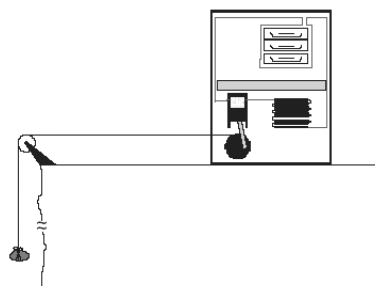


Lista de exercícios 23

1. Um motor térmico realiza 20 ciclos por segundo. A cada segundo, ele retira 800 J da fonte quente e cede 500 J à fonte fria. Calcule:

- a) o rendimento de cada ciclo;
- b) a temperatura da fonte quente, sabendo que a fonte fria está a 27 °C.

2. (UFRN) Professor Jaulito mora à beira de um precipício de 100 m de desnível. Ele resolveu, então, tirar vantagem de tal desnível para tomar água gelada. Para tal, enrolou uma corda na polia do compressor de um pequeno refrigerador, passou-a por uma roldana, amarrou, na outra extremidade da corda, uma pedra de massa 10 kg e jogou-a precipício abaixo, conforme representado na figura.



Com esse experimento, Professor Jaulito consegue resfriar 50 g de água, que estava inicialmente a 25° C, para 5° C.

Suponha-se que

- todo o trabalho realizado pelo peso da pedra na queda é convertido em trabalho no compressor;
- a eficiência do refrigerador é de 40%;
- o calor específico da água é 1 cal/g°C;
- o valor da aceleração da gravidade no local é 10 m/s²;
- todas as forças resistivas são desprezíveis.

Com base no exposto, atenda às solicitações abaixo.

- A) Calcule o trabalho realizado pelo peso da pedra.
- B) Calcule a quantidade de calor cedida pelos 50 g de água durante a queda da pedra.
- C) Calcule o equivalente mecânico do calor que se pode obter a partir dos resultados desse experimento.

3. Defina e explique o ciclo de Carnot.

4. (Mackenzie-SP) A importância do ciclo de Carnot reside no fato de ser:

- a) o ciclo da maioria dos motores térmicos.

b) o ciclo de rendimento igual a 100%.

c) o ciclo que determina o máximo rendimento que um motor térmico pode ter entre duas dadas temperaturas.

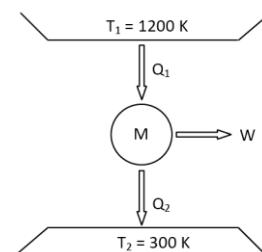
d) o ciclo de rendimento maior que 100%.

5. Calcule o trabalho realizado pelo motor de geladeira que retira 1.000 cal do congelador e joga no ambiente 1.200 cal.

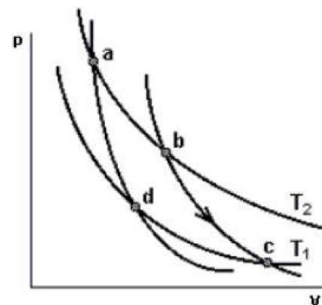
6. Qual é o rendimento máximo de uma máquina térmica que opera entre a temperatura de 27 °C e 227 °C? (Dica: para usar a equação de rendimento, a temperatura deve estar em Kelvin)

7. (UFLA MG/2009) O esquema simplificado abaixo representa um motor térmico. Considere o calor absorvido do reservatório quente $Q_1 = 4 \times 10^4$ joules a cada segundo e o rendimento desse motor igual a 40% do rendimento de um motor de CARNOT, operando entre os mesmos reservatórios T_1 e T_2 . Pode-se afirmar que a potência do referido motor é:

- a) 30 kW
- b) 18 kW
- c) 12 kW
- d) 16 kW



8. (UFC-CE) A figura ao lado mostra um "ciclo de Carnot", representado no diagrama pV. Se no trecho bc, desse ciclo, o sistema fornece 60 J de trabalho ao meio externo, então é verdade que, nesse trecho:



- a) o sistema recebe 60 J de calor e sua energia interna diminui.
- b) o sistema recebe 60 J de calor e sua energia interna não varia.
- c) o sistema rejeita 60 J de calor e sua energia interna não varia.
- d) não há troca de calor e sua energia interna aumenta de 60 J.
- e) não há troca de calor e sua energia interna diminui de 60 J.

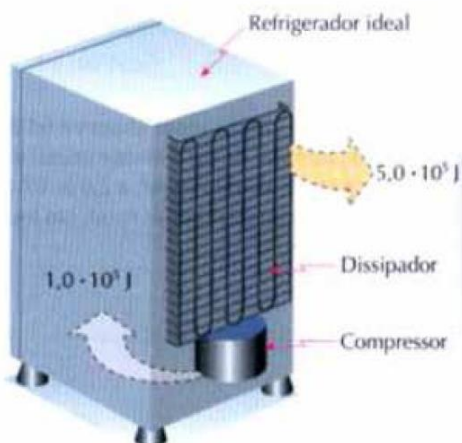
9. (UFRN) As máquinas térmicas transformam a energia interna de um combustível em energia mecânica. De acordo com a 2ª Lei da Termodinâmica, não é possível construir uma máquina térmica que transforme toda a energia interna do combustível em trabalho, isto é, uma máquina de rendimento igual a 1 ou equivalente a 100%.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

O cientista francês Sadi Carnot (1796-1832) provou que o rendimento máximo obtido por uma máquina térmica operando entre as temperaturas T_1 (fonte quente) e T_2 (fonte fria) é dado por Com base nessas informações, é correto afirmar que o rendimento da máquina térmica **não** pode ser igual a 1 porque, para isso, ela deveria operar

- A) entre duas fontes à mesma temperatura, $T_1=T_2$, no zero absoluto.
- B) entre uma fonte quente a uma temperatura, T_1 , e uma fonte fria à temperatura $T_2 = 0^\circ\text{C}$.
- C) entre duas fontes à mesma temperatura, $T_1=T_2$, diferente do zero absoluto.
- D) entre uma fonte quente a uma temperatura, T_1 , e uma fonte fria à temperatura $T_2 = 0\text{ K}$.

10. Em um refrigerador ideal, o dissipador de calor (serpentina traseira) transferiu $5,0 \cdot 10^5\text{ J}$ de energia térmica para o meio ambiente, enquanto o compressor produziu $1,0 \cdot 10^5\text{ J}$ de trabalho sobre o fluido refrigerante.



Calcule:

- a) a quantidade de calor retirada da câmara interna;
- b) a temperatura da câmara interna, supondo que a temperatura ambiente fosse 30°C .
- c) a eficiência do refrigerador.

11. (UFRN) Num dia quente de verão, sem vento, com a temperatura ambiente na marca dos 38°C , Seu Onório teria de permanecer bastante tempo na cozinha de sua casa. Para não sentir tanto calor, resolveu deixar a porta do refrigerador aberta, no intuito de esfriar a cozinha. A temperatura no interior da geladeira é de aproximadamente 0°C .

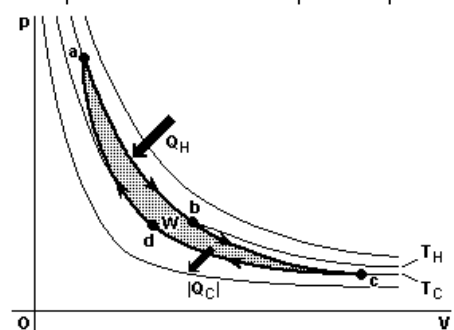
A análise dessa situação permite dizer que o objetivo de Seu Onório

- A) será alcançado, pois o refrigerador vai fazer o mesmo papel de um condicionador de ar, diminuindo a temperatura da cozinha.
- B) não será atingido, pois o refrigerador vai transferir calor da cozinha para a própria cozinha, e isso não constitui um processo de refrigeração.
- C) será alcançado, pois, atingido o equilíbrio térmico, a cozinha terá sua temperatura reduzida para 19°C .
- D) não será atingido, pois, com a porta do refrigerador aberta, tanto a cozinha como o próprio refrigerador terão suas temperaturas elevadas, ao receberem calor de Seu Onório.

12. (Uel 2005) Uma das grandes contribuições para a ciência do século XIX foi a introdução, por Sadi Carnot, em 1824, de uma lei para o rendimento das máquinas térmicas, que veio a se transformar na lei que conhecemos hoje como Segunda Lei da Termodinâmica. Na sua versão original, a afirmação de Carnot era: todas as máquinas térmicas reversíveis ideais, operando entre duas temperaturas, uma maior e outra menor, têm a mesma eficiência, e nenhuma máquina operando entre essas temperaturas pode ter eficiência maior do que uma máquina térmica reversível ideal. Com base no texto e nos conhecimentos sobre o tema, é correto afirmar:

- a) A afirmação, como formulada originalmente, vale somente para máquinas a vapor, que eram as únicas que existiam na época de Carnot.
- b) A afirmação de Carnot introduziu a idéia de Ciclo de Carnot, que é o ciclo em que operam, ainda hoje, nossas máquinas térmicas.
- c) A afirmação de Carnot sobre máquinas térmicas pode ser encarada como uma outra maneira de dizer que há limites para a possibilidade de aprimoramento técnico, sendo impossível obter uma máquina com rendimento maior do que a de uma máquina térmica ideal.
- d) A afirmação de Carnot introduziu a idéia de Ciclo de Carnot, que veio a ser o ciclo em que operam, ainda hoje, nossos motores elétricos.
- e) Carnot viveu em uma época em que o progresso técnico era muito lento, e sua afirmação é hoje desprovida de sentido, pois o progresso técnico é ilimitado.

13. (Ueg 2006) A figura a seguir mostra um ciclo de Carnot, usando como substância-trabalho um gás ideal dentro de um cilindro com um pistão. Ele consiste de quatro etapas.



De acordo com a figura, é INCORRETO afirmar:

- a) De a para b, o gás expande-se isotermicamente na temperatura TH, absorvendo calor QH.
- b) De b para c, o gás expande-se adiabaticamente até que sua temperatura cai para Tc.
- c) De d para a, o gás é comprimido isovolumetricamente até que sua temperatura cai para Tc.
- d) De c para d, o gás é comprimido isotermicamente.

14. (UFRGS/2007) A cada ciclo, uma máquina térmica extrai 45 kJ de calor da sua fonte quente e descarrega 36 kJ de calor na sua fonte fria. O rendimento máximo que essa máquina pode ter é de

- a) 20%
- b) 25%
- c) 75%
- d) 80%
- e) 100%

15. (UFSM/2007) Um condicionador de ar, funcionando no verão, durante certo intervalo de tempo, consome 1.600 cal de energia elétrica, retira certa quantidade de energia do ambiente que está sendo climatizado e rejeita 2.400 cal para o exterior. A eficiência desse condicionador de ar é

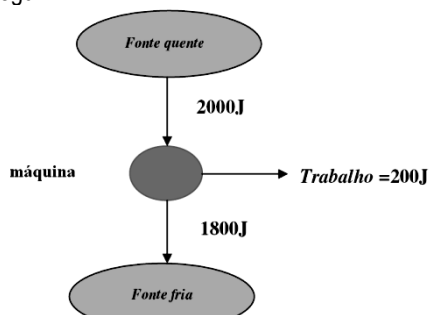
- a) 0,33
- b) 0,50
- c) 0,63
- d) 1,50
- e) 2,00

16. (UNIFOR CE/2007) Uma máquina térmica opera segundo o ciclo de Carnot entre duas fontes térmicas cujas temperaturas são $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $227\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se, em cada ciclo, a máquina rejeita para a fonte fria 24 calorias, o trabalho que ela realiza, por ciclo, em calorias, vale

- a) 48
- b) 36
- c) 24
- d) 12
- e) 6,0

17. (UFPI/2006) Um motor de combustão foi projetado de tal forma que é capaz de realizar, em alguns ciclos, um trabalho de 200J, retirando 2000J de calor de uma fonte quente e transferindo 1800J para uma fonte fria, conforme o diagrama apresentado a seguir.



As temperaturas das fontes fria e quente valem 300K e 600K, respectivamente. Calculando a eficiência desse motor e comparando-a com a eficiência de uma máquina de Carnot, que

opera entre essas mesmas duas fontes térmicas, podemos afirmar que a eficiência dessa máquina é de:

- a) 90% e é fisicamente impossível, pois se encontra acima da eficiência de uma máquina de Carnot;
- b) 90% e está abaixo da eficiência de uma máquina de Carnot;
- c) 20% e é fisicamente impossível, pois se encontra acima da eficiência de uma máquina de Carnot;
- d) 20% e está abaixo da eficiência de uma máquina de Carnot;
- e) 10% e está abaixo da eficiência de uma máquina de Carnot.

18. (UFAM/2006) Um Físico, buscando economizar combustível construiu uma máquina térmica que em cada ciclo absorve 5000 Joules da fonte quente a uma temperatura de 600 K e, rejeita 3000 Joules para a fonte fria. Sabendo que a máquina térmica tem um desempenho de 80% da máquina de Carnot, a temperatura da fonte fria vale:

- a) 120 K
- b) 300 K
- c) 480 K
- d) 200 K
- e) 400 K

19. (FURG RS/2006) O funcionamento dos refrigeradores se baseia no seguinte fato:

- a) A densidade do gelo é menor do que a da água líquida.
- b) A compressão de vapor liberta calor.
- c) Ar quente é mais rarefeito que o ar frio sob a mesma pressão.
- d) O calor de fusão do gelo é 80 cal/g.
- e) A vaporização exige calor.

20. Enuncie a segunda Lei da Termodinâmica

21. (UFV) Um folheto explicativo sobre uma máquina térmica afirma que ela, ao receber 1000 cal de uma fonte quente, realiza 4186 J de trabalho. Sabendo que 1 cal equivale a 4,186 J e com base nos dados fornecidos, pode-se afirmar que esta máquina:

- a) viola a 1a. Lei da termodinâmica.
- b) possui um rendimento nulo.
- c) viola a 2ª Lei da termodinâmica.
- d) possui um rendimento de 10%.
- e) funciona de acordo com o ciclo de Carnot.

22. (UFPR/2008) Os estudos científicos desenvolvidos pelo engenheiro francês Nicolas Sadi Carnot (1796–1832) na tentativa de melhorar o rendimento de máquinas térmicas serviram de base para a formulação da segunda lei da termodinâmica. Acerca do tema, considere as seguintes afirmativas:

1. O rendimento de uma máquina térmica é a razão entre o trabalho realizado pela máquina num ciclo e o calor retirado do reservatório quente nesse ciclo.
2. Os refrigeradores são máquinas térmicas que transferem calor de um sistema de menor temperatura para outro a uma temperatura mais elevada.
3. É possível construir uma máquina, que opera em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e transformá-lo integralmente em trabalho.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- b) Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- c) Somente a afirmativa 2 é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.

23. (UNIMONTES MG/2005) Uma máquina frigorífica ideal, que utiliza o ciclo de Carnot, possui um compressor que realiza, em cada ciclo, trabalho igual a $3,7 \times 10^4$ J. Em seu funcionamento, a máquina toma calor de uma fonte térmica a -10°C e cede calor a outra fonte térmica a 17°C .

$$e = \frac{\text{calor retirado da fonte fria}}{\text{trabalho realizado pelo compressor}}$$

Dado:

- a) Qual a eficiência e da máquina, em cada ciclo?
- b) Qual a quantidade de calor que se toma da fonte fria, a cada ciclo?
- c) Qual a quantidade de calor cedido à fonte quente, a cada ciclo?

24. Defina entropia.

25. (UFV-MG) De acordo com a segunda lei da Termodinâmica, a entropia do Universo:

- a) não pode ser criada nem destruída.
- b) acabará transformada em energia.
- c) tende a aumentar com o tempo.
- d) tende a diminuir com o tempo.

26. (UFRN-05) Observe atentamente o processo físico representado na seqüência de figuras a seguir.

Considere, para efeito de análise, que a casinha e a bomba constituem um sistema físico fechado.

Note que tal processo é iniciado na figura 1 e é concluído na figura 3.

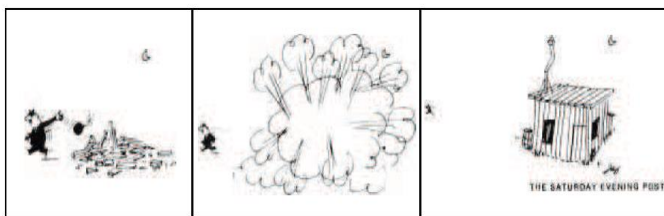


figura 1

figura 2

figura 3

Pode-se afirmar que, no final dessa seqüência, a ordem do sistema é

- a) maior que no início e, portanto, durante o processo representado, a entropia do sistema diminui.
- b) maior que no início e, portanto, durante o processo representado, a entropia do sistema aumentou.
- c) menor que no início e, portanto, o processo representado é reversível.
- d) menor que no início e, portanto, o processo representado é irreversível

27. (UFBA) De acordo com a Teoria da Termodinâmica, é correto afirmar:

- a) O calor só pode fluir de um corpo a outro de menor temperatura.
- b) O Princípio da Conservação da Energia é válido para qualquer sistema físico isolado.
- c) Uma máquina térmica transforma integralmente calor em trabalho.
- d) A variação da entropia corresponde à variação da energia útil do sistema.
- e) Todos os processos naturais irreversíveis acarretam aumento na indisponibilidade de energia.

28. (UFRN) O refrigerador é um dos utensílios eletrodomésticos mais presentes na vida moderna.

Desde sua invenção, hábitos de consumo vêm se modificando, em grande parte, devido a sua capacidade de armazenar alimentos por longos períodos. Sendo uma máquina térmica, um refrigerador opera em ciclos.

Na figura abaixo, está ilustrado, num diagrama T-S, o ciclo (dcbad) realizado por um refrigerador de Carnot. Imagine um refrigerador operando nesse ciclo, com temperatura interna $T_2 = -3^\circ\text{C}$ (270K) num ambiente à temperatura $T_1 = 27^\circ\text{C}$ (300K).

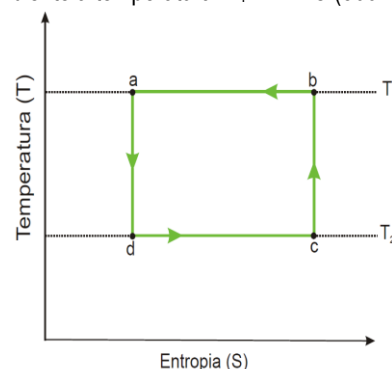


Diagrama T-S para um refrigerador de Carnot operando entre as temperaturas T_1 e T_2 .

Admita que, em cada ciclo, uma quantidade de energia (calor) $Q_2 = 270$ J é retirada do interior desse refrigerador.

Para esse ciclo, considere:

- a variação de entropia (ΔS) dada por $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$, sendo ΔQ a energia (calor) e T a temperatura;
- o coeficiente de performance (e) é dado por $e = \frac{|Q_2|}{|W|}$, sendo W o trabalho fornecido para que o refrigerador funcione.

Com base no exposto, atenda às solicitações abaixo.

- A) Determine a variação de entropia em um ciclo.
- B) Calcule a quantidade de energia (calor) Q_1 liberada para o ambiente em cada ciclo.
- C) Obtenha o coeficiente de performance (e) desse refrigerador.

29. (Unicamp 2001) Com a instalação do gasoduto Brasil-Bolívia, a quota de participação do gás natural na geração de

energia elétrica no Brasil será significativamente ampliada. Ao se queimar 1,0kg de gás natural obtém-se $5,0 \times 10^7 \text{J}$ de calor, parte do qual pode ser convertido em trabalho em uma usina termoeletrica. Considere uma usina queimando 7200 quilogramas de gás natural por hora, a uma temperatura de 1227°C . O calor não aproveitado na produção de trabalho é cedido para um rio de vazão 5000 l/s, cujas águas estão inicialmente a 27°C . A maior eficiência teórica da conversão de calor em trabalho é dada por

$$\eta = 1 - (T_{\min}/T_{\max}),$$

sendo T_{\min} e T_{\max} as temperaturas absolutas das fontes quente e fria respectivamente, ambas expressas em Kelvin. Considere o calor específico da água

$$c = 4000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}.$$

- a) Determine a potência gerada por uma usina cuja eficiência é metade da máxima teórica.
 b) Determine o aumento de temperatura da água do rio ao passar pela usina.

30. Tem-se um volume V_1 de um gás monoatômico ideal, originalmente a uma temperatura de T_1 e com pressão P_1 , que denominamos de estado 1. Submete-se esse volume de gás a três processos descritos abaixo, todos de forma reversível.

- $1 \rightarrow 2$ – expansão isotérmica para $V_2 = 4V_1$.
- $2 \rightarrow 3$ – compressão isobárica.
- $3 \rightarrow 1$ – compressão adiabática de volta para seu estado inicial.

Com relação à variação da entropia (Δs) em cada transformação citada acima (isotérmica, isobárica e adiabática), a opção correta é

- A) $\Delta S_{\text{isotérmica}} = 0$; $\Delta S_{\text{isobárica}} < 0$; $\Delta S_{\text{adiabática}} > 0$.
 B) $\Delta S_{\text{isotérmica}} > 0$; $\Delta S_{\text{isobárica}} < 0$; $\Delta S_{\text{adiabática}} = 0$.
 C) $\Delta S_{\text{isotérmica}} > 0$; $\Delta S_{\text{isobárica}} > 0$; $\Delta S_{\text{adiabática}} > 0$.
 D) $\Delta S_{\text{isotérmica}} = 0$; $\Delta S_{\text{isobárica}} > 0$; $\Delta S_{\text{adiabática}} = 0$.

31. (UFV MG/2010) Com relação à variação de entropia ΔS de um sistema isolado, é CORRETO afirmar que:

- a) se o processo for irreversível, então, $\Delta S = 0$.
 b) se o processo for reversível, então, $\Delta S = 0$.
 c) se o processo for reversível, então, $\Delta S > 0$.
 d) se o processo for irreversível, então, $\Delta S < 0$.

32. (UESPI/2008) Com respeito à segunda lei da Termodinâmica, assinale a alternativa incorreta.

- a) A entropia de um sistema fechado que sofre um processo irreversível sempre aumenta.
 b) A entropia de um sistema fechado que sofre um processo reversível nunca diminui.
 c) A entropia de um sistema fechado que sofre um processo cíclico pode se manter constante ou aumentar, mas nunca diminuir.
 d) A entropia de um sistema aberto que sofre um processo reversível pode diminuir.

- e) A entropia de um sistema aberto que sofre um processo cíclico nunca diminui.

33. (UFOP MG/2008) Com relação à entropia e à segunda lei da termodinâmica, é incorreto afirmar:

- a) Ciclo termodinâmico é um processo em que uma máquina térmica ou um sistema termodinâmico volta a seu estado inicial.
 b) Não existe máquina térmica que transforme todo calor de uma fonte em trabalho.
 c) A diluição de uma gota de tinta em um copo de água é um exemplo de processo reversível.
 d) Em todo processo isolado irreversível, a entropia total do sistema sempre aumenta.

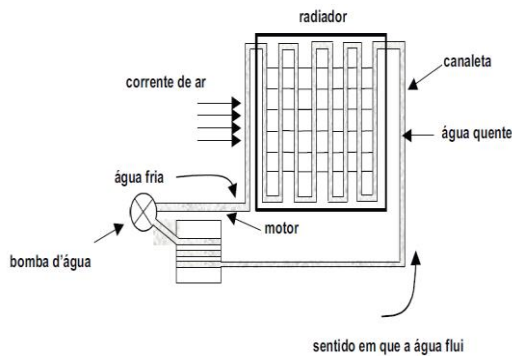
34. (IME RJ/2007) Considere uma máquina térmica operando em um ciclo termodinâmico. Esta máquina recebe 300J de uma fonte quente cuja temperatura é de 400K e produz um trabalho de 150J. Ao mesmo tempo, rejeita 150J para uma fonte fria que se encontra a 300K. A análise termodinâmica da máquina térmica descrita revela que o ciclo proposto é um(a):

- a) máquina frigorífica na qual tanto a Primeira Lei quanto a Segunda Lei da termodinâmica são violadas.
 b) máquina frigorífica na qual a Primeira Lei é atendida, mas a Segunda Lei é violada.
 c) motor térmico no qual tanto a Primeira Lei quanto a Segunda Lei da termodinâmica são atendidas.
 d) motor térmico no qual a Primeira Lei é violada, mas a Segunda Lei é atendida.
 e) motor térmico no qual a Primeira Lei é atendida, mas a Segunda Lei é violada.

35. (UEM PR/2006) Com base na Segunda Lei da Termodinâmica e na máquina de Carnot, assinale a alternativa correta.

- a) Uma máquina térmica bem projetada pode chegar a uma eficiência de 100%.
 b) O calor flui naturalmente da fonte fria para a fonte quente.
 c) É possível construir uma máquina térmica que converta totalmente o calor em trabalho.
 d) Quanto maior a diferença entre a temperatura da fonte fria e a temperatura da fonte quente mais eficiente é uma máquina térmica.
 e) Um refrigerador é um exemplo da máquina de Carnot, quando o ciclo segue primeiro o processo isotérmico, depois o processo adiabático e assim por diante até completar o ciclo.

36. (UFRN) No radiador de um carro, a água fica dentro de tubos de metal (canaletas), como na figura abaixo.

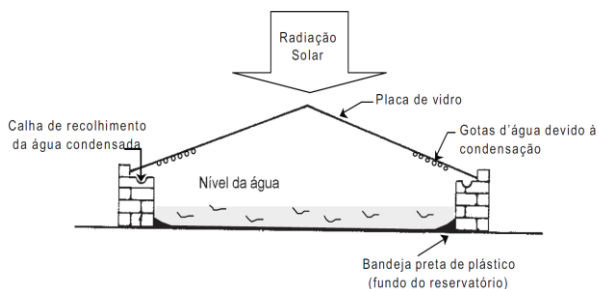


Com a ajuda de uma bomba d'água, a água fria do radiador vai para dentro do bloco do motor, circulando ao redor dos cilindros. Na circulação, a água recebe calor da combustão do motor, sofre aumento de temperatura e volta para o radiador; é então resfriada, trocando calor com o ar que flui externamente devido ao movimento do carro. Quando o carro está parado ou em marcha lenta, um termostato aciona um tipo de ventilador (ventoinha), evitando o superaquecimento da água.

A situação descrita evidencia que, no processo de combustão, parte da energia não foi transformada em trabalho para o carro se mover. Examinando-se as trocas de calor efetuadas, pode-se afirmar:

- A) Considerando o motor uma máquina térmica ideal, quanto maior for o calor trocado, maior será o rendimento do motor.
- B) Considerando o motor uma máquina térmica ideal, quanto menor for o calor trocado, menor será o rendimento do motor.
- C) Ocorre um aumento da entropia do ar nessas trocas de calor.
- D) Ocorrem apenas processos reversíveis nessas trocas de calor.

37. (UFRN) A água salobra existente em muitos locais - em algumas cidades no interior do RN, por exemplo - representa um problema para as pessoas, pois sua utilização como água potável só é possível após passar por um processo de dessalinização. Um dispositivo para esse fim (e que utiliza radiação solar) é o destilador solar. Ele é composto basicamente por um reservatório d'água cujo fundo é pintado de preto fosco, por uma cobertura de placas de vidro transparente e por calhas laterais para coletar a água condensada nas placas de vidro, conforme ilustrado na figura abaixo.



Com base no exposto acima, é correto afirmar:

- A) a energia da radiação solar é utilizada para condensação do vapor de água.
- B) o processo de condensação do vapor de água ocorre nas placas de vidro que estão à mesma temperatura do vapor.
- C) a condução térmica não atua no processo de dessalinização da água.
- D) a entropia do vapor de água diminui quando o vapor se condensa nas placas de vidro.

38. Um cubo de gelo de 100 g a 0 °C é colocado numa banheira com água a 37 °C a pressão atmosférica normal. Admitindo que o gelo absorve calor exclusivamente da água e derrete completamente sem alterar a temperatura da água da banheira, determine:

- a) a variação da entropia do gelo durante o processo de fusão;
 - b) a variação da entropia da água nesse mesmo processo;
 - c) a variação total da entropia no processo.
- (Dados: calor latente de fusão do gelo: $L_f = 3,33 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$; temperatura de fusão do gelo: 273 K)