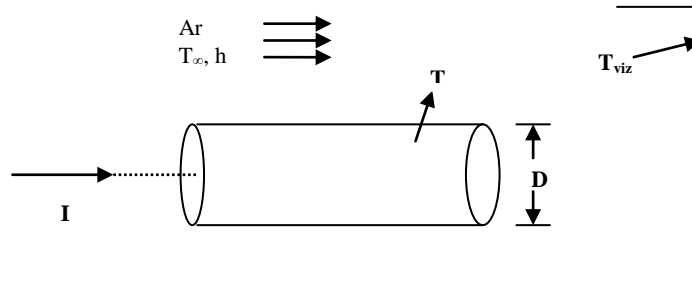
31. Considere as afirmações acerca da natureza física da radiação térmica:

- I - A radiação térmica inclui a faixa de comprimentos de onda de 0,1 a 100 μm do espectro da radiação eletromagnética;
- II - A magnitude da radiação emitida independe do comprimento de onda;
- III - Uma superfície pode emitir radiação térmica preferencialmente em certas direções, criando uma distribuição direcional da radiação emitida;
- IV - Um corpo negro absorve toda a radiação incidente, independente do seu comprimento de onda e de sua direção;
- V - Para uma dada temperatura e comprimento de onda, algumas superfícies podem emitir mais energia do que um corpo negro.

Quais afirmações estão **CORRETAS**?

- A) III, IV e V.
 B) I e III.
 C) I, III e IV.
 D) II, III e IV.
 E) I, III e V.

32. Uma barra longa feita de material condutor, com diâmetro D e resistência elétrica por unidade de comprimento R'_e , encontra-se inicialmente em equilíbrio térmico com o ar ambiente e sua vizinhança (figura). Esse equilíbrio é perturbado quando uma corrente elétrica " I " atravessa o bastão. Tomando como referência a primeira lei da termodinâmica, e considerando os termos relevantes no exemplo, que são: transferência de calor por convecção e radiação, geração de energia devido ao aquecimento elétrico resistivo no condutor e uma variação de acúmulo de energia térmica, que equação deduzida permite calcular a variação da temperatura (T) em função do tempo (t)? Considere as propriedades constantes (ρ , c , ϵ).



- A) $\frac{dT}{dt} = \frac{I^2 R'_e - \pi D h (T - T_\infty) - \pi D \epsilon \sigma (T^4 - T_{viz}^4)}{\rho c (\pi D)}$
- B) $\frac{dT}{dt} = \frac{I^2 R'_e - \pi D h (T - T_\infty) - \pi D \epsilon \sigma (T^4 - T_{viz}^4)}{\rho c (\pi D^2 / 4)}$
- C) $\frac{dT}{dt} = \frac{I^2 R'_e + \pi D \epsilon \sigma (T^4 - T_{viz}^4) - \pi D h (T - T_\infty)}{\rho c (\pi D^2 / 4)}$
- D) $\frac{dT}{dt} = \frac{I^2 R'_e + \pi D h (T - T_\infty) + \pi D \epsilon \sigma (T^4 - T_{viz}^4)}{\rho c (\pi D^2 / 4)}$
- E) $\frac{dT}{dt} = \frac{I^2 R'_e - \pi D h (T - T_\infty) - \pi D \epsilon \sigma (T^4 - T_{viz}^4)}{\rho c (\pi D^2)}$

33. Na transferência de calor por radiação, o fator de forma F_{ij} é definido como a fração da radiação que deixa a superfície " i " e é interceptada pela superfície " j ". A expressão geral para o fator de

$$F_{ij} = \frac{1}{A_i} \int_{A_i} \int_{A_j} \frac{\cos \theta_i \cos \theta_j}{\pi R^2} dA_i dA_j$$

forma é: , que corresponde à fração da radiação que deixa A_i e que é interceptada por A_j . Considere um disco circular difuso, com diâmetro " D " e área " A_j ", juntamente com uma superfície plana também difusa com área " $A_i \ll A_j$ ". As superfícies são paralelas e " A_i " está localizada a uma distância " L " do centro de " A_j ". Qual a expressão do fator de forma para este caso?

- A) $F_{ij} = \frac{R^2}{R^2 + 4L^2}$
- B) $F_{ij} = \frac{D^2}{D^2 - 4L^2}$
- C) $F_{ij} = \frac{D^2}{4L^2}$
- D) $F_{ij} = \frac{D^2}{D^2 + 2L^2}$
- E) $F_{ij} = \frac{D^2}{D^2 + 4L^2}$

34. Dada a equação da energia da camada limite laminar, considere as seguintes afirmações:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\mu}{\rho c_p} \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2$$

I - O termo do trabalho viscoso é de importância tanto em altas como baixas velocidades;

II - O lado direito da equação representa a soma do calor líquido conduzido para fora do volume de controle e o trabalho viscoso líquido efetuado sobre o elemento;

III - Para um fluido incompressível em baixas velocidades, podemos considerar:

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}$$

IV - O lado esquerdo da equação representa o transporte líquido de energia para fora do volume de controle;

V - A camada limite térmica apresenta uma extensão $\delta(x)$ e é caracterizada por gradientes de temperatura e pela transferência de massa.

Estão **INCORRETAS** as afirmações:

A) I, IV e V.

B) I, II e V.

C) II e III.

D) III, IV e V.

E) I, II e IV.

35. A equação da condução de calor em regime permanente com geração de energia para a esfera tem a seguinte forma:

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\dot{q}}{k} = 0$$

E a solução geral da equação é:

A) $T(r) = -\frac{\dot{q}}{4k} r^2 + C_1 \ln r + C_2$

B) $T(r) = -\frac{\dot{q}}{6k} r^2 + \frac{C_1}{r} + C_2$

C) $T(r) = -\frac{\dot{q}}{6k} r^2 + C_1 \ln r + C_2$

D) $T(r) = -\frac{\dot{q}}{4k} r^2 + \frac{C_1}{r} + C_2$

E) $T(r) = -\frac{\dot{q}}{6k} r^2 + C_1 r + C_2$

36. Das relações empíricas e práticas para a análise da transferência de calor em convecção forçada em escoamentos internos, uma expressão que se destaca é a de Dittus e Boelter, apresentada abaixo:

$$Nu_D = 0,023 Re^{0,8} Pr^n$$

Considere as seguintes afirmações a respeito desta equação:

I - O expoente “n” depende da diferença de temperatura entre a superfície e o fluido;

II - É válida para tubos lisos;

III - As propriedades físicas do fluido devem ser estimadas tendo como referência a temperatura da superfície;

IV - Adequada para escoamentos caracterizados por grandes variações das propriedades físicas do fluido;

V - Trata-se de uma relação apropriada para o escoamento turbulento plenamente desenvolvido.

Quais afirmações estão **CORRETAS**?

A) III, IV e V.

B) I, II e V.

C) II, III e IV.

D) II, IV e V.

E) II e V.

37. Em sistemas bidimensionais onde somente dois limites de temperatura estão envolvidos, o problema da condução em regime permanente pode ser solucionado empregando-se um parâmetro definido como fator de forma de condução “S”, que para as dimensões citadas abaixo é calculado do seguinte modo:

$$S_{\text{parede}} = \frac{A}{L} \quad S_{\text{aresta}} = 0,54D \quad S_{\text{vértice}} = 0,15L$$

Onde: A = área de uma parede; L = espessura de uma parede; D = comprimento da aresta.

Um forno cúbico de dimensões internas 1 x 1 x 1m é construído de tijolo refratário ($k = 1 \text{ W}/(\text{m } ^\circ\text{C})$) com paredes de 10 cm de espessura. As temperaturas das paredes interna e externa são 150°C e 50°C . Qual a taxa de calor através das paredes?

- A) 6.660 W.
- B) 666 W.
- C) 3.330 W.
- D) 330 W.
- E) 9.990 W.

38. A respeito da condução de calor em regime transiente, um dos métodos que permite a solução de problemas deste tipo é o da Capacitância Global. Sobre este método, considere as seguintes proposições:

- I - Ele é empregado quando a resistência à condução no interior do sólido é muito maior do que a resistência à convecção através da camada limite;
- II - Admite-se uma distribuição uniforme de temperatura ao longo de todo o corpo sólido;
- III - O adimensional de Biot é calculado como:

$$Bi = \frac{kL_c}{h}, \quad \text{onde } L_c \text{ é uma dimensão característica;}$$

- IV - No método da Capacitância Global são utilizadas as Cartas de Heisler;
- V - O adimensional de Biot fornece uma medida da queda de temperatura no sólido em relação à diferença de temperatura entre a superfície e o fluido.

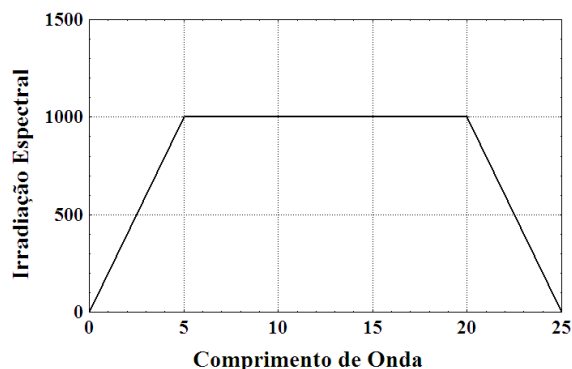
Estão **CORRETAS** as proposições?

- A) I, II e V;
- B) II, III e IV;
- C) IV e V;
- D) II e V;
- E) II e III.

39. Qual das alternativas abaixo expressa corretamente uma característica da convecção natural?

- A) Escoamentos de convecção natural só ocorrem quando limitados por uma superfície;
- B) Os efeitos de convecção natural não dependem do coeficiente de expansão β ;
- C) Na convecção natural, o movimento do fluido é devido às forças de empuxo no seu interior;
- D) Somente a presença de um gradiente de massa específica em um fluido em um campo gravitacional assegura a existência de correntes de convecção natural;
- E) Na camada limite da convecção natural ocorre unicamente escoamento laminar.

40. A distribuição espectral da irradiação sobre uma superfície pode ser representada como segue:



No gráfico, a Irradiação Espectral é dada em ($\text{W}/\text{m}^2 \mu\text{m}$) e o Comprimento de Onda em (μm). Qual é o valor da irradiação total?

- A) 25.000 W/m^2 .
- B) 10.000 W/m^2 .
- C) 5.000 W/m^2 .
- D) 20.000 W/m^2 .
- E) 15.000 W/m^2 .