

1. (Enem 2023) Uma cafeteria adotou copos fabricados a partir de uma composição de 50% de plástico reciclado biodegradável e 50% de casca de café. O copo é reutilizável e retornável, pois o material, semelhante a uma cerâmica, suporta a lavagem. Embora ele seja comercializado a um preço considerado alto quando comparado ao de um copo de plástico descartável, essa cafeteria possibilita aos clientes retornarem o copo sujo e levarem o café quente servido em outro copo já limpo e higienizado. O material desse copo oferece também o conforto de não esquentar na parte externa.

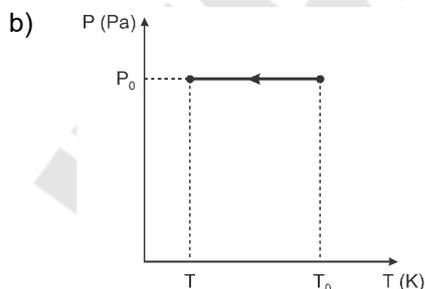
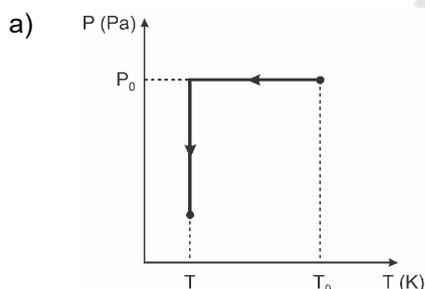
Cafeteria adota copo reutilizável feito com casca de café. Disponível em: www.gazetadopovo.com.br. Acesso em: 5 dez. 2019 (adaptado.)

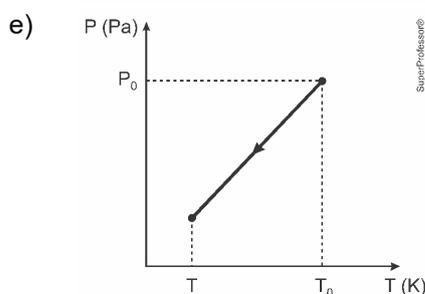
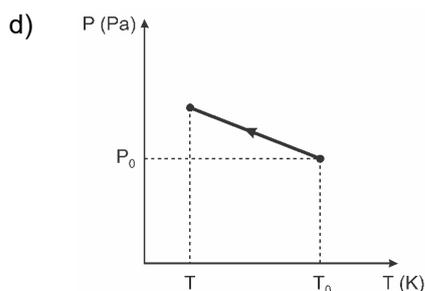
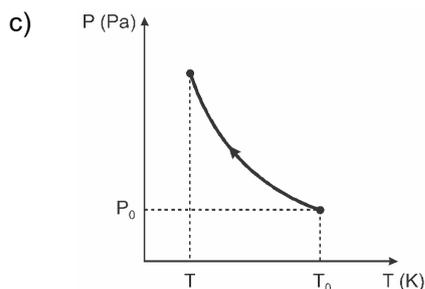
Quais duas vantagens esse copo apresenta em comparação ao copo descartável?

- Ter a durabilidade de uma cerâmica e ser totalmente biodegradável.
- Ser tão durável quanto uma cerâmica e ter alta condutividade térmica.
- Ser um mau condutor térmico e aumentar o resíduo biodegradável na natureza.
- Ter baixa condutividade térmica e reduzir o resíduo não biodegradável na natureza.
- Ter alta condutividade térmica e possibilitar a degradação do material no meio ambiente.

2. (Enem 2023) O manual de um automóvel alerta sobre os cuidados em relação à pressão do ar no interior dos pneus. Recomenda-se que a pressão seja verificada com os pneus frios (à temperatura ambiente). Um motorista, desatento a essa informação, realizou uma viagem longa sobre o asfalto quente e, em seguida, verificou que a pressão P_0 no interior dos pneus não era a recomendada pelo fabricante. Na ocasião, a temperatura dos pneus era T_0 . Após um longo período em repouso, os pneus do carro atingiram a temperatura ambiente T . Durante o resfriamento, não há alteração no volume dos pneus e na quantidade de ar no seu interior. Considere o ar dos pneus um gás perfeito (também denominado gás ideal).

Durante o processo de resfriamento, os valores de pressão em relação à temperatura ($P \times T$) são representados pelo gráfico:



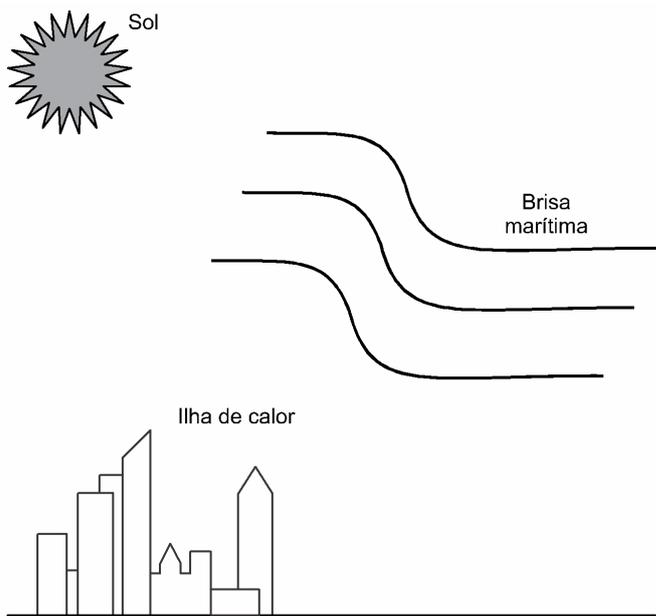


3. (Enem 2023) Em uma indústria alimentícia, para produção de doce de leite, utiliza-se um tacho de parede oca com uma entrada para vapor de água a 120°C e uma saída para água líquida em equilíbrio com o vapor a 100°C . Ao passar pela parte oca do tacho, o vapor de água transforma-se em líquido, liberando energia. A parede transfere essa energia para o interior do tacho, resultando na evaporação de água e consequente concentração do produto.

No processo de concentração do produto, é utilizada energia proveniente

- somente do calor latente de vaporização.
- somente do calor latente de condensação.
- do calor sensível e do calor latente de vaporização.
- do calor sensível e do calor latente de condensação.
- do calor latente de condensação e do calor latente de vaporização.

4. (Enem 2021) Na cidade de São Paulo, as ilhas de calor são responsáveis pela alteração da direção do fluxo da brisa marítima que deveria atingir a região de mananciais. Mas, ao cruzar a ilha de calor, a brisa marítima agora encontra um fluxo de ar vertical, que transfere para ela energia térmica absorvida das superfícies quentes da cidade, deslocando-a para altas altitudes. Dessa maneira, há condensação e chuvas fortes no centro da cidade, em vez de na região de mananciais. A imagem apresenta os três subsistemas que trocam energia nesse fenômeno.



No processo de fortes chuvas no centro da cidade de São Paulo, há dois mecanismos dominantes de transferência de calor: entre o Sol e a ilha de calor, e entre a ilha de calor e a brisa marítima.

VIVEIROS, M. *Ilhas de calor afastam chuvas de represas*. Disponível em: www2.feis.unesp.br. Acesso em: 3 dez. 2019 (adaptado).

Esses mecanismos são, respectivamente,

- irradiação e convecção.
- irradiação e irradiação.
- condução e irradiação.
- convecção e irradiação.
- convecção e convecção.

5. (Enem 2021) Na montagem de uma cozinha para um restaurante, a escolha do material correto para as painéis é importante, pois a panela que conduz mais calor é capaz de cozinhar os alimentos mais rapidamente e, com isso, há economia de gás. A taxa de condução do calor depende da condutividade k do material, de sua área A , da diferença de temperatura ΔT e da espessura d do material, sendo dada pela relação $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{d}$. Em painéis com dois

materiais, a taxa de condução é dada por $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = A \frac{\Delta T}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2}}$, em que d_1 e d_2 são as espessuras

dos dois materiais, e k_1 e k_2 , são as condutividades de cada material. Os materiais mais comuns no mercado para painéis são o alumínio ($k = 20 \text{ W/m K}$), o ferro ($k = 8 \text{ W/m K}$) e o aço ($k = 5 \text{ W/m K}$) combinado com o cobre ($k = 40 \text{ W/m K}$).

Compara-se uma panela de ferro, uma de alumínio e uma composta de $\frac{1}{2}$ da espessura em

cobre e $\frac{1}{2}$ da espessura em aço, todas com a mesma espessura total e com a mesma área de fundo.

A ordem crescente da mais econômica para a menos econômica é

- cobre-aço, alumínio e ferro.
- alumínio, cobre-aço e ferro.

- c) cobre-aço, ferro e alumínio.
- d) alumínio, ferro e cobre-aço.
- e) ferro, alumínio e cobre-aço.

6. (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 L, pode-se utilizar um sistema de aquecimento de 50 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 kgL^{-1} .

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

- a) $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- e) $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$

7. (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 $m_A > m_B$

8. (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

9. (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°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.

10. (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.

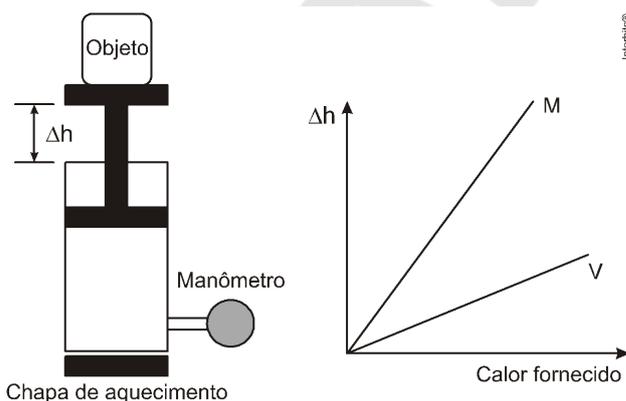
11. (Enem 2015) O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até -198°C . Presente 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.correiobrasiliense.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.

12. (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 Δh , 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

- a) maior pressão de vapor.
- b) menor massa molecular.
- c) maior compressibilidade.
- d) menor energia de ativação.
- e) menor capacidade calorífica.

13. (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?

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

INICIATIVA EXATAS

Gabarito

Resposta da questão 1:

[D]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

- Se o copo não esquenta na parte externa, é porque o material desse copo é de baixa condutividade térmica, dificultando a passagem de calor de dentro para fora.
- Se o material suporta a lavagem, ele colabora com a sustentabilidade, reduzindo o resíduo não biodegradável lançado na natureza.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

A tecnologia aplicada na concepção e execução do copo produzido a partir de plásticos biodegradáveis e casca de café é importante no tocante à redução do impacto ambiental causado pelo acúmulo do lixo comum não reciclável.

Resposta da questão 2:

[E]

Trata-se de um resfriamento isométrico. Aplicando a equação de Clapeyron:

$$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{nR}{V} T$$

Essa expressão, que é uma das leis de Charles Gay-Lussac, mostra que numa transformação isométrica, pressão e volume são diretamente proporcionais. Então, como se sabe da Matemática, o gráfico $P \times T$ é um segmento reta que passa pela origem.

Resposta da questão 3:

[D]

No processo de concentração são absorvidos:

- calor sensível, no resfriamento do vapor de 120°C até 100°C;
- calor latente, na condensação do vapor.

Resposta da questão 4:

[A]

O processo de transferência de calor entre o Sol e a ilha de calor é o da **irradiação**, capaz de atravessar o vácuo existente entre ambos. Entre a ilha de calor e a brisa marítima, o processo de transferência dominante é o da **convecção** das massas de ar, que sobem quando aquecidas.

Resposta da questão 5:

[B]

A taxa de condução do calor com o tempo é o fluxo térmico (Φ).

Para somente um material:

$$\Phi = \frac{k A \Delta T}{d};$$

Para dois materiais:

$$\Phi_{12} = A \frac{\Delta T}{\frac{d_1}{k_1} + \frac{d_2}{k_2}}.$$

Aplicando as expressões aos três casos:

$$\text{Ferro: } \Phi_{\text{Fe}} = 8A \frac{\Delta T}{d}$$

$$\text{Alumínio: } \Phi_{\text{Al}} = 20A \frac{\Delta T}{d}$$

$$\text{Aço-Cobre: } \Phi_{\text{A-Cu}} = A \frac{\Delta T}{\frac{d}{5} + \frac{d}{40}} = A \frac{\Delta T}{\frac{8d+d}{80}} = \frac{80}{9} A \frac{\Delta T}{d} \Rightarrow \Phi_{\text{A-Cu}} = 8,9A \frac{\Delta T}{d}$$

Comparando os resultados para os três materiais:

$$\Phi_{\text{Al}} > \Phi_{\text{A-Cu}} > \Phi_{\text{Fe}}$$

A mais econômica é aquela que apresenta maior fluxo. Assim, a ordem crescente da mais econômica para a menos econômica é: alumínio, cobre-aço e ferro.

Resposta da questão 6:

[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 7:

[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 8:

[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 9:

[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 10:

[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 11:

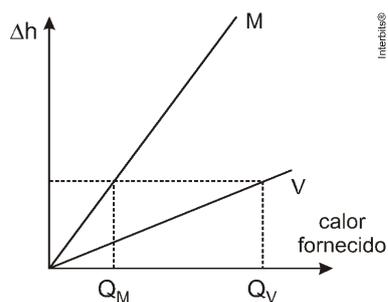
[C]

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

Resposta da questão 12:

[E]

Como mostrado no gráfico, para uma mesma elevação Δh , 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 Δh , temos também uma mesma variação de volume (ΔV). Como se trata de transformações isobáricas, os trabalhos realizados (W) também são iguais. Supondo gases ideais:

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

Assim:

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

Resposta da questão 13:

[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.

Resumo das questões selecionadas nesta atividade

Legenda:

NQ = número da questão

Q/DB = número da questão no banco de dados

NQ	Q/DB	Grau/Dif.	Matéria	Fonte	Tipo
1	240240	Baixa	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
2	240242	Média	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
3	240244	Baixa	Física	Enem/2023	Múltipla escolha
4	204410	Baixa	Física	Enem/2021	Múltipla escolha
5	204429	Média	Física	Enem/2021	Múltipla escolha
6	197234	Média	Física	Enem/2020	Múltipla escolha
7	189702	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
8	189706	Baixa	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
9	189709	Média	Física	Enem/2019	Múltipla escolha
10	165244	Baixa	Física	Enem/2016	Múltipla escolha
11	149345	Média	Física	Enem/2015	Múltipla escolha
12	135509	Média	Física	Enem/2014	Múltipla escolha
13	135527	Baixa	Física	Enem/2014	Múltipla escolha

Estadísticas - Questões do Enem

NQ	Q/DB	Cor/prova	Ano	Acerto
4	204410	azul	2021	53%
5	204429	azul	2021	22%
6	197234	azul	2020	23%
7	189702	azul	2019	26%
8	189706	azul	2019	33%
9	189709	azul	2019	27%
10	165244	azul	2016	34%
11	149345	azul	2015	20%
12	135509	azul	2014	12%
13	135527	azul	2014	17%