



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

REITORIA

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES

27 3357-7500

CONCURSO PÚBLICO EDITAL Nº 03 / 2014

Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico

ÍNDICE DE INSCRIÇÃO	322/323
CAMPUS	Cachoeiro de Itapemirim/ Cariacica
ÁREA/SUBÁREA/ESPECIALIDADE	Engenharia Mecânica

PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS | DISCURSIVA MATRIZ DE CORREÇÃO

QUESTÃO 01

01.

a)

Lei zero da termodinâmica: Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, eles estão em equilíbrio térmico entre si.

Primeira lei da termodinâmica para um ciclo: O balanço de energia para um sistema sujeito a um ciclo qualquer indica que como os processos de um ciclo levam o estado final ao inicial, então, não há variação de energia total do sistema e consequentemente todo calor é convertido em trabalho e vice-versa.

Equação 2.40 apresentada na página 55 do livro Princípios da termodinâmica para engenharia, 6ª edição dos autores Michael J Moran e Howard N Shapiro editado pela LTC Editora em 2009.

Primeira lei para processos: A variação da energia total contida em um sistema é igual a quantidade líquida de energia transferida na forma de calor para o sistema através da fronteira do sistema ao longo de todos os processos somada a quantidade líquida de trabalho realizada pelo sistema ao longo dos processos.

Equação 2.37 apresentada na página 45 do livro Princípios da termodinâmica para engenharia, 6ª edição dos autores Michael J Moran e Howard N Shapiro editado pela LTC Editora em 2009.

Segunda lei da termodinâmica: Existem três enunciados distintos. (i) enunciado de Clausius: É impossível para qualquer sistema operar de tal maneira que o único resultado seja a transferência de energia sob a forma de calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente. (ii) enunciado de Kelvin-Planck: É impossível para qualquer sistema operar em um ciclo termodinâmico e fornecer uma quantidade líquida de trabalho para sua vizinhança enquanto recebe energia por transferência de calor de um único reservatório térmico. (iii) enunciado da entropia: É impossível para qualquer sistema operar de forma que a entropia seja destruída.

Kelvin-Planck: Equação 5.1 apresentada na página 185 do livro Princípios da termodinâmica para engenharia, 6ª edição dos autores Michael J Moran e Howard N Shapiro editado pela LTC Editora em 2009.

Desigualdade de Clausius: Equação 5.12 apresentada na página 204 do livro Princípios da termodinâmica para engenharia, 6ª edição dos autores Michael J Moran e Howard N Shapiro editado pela LTC Editora em 2009.

Entropia: Equação 6.24 apresentada na página 229 do livro Princípios da termodinâmica para engenharia, 6ª edição dos autores Michael J Moran e Howard N Shapiro editado pela LTC Editora em 2009.

b)

A entalpia específica representa a entalpia por unidade de massa. A entalpia é definida como a soma da energia interna e o produto da pressão pelo volume. Para uma substância modelada como incompressível, o calor específico a volume constante é igual ao calor específico a pressão constante, logo se o calor específico C for constante e o processo isobárico, então, a variação da entalpia específica é igual a variação da energia interna específica e dependem somente da temperatura nos estados inicial e final do processo.

QUESTÃO 02

02.

a)

Conservação de massa: A massa de um sistema (ou sistema fechado) não varia e é identificada. Massa [kg]

Equação 4.1a apresentada na página 64 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

Conservação de quantidade de movimento: A variação da quantidade de movimento linear é igual ao somatório das forças que atuam nas fronteiras do sistema. Quantidade de movimento [kg m /s]

Equação 4.2a apresentada na página 64 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

Conservação de energia (primeira lei da termodinâmica): A variação da energia total do sistema é igual a taxa de transferência de calor adicionada ou retirada do sistema e a taxa de trabalho realizado pelo ou sobre o sistema. Energia total [W]

Equação 4.4a apresentada na página 65 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

b)

O teorema de transporte de Reynolds permite relacionar a taxa de variação de uma propriedade extensiva N para um sistema com variações temporais dessas propriedades associadas ao volume de controle (VC).

Taxa de variação total de qualquer propriedade extensiva arbitrária do sistema é igual à soma da taxa de variação com o tempo da propriedade extensiva arbitrária dentro do VC e da taxa líquida de fluxo da propriedade extensiva através da SC.

c)

A soma da taxa de variação da massa no VC [kg/s] e da taxa de fluxo de massa através da superfície de controle [kg/s] é igual a zero.

Equação 4.13 apresentada na página 68 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

O somatório das forças que atuam na superfície de controle (SC) sobre o VC [N] é igual a soma da taxa de variação da quantidade de movimento no interior do VC [kg m /s² ≡N] e da taxa de fluxo de quantidade de movimento através da SC [kg m /s² ≡N]

Equação 4.18 apresentada na página 73 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

A taxa de transferência de energia na forma de calor [W] somada a taxa de trabalho realizado pelo VC sobre o meio a sua volta (exceto trabalho devido a pressão) [W] é igual a taxa de variação da energia total no interior do VC [(1/s) (J/kg) (kg/m³) m³ ≡W], somada a taxa de trabalho devido a pressão [W] e a taxa de fluxo da energia total através da SC [(J/kg) (kg/m³) (m/s) m² ≡W].

Equação 4.57 apresentada na página 102 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

d)

A equação de Bernoulli representa a conservação de energia por unidade de massa [J/kg] ao longo de uma linha de corrente.

Equação 6.16 apresentada na página 166 do livro Introdução à mecânica dos fluidos, 5ª edição dos autores Robert W Fox e Alan T McDonald editado pela LTC Editora em 2001.

Hipóteses:

- 1- Ausência de forças de cisalhamento;
- 2- Ausência de forças que geram trabalho de eixo (ou mecânico) e outros;
- 3- Escoamento em regime permanente;
- 4- Escoamento e propriedades uniformes em cada seção;
- 5- Escoamento incompressível;
- 6- $(u_2 - u_1 - \delta Q / dm) = 0$ (ou ainda para escoamento incompressível e sem atrito, mesmo que $\delta Q \neq 0$)

e)

O teorema da divergência de Green permite transformar integrais de área em integrais de volume e a consequente obtenção das equações de conservação a partir da sua forma integral.

Conservação de massa: a soma da taxa de variação da massa por unidade de volume no interior do VC diferencial [$\text{kg} / \text{m}^3 \text{ s}$] e da taxa de fluxo de massa líquido por unidade de volume através da superfície de controle do VC diferencial [$\text{kg} / \text{m}^3 \text{ s}$] é igual a zero.

Conservação de quantidade de movimento: taxa de variação da quantidade de movimento na direção i por unidade de volume do VC diferencial somada a taxa de fluxo de quantidade de movimento na direção i através da SC do VC diferencial por unidade de volume é igual ao somatório das forças na direção i devido a pressão, as tensões de cisalhamento e empuxo térmico por unidade de volume no VC diferencial.

Conservação de energia: a taxa de variação de energia por unidade de volume (ρe) (W / m^3), é igual a soma dos fluxos de calor e trabalho que cruzam a superfície e dos fontes e sumidouros de energia por unidade de volume (W / m^3). Ou a taxa de variação total da entalpia específica de um sistema é igual ao fluxo de calor por condução que cruza a fronteira do sistema somado ao trabalho de compressão, a função dissipação e as fontes volumétricas (W / m^3) de calor.

f)

Ambas as equações são equações de conservação na forma diferencial da propriedade de interesse por unidade de volume. O termo do lado esquerdo de ambas as equações representa a derivada total ou material da propriedade de interesse, enquanto os termos do lado direito da equação representam o transporte da propriedade por difusão e as fontes ou sumidouros.

g)

Para a equação de conservação de quantidade de movimento, por exemplo:

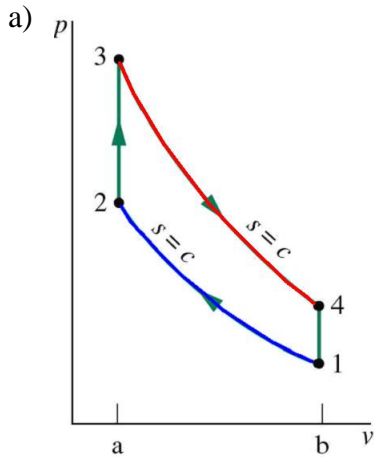
- i) Condição de não deslizamento em superfícies sólidas ($u_i = 0$);

ii) Condição de tensão de cisalhamento nula na superfície livre de um líquido ($\mu \frac{du}{dy} = 0$).

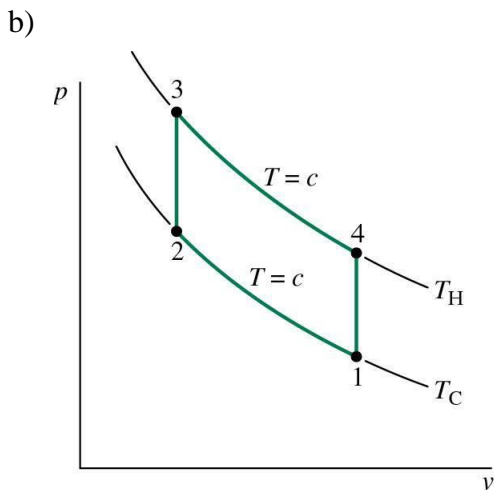
Para a equação de conservação de energia, por exemplo:

- i) Fluxo de calor conhecido na superfície ($q=q_0$);
- ii) Temperatura conhecida na superfície ($T=T_0$).

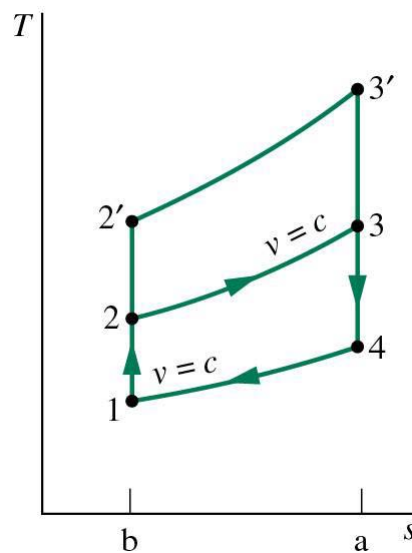
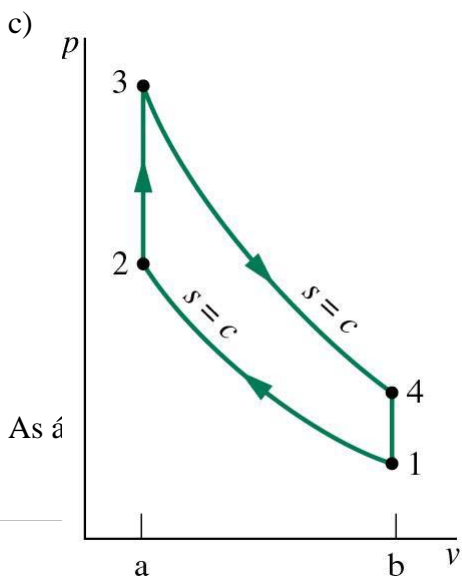
QUESTÃO 03



- 1-2: Compressão adiabática reversível (isoentrópico);
- 2-3: Fornecimento de calor a volume constante;
- 3-4: Expansão adiabática reversível (isoentrópico);
- 4-1: Perda de calor a volume constante.



- 1-2: Compressão isotérmica à T_c ;
- 2-3: Aquecimento a volume constante;
- 3-4: Expansão isotérmica à T_h ;
- 4-1: Resfriamento a volume constante.

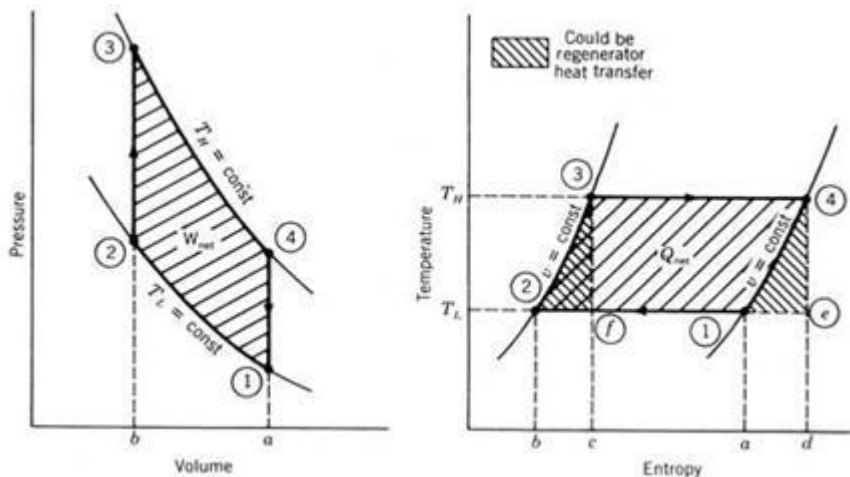


Área ba21b representa o trabalho fornecido para o sistema
 Área 12341 representa o trabalho líquido obtido

As áreas do diagrama Ts correspondem:

Área 12341 representa o calor líquido absorvido
 Área ab14a representa o calor rejeitado

d)



As áreas do diagrama Pv correspondem:

Área ab21a representa o trabalho fornecido para o sistema
 Área 12341 representa o trabalho líquido obtido

As áreas do diagrama Ts correspondem:

Área 12341 representa o calor líquido absorvido

Calor rejeitado na compressão isotérmica: ab21a

Calor fornecido no aquecimento a volume constante: cb23c

Calor rejeitado no resfriamento a volume constante: 14da1

Calor fornecido na expansão isotérmica: 34dc3

Como as áreas cb23c e 14da1 são muito próximas, podemos fazer a seguinte correspondência:

Área ba21a representa o calor rejeitado

e) Rendimento térmico

Ciclo Otto:

$$N = (Q_h - Q_l) / Q_h = 1 - (q_l / Q_h) = 1 - (T_1 / T_2) = 1 - T_a / T_3$$

Ciclo Stirling

$$N = (T_h - T_c) / T_h = 1 - (T_c / T_h)$$

$$T_h = T_1 = T_4$$

$$T_c = T_2 = T_3$$

QUESTÃO 04

a) Para efeito da NR-13, as caldeiras são classificadas em categorias:

A - pressão de operação igual ou superior a 1960 kPa (19,98 kgf/cm²)

B - todas as outras não enquadradas nas categorias anteriores.

C - pressão de operação igual ou inferior a 588 kgf/cm² (5,99 kgf/cm²) e volume igual ou inferior a 100 litros.

Classificação quanto a montagem:

- caldeiras compactas;
- caldeiras montadas parcialmente no local;
- caldeiras montadas totalmente no local.

b1) Quanto ao Fluido que Passa Pelos Tubos:

- Caldeiras Flamotubulares
- Caldeiras Aquotubulares

b2) Quanto à Fonte de Calor:

- Caldeiras Elétricas
- Caldeiras com Câmaras de Combustão
- Caldeiras de Recuperação
- Caldeiras de Fluido Térmico

b3) Quanto à Movimentação da Água nos Tubos:

- Caldeiras de Circulação Natural
- Caldeiras de Circulação Forçada

b4) Quanto à Pressão da Câmara de Combustão:

- Caldeiras de Pressão Positiva
- Caldeiras de Pressão Negativa

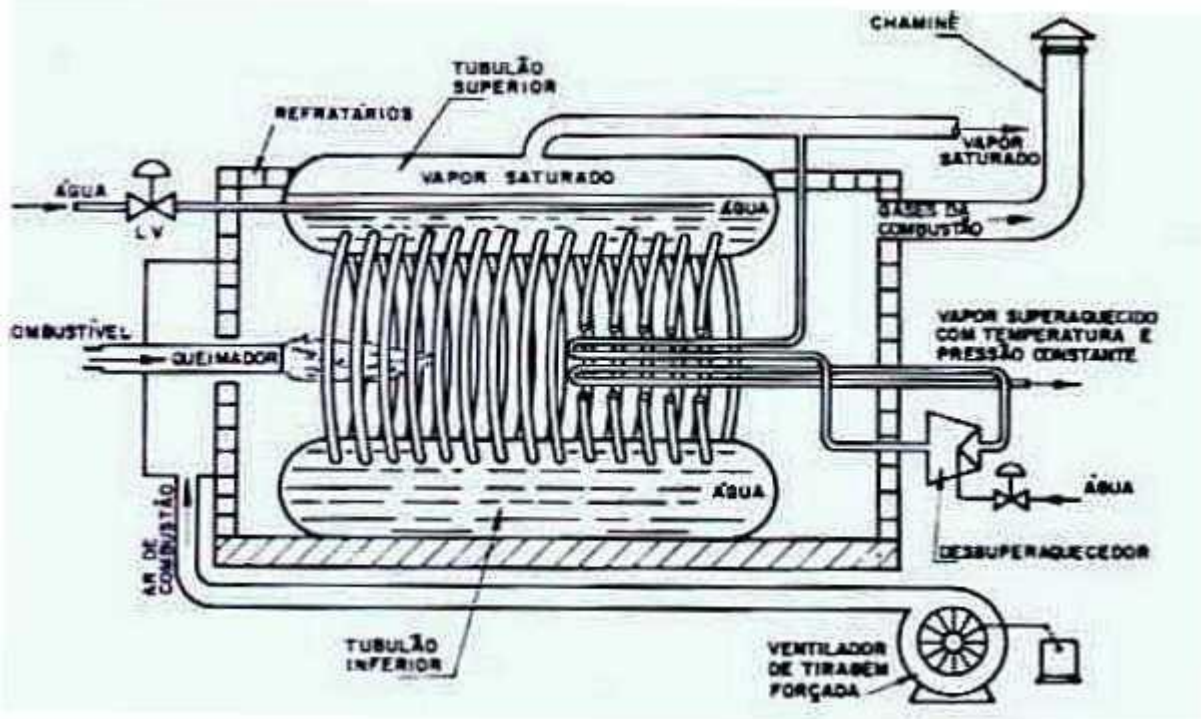
b5) Quanto ao Tipo de Combustível

- Caldeiras a Combustíveis Líquidos
- Caldeiras a Combustível Sólido
- Caldeiras a gás

c) Caldeiras Aquotubulares

Nas caldeiras aquotubulares a água a ser vaporizada circula no interior dos tubos de troca térmica, enquanto o calor proveniente da queima do combustível circula na parte externa. As caldeiras de grande porte que operam em altas e médias pressões são todas aquotubulares. Existem centenas de projetos diferentes para as caldeiras deste tipo, adequando-as ao uso a que se destinam.

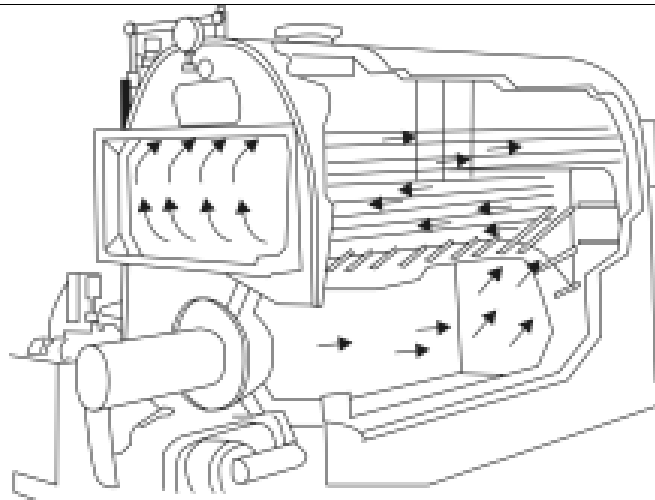
Estas caldeiras caracterizam-se pela combustão em uma câmara denominada fornalha, enquanto a água a ser vaporizada circula no interior de tubos que cobrem as paredes da fornalha. Nos modernos projetos industriais, são usados, quase completamente, caldeiras tipo tubo de água, dando ensejo, a que se produzam grandes quantidades de vapor e elevadas pressões e temperaturas. A produção de vapor, nestes tipos de caldeiras atinge até 750 toneladas vapor/hora com pressões que já ultrapassa m 200 kg/cm².



Esquema de Caldeira Aquotubular

d) Caldeiras Flamotubulares

Estas caldeiras caracterizam-se pela passagem dos gases quentes por dentro de tubos, geralmente em três passes antes de saírem para a chaminé. Todo este conjunto de tubos, por onde passam os gases está imerso na água a ser vaporizada. São empregadas para baixas pressões (até 10 kg/cm²), baixas capacidades (até 15 t/h) e onde possa ser utilizado vapor saturado (título normal 80/90%). São os equipamentos mais baratos, compactos e que requerem menos cuidados de operação e manutenção.

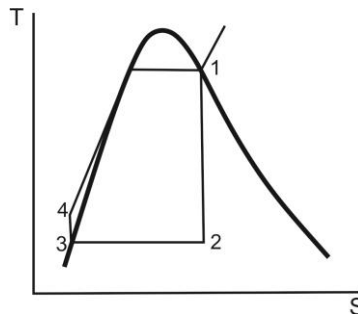


Caldeira flamotubular de três passes

QUESTÃO 05

De acordo com o enunciado da questão pede-se:

- a) Montar o diagrama T x S: Para o caso mostrado na figura o diagrama pode ser algo como indicado abaixo:



- b) O fluxo mássico de vapor (kg/h): Para o ciclo apresentado a potência líquida de saída é dada pela

equação:

$$\dot{W}_{cycle} = \dot{W}_t - \dot{W}_p = \dot{m} [(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)]$$

Logo o fluxo mássico pode ser escrito como:

$$\dot{m} = \frac{\dot{W}_{cycle}}{(h_1 - h_2) - (h_4 - h_3)}$$

- c) As taxas de transferência de calor (kW) na caldeira e no condensador: O fluido de trabalho ao passar pela caldeira troca calor de acordo com a taxa indicada na equação abaixo:

$$\dot{Q}_{in} = \dot{m} (h_1 - h_4)$$

Consequentemente o calor trocado no condensador é:

$$\dot{Q}_{out} = \dot{m} (h_2 - h_3)$$

- d) A eficiência térmica do ciclo. Finalmente a eficiência do ciclo deve ser expressa diretamente pela

