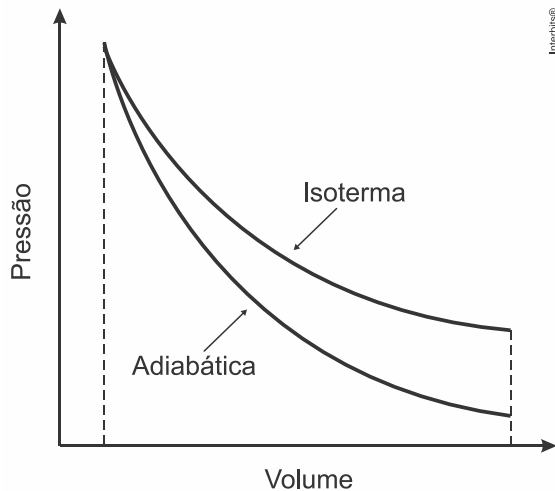


1. (Enem PPL 2020) Tanto a conservação de materiais biológicos como o resfriamento de certos fotodetectores exigem baixas temperaturas que não são facilmente atingidas por refrigeradores. Uma prática comum para atingi-las é o uso de nitrogênio líquido, obtido pela expansão adiabática do gás  $N_2$ , contido em um recipiente acoplado a um êmbolo, que resulta no resfriamento em temperaturas que chegam até seu ponto de liquefação em  $-196\text{ }^\circ\text{C}$ . A figura exibe o esboço de curvas de pressão em função do volume ocupado por uma quantidade de gás para os processos isotérmico e adiabático. As diferenças entre esses processos podem ser identificadas com base na primeira lei da termodinâmica, que associa a variação de energia interna à diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo.



A expansão adiabática viabiliza o resfriamento do  $N_2$  porque

- a entrada de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.
- a saída de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.
- a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente ao fluxo de calor, que diminui a temperatura do sistema.
- a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente à entrada de frio, que diminui a temperatura do sistema.
- o trabalho é associado diretamente à variação de energia interna e não há troca de calor entre o gás e o ambiente.

2. (Enem digital 2020) O leite UHT (do inglês *Ultra-High Temperature*) é o leite tratado termicamente por um processo que recebe o nome de ultrapasteurização. Elevando sua temperatura homogeneamente a  $135\text{ }^\circ\text{C}$  por apenas 1 ou 2 segundos, o leite é esterilizado sem prejudicar significativamente seu sabor e aparência. Desse modo, ele pode ser armazenado, sem a necessidade de refrigeração, por meses. Para alcançar essa temperatura sem que a água que o compõe vaporize, o leite é aquecido em alta pressão. É necessário, entretanto, resfriar o leite rapidamente para evitar o seu cozimento. Para tanto, a pressão é reduzida subitamente, de modo que parte da água vaporize e a temperatura diminua.

O processo termodinâmico que explica essa redução súbita de temperatura é a

- convecção induzida pelo movimento de bolhas de vapor de água.
- emissão de radiação térmica durante a liberação de vapor de água.
- expansão livre do vapor de água liberado pelo leite no resfriamento.
- conversão de energia térmica em energia química pelas moléculas orgânicas.
- transferência de energia térmica durante a vaporização da água presente no leite.

3. (Enem PPL 2020) A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas

altas, aproximadamente a  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a  $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ , cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância.

As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da

- evaporação parcial do óleo.
- diminuição da temperatura do óleo.
- desidratação excessiva das unidades.
- barreira térmica causada pelo empanamento.
- ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

4. (Enem 2020) Mesmo para peixes de aquário, como o peixe arco-íris, a temperatura da água fora da faixa ideal ( $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), bem como sua variação brusca, pode afetar a saúde do animal. Para manter a temperatura da água dentro do aquário na média desejada, utilizam-se dispositivos de aquecimento com termostato. Por exemplo, para um aquário de  $50\text{ L}$ , pode-se utilizar um sistema de aquecimento de  $50\text{ W}$  otimizado para suprir sua taxa de resfriamento. Essa taxa pode ser considerada praticamente constante, já que a temperatura externa ao aquário é mantida pelas estufas. Utilize para a água o calor específico  $4,0\text{ kJ kg}^{-1}\text{K}^{-1}$  e a densidade  $1\text{ kgL}^{-1}$ .

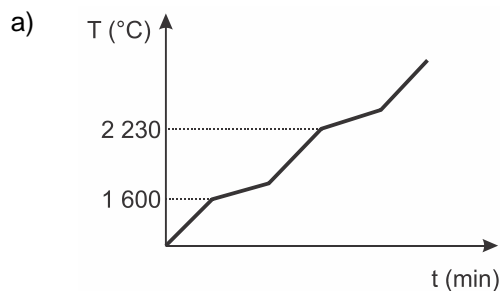
Se o sistema de aquecimento for desligado por  $1\text{ h}$ , qual o valor mais próximo para a redução da temperatura da água do aquário?

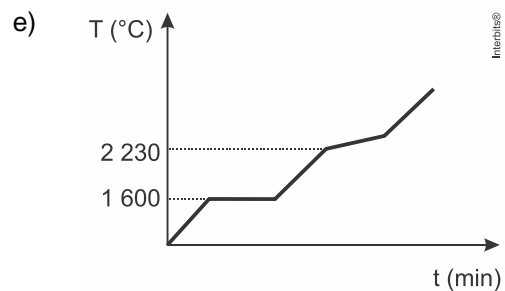
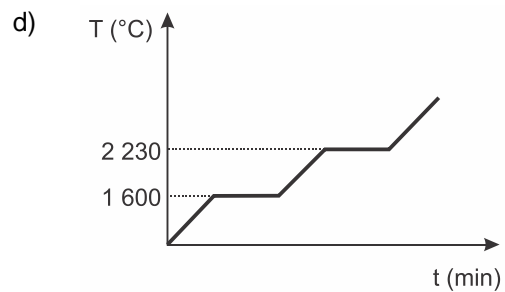
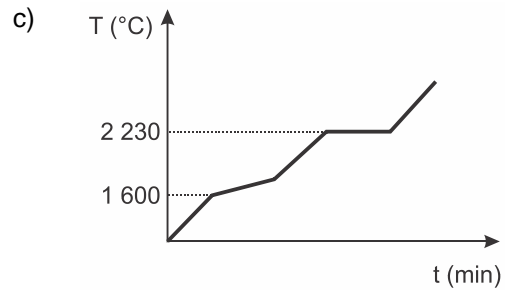
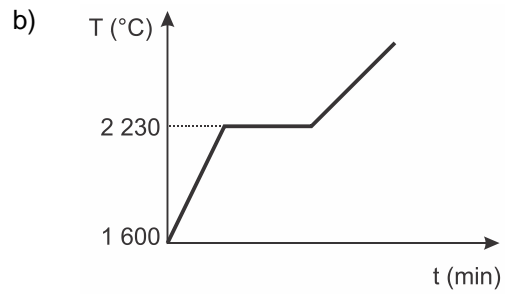
- $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$

5. (Enem digital 2020) Para assegurar a boa qualidade de seu produto, uma indústria de vidro analisou um lote de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), principal componente do vidro. Para isso, submeteu uma amostra desse óxido ao aquecimento até sua completa fusão e ebulição, obtendo ao final um gráfico de temperatura  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) versus tempo  $t$  (min). Após a obtenção do gráfico, o analista concluiu que a amostra encontrava-se pura.

Dados do  $\text{SiO}_2$  :  $T_{\text{fusão}} = 1.600\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{\text{ebulição}} = 2.230\text{ }^{\circ}\text{C}$

Qual foi o gráfico obtido pelo analista?





6. (Enem digital 2020) Um fabricante de termômetros orienta em seu manual de instruções que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro.

De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois é necessário que

- o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
- a temperatura do corpo passe para o termômetro.
- o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
- a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.

e) o calor do termômetro passe para o corpo.

7. (Enem PPL 2020) Em um manual de instruções de uma geladeira, constam as seguintes recomendações:

- Mantenha a porta de seu refrigerador aberta apenas o tempo necessário;
- É importante não obstruir a circulação do ar com a má distribuição dos alimentos nas prateleiras;
- Deixe um espaço de, no mínimo, 5 cm entre a parte traseira do produto (dissipador serpentinado) e a parede.

Com base nos princípios da termodinâmica, as justificativas para essas recomendações são, respectivamente:

- a) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador de calor e o ambiente.
- b) Reduzir a saída de frio do refrigerador para o ambiente, garantir a convecção do ar interno, garantir o isolamento térmico entre a parte interna e a externa.
- c) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.
- d) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a transmissão do frio entre os alimentos na prateleira e permitir a troca de calor entre o dissipador e o ambiente.
- e) Reduzir o fluxo de calor do ambiente para a parte interna do refrigerador, garantir a convecção do ar interno e garantir o isolamento térmico entre as partes interna e externa.

8. (Enem 2020) Os manuais de refrigerador apresentam a recomendação de que o equipamento não deve ser instalado próximo a fontes de calor, como fogão e aquecedores, ou em local onde incida diretamente a luz do sol. A instalação em local inadequado prejudica o funcionamento do refrigerador e aumenta o consumo de energia.

O não atendimento dessa recomendação resulta em aumento do consumo de energia porque

- a) o fluxo de calor por condução no condensador sofre considerável redução.
- b) a temperatura da substância refrigerante no condensador diminui mais rapidamente.
- c) o fluxo de calor promove significativa elevação da temperatura no interior do refrigerador.
- d) a liquefação da substância refrigerante no condensador exige mais trabalho do compressor.
- e) as correntes de convecção nas proximidades do condensador ocorrem com maior dificuldade.

9. (Enem 2019) Dois amigos se encontram em um posto de gasolina para calibrar os pneus de suas bicicletas. Uma das bicicletas é de corrida (bicicleta A) e a outra, de passeio (bicicleta B). Os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, exceto que a largura dos pneus de A é menor que a largura dos pneus de B. Ao calibrarem os pneus das bicicletas A e B, respectivamente com pressões de calibração  $p_A$  e  $p_B$ , os amigos observam que o pneu da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, muito menos que o pneu da bicicleta B. Pode-se considerar que as massas de ar comprimido no pneu da bicicleta A,  $m_A$ , e no pneu da bicicleta B,  $m_B$ , são diretamente proporcionais aos seus volumes.

Comparando as pressões e massas de ar comprimido nos pneus das bicicletas, temos:

- a)  $p_A < p_B$  e  $m_A < m_B$
- b)  $p_A > p_B$  e  $m_A < m_B$
- c)  $p_A > p_B$  e  $m_A = m_B$
- d)  $p_A < p_B$  e  $m_A = m_B$
- e)  $p_A > p_B$  e  $m_A > m_B$

10. (Enem 2019) Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5 g de

castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é  $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , e sua temperatura inicial era de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

- a) 25
- b) 27
- c) 45
- d) 50
- e) 70

11. (Enem 2019) O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica  $k$  e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes A ( $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ ) e B ( $60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ ) de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas  $k_A$  e  $k_B$ . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente B foi o dobro da que se fundiu no recipiente A.

A razão  $\frac{k_A}{k_B}$  é mais próxima de

- a) 0,50.
- b) 0,67.
- c) 0,75.
- d) 1,33.
- e) 2,00.

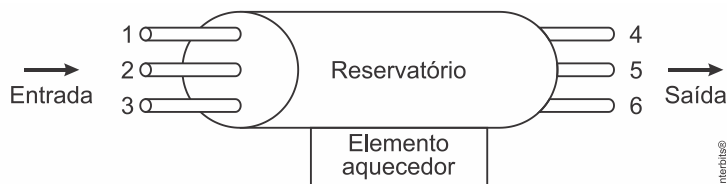
12. (Enem 2019) Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o “frio”, que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- Aquecer a casa e os corpos.
- Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

13. (Enem PPL 2019) Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

- 1 e 4.
- 1 e 6.
- 2 e 5.
- 3 e 4.
- 3 e 5.

14. (Enem PPL 2018) Para preparar uma sopa instantânea, uma pessoa aquece em um forno micro-ondas 500 g de água em uma tigela de vidro de 300 g. A temperatura inicial da tigela e da água era de 6 °C. Com o forno de micro-ondas funcionando a uma potência de 800 W, a tigela e a água atingiram a temperatura de 40 °C em 2,5 min. Considere que os calores específicos do vidro e da sopa são, respectivamente,  $0,2 \frac{\text{cal}}{\text{g} \text{ } ^\circ\text{C}}$  e  $1,0 \frac{\text{cal}}{\text{g} \text{ } ^\circ\text{C}}$ , e que  $1 \text{ cal} = 4,25 \text{ J}$ .

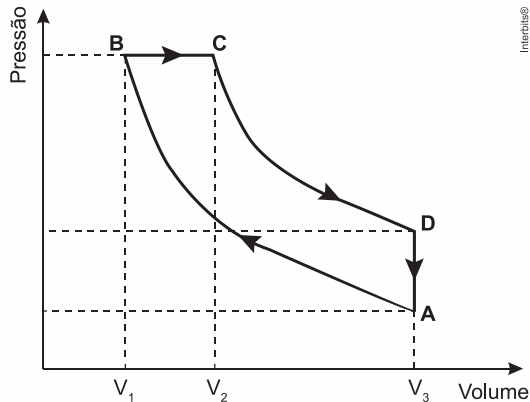
Que percentual aproximado da potência usada pelo micro-ondas é efetivamente convertido em calor para o aquecimento?

- 11,8%
- 45,0%
- 57,1%
- 66,7%
- 78,4%

15. (Enem PPL 2018) Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8 °C, foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90 °C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

- Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?
- A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
  - A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
  - As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
  - A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
  - A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

16. (Enem PPL 2017) Rudolph Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão  $\times$  volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção de combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

- A  $\rightarrow$  B e C  $\rightarrow$  D, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- A  $\rightarrow$  B e B  $\rightarrow$  C, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- C  $\rightarrow$  D, pois representa uma expansão adiabática e o sistema realiza trabalho.
- A  $\rightarrow$  B, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação de temperatura.
- B  $\rightarrow$  C, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

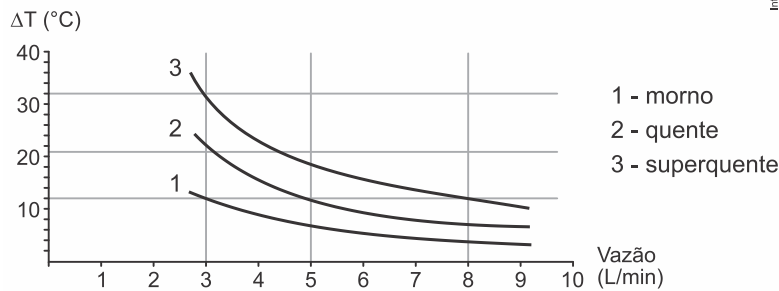
17. (Enem PPL 2017) O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ( $\rho_{\text{água}} = 1 \text{ kg/L}$ ) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de  $1 \text{ m}^2$  é de  $0,03 \text{ kW/m}^2$ . O valor do calor específico da água é igual  $4,2 \text{ kJ/(kg } ^\circ\text{C)}$ .

Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  até  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

- 490 s
- 2.800 s
- 6.300 s
- 7.000 s
- 9.800 s

18. (Enem 2017) No manual fornecido pelo fabricante de uma ducha elétrica de  $220 \text{ V}$  é apresentado um gráfico com a variação da temperatura da água em função da vazão para três condições (morno, quente e superquente). Na condição superquente, a potência dissipada é de  $6.500 \text{ W}$ . Considere o calor específico da água igual a  $4.200 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$  e densidade da água igual a  $1 \text{ kg/L}$ .

Elevação de temperatura × Curva vazão



Com base nas informações dadas, a potência na condição morno corresponde a que fração da potência na condição superquente?

- a)  $\frac{1}{3}$
- b)  $\frac{1}{5}$
- c)  $\frac{3}{5}$
- d)  $\frac{3}{8}$
- e)  $\frac{5}{8}$

19. (Enem (Libras) 2017) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Fisicamente, a sensação térmica mencionada é explicada da seguinte forma:

- a) A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- b) O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- c) O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.
- d) A madeira retém mais calor que o metal.
- e) O metal retém mais frio que a madeira.

20. (Enem PPL 2017) As especificações de um chuveiro elétrico são: potência de 4.000 W, consumo máximo mensal de 21,6 kWh e vazão máxima de 3 L/min. Em um mês, durante os banhos, esse chuveiro foi usado com vazão máxima, consumindo o valor máximo de energia especificado. O calor específico da água é de 4.200 J/(kg °C) e sua densidade é igual a 1 kg/L.

A variação da temperatura da água usada nesses banhos foi mais próxima de

- a) 16 °C.
- b) 19 °C.
- c) 37 °C.
- d) 57 °C.
- e) 60 °C.

21. (Enem 2016) Durante a primeira fase do projeto de uma usina de geração de energia elétrica, os engenheiros da equipe de avaliação de impactos ambientais procuram saber se esse projeto está de acordo com as normas ambientais. A nova planta estará localizada a beira de um rio, cuja temperatura média da água é de 25 °C, e usará a sua água somente para

refrigeração. O projeto pretende que a usina opere com 1,0 MW de potência elétrica e, em razão de restrições técnicas, o dobro dessa potência será dissipada por seu sistema de arrefecimento, na forma de calor. Para atender a resolução número 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, com uma ampla margem de segurança, os engenheiros determinaram que a água só poderá ser devolvida ao rio com um aumento de temperatura de, no máximo, 3 °C em relação à temperatura da água do rio captada pelo sistema de arrefecimento. Considere o calor específico da água igual a 4 kJ/(kg °C).

Para atender essa determinação, o valor mínimo do fluxo de água, em kg/s, para a refrigeração da usina deve ser mais próximo de

- a) 42.
- b) 84.
- c) 167.
- d) 250.
- e) 500.

22. (Enem 2ª aplicação 2016) Num dia em que a temperatura ambiente é de 37 °C, uma pessoa, com essa mesma temperatura corporal, repousa à sombra. Para regular sua temperatura corporal e mantê-la constante, a pessoa libera calor através da evaporação do suor. Considere que a potência necessária para manter seu metabolismo é 120 W e que, nessas condições, 20% dessa energia é dissipada pelo suor, cujo calor de vaporização é igual ao da água (540 cal/g). Utilize 1 cal igual a 4 J.

Após duas horas nessa situação, que quantidade de água essa pessoa deve ingerir para repor a perda pela transpiração?

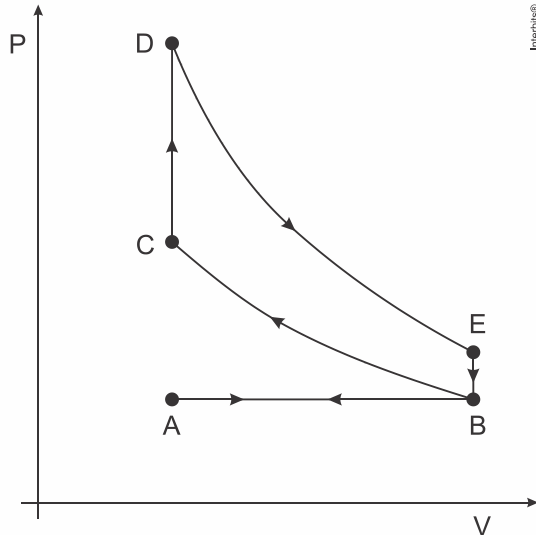
- a) 0,08 g
- b) 0,44 g
- c) 1,30 g
- d) 1,80 g
- e) 80,0 g

23. (Enem 2ª aplicação 2016) Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

- a) realizam trabalho mecânico.
- b) produzem aumento da entropia.
- c) utilizam transformações adiabáticas.
- d) contrariam a lei da conservação de energia.
- e) funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

24. (Enem 2ª aplicação 2016) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.



Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A
- B
- C
- D
- E

25. (Enem 2ª aplicação 2016) Nos dias frios, é comum ouvir expressões como: “Esta roupa é quentinha” ou então “Feche a janela para o frio não entrar”. As expressões do senso comum utilizadas estão em desacordo com o conceito de calor da termodinâmica. A roupa não é “quentinha”, muito menos o frio “entra” pela janela.

A utilização das expressões “roupa é quentinha” e “para o frio não entrar” é inadequada, pois o(a)

- roupa absorve a temperatura do corpo da pessoa, e o frio não entra pela janela, o calor é que sai por ela.
- roupa não fornece calor por ser um isolante térmico, e o frio não entra pela janela, pois é a temperatura da sala que sai por ela.
- roupa não é uma fonte de temperatura, e o frio não pode entrar pela janela, pois o calor está contido na sala, logo o calor é que sai por ela.
- calor não está contido num corpo, sendo uma forma de energia em trânsito de um corpo de maior temperatura para outro de menor temperatura.
- calor está contido no corpo da pessoa, e não na roupa, sendo uma forma de temperatura em trânsito de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

26. (Enem 2ª aplicação 2016) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

27. (Enem 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus

alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

- a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- e) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

28. (Enem 2015) O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até  $-198^{\circ}\text{C}$ . Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulição e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

MACHADO, R. Disponível em [www.correiobraziliense.com.br](http://www.correiobraziliense.com.br) Acesso em: 9 set. 2013 (adaptado).

No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

- a) expansão do nitrogênio durante a ebulição.
- b) absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulição.
- c) realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
- d) retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
- e) liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.

29. (Enem 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o (a)

- a) volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
- b) motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
- c) força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
- d) pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
- e) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

30. (Enem 2015) As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

- a) Alto calor específico.
- b) Alto calor latente de fusão.

- c) Baixa condutividade térmica.
- d) Baixa temperatura de ebulição.
- e) Alto coeficiente de dilatação térmica.

31. (Enem 2015) Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa.

O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Variação de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10°C e outra a 40°C, na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se 16°C.

Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

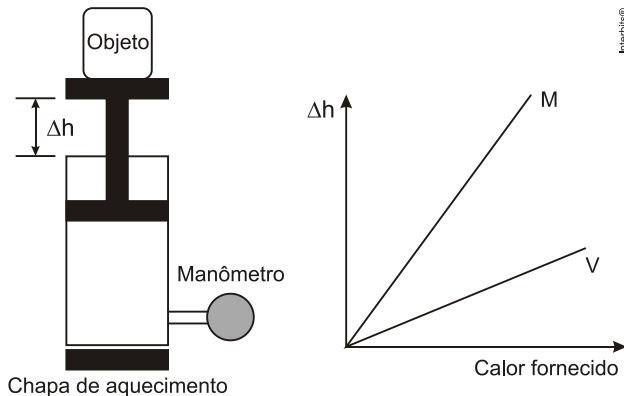
- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

32. (Enem PPL 2015) Sabe-se que nas proximidades dos polos do planeta Terra é comum a formação dos *icebergs*, que são grandes blocos de gelo, flutuando nas águas oceânicas. Estudos mostram que a parte de gelo que fica emersa durante a flutuação corresponde a aproximadamente 10% do seu volume total. Um estudante resolveu simular essa situação introduzindo um bloquinho de gelo no interior de um recipiente contendo água, observando a variação de seu nível desde o instante de introdução até o completo derretimento do bloquinho.

Com base nessa simulação, verifica-se que o nível da água no recipiente

- a) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível subirá ainda mais.
- b) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível descerá, voltando ao seu valor inicial.
- c) subirá com a introdução do bloquinho de gelo e, após o derretimento total do gelo, esse nível permanecerá sem alteração.
- d) não sofrerá alteração com a introdução do bloquinho de gelo, porém, após seu derretimento, o nível subirá devido a um aumento em torno de 10% no volume de água.
- e) subirá em torno de 90% do seu valor inicial com a introdução do bloquinho de gelo e, após seu derretimento, o nível descerá apenas 10% do valor inicial.

33. (Enem 2014) Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores  $\Delta h$ , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

- maior pressão de vapor.
- menor massa molecular.
- maior compressibilidade.
- menor energia de ativação.
- menor capacidade calorífica.

34. (Enem 2ª aplicação 2014) As máquinas térmicas foram aprimoradas durante a primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII. O trabalho do engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot, que notou a relação entre a eficiência da máquina a vapor e a diferença de temperatura entre o vapor e o ambiente externo, foi fundamental para esse aprimoramento.

A solução desenvolvida por Carnot para aumentar a eficiência da máquina a vapor foi

- reduzir o volume do recipiente sob pressão constante.
- aumentar o volume do recipiente e reduzir a pressão proporcionalmente.
- reduzir o volume do recipiente e a pressão proporcionalmente.
- reduzir a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.
- aumentar a pressão dentro do recipiente e manter seu volume.

35. (Enem PPL 2014) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito.

A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de

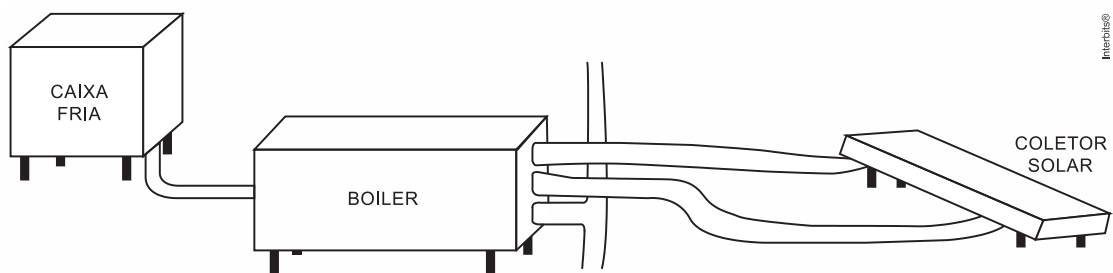
- dureza.
- elasticidade.
- dilatação térmica.
- compressibilidade.
- condutividade elétrica.

36. (Enem 2014) A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- Fissão do material radioativo.
- Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- Aquecimento da água líquida para gerar vapor d'água.
- Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

37. (Enem PPL 2014) Um engenheiro decidiu instalar um aquecedor solar em sua casa, conforme mostra o esquema.



De acordo com as instruções de montagem, para se ter um aproveitamento máximo da incidência solar, as placas do coletor solar devem ser instaladas com um ângulo de inclinação determinado.

O parâmetro que define o valor do ângulo de inclinação dessas placas coletoras é a

- altitude.
- latitude.
- longitude.
- nebulosidade.
- umidade relativa do ar.

38. (Enem 2ª aplicação 2014) O aquecimento da água em residências com o uso de energia solar é uma alternativa ao uso de outras fontes de energia. A radiação solar, ao incidir nas placas, promove o aquecimento da água. O cobre é um dos materiais empregados na produção dos tubos que conduzem a água nos coletores solares. Outros materiais poderiam também ser empregados.

A tabela a seguir apresenta algumas propriedades de metais que poderiam substituir o cobre:

Propriedades	Metal				
	Alumínio	Chumbo	Ferro	Níquel	Zinco
Calor de fusão, kJ/mol	10,7	4,8	13,8	17,5	7,3
Condutividade térmica, W/(m · K)	237	35	80	91	116
Capacidade calorífica, J/(mol · K)	24,2	26,6	25,1	26,1	25,5

De acordo com as propriedades dos metais listadas na tabela, o melhor metal para substituir o cobre seria o

- a) alumínio.
- b) chumbo.
- c) ferro.
- d) níquel.

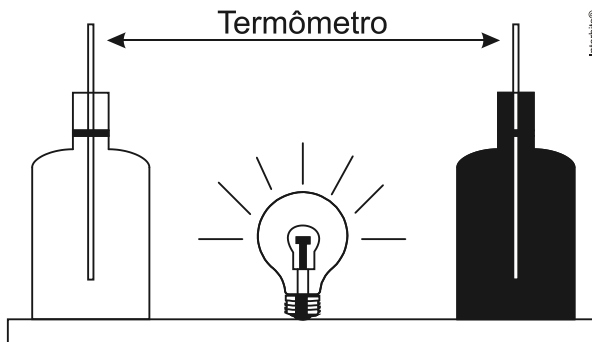
e) zinco.

39. (Enem 2013) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até  $70^{\circ}\text{C}$ . No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de  $30^{\circ}\text{C}$ . Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- a) 0,111.
- b) 0,125.
- c) 0,357.
- d) 0,428.
- e) 0,833.

40. (Enem 2013) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo o experimento, foi

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

41. (Enem PPL 2013)



Disponível em: <http://casadosnoopy.blogspot.com>. Acesso em: 14 jun. 2011.

Quais são os processos de propagação de calor relacionados à fala de cada personagem?

- a) Convecção e condução.
- b) Convecção e irradiação.
- c) Condução e convecção.
- d) Irradiação e convecção.
- e) Irradiação e condução.

42. (Enem PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- e) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

43. (Enem 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: [www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br). Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- a) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- b) um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- c) o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- d) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- e) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

44. (Enem PPL 2012)

**NÃO CONSIGO  
DESATARRAXAR  
ESTA PORCA.**



**EU CONSIGO.**



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Latão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear $\times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

GRAF. Física 2; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- aço e níquel
- alumínio e chumbo.
- platina e chumbo.
- ouro e latão.
- cobre e bronze.

45. (Enem PPL 2012) Em um centro de pesquisa de alimentos, um técnico efetuou a determinação do valor calórico de determinados alimentos da seguinte forma: colocou uma massa conhecida de água em um recipiente termicamente isolado. Em seguida, dentro desse recipiente, foi queimada uma determinada massa do alimento. Como o calor liberado por essa queima é fornecido para a água, o técnico calculou a quantidade de calor que cada grama do alimento libera.

Para a realização desse teste, qual aparelho de medida é essencial?

- Cronômetro.
- Dinamômetro.
- Termômetro.
- Radiômetro.
- Potenciômetro.

46. (Enem PPL 2012) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles.

A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

- possui a propriedade de gerar calor.
- é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.
- diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

47. (Enem PPL 2012) Um aquecedor solar consiste essencialmente em uma serpentina de metal, a ser exposta ao sol, por meio da qual flui água a ser aquecida. A parte inferior da serpentina é soldada a uma chapa metálica, que é o coletor solar. A forma da serpentina tem a finalidade de aumentar a área de contato com o coletor e com a própria radiação solar sem aumentar muito o tamanho do aquecedor. O metal, sendo bom condutor, transmite e energia da radiação solar absorvida para as paredes internas e, daí, por condução, para a água. A superfície deve ser recoberta com um material, denominado material seletivo quente, para que absorva o máximo de radiação solar e emita o mínimo de radiação infravermelha. Os quadros relacionam propriedades de alguns metais/ligas metálicas utilizados na confecção de aquecedores solares:

Material metálico	Condutividade térmica (W/m K)
Zinco	116,0
Aço	52,9
cobre	411,0

Material seletivo quente	Razão entre a absorvância de radiação solar e a emitância de radiação infravermelha
A. Óxido e sulfeto de níquel e zinco aplicados sobre zinco	8,45
B. Óxido e sulfeto de níquel e zinco sobre ferro galvanizado	7,42
C. Óxido de cobre em alumínio anodizado	7,72

ACIOLI, J. L. *Fontes de energia*. Brasília: UnB, 1994. Adaptado.

Os aquecedores solares mais eficientes e, portanto, mais atrativos do ponto de vista econômico, devem ser construídos utilizando como material metálico e material seletivo quente, respectivamente,

- aço e material seletivo quente A.
- aço e material seletivo quente B.
- cobre e material seletivo quente C.
- zinco e material seletivo quente B.
- cobre e material seletivo quente A.

48. (Enem PPL 2012) Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulagem da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se.

Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois

- aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
- aumenta-se o calor específico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.
- diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.
- diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.
- diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

49. (Enem PPL 2011) Considera-se combustível aquele material que, quando em combustão, consegue gerar energia. No caso dos biocombustíveis, suas principais vantagens de uso são a de serem oriundos de fontes renováveis e a de serem menos poluentes que os derivados de combustíveis fósseis. Por isso, no Brasil, tem-se estimulado o plantio e a industrialização de sementes oleaginosas para produção de biocombustíveis.

No quadro, estão os valores referentes à energia produzida pela combustão de alguns biocombustíveis:

BIOCOMBUSTÍVEL	kcal/kg

Biodiesel (mamona)	8.913
Biodiesel (babaçu)	9.049
Biodiesel (dendê)	8.946
Biodiesel (soja)	9.421
Etanol (cana-de-açúcar)	5.596

Disponível em:  
<http://www.biodieselecooleo.com.br> Acesso em: 8 set. 2010 (adaptado).

Entre os diversos tipos de biocombustíveis apresentados no quadro, aquele que apresenta melhor rendimento energético em massa é proveniente

- da soja.
- do dendê.
- do babaçu.
- da mamona.
- da cana-de-açúcar.

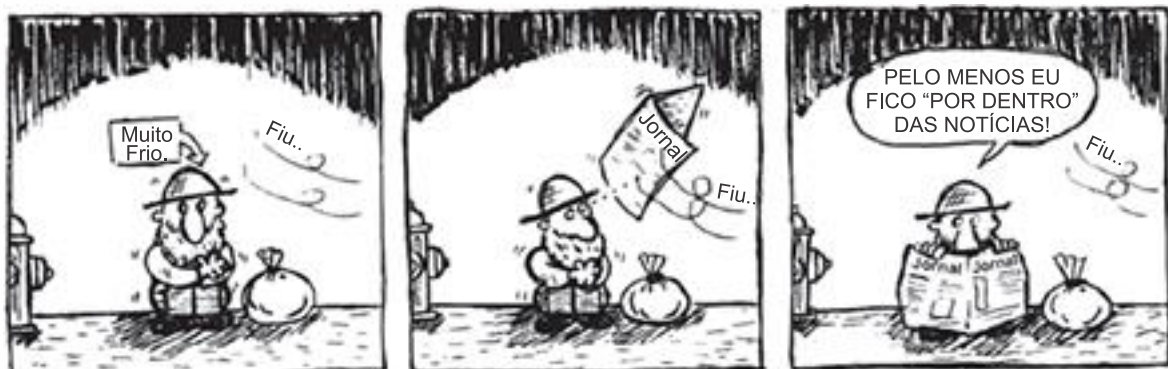
50. (Enem 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. *Física Térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

51. (Enem PPL 2011)



Disponível em: <http://seguindocurso.wordpress.com>. Acesso em: 28 jul. 2010.

A tirinha faz referência a uma propriedade de uma grandeza Física, em que a função do jornal utilizado pelo homem é a de

- absorver a umidade que dissipa calor.
- impedir que o frio do ambiente penetre.

- c) manter o calor do homem concentrado.
- d) restringir a perda de calor para o ambiente.
- e) bloquear o vento que sopra trazendo frio.

52. (Enem PPL 2011) O quadro seguinte foi extraído da seção de solução de problemas de um manual de fogão a gás.

Problemas	Causas	Correções
<i>O forno não funciona (não liga)</i>	<p>Botões de comando não foram selecionados corretamente para o cozimento.</p> <p>Na instalação elétrica da residência o disjuntor está desligado ou falta energia elétrica.</p> <p>O registro do gás está fechado.</p> <p>Chama amarela/vermelha.</p>	<p>Verifique os botões e repita as operações indicadas no item “Como Usar”.</p> <p>Ligue o disjuntor ou chame um eletricista de sua confiança.</p> <p>Abra o registro.</p> <p>Verifique se o gás não está no fim.</p>
<i>O forno solta fumaça</i>	Forno sujo de gordura ou molho.	Limpe o forno após cada utilização conforme item “Limpeza e Manutenção”.
<i>Há formação de umidade nos alimentos no interior do forno</i>	Os alimentos são deixados muito tempo no interior do forno após o término do cozimento.	Não deixe os alimentos no forno por mais de 15 minutos após a finalização do cozimento.
<i>Assa muito lento / assa muito rápido</i>	Os tempos de cozimento e a temperatura selecionada não estão corretos.	Consulte o item tempo na Tabela de Tempos e Temperaturas. Verifique se o gás não está no fim.
<i>Queimador não permanece aceso</i>	O sistema bloqueia gás não foi desativado corretamente.	Após acender o queimador, permaneça com o botão de controle pressionado por 10 segundos até desativar o sistema bloqueia gás.

Ao saborear um alimento preparado no fogão a gás, o consumidor observa que, embora devidamente assado, o alimento contém mais água que o esperado.

Sabendo que a receita foi preparada de forma correta, então, de acordo com o fabricante do fogão, o problema é que o

- a) gás estava no final, o que reduziu a temperatura da chama, deixando-a amarela.
- b) cozinheiro demorou muito para retirar o alimento do forno após o cozimento.
- c) botão de comando não foi selecionado corretamente para o cozimento.
- d) tempo de cozimento e a temperatura selecionada estavam incorretos.
- e) forno estava sujo de gordura ou molho, necessitando de limpeza.

53. (Enem PPL 2011) Uma opção não usual, para o cozimento do feijão, é o uso de uma garrafa térmica. Em uma panela, coloca-se uma parte de feijão e três partes de água e deixa-se ferver o conjunto por cerca de 5 minutos, logo após transfere-se todo o material para uma garrafa térmica. Aproximadamente 8 horas depois, o feijão estará cozido.

O cozimento do feijão ocorre dentro da garrafa térmica, pois

- a) a água reage com o feijão, e essa reação é exotérmica.
- b) o feijão continua absorvendo calor da água que o envolve, por ser um processo endotérmico.
- c) o sistema considerado é praticamente isolado, não permitindo que o feijão ganhe ou perca energia.
- d) a garrafa térmica fornece energia suficiente para o cozimento do feijão, uma vez iniciada a reação.
- e) a energia envolvida na reação aquece a água, que mantém constante a temperatura, por ser um processo exotérmico.

54. (Enem PPL 2009) A dilatação dos materiais em função da variação da temperatura é uma propriedade física bastante utilizada na construção de termômetros (como o ilustrado na figura I) construídos a partir de lâminas bimetálicas, como as ilustradas na figura II, na qual são indicados os materiais A e B — antes e após o seu aquecimento.



I



II

Com base nas leis da termodinâmica e na dilatação de sólidos sob a influência de temperatura variável, conclui-se que

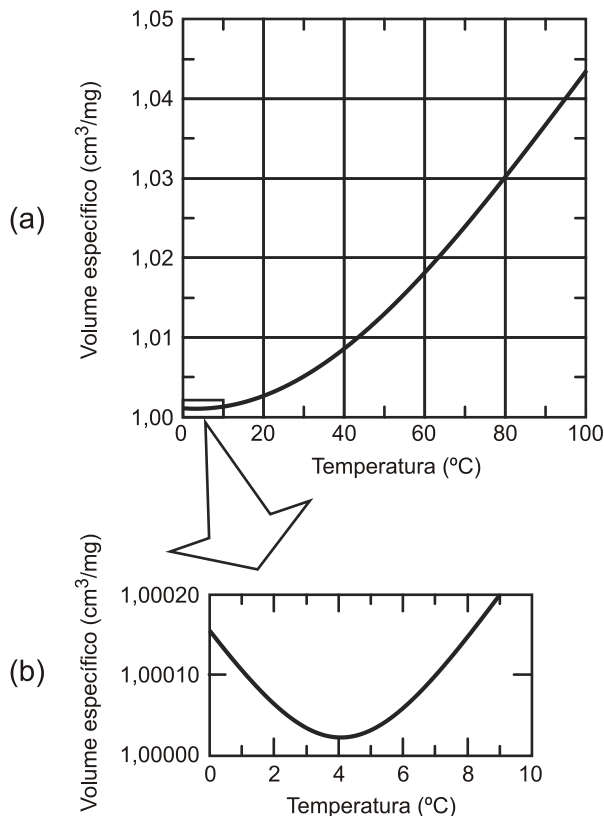
- a) a lâmina bimetálica se curvará para a direita, caso o coeficiente de dilatação linear do material B seja maior que o coeficiente de dilatação linear do material A,
- b) a substância utilizada na confecção do material A é a mesma usada na confecção do material B.
- c) a lâmina se curvará para a direita, independentemente do tipo de material usado em A e B.
- d) o coeficiente de dilatação dos materiais é uma função linear da variação da temperatura.
- e) o coeficiente de dilatação linear é uma grandeza negativa.

55. (Enem 2009) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de  $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

- a) R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- b) R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- c) R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- d) R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- e) R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

56. (Enem cancelado 2009) De maneira geral, se a temperatura de um líquido comum aumenta, ele sofre dilatação. O mesmo não ocorre com a água, se ela estiver a uma temperatura próxima a de seu ponto de congelamento. O gráfico mostra como o volume específico (inverso da densidade) da água varia em função da temperatura, com uma aproximação na região entre  $0^{\circ}\text{C}$  e  $10^{\circ}\text{C}$ , ou seja, nas proximidades do ponto de congelamento da água.



HALLIDAY & RESNICK. **Fundamentos de Física:**  
Gravitação, ondas e termodinâmica. v. 2.  
Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1991.

A partir do gráfico, é correto concluir que o volume ocupado por certa massa de água

- diminui em menos de 3% ao se resfriar de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- aumenta em mais de 0,4% ao se resfriar de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ .
- diminui em menos de 0,04% ao se aquecer de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $4^{\circ}\text{C}$ .
- aumenta em mais de 4% ao se aquecer de  $4^{\circ}\text{C}$  a  $9^{\circ}\text{C}$ .
- aumenta em menos de 3% ao se aquecer de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$ .

57. (Enem PPL 2009) O Inmetro procedeu à análise de garrafas térmicas com ampolas de vidro, para manter o consumidor informado sobre a adequação dos produtos aos Regulamentos e Normas Técnicas. Uma das análises é a de eficiência térmica. Nesse ensaio, verifica-se a capacidade da garrafa térmica de conservar o líquido aquecido em seu interior por determinado tempo. A garrafa é completada com água a  $90^{\circ}\text{C}$  até o volume total. Após 3 horas, a temperatura do líquido é medida e deve ser, no mínimo, de  $81^{\circ}\text{C}$  para garrafas com capacidade de 1 litro, pois o calor específico da água é igual a  $1\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$ .

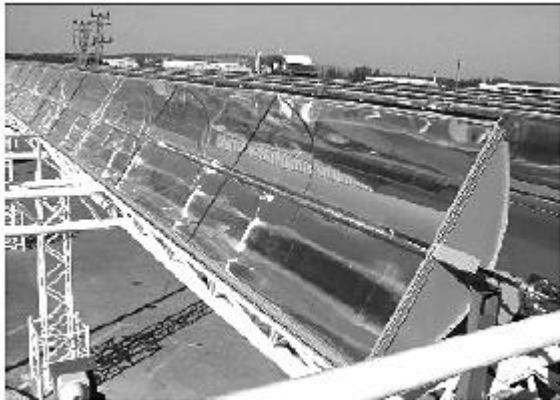
Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/garrafavidro.asp>. Acesso em: 3 maio 2009 (adaptado)

Atingindo a água  $81^{\circ}\text{C}$  nesse prazo, a energia interna do sistema e a quantidade de calor

- perdida para o meio são, respectivamente,
- a) menor e de 900 cal.
  - b) maior e de 900 cal.
  - c) menor e de 9.000 cal.
  - d) maior e de 9.000 cal.
  - e) constante e de 900 cal.

58. (Enem 2009) O Sol representa uma fonte limpa e inesgotável de energia para o nosso planeta. Essa energia pode ser captada por aquecedores solares, armazenada e convertida posteriormente em trabalho útil. Considere determinada região cuja insolação — potência solar incidente na superfície da Terra — seja de  $800 \text{ watts/m}^2$ .

Uma usina termossolar utiliza concentradores solares parabólicos que chegam a dezenas de quilômetros de extensão. Nesses coletores solares parabólicos, a luz refletida pela superfície parabólica espelhada é focalizada em um receptor em forma de cano e aquece o óleo contido em seu interior a  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . O calor desse óleo é transferido para a água, vaporizando-a em uma caldeira. O vapor em alta pressão movimenta uma turbina acoplada a um gerador de energia elétrica.



Considerando que a distância entre a borda inferior e a borda superior da superfície refletora tenha 6 m de largura e que focaliza no receptor os  $800 \text{ watts/m}^2$  de radiação provenientes do Sol, e que o calor específico da água é  $1 \text{ cal. g}^{-1}. ^\circ\text{C}^{-1} = 4.200 \text{ J. kg}^{-1}. ^\circ\text{C}^{-1}$ , então o comprimento linear do refletor parabólico necessário para elevar a temperatura de  $1 \text{ m}^3$  (equivalente a 1 t) de água de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , em uma hora, estará entre

- a) 15 m e 21 m.
- b) 22 m e 30 m.
- c) 105 m e 125 m.
- d) 680 m e 710 m.
- e) 6.700 m e 7.150 m.

59. (Enem cancelado 2009) A Constelação Vulpécua (Raposa) encontra-se a 63 anos-luz da Terra, fora do sistema solar. Ali, o planeta gigante HD 189733b, 15% maior que Júpiter, concentra vapor de água na atmosfera. A temperatura do vapor atinge 900 graus Celsius. “A água sempre está lá, de alguma forma, mas às vezes é possível que seja escondida por outros tipos de nuvens”, afirmaram os astrônomos do Spitzer Science Center (SSC), com sede em Pasadena, Califórnia, responsável pela descoberta. A água foi detectada pelo espectrógrafo infravermelho, um aparelho do telescópio espacial Spitzer.

*Correio Braziliense*, 11 dez. 2008 (adaptado).

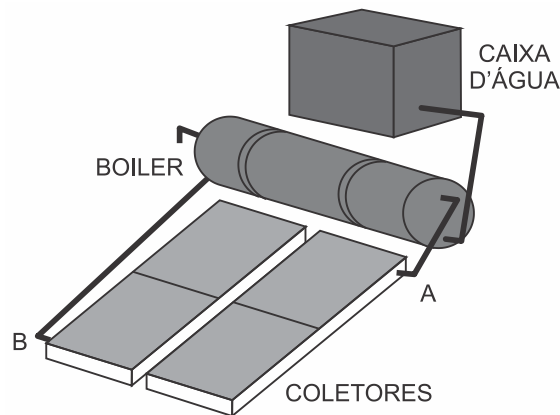
De acordo com o texto, o planeta concentra vapor de água em sua atmosfera a 900 graus Celsius. Sobre a vaporização infere-se que

- a) se há vapor de água no planeta, é certo que existe água no estado líquido também.
- b) a temperatura de ebulição da água independe da pressão, em um local elevado ou ao nível do mar, ela ferve sempre a 100 graus Celsius.
- c) o calor de vaporização da água é o calor necessário para fazer 1 kg de água líquida se transformar em 1 kg de vapor de água a 100 graus Celsius.
- d) um líquido pode ser superaquecido acima de sua temperatura de ebulição normal, mas de forma nenhuma nesse líquido haverá formação de bolhas.
- e) a água em uma panela pode atingir a temperatura de ebulição em alguns minutos, e é necessário muito menos tempo para fazer a água vaporizar completamente.

60. (Enem cancelado 2009) A água apresenta propriedades físico-químicas que a coloca em posição de destaque como substância essencial à vida. Dentre essas, destacam-se as propriedades térmicas biologicamente muito importantes, por exemplo, o elevado valor de calor latente de vaporização. Esse calor latente refere-se à quantidade de calor que deve ser adicionada a um líquido em seu ponto de ebulição, por unidade de massa, para convertê-lo em vapor na mesma temperatura, que no caso da água é igual a 540 calorias por grama.

A propriedade físico-química mencionada no texto confere à água a capacidade de

- a) servir como doador de elétrons no processo de fotossíntese.
- b) funcionar como regulador térmico para os organismos vivos.
- c) agir como solvente universal nos tecidos animais e vegetais.
- d) transportar os íons de ferro e magnésio nos tecidos vegetais.
- e) funcionar como mantenedora do metabolismo nos organismos vivos.



61. (Enem PPL 2009)

A luz solar que atinge a parte superior da atmosfera terrestre chega a uma taxa constante de  $135,2 \text{ mW/cm}^2$ . Dessa radiação, apenas 50% conseguem chegar à superfície, pois parte dela é refletida pelas nuvens e absorvida pela atmosfera. A radiação solar pode ser aproveitada para aquecer água de reservatórios, entre outras aplicações. Um sistema básico para transformar energia solar em térmica é ilustrado na figura ao lado acima. Esse sistema é constituído de coletores solares e de um reservatório térmico, chamado *boiler*. Os coletores solares, geralmente, são feitos de materiais que absorvem bem a radiação solar, e o calor gerado nos coletores é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. A água aquecida é armazenada no *boiler*. Dessa forma, a água é mantida quente para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o *boiler*, mantendo-o sempre cheio.

Disponível em: [www.icb.ufmg.br](http://www.icb.ufmg.br). Acesso em: 22 jun. 2008 (adaptado).

É correto afirmar que os coletores solares permitem boa economia de energia, pois

- a) se aplicam à produção tanto de energia térmica quanto elétrica.
- b) constituem fonte energética alternativa aos combustíveis fósseis usados no transporte.
- c) convertem energia radiante em energia térmica, que é usada no processo de aquecimento da água.

- d) permitem economizar até 135,2 mWh de energia elétrica, que seriam gastos com aquecimento elétrico.
- e) a energia luminosa coletada por eles pode ser usada para reduzir o número de lâmpadas usadas no ambiente.

62. (Enem PPL 2009) Considere a forma de funcionamento de um equipamento que utiliza um ciclo de transferência de calor de um ambiente interno para um ambiente externo. Um fluido, normalmente um gás, circula por um sistema fechado dentro do ambiente interno, retirando o calor desse ambiente devido a um processo de evaporação. O calor absorvido pelo fluido é levado para o condensador, que dissipa o calor conduzido pelo fluido para o ambiente externo. Esse fluido é, então, forçado por um compressor a circular novamente pelo sistema fechado, dando continuidade ao processo de esfriamento do ambiente interno.

KUGLER, Henrique. *Ciência Hoje*. v. 42, n. 252. p. 46-47, set. 2008 (adaptado).

No texto acima, descreve-se o funcionamento básico de um

- a) isqueiro.
- b) refrigerador.
- c) nebulizador.
- d) liquidificador.
- e) forno de micro-ondas.

63. (Enem cancelado 2009) Em grandes metrópoles, devido a mudanças na superfície terrestre — asfalto e concreto em excesso, por exemplo — formam-se ilhas de calor. A resposta da atmosfera a esse fenômeno é a precipitação convectiva. Isso explica a violência das chuvas em São Paulo, onde as ilhas de calor chegam a ter 2 a 3 graus centígrados de diferença em relação ao seu entorno.

*Revista Terra da Gente*. Ano 5, nº 60, Abril 2009 (adaptado).

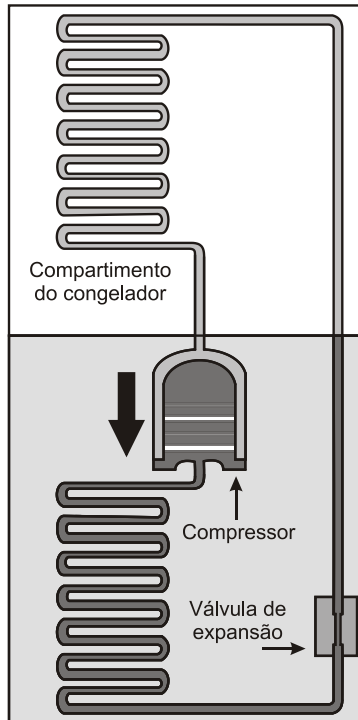
As características físicas, tanto do material como da estrutura projetada de uma edificação, são a base para compreensão de resposta daquela tecnologia construtiva em termos de conforto ambiental. Nas mesmas condições ambientais (temperatura, umidade e pressão), uma quadra terá melhor conforto térmico se

- a) pavimentada com material de baixo calor específico, pois quanto menor o calor específico de determinado material, menor será a variação térmica sofrida pelo mesmo ao receber determinada quantidade de calor.
- b) pavimentada com material de baixa capacidade térmica, pois quanto menor a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- c) pavimentada com material de alta capacidade térmica, pois quanto maior a capacidade térmica de determinada estrutura, menor será a variação térmica sofrida por ela ao receber determinada quantidade de calor.
- d) possuir um sistema de vaporização, pois ambientes mais úmidos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).
- e) possuir um sistema de sucção do vapor d'água, pois ambientes mais secos permitem uma mudança de temperatura lenta, já que o vapor d'água possui a capacidade de armazenar calor sem grandes alterações térmicas, devido ao baixo calor específico da água (em relação à madeira, por exemplo).

64. (Enem 2009) A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de

expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.

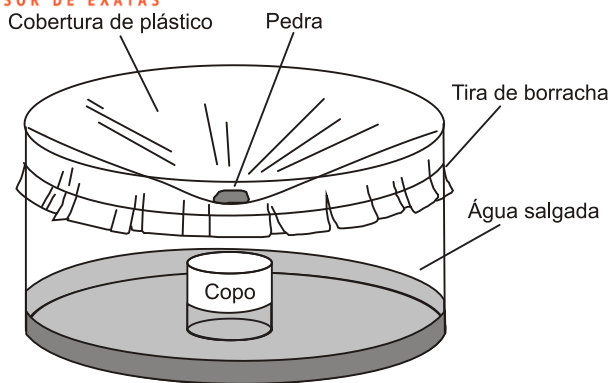
Disponível em: <http://home.howstuffworks.com>. Acesso em: 19 out. 2008 (adaptado).



Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

- a) a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- b) o calor flui de forma não espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- c) a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- d) a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- e) a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

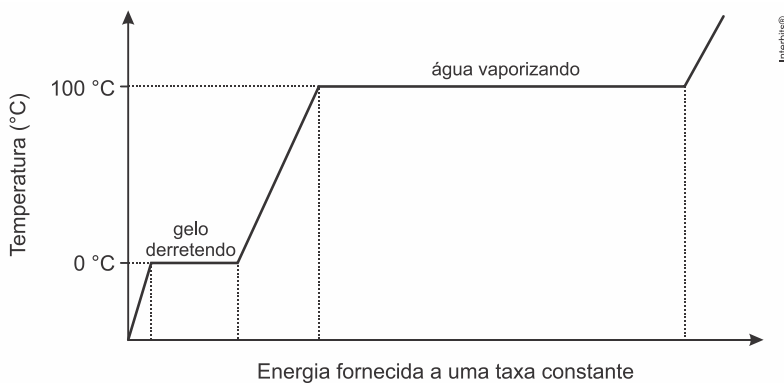
65. (Enem cancelado 2009) Além de ser capaz de gerar eletricidade, a energia solar é usada para muitas outras finalidades. A figura a seguir mostra o uso da energia solar para dessalinizar a água. Nela, um tanque contendo água salgada é coberto por um plástico transparente e tem a sua parte central abaixada pelo peso de uma pedra, sob a qual se coloca um recipiente (copo). A água evaporada se condensa no plástico e escorre até o ponto mais baixo, caindo dentro do copo.



Nesse processo, a energia solar cedida à água salgada

- fica retida na água doce que cai no copo, tornando-a, assim, altamente energizada.
- fica armazenada na forma de energia potencial gravitacional contida na água doce.
- é usada para provocar a reação química que transforma a água salgada em água doce.
- é cedida ao ambiente externo através do plástico, onde ocorre a condensação do vapor.
- é reemitida como calor para fora do tanque, no processo de evaporação da água salgada.

66. (Enem PPL 2009) Na natureza, a água, por meio de processos físicos, passa pelas fases líquida, gasosa e sólida perfazendo o ciclo hidrológico. A distribuição da água na Terra é condicionada por esse ciclo, e as mudanças na temperatura do planeta poderão influenciar as proporções de água nas diferentes fases desse ciclo. O diagrama abaixo mostra as transformações de fase pelas quais a água passa, ao ser aquecida com o fornecimento de energia a uma taxa constante.



Considerando-se o diagrama de mudanças de fases da água e sabendo-se que os calores latentes de fusão e de vaporização da água valem, respectivamente, 80 cal/g e 540 cal/g, conclui-se que

- a temperatura da água permanece constante durante os processos de mudança de fase.
- a energia necessária para fundir 10 g de gelo é maior que a necessária para evaporar a mesma massa de água.
- a água, para mudar de fase, libera energia a uma taxa de 540 cal/g quando a temperatura aumenta de 0 °C até 100 °C.
- a temperatura da água varia proporcionalmente à energia que ela recebe, ou seja, 80 cal/g durante o processo de fusão.
- a temperatura da água varia durante o processo de vaporização porque ela está recebendo uma quantidade de energia constante.

67. (Enem 2008) A energia geotérmica tem sua origem no núcleo derretido da Terra, onde as temperaturas atingem 4.000 °C. Essa energia é primeiramente produzida pela decomposição de materiais radioativos dentro do planeta. Em fontes geotérmicas, a água, aprisionada em um

reservatório subterrâneo, é aquecida pelas rochas ao redor e fica submetida a altas pressões, podendo atingir temperaturas de até 370 °C sem entrar em ebulição. Ao ser liberada na superfície, à pressão ambiente, ela se vaporiza e se resfria, formando fontes ou gêiseres. O vapor de poços geotérmicos é separado da água e é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar eletricidade. A água quente pode ser utilizada para aquecimento direto ou em usinas de dessalinização.

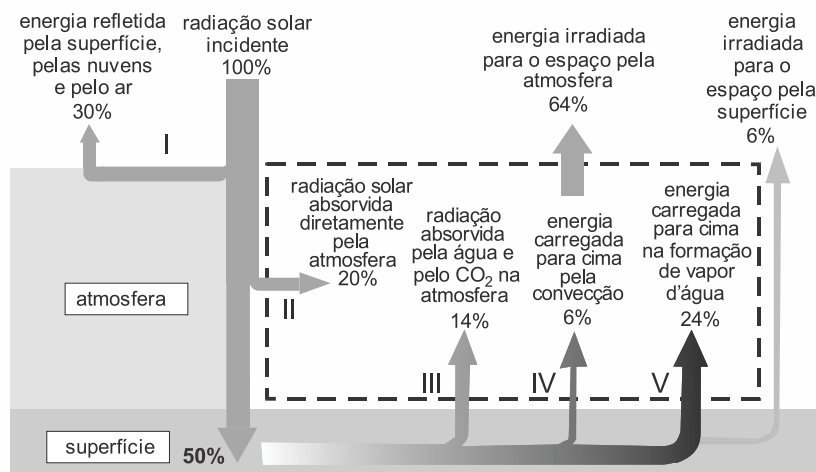
Roger A. Hinrichs e Merlin Kleinbach. *Energia e meio ambiente*. Ed. ABDR (com adaptações)

Depreende-se das informações do texto que as usinas geotérmicas

- utilizam a mesma fonte primária de energia que as usinas nucleares, sendo, portanto, semelhantes os riscos decorrentes de ambas.
- funcionam com base na conversão de energia potencial gravitacional em energia térmica.
- podem aproveitar a energia química transformada em térmica no processo de dessalinização.
- assemelham-se às usinas nucleares no que diz respeito à conversão de energia térmica em cinética e, depois, em elétrica.
- transformam inicialmente a energia solar em energia cinética e, depois, em energia térmica.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

O diagrama a seguir representa, de forma esquemática e simplificada, a distribuição da energia proveniente do Sol sobre a atmosfera e a superfície terrestre. Na área delimitada pela linha tracejada, são destacados alguns processos envolvidos no fluxo de energia na atmosfera.

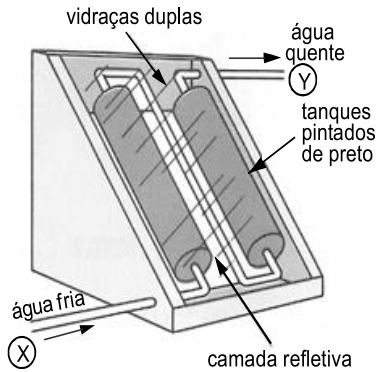


Raymong A. Serway e John W. Jewett. *Princípios de Física*, v. 2, fig. 18.12 (com adaptações).

68. (Enem 2008) Com base no diagrama acima, conclui-se que

- a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.
- a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.
- a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.
- mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.
- a quantidade de radiação emitida para o espaço pela atmosfera é menor que a irradiada para o espaço pela superfície.

69. (Enem 2007) O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura a seguir, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Thompson, 3ª ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

- os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.
- a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento.
- a água circula devido à variação de energia luminosa existente entre os pontos X e Y.
- a camada refletiva tem como função armazenar energia luminosa.
- o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que se mantenha constante a temperatura no interior da caixa.

70. (Enem 2006) A Terra é cercada pelo vácuo espacial e, assim, ela só perde energia ao irradiá-la para o espaço. O aquecimento global que se verifica hoje decorre de pequeno desequilíbrio energético, de cerca de 0,3%, entre a energia que a Terra recebe do Sol e a energia irradiada a cada segundo, algo em torno de  $1 \text{ W/m}^2$ . Isso significa que a Terra acumula, anualmente, cerca de  $1,6 \times 10^{22} \text{ J}$ . Considere que a energia necessária para transformar 1 kg de gelo a  $0^\circ\text{C}$  em água líquida seja igual a  $3,2 \times 10^5 \text{ J}$ . Se toda a energia acumulada anualmente fosse usada para derreter o gelo nos polos (a  $0^\circ\text{C}$ ), a quantidade de gelo derretida anualmente, em trilhões de toneladas, estaria entre

- 20 e 40.
- 40 e 60.
- 60 e 80.
- 80 e 100.
- 100 e 120.

71. (Enem 2003) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece

- na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
- nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
- na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
- na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
- na carburação, com a difusão do combustível no ar.

72. (Enem 2003) Nos últimos anos, o gás natural (GNV: gás natural veicular) vem sendo utilizado pela frota de veículos nacional, por ser viável economicamente e menos agressivo do ponto de vista ambiental.

O quadro compara algumas características do gás natural e da gasolina em condições ambiente.

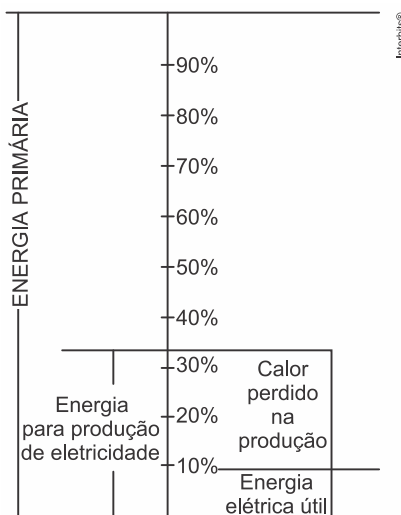
	Densidade ( $\text{kg/m}^3$ )	Poder Calorífico ( $\text{kJ/kg}$ )

GNV	0,8	50.200
Gasolina	738	46.900

Apesar das vantagens no uso de GNV, sua utilização implica algumas adaptações técnicas, pois, em condições ambiente, o VOLUME de combustível necessário, em relação ao de gasolina, para produzir a mesma energia, seria

- muito maior, o que requer um motor muito mais potente.
- muito maior, o que requer que ele seja armazenado a alta pressão.
- igual, mas sua potência será muito menor.
- muito menor, o que o torna o veículo menos eficiente.
- muito menor, o que facilita sua dispersão para a atmosfera.

73. (Enem 2002) O diagrama mostra a utilização das diferentes fontes de energia no cenário mundial. Embora aproximadamente um terço de toda energia primária seja orientada à produção de eletricidade, apenas 10% do total são obtidos em forma de energia elétrica útil.



A pouca eficiência do processo de produção de eletricidade deve-se, sobretudo, ao fato de as usinas

- nucleares utilizarem processos de aquecimento, nos quais as temperaturas atingem milhões de graus Celsius, favorecendo perdas por fissão nuclear.
- termelétricas utilizarem processos de aquecimento a baixas temperaturas, apenas da ordem de centenas de graus Celsius, o que impede a queima total dos combustíveis fósseis.
- hidrelétricas terem o aproveitamento energético baixo, uma vez que parte da água em queda não atinge as pás das turbinas que acionam os geradores elétricos.
- nucleares e termelétricas utilizarem processos de transformação de calor em trabalho útil, no qual as perdas de calor são sempre bastante elevadas.
- termelétricas e hidrelétricas serem capazes de utilizar diretamente o calor obtido do combustível para aquecer a água, sem perda para o meio.

74. (Enem 2002) Nas discussões sobre a existência de vida fora da Terra, Marte tem sido um forte candidato a hospedar vida. No entanto, há ainda uma enorme variação de critérios e considerações sobre a habitabilidade de Marte, especialmente no que diz respeito à existência ou não de água líquida.

Alguns dados comparativos entre a Terra e Marte estão apresentados na tabela.

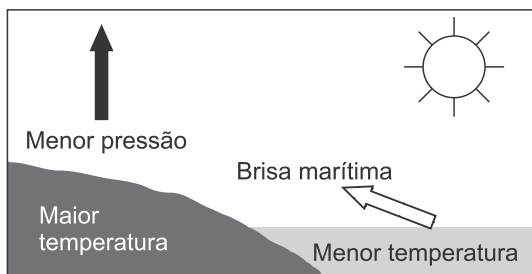
PLANETA	Distância ao Sol (km)	Massa (em relação à terrestre)	Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )	Composição da atmosfera	Temperatura Média
TERRA	149	1,00	9,8	Gases	288K

	milhões			predominantes: Nitrogênio (N) e Oxigênio (O <sub>2</sub> )	(+15°C)
MARTE	228 milhões	0,18	3,7	Gás predominante: Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	218K (-55°C)

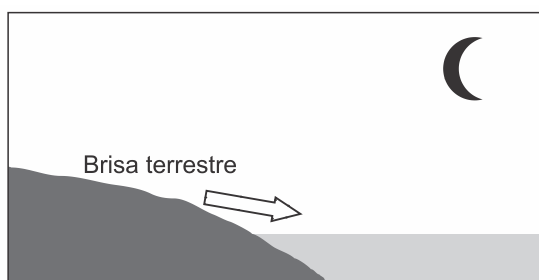
Com base nesses dados, é possível afirmar que, dentre os fatores a seguir, aquele mais adverso à existência de água líquida em Marte é sua

- grande distância ao Sol.
- massa pequena.
- aceleração da gravidade pequena.
- atmosfera rica em CO<sub>2</sub>.
- temperatura média muito baixa.

75. (Enem 2002) Numa área de praia, a brisa marítima é uma consequência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar).



À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia.



Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.
- O ar sobre o solo, mais quente, é deslocado para o mar, equilibrando a baixa temperatura do ar que está sobre o mar.

76. (Enem 2001) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica.

Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

- I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
- II. Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador
- III. Limpar o radiador ("grade" na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e o poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

- a) a operação I
- b) a operação II.
- c) as operações I e II.
- d) as operações I e III.
- e) as operações II e III.

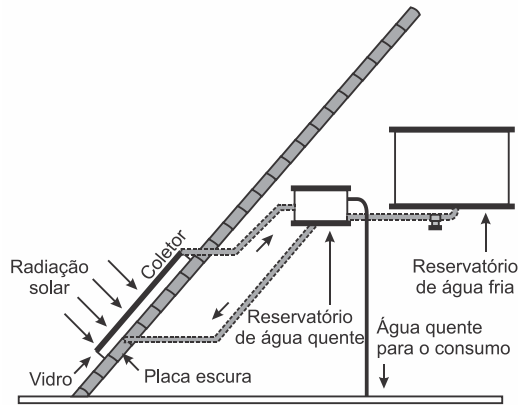
77. (Enem 2001) A padronização insuficiente e a ausência de controle na fabricação de refrigeradores podem também resultar em perdas significativas de energia através das paredes da geladeira. Essas perdas, em função da espessura das paredes, para geladeiras e condições de uso típicas, são apresentadas na tabela.

Espessura das paredes (cm)	Perda térmica mensal (kWh)
2	65
4	35
6	25
10	15

Considerando uma família típica, com consumo médio mensal de 200kWh, a perda térmica pelas paredes de uma geladeira com 4cm de espessura, relativamente a outra de 10cm, corresponde a uma porcentagem do consumo total de eletricidade da ordem de

- a) 30%.
- b) 20%.
- c) 10%.
- d) 5%.
- e) 1%.

78. (Enem 2000) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema a seguir.



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang. *Energia solar e fontes alternativas*. Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I
- b) I e II
- c) II
- d) I e III
- e) II e III

79. (Enem 2000) Uma garrafa de vidro e uma lata de alumínio, cada uma contendo 330mL de refrigerante, são mantidas em um refrigerador pelo mesmo longo período de tempo. Ao retirá-las do refrigerador com as mãos desprotegidas, tem-se a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa. É correto afirmar que:

- a) a lata está realmente mais fria, pois a capacidade calorífica da garrafa é maior que a da lata.
- b) a lata está de fato menos fria que a garrafa, pois o vidro possui condutividade menor que o alumínio.
- c) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, possuem a mesma condutividade térmica, e a sensação deve-se à diferença nos calores específicos.
- d) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.
- e) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do vidro ser maior que a do alumínio.

80. (Enem 1999) A gasolina é vendida por litro, mas em sua utilização como combustível, a massa é o que importa. Um aumento da temperatura do ambiente leva a um aumento no volume da gasolina. Para diminuir os efeitos práticos dessa variação, os tanques dos postos de gasolina são subterrâneos. Se os tanques NÃO fossem subterrâneos:

- I. Você levaria vantagem ao abastecer o carro na hora mais quente do dia pois estaria comprando mais massa por litro de combustível.
- II. Abastecendo com a temperatura mais baixa, você estaria comprando mais massa de combustível para cada litro.
- III. Se a gasolina fosse vendida por kg em vez de por litro, o problema comercial decorrente da dilatação da gasolina estaria resolvido.

Destas considerações, somente

- a) I é correta.
- b) II é correta
- c) III é correta
- d) I e II são corretas.
- e) II e III são corretas.

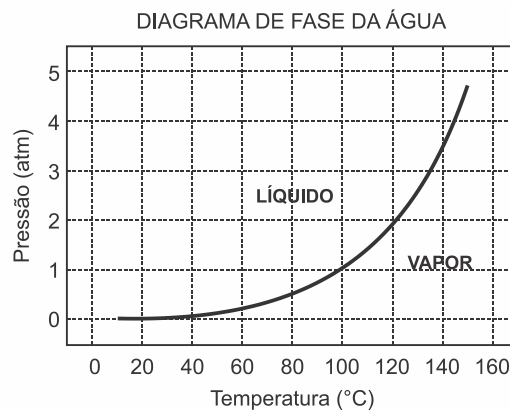
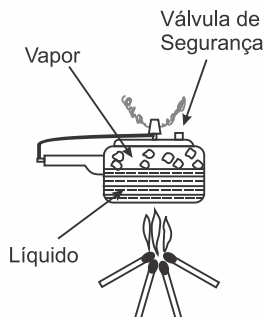
81. (Enem 1999) A construção de grandes projetos hidroelétricos também deve ser analisada do ponto de vista do regime das águas e de seu ciclo na região. Em relação ao ciclo da água, pode-se argumentar que a construção de grandes represas

- a) não causa impactos na região, uma vez que quantidade total de água da Terra permanece constante.
- b) não causa impactos na região, uma vez que a água que alimenta a represa prossegue depois rio abaixo com a mesma vazão e velocidade.
- c) aumenta a velocidade dos rios, acelerando o ciclo da água na região.
- d) aumenta a evaporação na região da represa, acompanhada também por um aumento local da umidade relativa do ar.
- e) diminui a quantidade de água disponível para a realização do ciclo da água.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais. Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão. Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.

O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



82. (Enem 1999) Se, por economia, abaixarmos o fogo sob uma panela de pressão logo que se inicia a saída de vapor pela válvula, de forma simplesmente a manter a fervura, o tempo de cozimento

- a) será maior porque a panela "esfria".
- b) será menor, pois diminui a perda de água.
- c) será maior, pois a pressão diminui.
- d) será maior, pois a evaporação diminui.
- e) não será alterado, pois a temperatura não varia.

83. (Enem 1999) A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve

- a) à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- b) à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- c) à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- d) à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- e) à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

**Gabarito:**

**Resposta da questão 1:**

[E]

De acordo com o texto do enunciado da questão, a primeira lei da termodinâmica, associa a variação de energia interna à diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo. Então:

$\Delta U$ : variação de energia interna

Q: calor

Q = 0 (expansão adiabática; sem troca de calor)

W: trabalho

W > 0 (expansão)

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 0 - (+W)$$

$$\Delta U = -W$$

Conclusão: o trabalho é associado diretamente à variação de energia interna e não há troca de calor entre o gás e o ambiente.

**Resposta da questão 2:**

[E]

A temperatura diminui, pois a diminuição da pressão causa uma perda de energia térmica pela água, uma vez que essa energia é transferida para as moléculas de vapor.

**Resposta da questão 3:**

[B]

Ao adicionar todo o conteúdo ao óleo vegetal que está a 170 °C, a temperatura do óleo diminui e a fritura ocorre a uma temperatura menor que a adequada, não ocorrendo a crocância.

**Resposta da questão 4:**

[C]

Se a potência de 50 W mantém constante a temperatura da água no aquário, significa que a taxa de resfriamento é de 50 W.

Aplicando a expressão da potência térmica:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P \Delta t \Rightarrow mc \Delta T = P \Delta t \Rightarrow \rho V c \Delta T = P \Delta t \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{P \Delta t}{\rho V c} \Rightarrow \Delta T = \frac{50 \times 3600}{1 \times 50 \times 4000} \Rightarrow \Delta T = 0,9^\circ\text{C}$$

**Resposta da questão 5:**

[D]

Como se trata de uma substância pura, as temperaturas durante as mudanças de estado devem permanecer constantes. Sendo assim, o único gráfico que atende esse requisito é o da alternativa [D].

**Resposta da questão 6:**

[C]

Para que o termômetro possa aferir a temperatura do indivíduo, é necessário que se tenha estabelecido o equilíbrio térmico entre eles, motivo pelo qual há a necessidade dos três minutos de contato.

**Resposta da questão 7:**

[C]

Nas geladeiras antigas, o ar frio descia do congelador retirava calor dos alimentos, aquecia e subia novamente para o congelador para completar o ciclo de convecção, portanto era importante a correta distribuição dos alimentos nas prateleiras que eram vazadas, exatamente para facilitar a passagem do ar. Nas geladeiras modernas, cada compartimento tem sua própria entrada de ar frio e saída de ar quente.

Cada vez que a geladeira é aberta, entra ar quente do ambiente e sai ar frio, obrigando o aparelho a ficar mais tempo em funcionamento, diminuindo seu desempenho e consumindo mais energia elétrica.

Para que o radiador (trocador de calor, dissipador serpentinado) tenha boa eficiência, ele deve ficar num local onde o ar tenha fácil circulação para facilitar a circulação e ocorrer resfriamento do gás.

**Resposta da questão 8:**

[D]

Se o ambiente em que se encontra o refrigerador não for como o recomendado, as perdas de calor pelo condensador (a grade preta que fica atrás do aparelho) por condução e por convecção ficam comprometidas. Isso faz com as alternativas [A] e [E] sejam corretas. Mas essas são as causas e não a consequência. A não adequada transferência de calor para o meio ambiente exige do compressor maior trabalho, provocando como consequência um maior consumo de energia.

**Resposta da questão 9:**

[B]

Como o pneu da bicicleta A deforma, sob mesmos esforços, menos que o pneu da bicicleta B, podemos concluir que:

$$P_A > P_B$$

E como os pneus de ambas as bicicletas têm as mesmas características, mas com A sendo menos largo que B, e dado que o enunciado diz que as massas são diretamente proporcionais aos volumes, devemos ter que:

$$V_A < V_B \Rightarrow m_A < m_B$$

**Resposta da questão 10:**

[C]

Energia liberada na queima de 2,5 g de castanha-de-caju:

$$Q = 2,5 \text{ g} \cdot \frac{70000 \text{ cal}}{10 \text{ g}} = 17500 \text{ cal}$$

Energia aproveitada para aquecer 350 g de água:

$$Q' = \frac{50}{100} \cdot 17500 \text{ cal} = 8750 \text{ cal}$$

Logo, a temperatura final da água foi de:

$$Q' = mc\Delta\theta$$

$$8750 = 350 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 20)$$

$$\therefore \theta_f = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Resposta da questão 11:**

[B]

Pelo enunciado, o fluxo de calor é dado por:

$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{e}$$

Área interna dos recipientes:

$$A_A = 6 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 9600 \text{ cm}^2$$

$$A_B = 4 \cdot 60 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} + 2 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 12800 \text{ cm}^2$$

Como há mudança de estado, podemos escrever:

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m \cdot L}{\Delta t}$$

$$\frac{m \cdot L}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{e} \Rightarrow k = \frac{m \cdot L \cdot e}{A \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}$$

Portanto:

$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{\frac{m \cdot L \cdot e}{9600 \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}}{\frac{m \cdot L \cdot e}{12800 \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}}$$

$$\therefore \frac{k_A}{k_B} \cong 0,67$$

**Resposta da questão 12:**

[C]

As lãs e cobertores não funcionam como “aquecedores”, mas sim evitando que o calor presente na casa e no corpo da pessoa seja transferido para o ambiente exterior. Ou seja, servem para minimizar as perdas de calor.

**Resposta da questão 13:**

[D]

Para que a água fria que entra no reservatório seja aquecida mais rapidamente, é mais adequado que ela passe pela entrada 3, pois o aquecimento seria maximizado pela proximidade com o aquecedor. E devido à diminuição da densidade da água após o aquecimento e consequente elevação dessa água aquecida em relação à parte fria, é ideal que a saída seja pela parte de cima, ou seja, pela saída 4.

**Resposta da questão 14:**

[D]

Calculando a quantidade de calor absorvida no aquecimento:

$$Q = (mc \Delta T)_{\text{água}} + (mc \Delta T)_{\text{tigela}} \Rightarrow Q = 500 \times 1 \times 34 + 300 \times 0,2 \times 34 = 19.040 \text{ cal} = 80.920 \text{ J.}$$

Calculando a potência absorvida:

$$P_{\text{ab}} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{80.920}{2,5 \times 60} = 540 \text{ W.}$$

Fazendo a razão:

$$\frac{P_{ab}}{P} = \frac{540}{800} = 0,675 \Rightarrow \boxed{\frac{P_{ab}}{P} = 67,5\%}$$

**Resposta da questão 15:**

[A]

A jarra preta é melhor absorvedora e melhor emissora que a jarra branca, por isso ela aquece mais rápido e resfria mais rápido que a outra.

**Resposta da questão 16:**

[E]

As transformações AB e CD são adiabáticas. Logo, não há troca de calor.

A transformação DA é um resfriamento isométrico. Logo, o gás perde calor.

Na transformação BC o gás realiza trabalho e aquece. Isso somente é possível porque o gás absorve calor.

**Resposta da questão 17:**

[D]

Massa de água:

$$\rho_{\text{água}} = \frac{m_{\text{água}}}{V} \Rightarrow m = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 1\text{L} \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

Quantidade de energia necessária para o aquecimento da água:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = 1 \cdot 4,2 \cdot 50 \Rightarrow Q = 210 \text{ kJ}$$

Potência requerida:

$$P = 0,03 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \cdot 1 \text{ m}^2 \Rightarrow P = 0,03 \text{ kW}$$

Portanto:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{210 \text{ kJ}}{0,03 \text{ kW}}$$

$$\therefore \Delta t = 7000 \text{ s}$$

**Resposta da questão 18:**

[D]

Relação entre os calores  $Q_s$  e  $Q_m$  trocados, respectivamente, nas condições superquente e morno:

$$\frac{Q_s}{Q_m} = \frac{mc\Delta T_s}{mc\Delta T_m} \Rightarrow \frac{Q_s}{Q_m} = \frac{\Delta T_s}{\Delta T_m}$$

Como  $P = \frac{Q}{\Delta t}$ , vem:

$$\frac{P_s \Delta t}{P_m \Delta t} = \frac{\Delta T_s}{\Delta T_m} \Rightarrow \frac{P_s}{P_m} = \frac{\Delta T_s}{\Delta T_m}$$

Substituindo os valores de  $\Delta T$  do gráfico nessa última relação, chegamos a:

$$\frac{P_s}{P_m} = \frac{32}{12}$$
$$\therefore \frac{P_m}{P_s} = \frac{3}{8}$$

**Resposta da questão 19:**

[C]

Como o metal apresenta maior condutividade térmica que a madeira, ele absorve calor mais rapidamente da mão da pessoa, ocorrendo maior fluxo de calor para o metal do que para a madeira. Isso dá à pessoa a sensação térmica de que o metal está mais frio.

**Resposta da questão 20:**

[B]

Energia utilizada no mês:

$$21,6 \text{ kWh} = 21,6 \cdot 10^3 \cdot 3600 \text{ J} = 77,76 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Tempo em que o chuveiro ficou ligado:

$$P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow 4000 = \frac{77,76 \cdot 10^6}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 19440 \text{ s} = 324 \text{ min}$$

Volume de água utilizado:

$$V_{\text{água}} = 3 \frac{\text{L}}{\text{min}} \cdot 324 \text{ min} \Rightarrow V_{\text{água}} = 972 \text{ L}$$

Como a densidade da água é de 1 kg/L, temos que  $m_{\text{água}} = 972 \text{ kg}$ .

Portanto:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \Rightarrow 77,76 \cdot 10^6 = 972 \cdot 4200 \cdot \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta\theta \cong 19 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Resposta da questão 21:**

[C]

Dados:  $P_d = 2P = 2 \text{ MW} \Rightarrow P_d = 2 \times 10^6 \text{ W}$ ;  $c = 4 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C} = 4 \times 10^3 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ;  $\Delta\theta = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

O fluxo mássico (kg/s) pedido é  $\Phi = \frac{m}{\Delta t}$ .

Da definição de potência:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow mc\Delta\theta = P\Delta t \Rightarrow \frac{m}{\Delta t} = \Phi = \frac{P}{c\Delta\theta} = \frac{2 \times 10^6}{4 \times 10^3 \cdot 3} \Rightarrow \boxed{\Phi \cong 167 \text{ kg/s}}$$

**Resposta da questão 22:**

[E]

A potência utilizada na evaporação da água é 20% da potência total necessária para manter o metabolismo.

$$P_U = 20\% P_T = 0,2 \times 120 \Rightarrow P_U = 24 \text{ W}$$

O calor latente de vaporização é:

$$L = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \times 4 \frac{\text{J}}{\text{cal}} \Rightarrow L = 2.160 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

Combinando as expressões da potência e do calor latente:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = P_U \Delta t \\ Q = mL \end{array} \right\} \Rightarrow mL = P_U \Delta t \Rightarrow m = \frac{P_U \Delta t}{L} = \frac{24 \times (2 \times 3.600)}{2.160} \Rightarrow \boxed{m = 80\text{g}}$$

**Resposta da questão 23:**

[B]

As transformações ocorridas nas máquinas térmicas a vapor são irreversíveis, produzindo aumento da entropia.

**Resposta da questão 24:**

[C]

Quando é produzida a centelha, o gás explode, sofrendo violento aumento de pressão a volume constante. Isso ocorre no ponto C.

**Resposta da questão 25:**

[D]

Os corpos não possuem calor, mas sim, energia térmica. Calor é uma forma de energia térmica que flui espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor.

**Resposta da questão 26:**

[D]

A colocação do aparelho na parte superior do cômodo facilita o processo da convecção. O ar quente, ao passar pelo aparelho resfria-se, descendo. O ar da parte de baixo sobe e o processo se repete, homogeneizando mais rapidamente o ar no interior do cômodo.

**Resposta da questão 27:**

[A]

Na bandeja de alumínio o derretimento do gelo é mais rápido do que na bandeja de plástico, pois o metal tem maior condutividade térmica que o plástico, absorvendo mais rapidamente calor do meio ambiente e cedendo para o gelo.

**Resposta da questão 28:**

[C]

Para haver resfriamento e liquefação do nitrogênio, o sistema de refrigeração deve realizar trabalho sobre o gás.

**Resposta da questão 29:**

[D]

Quando a geladeira é aberta, ocorre entrada de ar quente e saída de ar frio. Após fechar a porta, esse ar quente, inicialmente à temperatura  $T_0$  e à pressão atmosférica  $p_0$ , é resfriado a volume constante, à temperatura  $T$ .

Da equação geral dos gases:

$$\frac{p V}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \Rightarrow \frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0}$$

Se  $T < T_0 \Rightarrow p < p_0$ , a pressão do ar no interior da geladeira é menor que a pressão externa, dificultando a abertura da porta.

**Resposta da questão 30:**

[A]

Da expressão do calor específico sensível:

$$Q = m c \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{m c}.$$

O fluido arrefecedor deve receber calor e não sofrer sobreaquecimento. Para tal, de acordo com a expressão acima, o fluido deve ter alto calor específico.

**Resposta da questão 31:**

[D]

Dados:  $m_1 = \frac{m}{3}$ ;  $T_1 = 10^\circ\text{C}$ ;  $m_2 = \frac{2m}{3}$ ;  $T_2 = 40^\circ\text{C}$ ;  $T_f = 16^\circ\text{C}$ .

Desprezando a capacidade térmica da garrafa, pela equação do sistema termicamente isolado calculamos a temperatura de equilíbrio ( $T_e$ ):

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_{\text{água}_1} + Q_{\text{água}_2} = 0 \Rightarrow m_1 c (T_e - T_1) + m_2 c (T_e - T_2) = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{m}{3} c (T_e - 10) + \frac{2m}{3} c (T_e - 40) = 0 \Rightarrow T_e - 10 + 2T_e - 80 \Rightarrow T_e = 30^\circ\text{C}.$$

O módulo da variação de temperatura é:

$$|\Delta T| = |T_f - T_e| = |16 - 30| \Rightarrow |\Delta T| = 14^\circ\text{C}.$$

Calculando a variação percentual ( $x\%$ ):

$$x\% = \frac{|\Delta T|}{T_e} \times 100 = \frac{14}{30} \times 100 \Rightarrow \boxed{x\% = 46,7\%}.$$

**Resposta da questão 32:**

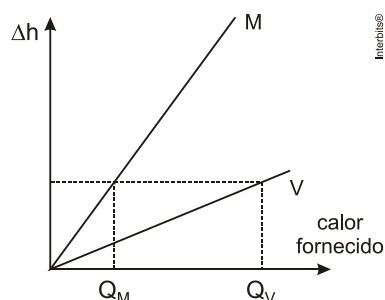
[C]

Ao colocar o bloquinho, o nível da água subirá pois 90% do seu volume afundarão e 10% ficarão emersos. Durante o derretimento do gelo há redução de volume. Esses 10% desaparecem e o nível da água no recipiente não se altera.

**Resposta da questão 33:**

[E]

Como mostrado no gráfico, para uma mesma elevação  $\Delta h$ , a quantidade calor absorvido pelo gás M é menor do que a absorvida pelo gás V ( $Q_M < Q_V$ ).



Mas, para uma mesma variação  $\Delta h$ , temos também uma mesma variação de volume ( $\Delta V$ ). Como se trata de transformações isobáricas, os trabalhos realizados ( $W$ ) também são iguais. Supondo gases ideais:

$$W = p\Delta V = nR\Delta T \left\{ \begin{array}{l} W_M = nR\Delta T_M \\ W_V = nR\Delta T_V \end{array} \right\} \Rightarrow nR\Delta T_M = nR\Delta T_V \Rightarrow \Delta T_M = \Delta T_V = \Delta T.$$

Assim:

$$Q_M < Q_V \Rightarrow n C_M \Delta T < n C_V \Delta T \Rightarrow C_M < C_V.$$

**Resposta da questão 34:**

[E]

Pela relação:

$$PV = nRT$$

Como o aumento da temperatura favorece o funcionamento da máquina a vapor, podemos concluir que, mantido o volume constante, deve-se aumentar a pressão dentro do recipiente.

**Resposta da questão 35:**

[C]

A curvatura da lâmina se dá devido aos diferentes coeficientes de dilatação dos metais que compõem a lâmina.

**Resposta da questão 36:**

[B]

As usinas nucleares utilizam água dos rios para condensar o vapor que aciona os geradores. No final do processo de geração de energia, essa água aquecida na troca de calor é lançada de volta aos rios, provocando a poluição térmica.

**Resposta da questão 37:**

[B]

O aproveitamento da incidência solar é máximo quando os raios solares atingem perpendicularmente a superfície da placa. Essa calibração é otimizada de acordo com a inclinação relativa do Sol, que depende da latitude do local.

**Resposta da questão 38:**

[A]

Como a finalidade dos tubos é de aquecer a água, o material deve possuir alta condutividade térmica. Logo, podemos concluir que o alumínio é o metal mais adequado para substituir o cobre.

**Resposta da questão 39:**

[B]

Considerando o sistema termicamente isolado, temos:

$$Q_{\text{água1}} + Q_{\text{água2}} = 0 \Rightarrow m_{\text{quente}} c_{\text{água}} (30 - 70) + m_{\text{fria}} c_{\text{água}} (30 - 25) \Rightarrow$$

$$\frac{m_{\text{Quente}}}{m_{\text{fria}}} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{m_{\text{Quente}}}{m_{\text{fria}}} = 0,125.$$

**Resposta da questão 40:**

[E]

Em relação à garrafa pintada de branco, a garrafa pintada de preto comportou-se como um corpo melhor absorvedor durante o aquecimento e melhor emissor durante o resfriamento, apresentando, portanto, maior taxa de variação de temperatura durante todo o experimento.

**Resposta da questão 41:**

[E]

A propagação da energia do Sol à Terra é por irradiação. As luvas são feitas de materiais isolantes térmicos (lã, couro etc.) dificultando a condução do calor.

**Resposta da questão 42:**

[C]

O calor é apenas o fluxo de energia térmica que ocorre entre dois corpos que estão a diferentes temperaturas.

**Resposta da questão 43:**

[B]

A segunda lei da Termodinâmica afirma: “*É impossível uma máquina Térmica, operando em ciclos, transformar integralmente calor em trabalho*”.

Em termos de cálculo, ela pode ser traduzida pela expressão do ciclo de Carnot, que dá o máximo rendimento ( $\eta$ ) possível para uma máquina térmica operando em ciclos entre uma fonte quente e uma fonte fria, respectivamente, a temperaturas absolutas  $T_1$  e  $T_2$ :

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

Para transformar integralmente calor em trabalho, o rendimento teria que ser igual  $\eta = 1$ .

Nesse caso:

$$1 = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 0 \Rightarrow T_2 = 0 \text{ K.}$$

Ou seja, temperatura da fonte fria deveria ser zero absoluto, o que é um absurdo.

**Resposta da questão 44:**

[C]

Quanto mais a porca se dilatar e quanto menos o parafuso se dilatar, menor será o aquecimento necessário para o desatarraxamento. Assim, dentre os materiais listados, o material do parafuso deve ser o de menor coeficiente de dilatação e o da porca, o de maior. Portanto, o parafuso deve ser de platina e a porca de chumbo.

**Resposta da questão 45:**

[C]

A equação do calor sensível é:  $Q = m c \Delta\theta$ . No caso,  $m$  é a massa da água, segundo o enunciado, já conhecida;  $c$  é calor específico médio da água, também já conhecido ( $1 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ ). Para a determinação da variação da temperatura ( $\Delta\theta$ ) é necessário um termômetro.

**Resposta da questão 46:**

[C]

A lã é um isolante térmico dificultando o fluxo de calor do corpo humano para o ambiente.

**Resposta da questão 47:**

[E]

Da simples análise da tabela, devemos escolher o material de maior condutividade térmica e maior razão entre absorvância e emitância.

**Resposta da questão 48:**

[E]

Aumentando-se o fluxo, aumenta-se a velocidade da água, diminuindo o tempo de contato entre a água e o resistor do chuveiro, havendo menor transferência de calor do resistor para a água, que sai à menor temperatura.

**Comentário:** o objeto instalado no chuveiro para dissipar calor chama-se **resistor**. Resistência é grandeza física que mede a “dificuldade” que o resistor oferece à passagem das partículas portadoras de carga, no caso, elétrons.

**Resposta da questão 49:**

[A]

A maior eficiência ou rendimento energético é dado ao combustível que apresenta maior energia de combustão para cada unidade de massa. Neste caso, observando a tabela fornecida, nota-se que o biodiesel feito da soja apresenta a maior energia liberada por quilograma e, portanto é o biocombustível mais eficiente.

**Resposta da questão 50:**

[C]

De acordo com a segunda lei da termodinâmica. “**É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, converter integralmente calor em trabalho.**”

**Resposta da questão 51:**

[D]

A energia térmica (calor) se desloca do corpo com maior temperatura para o corpo com menor temperatura, ou seja, o homem é a fonte que cede calor para o meio externo. Para evitar essa perda de calor usa-se um cobertor que funciona como um isolante térmico, minimizando esse fenômeno. O jornal usado pelo personagem da tirinha faz o papel do cobertor, restringindo a perda de calor do homem para o ambiente externo.

**Resposta da questão 52:**

[B]

Após completar o cozimento há vapor d’água no interior do forno que volta a condensar se o forno for desligado e o alimento for mantido dentro do forno fechado.

**Resposta da questão 53:**

[B]

O cozimento do feijão é endotérmico, ou seja, é necessário fornecer energia ao sistema para a reação de cozimento ocorrer e como cada grão de feijão demora muito tempo para atingir o equilíbrio térmico no interior do grão, o calor da água mantém a reação de cozimento de fora para dentro do grão de forma lenta até que ocorra o cozimento em cada centro dos grãos, ponto em que ocorre o equilíbrio térmico e tanto feijão quanto a água terminam com a mesma temperatura.

**Resposta da questão 54:**

[D]

Para uma dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot \frac{1}{\Delta \theta}$$

$$[\alpha] = [\Delta \theta]^{-1}$$

O que nos mostra que o coeficiente de dilatação é uma função linear da variação de temperatura.

**Resposta da questão 55:**

[D]

Dados: volume comercializado em 1 semana (7 dias),  $V = 140 \times 10^3$  L;  $\Delta T = 30$  °C e  $\gamma = 10^{-3}$  °C<sup>-1</sup>.

Dilatação Volumétrica:  $\Delta V = v_0 \gamma \Delta T = (140 \times 10^3)(10^{-3})(30) = 4.200$  L.

Lucro obtido:  $L = (4.200)(1,60) = \text{R\$ } 6.720,00$ .

Convém destacar que a dilatação não foi multiplicada pela diferença entre o preço de venda e o preço de custo (R\$1,10) do combustível porque esse volume dilatado não foi comprado; ele foi ganho da natureza.

**Resposta da questão 56:**

[C]

Analisando o gráfico, notamos que o volume específico diminui de 0 °C até 4°C, aumentando a partir dessa temperatura.

Aproximando os valores lidos no gráfico, constatamos uma redução de 1,00015 cm<sup>3</sup>/g para 1,00000 cm<sup>3</sup>/g de 0 °C a 4 °C, ou seja, de 0,00015 cm<sup>3</sup>/g. Isso representa uma redução percentual de 0,015%, o que é menos que 0,04 %.

**Resposta da questão 57:**

[C]

Como a temperatura do sistema diminui, a sua energia interna também deve diminuir.

Cálculo do calor cedido para o meio:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = 1000 \cdot 1 \cdot (81 - 90)$$

$$Q = -9000 \text{ cal}$$

O sinal negativo indica que o calor foi realmente perdido.

**Resposta da questão 58:**

[A]

Dados: Intensidade da radiação captada,  $I = 800$  W/m<sup>2</sup>; largura do coletor,  $L = 6$  m; calor específico da água,  $c = 4.200$  J/(kg.°C); massa de água,  $m = 1.000$  kg; tempo de aquecimento,  $\Delta t = 1$  h =  $36 \times 10^2$  s; variação de temperatura,  $\Delta T = 80$  °C.

Quantidade de calor necessária para aquecer a água:  $Q = m c \Delta T = (1.000)(4.200)(80) = 336 \times 10^6$  J.

$$\text{Potência recebida: } P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{336 \times 10^6}{36 \times 10^2} = 9,3 \times 10^4 \text{ W.}$$

Para calcular a área do coletor, basta uma simples regra de três:

$$\left\{ \begin{array}{l} 800 \text{ W} \longrightarrow 1 \text{ m}^2 \\ 9,3 \times 10^4 \text{ W} \longrightarrow A \end{array} \right. \Rightarrow A = \frac{9,3 \times 10^4}{800} = 116,25 \text{ m}^2.$$

Calculando o comprimento (d) do coletor:  $A = dL \Rightarrow 116,25 = d(6) \Rightarrow d \cong 19 \text{ m}$ .

**Resposta da questão 59:**

[C]

Questão mal feita, embora se chegue facilmente à resposta por simples exclusões. O calor latente de vaporização da água é a quantidade de energia necessária para que uma quantidade de massa unitária (1 grama, 1 quilograma, 1 libra etc.) passe do estado líquido para o gasoso, não interessando em que temperatura o fenômeno ocorre.

**Resposta da questão 60:**

[B]

Devido ao alto calor específico da água, ela serve como regulador térmico para os seres vivos. Quando a temperatura do organismo aumenta, ele elimina água na forma de suor. Essa água, ao evaporar, absorve calor desse organismo, regulando sua temperatura. Cada 1 grama que se transforma em vapor absorve 540 cal.

**Resposta da questão 61:**

[C]

A economia de energia se dá pela conversão de energia radiante em energia térmica para uso posterior, dispensando o uso de aparelhos como os chuveiros elétricos que são grandes consumidores de energia.

**Resposta da questão 62:**

[B]

Como o sistema descrito transfere calor para o meio externo com o intuito de resfriar o ambiente interno, dentre as opções listadas, a única que se adequa a descrição é o refrigerador.

**Resposta da questão 63:**

[C]

A questão confunde Calor Específico de um material ou substância com Capacidade Térmica de um corpo. Estruturas de um mesmo material terão capacidades térmicas altas ou baixas dependendo de suas massas. A opção C ficaria melhor se fosse:

c) pavimentada com material de **alto calor específico**, pois...

**Resposta da questão 64:**

[B]

O sentido espontâneo da propagação do calor é do ambiente mais quente para o ambiente mais frio. A geladeira funciona ao contrário, retirando calor do ambiente frio, transferindo-o para um ambiente quente, num processo forçado. Aliás, por isso é que são necessários motor e compressor.

**Resposta da questão 65:**

[D]

O plástico deixa passar luz, mas é um bom isolante térmico, provocando o aquecimento do ambiente dentro do tanque, e conseqüentemente a evaporação da água. O vapor, ao tomar

contanto com o plástico, que está à menor temperatura, cede calor para o ambiente, sofrendo condensação. O plástico “sua”, como se diz popularmente.

**Resposta da questão 66:**

[A]

Durante o processo de mudança de estado físico, a energia fornecida é utilizada apenas para este fim, com a temperatura permanecendo constante ao longo do processo.

**Resposta da questão 67:**

[D]

As usinas nucleares obtém energia térmica a partir da decomposição de núcleos atômicos instáveis, como urânio. Este calor aquece a água contida nos reatores, levando a fervura, com consequente obtenção de pressão para mover uma turbina.

**Resposta da questão 68:**

[D]

Se a superfície participa com 50% os outros 50% estão associados à atmosfera, o que invalida a alternativa A e a alternativa B.

A atmosfera absorve 20% e não 70%.

A irradiação de energia a partir da superfície é de apenas 6%.

**Resposta da questão 69:**

[B]

O vidro deixa a luz passar e conseqüentemente calor por radiação, mas não deixa o calor passar para fora por condução (estufa). Os tanques pintados de preto absorvem grande quantidade desta energia que é levada à água por condução.

**Resposta da questão 70:**

[B]

$$L_{\text{gelo}} = 80\text{cal} / \text{g} \cong 320.000\text{J} / \text{kg}$$

$$Q = mL \rightarrow 1,6 \times 10^{22} = m \times 320.000 \rightarrow m = 50 \times 10^{15}\text{kg} = 50 \text{ trilhões de toneladas}$$

**Resposta da questão 71:**

[A]

Os motores utilizados em veículos queimando combustíveis são máquinas térmicas que aproveitam o calor gerado na combustão para produzir trabalho.

**Resposta da questão 72:**

[B]

Observe que 1kg de GNV produz, aproximadamente, a mesma energia que 1kg de gasolina. As densidades apresentadas são para 1,0 atm de pressão. Como a densidade do GNV é quase mil vezes menor que a da gasolina precisaríamos de um tanque mil vezes maior. A solução é armazenar o GNV a alta pressão fazendo com que seu volume diminua.

**Resposta da questão 73:**

[D]

O rendimento das máquinas térmicas é bastante baixa.

**Resposta da questão 74:**

[E]

Apesar de não termos informações sobre a pressão atmosférica local a  $-55^{\circ}\text{C}$  a água estaria congelada.

**Resposta da questão 75:**

[A]

O ar que está sobre o solo resfria-se mais do que o ar que está sobre o mar criando um zona de alta pressão em terra e baixa pressão sobre o mar. A opção menos ruim é a da letra [A].

**Resposta da questão 76:**

[D]

- I. Correta. Há necessidade de correntes de convecção para uniformizar a temperatura.
- II. Errado. A formação de gelo impede a circulação do calor.
- III. Correto. A limpeza facilita a troca de calor retirado do interior com o meio externo

**Resposta da questão 77:**

[C]

$$\text{Parede de 4cm ; } \frac{35}{200} = 17,5\%$$

$$\text{Parede de 10cm ; } \frac{15}{200} = 7,5\%$$

Diferença: 10%

**Resposta da questão 78:**

[E]

- [I] Errado. Se o recipiente for metálico haverá uma grande perda de calor para o meio ambiente.
- [II] Certo. A cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- [III] Certo. A placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

**Resposta da questão 79:**

[D]

A garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.

**Resposta da questão 80:**

[E]

Considere que em uma determinada temperatura 1L de gasolina contenha 1kg. Com a temperatura aumentada o mesmo 1kg ocupará um volume maior aumentando o custo. Com a temperatura reduzida o mesmo 1kg ocupará um volume menor diminuindo o custo.

**Resposta da questão 81:**

[D]

Como irá formar-se um lago, a superfície d'água terá uma área muito grande aumentando a captação de energia do Sol. Portanto haverá maior evaporação e conseqüentemente um aumento da umidade relativa do ar.

**Resposta da questão 82:**

[E]

Após começar a mudança de estado a temperatura irá manter-se constante. O fogo alto só fará com que a água seque mais rapidamente.

**Resposta da questão 83:**

[B]

Observe no gráfico que a temperatura de ebulição da água aumenta com o aumento da pressão. Como a pressão do vapor dentro da panela aumenta, a temperatura de ebulição aumenta e o cozimento é mais rápido.

## Resumo das questões selecionadas nesta atividade

---

Data de elaboração: 22/07/2021 às 16:37

Nome do arquivo: termologia enem

---

### Legenda:

Q/Prova = número da questão na prova

Q/DB = número da questão no banco de dados do SuperPro®

Q/prova	Q/DB	Grau/Dif.	Matéria	Fonte	Tipo
1	198225	Elevada	Química	Enem PPL/2020	Múltipla escolha
2	197992	Baixa	Física	Enem digital/2020	Múltipla escolha
3	198209	Baixa	Física	Enem PPL/2020	Múltipla escolha
4	197234	Média	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
5	197994	Baixa	Física	Enem digital/2020	Múltipla escolha
6	197990	Baixa	Física	Enem digital/2020	Múltipla escolha
7	198212	Baixa	Física	Enem PPL/2020	Múltipla escolha
8	197243	Baixa	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
9	189702	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
10	189706	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
11	189709	Média	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
12	189710	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
13	190197	Baixa	Física	Enem PPL/2019	Múltipla escolha
14	183080	Média	Física	Enem PPL/2018	Múltipla escolha
15	183068	Baixa	Física	Enem PPL/2018	Múltipla escolha
16	177122	Média	Física	Enem PPL/2017	Múltipla escolha
17	177123	Média	Física	Enem PPL/2017	Múltipla escolha
18	175003	Média	Física	Enem/2017	Múltipla escolha
19	175290	Baixa	Física	Enem (Libras)/2017	Múltipla escolha
20	177125	Média	Física	Enem PPL/2017	Múltipla escolha
21	165245	Média	Física	Enem/2016	Múltipla escolha
22	166120	Média	Física	Enem 2ª aplicação/2016	Múltipla escolha
23	166109	Média	Física	Enem 2ª aplicação/2016	Múltipla escolha

24	166115	Média	Física	Enem 2ª aplicação/2016	Múltipla escolha
25	166110	Baixa	Física	Enem 2ª aplicação/2016	Múltipla escolha
26	166119	Baixa	Física	Enem 2ª aplicação/2016	Múltipla escolha
27	165244	Baixa	Física	Enem/2016	Múltipla escolha
28	149345	Média	Física	Enem/2015	Múltipla escolha
29	149325	Baixa	Física	Enem/2015	Múltipla escolha
30	149341	Baixa	Física	Enem/2015	Múltipla escolha
31	149356	Média	Física	Enem/2015	Múltipla escolha
32	154514	Média	Física	Enem PPL/2015	Múltipla escolha
33	135509	Média	Física	Enem/2014	Múltipla escolha
34	192817	Baixa	Física	Enem 2ª aplicação/2014	Múltipla escolha
35	141381	Baixa	Física	Enem PPL/2014	Múltipla escolha
36	135527	Baixa	Física	Enem/2014	Múltipla escolha
37	141378	Baixa	Física	Enem PPL/2014	Múltipla escolha
38	192821	Baixa	Física	Enem 2ª aplicação/2014	Múltipla escolha
39	128029	Baixa	Física	Enem/2013	Múltipla escolha
40	128023	Baixa	Física	Enem/2013	Múltipla escolha
41	131581	Baixa	Física	Enem PPL/2013	Múltipla escolha
42	131587	Baixa	Física	Enem PPL/2013	Múltipla escolha
43	121964	Baixa	Física	Enem/2012	Múltipla escolha
44	127074	Baixa	Física	Enem PPL/2012	Múltipla escolha
45	127053	Baixa	Física	Enem PPL/2012	Múltipla escolha
46	127035	Baixa	Física	Enem PPL/2012	Múltipla escolha
47	127046	Baixa	Física	Enem PPL/2012	Múltipla escolha
48	127039	Baixa	Física	Enem PPL/2012	Múltipla escolha
49	192994	Baixa	Física	Enem PPL/2011	Múltipla escolha
50	108599	Baixa	Física	Enem/2011	Múltipla escolha
51	192993	Baixa	Física	Enem PPL/2011	Múltipla escolha
52	193002	Baixa	Física	Enem PPL/2011	Múltipla escolha
53	192995	Baixa	Física	Enem PPL/2011	Múltipla escolha

54	193389	Baixa	Física	Enem PPL/2009	Múltipla escolha
55	90164	Média	Física	Enem/2009	Múltipla escolha
56	91927	Baixa	Física	Enem cancelado/2009	Múltipla escolha
57	193386	Baixa	Física	Enem PPL/2009	Múltipla escolha
58	90161	Média	Física	Enem/2009	Múltipla escolha
59	91933	Baixa	Física	Enem cancelado/2009	Múltipla escolha
60	91882	Baixa	Física	Enem cancelado/2009	Múltipla escolha
61	193383	Baixa	Física	Enem PPL/2009	Múltipla escolha
62	193382	Baixa	Física	Enem PPL/2009	Múltipla escolha
63	91934	Baixa	Física	Enem cancelado/2009	Múltipla escolha
64	90166	Média	Física	Enem/2009	Múltipla escolha
65	91923	Baixa	Física	Enem cancelado/2009	Múltipla escolha
66	193387	Baixa	Física	Enem PPL/2009	Múltipla escolha
67	84642	Média	Física	Enem/2008	Múltipla escolha
68	84640	Média	Física	Enem/2008	Múltipla escolha
69	75451	Média	Física	Enem/2007	Múltipla escolha
70	68355	Média	Física	Enem/2006	Múltipla escolha
71	50371	Baixa	Física	Enem/2003	Múltipla escolha
72	50372	Média	Física	Enem/2003	Múltipla escolha
73	43097	Elevada	Física	Enem/2002	Múltipla escolha
74	43098	Baixa	Física	Enem/2002	Múltipla escolha
75	43095	Elevada	Física	Enem/2002	Múltipla escolha
76	38175	Média	Física	Enem/2001	Múltipla escolha
77	38176	Média	Física	Enem/2001	Múltipla escolha
78	35205	Média	Física	Enem/2000	Múltipla escolha
79	35209	Média	Física	Enem/2000	Múltipla escolha
80	29026	Média	Física	Enem/1999	Múltipla escolha
81	29031	Média	Física	Enem/1999	Múltipla escolha
82	29030	Média	Física	Enem/1999	Múltipla escolha
83	29029	Média	Física	Enem/1999	Múltipla escolha



## Estatísticas - Questões do Enem

---

Q/prova	Q/DB	Cor/prova	Ano	Acerto
9 .....	189702 .....	azul .....	2019 .....	26%
10 .....	189706 .....	azul .....	2019 .....	33%
11 .....	189709 .....	azul .....	2019 .....	27%
12 .....	189710 .....	azul .....	2019 .....	33%
18 .....	175003 .....	azul .....	2017 .....	24%
19 .....	175290 .....	verde .....	2017 .....	14%
21 .....	165245 .....	azul .....	2016 .....	26%
27 .....	165244 .....	azul .....	2016 .....	34%
28 .....	149345 .....	azul .....	2015 .....	20%
29 .....	149325 .....	azul .....	2015 .....	39%
30 .....	149341 .....	azul .....	2015 .....	17%
31 .....	149356 .....	azul .....	2015 .....	20%
33 .....	135509 .....	azul .....	2014 .....	12%
36 .....	135527 .....	azul .....	2014 .....	17%
39 .....	128029 .....	azul .....	2013 .....	37%
40 .....	128023 .....	azul .....	2013 .....	19%
43 .....	121964 .....	azul .....	2012 .....	16%

50	108599	azul	2011	28%
55	90164	azul	2009	31%
58	90161	azul	2009	29%
64	90166	azul	2009	32%
67	84642	amarela	2008	35%
68	84640	amarela	2008	36%
69	75451	amarela	2007	35%
70	68355	amarela	2006	26%
71	50371	amarela	2003	57%
72	50372	amarela	2003	32%
73	43097	amarela	2002	31%
74	43098	amarela	2002	38%
75	43095	amarela	2002	32%
76	38175	amarela	2001	43%
77	38176	amarela	2001	28%
78	35205	amarela	2000	53%
79	35209	amarela	2000	67%
80	29026	amarela	1999	25%
81	29031	amarela	1999	41%

82 .....29030 .....amarela..... 1999 ..... 29%

83 .....29029 .....amarela..... 1999 ..... 64%