TERMOLOGIA

01

01| Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m^2. A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de 2,0 x 10^3 w /m^2 e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto.

Assinale a opção que indica aproximadamente a variação da temperatura da água.

Dados: $c_{água} = 1{,}0$ cal/°C e 1 cal = 4,2 J.

A 12,2 °C

B 22,7 °C

C 37,3 °C

D 45,6 °C

E 57,1 °C

02| Os cilindros medicinais são destinados a armazenar gases sob alta pressão. Os cilindros são específicos para cada tipo de gás e são identificados segundo normas da ABNT, por cores diferentes e válvulas especificas para cada tipo de gás a ser envazado, como: Oxigênio Medicinal, Ar Comprimido Medicinal, Nitrogênio, Dióxido de Carbono e Óxido Nitroso.

Um residente recebe um cilindro fechado com um determinado gás (considerar ideal e monoatômico) superaquecido a temperatura inicial de 327 °C e baixa sua temperatura para uso a 27 °C.

Com diminuição da temperatura como fica a energia cinética média das moléculas?

A duplicada.

B reduzida em 1/4.

C reduzida à metade.

D inalterada.

03| Durante um experimento, um gás perfeito é comprimido, adiabaticamente, sendo realizado sobre ele um trabalho de 800 J. Em relação ao gás, ao final do processo, podemos afirmar que:

A o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.

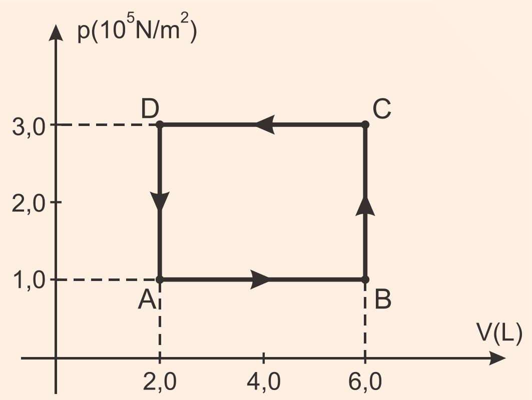
B o volume diminuiu, a temperatura diminuiu e a pressão aumentou.

C o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

D o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.

E o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

04| Um sistema termodinâmico constituído de n mols de um gás perfeito monoatômico desenvolve uma transformação cíclica ABCDA representada no diagrama a seguir.



De acordo com o apresentado pode-se afirmar que

A o trabalho em cada ciclo é de 800 J e é realizado pelo sistema.

B o sistema termodinâmico não pode representar o ciclo de uma máquina frigorífica uma vez que o mesmo está orientado no sentido anti-horário.

C a energia interna do sistema é máxima no ponto D e mínima no ponto B.

D em cada ciclo o sistema libera 800 J de calor para o meio ambiente.

05| Uma máquina térmica que opera, segundo o ciclo de Carnot, executa 10 ciclos por segundo. Sabe-se que, em cada ciclo, ela retira 800 J da fonte quente e cede 400 J para a fonte fria. Se a temperatura da fonte fria é igual a 27 °C, o rendimento dessa máquina e a temperatura da fonte quente valem, respectivamente,

A 20%; 327 K.

B 30%; 327 K.

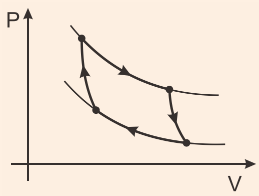
C 40%; 700 K.

D 50%; 600 K.

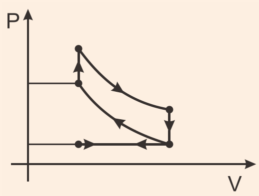
06| Atualmente, os combustíveis mais utilizados para o abastecimento dos carros de passeio, no Brasil, são o etanol e a gasolina. Essa utilização somente é possível porque os motores desses automóveis funcionam em ciclos termodinâmicos, recebendo combustível e convertendo-o em trabalho útil.

Com base nos conhecimentos sobre ciclos termodinâmicos, assinale a alternativa que apresenta corretamente o diagrama da pressão (P) versus volume (V) de um motor a gasolina.

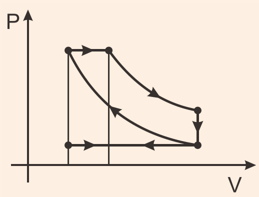
A



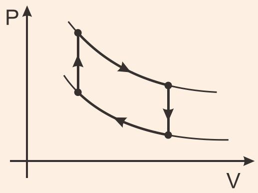
B



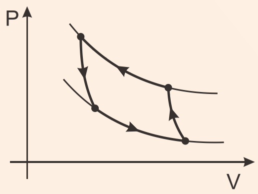
C



D



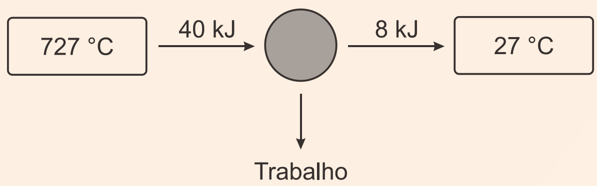
E



07| As máquinas térmicas são capazes de converter calor em trabalho. Elas funcionam em ciclos e utilizam duas fontes de temperaturas diferentes: uma quente, de onde recebe calor, e uma fria, para onde o calor rejeitado é direcionado. A respeito das máquinas térmicas, é importante saber que elas não transformam todo o calor em trabalho, ou seja, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Fonte: http://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/. Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Um esquema de máquina térmica eficiente é mostrado na figura a seguir:



No que diz respeito à máquina representada, assinale a alternativa CORRETA.

A Ela é ideal.

B Pode funcionar como esquematizada, uma vez que não viola as Leis da Termodinâmica.

C Só pode funcionar entre essas temperaturas, se o calor rejeitado for igual a 12 kJ.

D Trabalha abaixo da eficiência de Carnot.

E Não pode funcionar da forma esquematizada.

08| Um motor de potência 2,5 cv absorve 925 cal/s de uma fonte térmica quente, cuja temperatura é de 927 °C. Sendo a temperatura da fonte fria de 80,6 °F, determine a razão entre o rendimento de um motor de Carnot que operasse entre essas mesmas fontes térmicas e o rendimento do referido motor.

A 0,75

B 1,00

C 1,50

D 2,00

09| Em um cilindro isolado termicamente por um pistão de peso desprezível encontra-se m= 30 g de água a uma temperatura de 0 °C. A área do pistão é S = 512 cm^2, a pressão externa é p = 1 atm. Determine a que altura, aproximadamente, eleva-se o pistão, se o aquecedor elétrico, que se encontra no cilindro, desprende Q = 24.200 J.

Dados: Despreze a variação do volume de água; 1 cal = 4,2 J; R = 0,082 atm . L/mol . K; M_{H_2O} = 18 g/mol;
$c_{água}$ = 1,0 cal/g °C; L_{vapor} = 540 cal/g.

A 1,6 cm

B 8,0 cm

C 17,0 cm

D 25,0 cm

E 32,0 cm

10| Um gás ideal e monoatômico contido em uma garrafa fechada com 0,1 m^3 está inicialmente a 300 K e a 100 kPa. Em seguida, esse gás é aquecido, atingindo 600 K.

Nessas condições, o calor fornecido ao gás, em kj, foi:

A 5

B 10

C 15

D 30

E 45

11| Uma minúscula bolha de ar sobe até a superfície de um lago. O volume dessa bolha, ao atingir a superfície do lago, corresponde a uma variação de 50% do seu volume em relação ao volume que tinha quando do início do movimento de subida. Considerando a pressão atmosférica como sendo de 10^5 Pa, a aceleração gravitacional de 10 m/s^2 e a densidade da água de 1 g/cm^3, assinale a alternativa que apresenta a distância percorrida pela bolha durante esse movimento se não houve variação de temperatura significativa durante a subida da bolha.

A 2 m.

B 3,6 m.

C 5 m.

D 6,2 m.

E 8,4 m.

12| Duas barras metálicas representadas por (A) e (B) possuem comprimentos iniciais L_{0A} e L_{0B}, coeficientes de dilatação lineares α_A e α_B e sofreram variações de temperatura ΔT_A e ΔT_B, respectivamente. Sabendo que $L_{0A} = 5 \cdot L_{0B}$, $\alpha_B = 8 \cdot \alpha_A$ e $\Delta T_A = 2 \cdot \Delta T_B$, podemos escrever que a razão entre as variações de comprimento ΔL_A e ΔL_B, ou seja, $\Delta L_A / \Delta L_B$ vale

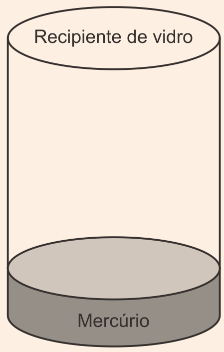
A 0,25 C 0,80 E 1,50

B 0,50 D 1,25

13| Considere um recipiente de vidro com certo volume de mercúrio, ambos em equilíbrio térmico numa dada temperatura θ_0, conforme mostra a figura a seguir.

O conjunto, recipiente de vidro e mercúrio, é colocado num forno à temperatura θ, com $\theta > \theta_0$.

Sejam os coeficientes de dilatação volumétrica do vidro e do mercúrio iguais, respectivamente, a $1{,}2 \cdot 10^{-5}$ °C^{-1} e $1{,}8 \cdot 10^{-4}$°C^{-1}.



De quantas vezes o volume do recipiente deve ser maior que o volume inicial de mercúrio, para que o volume vazio do recipiente permaneça constante a qualquer temperatura?

A 11.

B 12.

C 13.

D 14.

E 15.

14| Neste sábado, começa a maior, mais famosa e mais esperada competição do ciclismo mundial, o Tour de France. (...) Do dia 2 ao dia 24 de julho, os ciclistas vão encarar as grandes montanhas francesas e as mais belas paisagens em busca da tão sonhada camisa amarela. (...) Serão vinte e duas etapas – nove planas, uma de alta montanha, nove de montanha e duas de relógio individual – e 3.519 km percorridos ao longo de todo o território francês, uma média de 167,5 km pedalados por dia.

Fonte: http://espn.uol.com.br/noticia/610082_equipes-favoritos-camisas-e--curiosidades-saiba-tudo-sobre-o-tour-de-france-2016.

Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Ao longo dessa competição, um ciclista viaja por diversos locais, onde ele e sua bicicleta experimentam as mais diferentes temperaturas. Desejando um melhor desempenho aerodinâmico na prova, um atleta analisa o comportamento geométrico dos raios (barras cilíndricas maciças) disponíveis para instalar nas rodas de sua bicicleta, com a variação de temperatura. Em seu experimento, dois raios de alumínio, A e B, de comprimentos L e 2L e diâmetros 4r e 2r, respectivamente, são aquecidos até a mesma temperatura, a partir de uma mesma temperatura inicial.

A razão entre o aumento de volume do raio A com respeito ao raio do tipo B é

A 1: 1

B 1: 2

C 2: 1

D 1: 4

E 4: 1

15| O primeiro banho de um recém-nascido só deve acontecer cerca de seis horas após o nascimento, quando sua temperatura corporal e suas funções cardiorrespiratórias estiverem estáveis. (...) A temperatura ideal da água é entre 36 °C e 37 °C. É possível medir a temperatura com termômetros específicos para o banho ou usando o antebraço. É comum que a temperatura ideal da água para o banho do bebê dê a impressão de morna aos adultos. Por isso, testar no antebraço ou com o dorso da mão é mais eficiente.

Fonte: http://revistacrescer.globo.com/Revista/Crescer/0,,EMI330848-18560,00.html. Acessado em 13 de julho de 2016.

Seguindo as recomendações, uma mãe que vai dar banho em seu filho recém-nascido vai misturar duas porções de água: uma com temperatura de 20 °C (fria) e outra mais quente, ambas em uma banheira de 20 litros. A banheira deve estar com água fria em 2/3 de sua capacidade antes de se misturar à porção de água quente.

Quantos litros de água a mãe deve ferver a 100 °C para misturar com a água fria, visando atingir a temperatura ideal do banho de 36 °C?

A 0,30

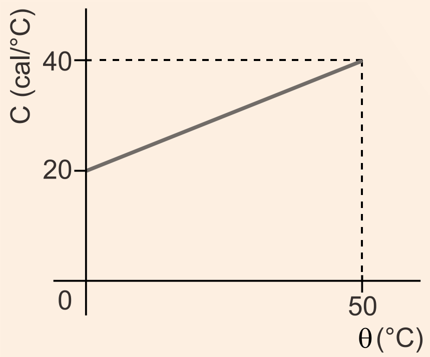
B 1,20

C 3,33

D 16,7

E 53,3

16| Analise o gráfico a seguir, que indica a variação da capacidade térmica de um corpo (C) em função da temperatura (θ).



A quantidade de calor absorvida pelo material até a temperatura de 50 °C, em calorias, é igual a:

A 500

B 1500

C 2000

D 2200

17| Em uma panela foi adicionada uma massa de água de 200 g à temperatura de 25 °C. Para transformar essa massa de água totalmente em vapor a 100 °C, qual deve ser a quantidade total de calor fornecida, em calorias? (Considere calor específico da água c =1 cal/g°C).

A 1.500

B 20.000

C 100.000

D 123.000

18| Em um dia muito quente, em que a temperatura ambiente era de 30°C, Sr. Aldemir pegou um copo com volume de 194 cm^3 de suco à temperatura ambiente e mergulhou nele dois cubos de gelo de massa 15 g cada. O gelo estava a −4 °C e fundiu-se por completo. Supondo que o suco tem o mesmo calor específico e densidade que a água e que a troca de calor ocorra somente entre o gelo e suco, qual a temperatura final do suco do Sr. Aldemir?

Assinale a alternativa CORRETA.

Dados: $c_{água} = 1{,}0$ cal/g°C; $c_{gelo} = 0{,}5$ cal/g °C e $L_{gelo} = 80$ cal/g.

A 0°C

B 2°C

C 12°C

D 15°C

E 26°C

19| Um sistema de aquecimento elétrico residencial, de potência nominal P, precisa de 10 minutos para elevar a temperatura de um volume de água de 0,02 m^3 de 20 °C para 50 °C. Considerando que o calor específico da água é de 1 cal/(g . °C), podemos afirmar que a potência do aquecedor, em W, é de aproximadamente:

(Considere a densidade da água igual a 1.000 kg/m^3 e que 1 cal = 4,2 J)

A 1.250

B 5.500

C 4.200

D 6.500

E 3.900

20| Um aprendiz de cozinheiro colocou 1,0 litro de água em temperatura ambiente (25 °C) numa panela sem tampa e a deixou aquecendo em um fogão elétrico, sobre uma boca de potência de 2.000 W.

Considerando-se que toda a energia fornecida pela boca é absorvida pela água, qual o tempo mínimo aproximado em que toda a água evapora?

Dados:

calor latente de vaporização da água = 2.256 kJ/kg

calor específico da água =4,2 kJ/kg °C

densidade da água 1.000 kg/m^3

A 18,2 min

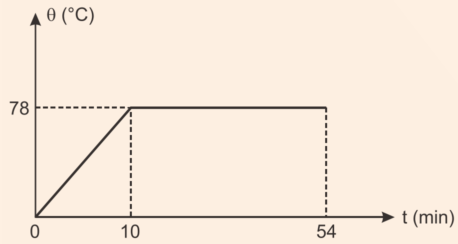
B 21,4 min

C 36,0 min

D 42,7 min

E 53,8 min

21| Sabe-se que um líquido possui calor específico igual a 0,58 cal/g . °C. Com o intuito de descobrir o valor de seu calor latente de vaporização, foi realizado um experimento onde o líquido foi aquecido por meio de uma fonte de potência uniforme, até sua total vaporização, obtendo-se o gráfico abaixo. O valor obtido para o calor latente de vaporização do líquido, em cal/g, está mais próximo de:



A 100

B 200

C 540

D 780

22| Um meteorologista mediu por duas vezes em um mesmo dia a umidade relativa do ar e a temperatura do ar quando estava em um pequeno barco a remo no meio de um grande lago. Os dados encontram-se apresentados na tabela a seguir:

Medida	Período do dia	Umidade relativa	Temperatura do ar
1	Manhã	40%	300 K
2	Tarde	70%	300 K

Diante do exposto, a razão entre as taxas de evaporação de água do lago calculadas na primeira e na segunda medida de umidade relativa do ar é:

A 16/13

B 17/14

C 2

D 7/4

E 4

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade (g) = 10 m . s^{-2}

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

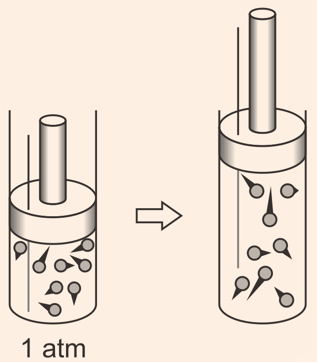
1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5\ N \cdot m^{-2}$

23|



Um gás monoatômico submetido a uma pressão de 1 atm possui volume de 1.000 cm^3 quando sua temperatura é de 300 K. Após sofrer uma expansão isobárica, seu volume é aumentado para 300% do valor inicial.

Determine a variação da energia interna do gás e o trabalho mecânico, em joules, realizado pelo gás durante essa transformação.

A 2 . 10^2 e 3 . 10^2

B 2 . 10^8 e 2 . 10^8

C 3 . 10^4 e 2 . 10^4

D 3 . 10^2 e 2 . 10^2

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere o campo gravitacional uniforme.

24| Em uma máquina térmica ideal que opere em ciclos, todos os processos termodinâmicos, além de reversíveis, não apresentariam dissipação de energia causada por possíveis efeitos dos atritos internos nos mecanismos ou turbulências no fluido operador da máquina. O ciclo de Carnot é um bom exemplo de processo termodinâmico idealizado, que apresentaria a maior eficiência possível na transformação de calor em trabalho útil. A eficiência para uma máquina de Carnot operando entre as temperaturas absolutas de 300 K e 900 K seria de aproximadamente ___________, e a entropia do sistema ficaria ___________ durante o processo.

A 66% – maior

B 66% – igual

C 33% – menor

D 33% – maior

E 100% – igual

GABARITO

01| E

Cálculo da potência útil:

$$P = 2 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2} \cdot 20\ m^2 \cdot 0,6 = 24000\ W$$

A quantidade de calor trocada é dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = m \cdot 1 \cdot 4,2 \cdot \Delta\theta$$

Substituindo esse resultado na equação abaixo, vem:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m}{\Delta t}.4,2.\Delta\theta$$

Como:

$$\frac{m}{\Delta t} = 6\frac{\ell}{min} = \frac{6}{60}\frac{kg}{s}$$

Temos que:

$$24000 = \frac{6}{60}.4,2.\Delta\theta$$

$$\therefore \Delta\theta \cong 57,1°C$$

02| C

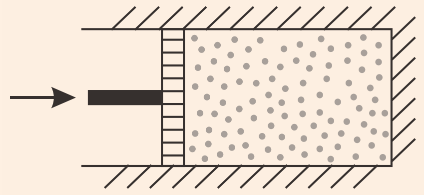
A energia cinética média das moléculas do gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta.

Dados: $T_1 = 327\,°C = 600K;\ T_2 = 27\,°C = 300K.$

$$e_c = k\,T \Rightarrow \frac{e_{c_2}}{e_{c_1}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{e_{c_2} = \frac{e_{c_1}}{2}.}$$

A energia cinética média das moléculas fica reduzida à metade.

03| D



Partindo da 1ª Lei da Termodinâmica, tem-se que:

$\Delta U = Q - \tau \quad (1)$

sendo ΔU a variação da energia interna do gás, Q o calor inserido no gás e τ o trabalho realizado pelo gás.

Como o processo é adiabático, ou seja, sem troca de calor, $Q = 0$ J.

Como o trabalho foi realizado sobre o gás, então $\tau < 0$, ou seja, $\tau = -800$ J.

Substituindo-se esses valores na equação 1, tem-se que:

$\Delta U = 0 - (-800) = 800$ J

$\Delta U = 800$ J

Para gases perfeitos, é válida a seguinte relação:

$\Delta U = \frac{3}{2} nR\,\Delta T \quad (2)$

sendo n o número de moles do gás, R a constante universal dos gases e ΔT a variação da temperatura do gás.

Como $\Delta U = 800$ J > 0, então, pela equação 2, $\Delta T > 0$.

Como o trabalho está sendo realizado sobre o gás, ou seja, o mesmo está sendo comprimido, então $\Delta U < 0$, quer dizer, o gás reduz de volume.

Da equação de Clapeyron para gases perfeitos:

$$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V} \qquad (3)$$

E considerando que T aumentou ($\Delta T > 0$) e V diminuiu ($\Delta V < 0$), conclui-se da equação 3 que p aumentou ($\Delta p > 0$).

Logo, o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.

04| D

Deve-se notar que o ciclo é **anti-horário** e que o volume está expresso em litro ($1\ L = 10^{-3}\ m^3$), tratando-se de um ciclo refrigerador.

O trabalho (W) recebido a cada ciclo é calculado pela área interna do ciclo:

$$W = -(6-2)\times 10^{-3} \times (3-1)\times 10^{5} \Rightarrow W = -800\ J.$$

Como numa transformação cíclica a variação da energia interna é nula, aplicando a primeira lei da termodinâmica ao ciclo, vem:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = 0 + (-800) \Rightarrow \boxed{Q = -800\ J.}$$

O sinal negativo indica calor liberado para o meio ambiente.

05| D

O rendimento dessa máquina é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{400\ \text{J}}{800\ \text{J}} \therefore \eta = 0,5 \text{ ou } 50\%$$

A temperatura da fonte quente pode ser obtida com equação semelhante, utilizando na escala Kelvin:

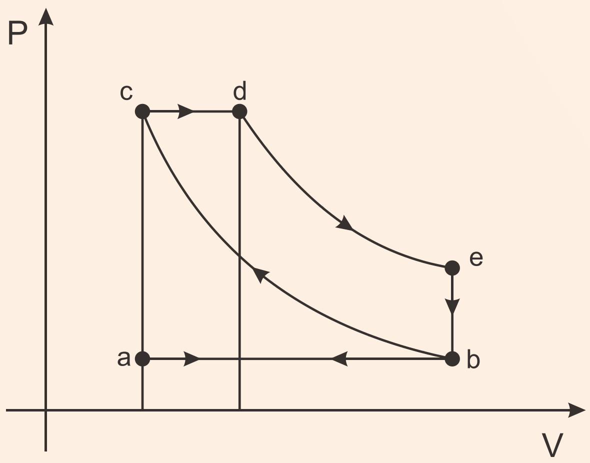
$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow 0,5 = 1 - \frac{300\ \text{K}}{T_2} \therefore T_2 = 600\ \text{K}$$

06| B

A patente do ciclo termodinâmico de um motor à combustão interna foi requerida pelo engenheiro francês Beaus de Rochas, mas este foi implementado e construído primeiramente por Nicolaus August Otto, engenheiro alemão, que dá nome ao ciclo. O ciclo Otto de um motor à combustão possui as seguintes etapas:

1. Admissão isobárica (a – b);
2. Compressão adiabática (b –c);
3. Explosão (c – d) e Expansão adiabática (d – e);
4. Descarga (e –b) e Exaustão isobárica (b – a).

Conforme indicado na figura abaixo:



07| E

Análise das alternativas:

[A] **Falsa**. Seria ideal se o rendimento fosse igual a 100%, o que não é possível, pois a fonte fria deveria sofrer um resfriamento a 0 Kelvin, impossível para um sistema físico.

[B] **Falsa**. Para determinar se a máquina pode funcionar como o esquema, devemos testar o rendimento quando usamos as temperaturas e quando usamos o calor trocado, com as equações:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Usando as temperaturas absolutas:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{1000} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$

Usando os calores trocados:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{8\ \text{kJ}}{40\ \text{kJ}} \therefore \eta = 0,8 = 80\%$$

Logo, não é possível que a máquina térmica funcione com esse esquema devido a inconsistência dos valores e do rendimento muito alto quando comparado com outras, como por exemplo: motores de automóveis em média 22%, motores a diesel em torno de 25% e turbinas a gás em média de 33%.

[C] **Falsa**. Neste caso, o rendimento usando os calores, seria:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{12\ \text{kJ}}{40\ \text{kJ}} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$

Contudo ainda temos um rendimento considerado absurdo para máquinas térmicas reais, em que o máximo possível está por volta dos 40%.

[D] **Falsa**. Pelos cálculos dos rendimentos, nota-se que estão bem acima da eficiência do ciclo de Carnot.

[E] **Verdadeira**. Conforme constatado no item [B].

08| C

Para o cálculo do rendimento da máquina de Carnot, primeiramente devemos transformar as temperaturas das fontes quente T_q e fria T_f para a escala Kelvin:

$$T_q = 927 + 273 \therefore T_q = 1200\ \text{K}$$

$$\frac{T_f - 273}{5} = \frac{80,6 - 32}{9} \therefore T_f = 300\ \text{K}$$

O rendimento da máquina de Carnot η_{Carnot} será:

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_f}{T_q} \Rightarrow \eta_{Carnot} = 1 - \frac{300\ \text{K}}{1200\ \text{K}} \therefore \eta_{Carnot} = 0,75$$

A potência total P_t do motor em watts é calculada pelo calor absorvido:

$$P_t = 925\ \frac{\text{cal}}{\text{s}} \cdot \frac{4\ \text{J}}{1\ \text{cal}} \therefore P_t = 3700\ \text{W}$$

E a potência útil do motor P_u, também em watts, é dada por:

$$P_u = 2,5\ \text{cv} \cdot \frac{740\ \text{W}}{1\ \text{cv}} \therefore P_u = 1850\ \text{W}$$

Logo, o rendimento do motor η_{motor} pode ser obtido:

$$\eta_{motor} = \frac{P_u}{P_t} \Rightarrow \eta_{motor} = \frac{1850\ \text{W}}{3700\ \text{W}} \therefore \eta_{motor} = 0,5$$

Finalmente, fazendo a razão entre os rendimentos, obtemos a resposta:

$$\frac{\eta_{Carnot}}{\eta_{motor}} = \frac{0,75}{0,5} \therefore \frac{\eta_{Carnot}}{\eta_{motor}} = 1,5$$

09| [C]

Dados:

$p = 1\ \text{atm};\ \ \Delta\theta = 100\ °C;\ \ m = 30\ g;\ \ S = 512\ cm^2,\ \ Q = 24.200\ J;\ \ 1\ cal = 4{,}2\ J;$
$R = 0{,}082\ atm \cdot L/mol \cdot K;\ \ M_{H_2O} = 18\ g/mol;\ \ c_{água} = 1{,}0\ cal/g\ °C = 4{,}2\ J/g\ °C;$
$L_{vapor} = 540\ cal/g = 2.268\ J/g.$

- Cálculo da massa de água que transforma em vapor (m_V): (m_V):

$$Q = m c_{água}\,\Delta\theta + m_V\,L_{vapor} \Rightarrow 24.200 = 30 \times 4{,}2 \times 100 + m_V \times 2.268 \Rightarrow$$
$$2.268\ m_V = 11.600 \Rightarrow m_V = 5\ g.$$

- Cálculo do volume ocupado pelo vapor d'água, considerado como gás perfeito.

$$pV = nRT \Rightarrow pV = \frac{m_V}{M_{H_2O}} RT \Rightarrow 1\ V = \frac{5}{18} \times 0{,}082 \times 373 \Rightarrow V = 8{,}5\ L \Rightarrow V = 8.500\ cm^3.$$

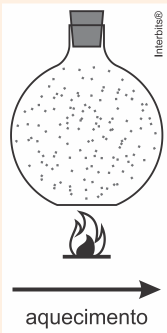
- Cálculo da altura:

$$V = A\ h \Rightarrow 512\,h = 8.500 \Rightarrow h = \frac{8.500}{512} = 16{,}6\ cm \Rightarrow \boxed{h \cong 17\ cm.}$$

10| C

Dados:

$V_1 = 0{,}1\ m^3$
$T_1 = 300\ K$
$p_1 = 100\ kPa$



$V_2 = V_1 = 0{,}1\ m^3$
$T_2 = 600\ K$
$p_2 = ?$

Da 1ª Lei da Termodinâmica, tem-se que:

$\Delta T = Q - \tau$ (I)

sendo ΔT a variação da energia interna do gás, Q o calor fornecido ao gás e τ o trabalho realizado pelo gás.

Como não há variação de volume, $\tau = 0$. E então, da equação (I):

$\Delta T = Q$ (II)

Considerando a hipótese de gás ideal, monoatômico, é válida a equação de Clapeyron.

Na situação 1, anterior ao aquecimento:

$nRT_1 = p_1V_1$ (III)

Na situação 2, posterior ao aquecimento:

$nRT_2 = p_2V_2$ (IV)

Subtraindo a equação (III) da equação (IV):

$$nR\Delta T = nR(T_2 - T_1) = p_2V_2 - p_1V_1 \qquad (V)$$

Para gases ideais monoatômicos a variação da energia interna é dada por:

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \qquad (VI)$$

Substituindo-se a equação (V) na equação (VI), tem-se que:

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) \qquad (VII)$$

Das equações (VII) e (II), conclui-se que o calor fornecido é dado por:

$$Q = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) \qquad (VIII)$$

Das equações (III) e (IV), conclui-se que:

$$nR = \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow p_2V_2 = \frac{T_2}{T_1}p_1V_1 \qquad (IX)$$

Substituindo-se a equação (IX) na equação (VIII), tem-se que:

$$Q = \frac{3}{2}\left[\frac{T_2}{T_1}p_1V_1 - p_1V_1\right] = \frac{3}{2}\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)p_1V_1 \qquad (X)$$

Substituindo-se, por fim, os valores numéricos em (X), tem-se:

$$Q = \frac{3}{2}\left(\frac{600}{300} - 1\right) \times 100\ [kPa] \times 10^{-1}\ [m^3]$$
$$Q = 15\ kJ$$

11| C

Considerando o gás da bolha como gás ideal e sendo o processo isotérmico, pela equação geral dos gases:

$$\frac{p_0V_0}{\cancel{T_0}} = \frac{pV}{\cancel{T}} \Rightarrow p_0V_0 = 10^5\ Pa \cdot (V_0 + 0{,}5V_0)$$

Achamos a pressão do ponto onde a bolha se formou.

$$p_0\cancel{V_0} = 10^5\ Pa \cdot 1{,}5\cancel{V_0} \therefore p_0 = 1{,}5 \cdot 10^5\ Pa$$

Usando A Lei de Stevin, que relaciona a pressão à profundidade, tem-se:

$$p_0 = \mu gh + p_{atm} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p_{atm}}{\mu g}$$

$$h = \frac{1{,}5 \cdot 10^5\ Pa - 1{,}0 \cdot 10^5\ Pa}{10^3\ kg/m^3 \cdot 10\ m/s^2} \therefore h = 5\ m$$

12| D

A dilatação de cada barra é dada por:

$\Delta L_A = L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A$ e

$\Delta L_B = L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B$

Dividindo as duas equações e substituindo os valores informados, temos:

$$\Delta L_A / \Delta L_B = \frac{L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A}{L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B} \Rightarrow \Delta L_A / \Delta L_B = \frac{5 \cdot \cancel{L_{0B}} \cdot \cancel{\alpha_A} \cdot 2 \cdot \cancel{\Delta T_B}}{\cancel{L_{0B}} \cdot 8 \cdot \cancel{\alpha_A} \cdot \cancel{\Delta T_B}} \therefore \Delta L_A / \Delta L_B = 1{,}25$$

13| E

As equações que representam as dilatações volumétricas do vidro e do mercúrio são:

$$\Delta V_{vidro} = V_{0,vidro} \cdot \alpha_{vidro} \cdot \Delta T \quad (1)$$
$$\Delta V_{Hg} = V_{0,Hg} \cdot \alpha_{Hg} \cdot \Delta T \quad (2)$$

As dilatações volumétricas tanto do vidro como do mercúrio devem ser iguais para permanecer o volume de vazios constantes, portanto:

$$\Delta V_{vidro} = \Delta V_{Hg} \quad (3)$$

Igualando as duas equações e simplificando as variações de temperatura:

$$V_{0,vidro} \cdot \alpha_{vidro} \cdot \cancel{\Delta T} = V_{0,Hg} \cdot \alpha_{Hg} \cdot \cancel{\Delta T} \quad (4)$$

Fazendo a razão entre os volumes iniciais e substituindo os coeficientes de dilatação volumétrica para cada material, temos:

$$\frac{V_{0,vidro}}{V_{0,Hg}} = \frac{\alpha_{Hg}}{\alpha_{vidro}} \quad (5)$$
$$\frac{V_{0,vidro}}{V_{0,Hg}} = \frac{1{,}8 \cdot 10^{-4}\ °C^{-1}}{1{,}2 \cdot 10^{-5}\ °C^{-1}} \Rightarrow \frac{V_{0,vidro}}{V_{0,Hg}} = 15$$

14| C

A dilatação volumétrica de cada barra cilíndrica é dada por:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

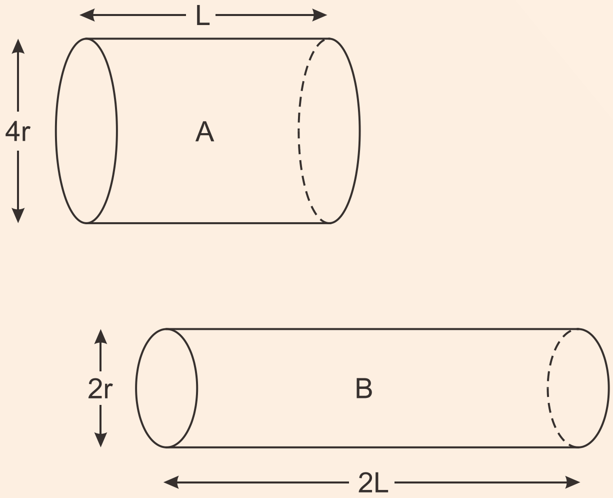
Logo, a razão entre as dilatações das duas barras cilíndricas será:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A} \cdot \gamma \cdot \Delta T}{V_{0B} \cdot \gamma \cdot \Delta T}$$

Como os materiais das barras e as diferenças de temperaturas são iguais, simplificamos,

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A}}{V_{0B}}$$

Os cilindros estão representados na figura:



E sabendo que o volume de um cilindro é calculado com a equação: $V = \frac{\pi}{4} D^2 h$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\frac{\cancel{\pi}}{\cancel{4}}(4r)^2 \cdot \cancel{L}}{\frac{\cancel{\pi}}{\cancel{4}}(2r)^2 \cdot 2\cancel{L}} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{16\cancel{r^2}}{8\cancel{r^2}} \therefore \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{2}{1}$$

15| C

Para o equilíbrio térmico, temos que:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_f + Q_q = 0$$

Sendo:

$$Q_f = m_f \cdot c \cdot \Delta T_f \text{ e } Q_q = m_q \cdot c \cdot \Delta T_q$$

Dado que a relação entre a massa de água fria e a capacidade total da banheira é

$$m_f = \frac{2}{3} m_{total} \Rightarrow m_f = \frac{2}{3} \cdot 20\text{ kg} \therefore m_f = \frac{40}{3}\text{ kg}$$

Substituindo tudo na equação de equilíbrio térmico:

$$\frac{40}{3}\text{kg} \cdot \cancel{c} \cdot (36-20)\ °C + m_q \cdot \cancel{c} \cdot (36-100)\ °C = 0$$

$$\frac{40}{3}\text{kg} \cdot (16) + m_q \cdot (-64) = 0$$

$$\frac{40}{3}\text{kg} \cdot (16) + = 64 \cdot m_q$$

$$m_q = \frac{40}{3} \cdot \frac{16}{64}\text{kg} \therefore m_q = \frac{10}{3}\text{kg} = 3{,}33\text{ kg}$$

16| B

$$C_m = \frac{40+20}{2} = 30\text{ cal/°C}.$$

$$Q = C_m\, \Delta\theta = 30 \times 50 \Rightarrow \boxed{Q = 1\,500\text{ cal.}}$$

17| ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

A questão foi anulada, pois não forneceu o valor do calor latente de vaporização da água. Caso a questão fornecesse este dado, a resposta correta seria [D].

$$
\begin{aligned}
&L = 540\ \text{cal/g} \\
&Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta + m \cdot L \\
&Q = 200 \cdot 1 \cdot 75 + 200 \cdot 540 \\
&Q = 123.000\ \text{cal}
\end{aligned}
$$

18| D

Dados: $V_{suco} = 194\ \text{cm}^3;\ c_{suco} = c_{água} = 1{,}0\ \text{cal/g °C};\ m_{gelo} = 2(15) = 30\ \text{g};\ c_{gelo} = 0{,}5\ \text{cal/g °C}$ e

$L_{gelo} = 80\ \text{cal/g}.$

Se a densidade do suco é igual à da água, $1\ \text{g/cm}^3$, então a massa de suco é $m_{suco} = 194\ \text{g}.$

Fazendo o balanço térmico:

$$
\begin{aligned}
&Q_{suco} + Q_{gelo} + Q_{fusão} + Q_{água} = 0 \Rightarrow \\
&(m\ c\ \Delta T)_{suco} + (m\ c\ \Delta T)_{gelo} + (m\ L)_{gelo} + (m\ c\ \Delta T)_{água} = 0 \Rightarrow \\
&194(1)(T - 30) + 30(0{,}5)[0 - (-4)] + 30(80) + 30(1)(T - 0) = 0 \Rightarrow \\
&194\ T - 5.820 + 60 + 2.400 + 30\ T = 0 \Rightarrow 224\ T = 3.360 \Rightarrow \\
&\boxed{T = 15\ \text{°C}.}
\end{aligned}
$$

19| C

Dados:

$$
\begin{aligned}
&\Delta t = 10\ \text{min} = 600\ \text{s};\ c = 1\ \text{cal/g} \cdot \text{°C} = 4{,}2\ \text{J/g} \cdot \text{°C};\ \Delta\theta = 50 - 20 = 30\ \text{°C} \\
&d_a = 1.000\ \text{kg/m}^3;\ V = 0{,}02\ \text{m}^3.
\end{aligned}
$$

A massa de água aquecida é:

$$m = d_a\ V = 1.000 \times 0{,}02 = 20\ \text{kg} \Rightarrow m = 20.000\ \text{g}.$$

Combinando a definição de potência com a equação fundamental da calorimetria:

$$\left\{\begin{array}{l} P = \dfrac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P\ \Delta t \\ Q = m\ c\ \Delta\theta \end{array}\right\rangle \Rightarrow P\ \Delta t = m\ c\ \Delta\theta \Rightarrow P = \frac{m\ c\ \Delta\theta}{\Delta t} = \frac{20.000 \times 4{,}2 \times 30}{600} \Rightarrow \boxed{P = 4.200\ \text{W}.}$$

20| B

A energia calorífica total E é a soma do calor sensível Q_1 e do calor latente Q_2, bem como, da potência elétrica P do fogão multiplicada pelo tempo Δt.

$$E = P \cdot \Delta t = Q_1 + Q_2$$

Cálculo do calor sensível para aquecimento da água até a ebulição:

Sabendo que 1L de água é igual a 1 kg de água, então:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot ÄT \Rightarrow Q_1 = 1\,kg \cdot 4{,}2\,\frac{kJ}{kg \cdot °C} \cdot (100 - 25)\,°C \therefore Q_1 = 315\,kJ$$

Cálculo do calor latente para a vaporização:

$$Q_2 = m \cdot L \Rightarrow Q_2 = 1\,kg \cdot 2256\,\frac{kJ}{kg} \therefore Q_2 = 2256\,kJ$$

Calor total necessário para aquecimento e vaporização:

$$E = Q_1 + Q_2 \Rightarrow E = 315 + 2256 \therefore E = 2571\,kJ$$

Tempo necessário para todo o processo:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{2571\,kJ}{2000\,W} = \frac{2571\,kJ}{2\,\frac{kJ}{s}} \Rightarrow \Delta t = 1285{,}5\,s \cdot \frac{1\,min}{60\,s} \therefore$$

$$\therefore \Delta t = 21{,}425\,min$$

21| B

$$P_1 = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P_1 = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t_1}$$

$$P_2 = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P_2 = \frac{m \cdot L}{\Delta t_2}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{\cancel{m} \cdot c \cdot \Delta\theta}{\Delta t_1} = \frac{\cancel{m} \cdot L}{\Delta t_2} \Rightarrow L = \frac{c \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1}$$

$$L = \frac{0{,}58 \cdot (78 - 0) \cdot (54 - 10)}{10} \Rightarrow L \cong 200\,cal/g$$

22| C

A umidade relativa do ar é definida em %, da seguinte forma:

$$UR = \frac{p_a}{p_s} \times 100(\%) \qquad (1)$$

sendo p_s a pressão de saturação do vapor de água na atmosfera, e p_a a pressão parcial de vapor de água na atmosfera.

A equação 1 pode ser escrita da forma a seguir:

$$\frac{p_a}{p_s} = \frac{UR}{100} \qquad (2)$$

A fórmula geral da evaporação, proposta por Dalton, para uma superfície líquida exposta à atmosfera é:

$$E = C(p_s - p_a) \qquad (3)$$

sendo C um coeficiente empírico, relativo a elementos meteorológicos e E a taxa de evaporação por unidade de área.

A equação 3 pode ser reescrita da forma a seguir, considerando a identidade $1 = \frac{p_s}{p_s}$:

$$E = C(p_s - p_a) \times 1 = C(p_s - p_a)\frac{p_s}{p_s}$$

$$E = Cp_s\left(1 - \frac{p_a}{p_s}\right) \quad (4)$$

Substituindo-se a razão $\left(\frac{p_a}{p_s}\right)$ da equação 2 na equação 4, tem-se que:

$$E = Cp_s\left(1 - \frac{UR}{100}\right) \quad (5)$$

Na primeira medida, tem-se:

$$E_1 = Cp_{s_1}\left(1 - \frac{UR_1}{100}\right)$$

Da mesma forma, para a segunda medida, tem-se:

$$E_2 = Cp_{s_2}\left(1 - \frac{UR_2}{100}\right)$$

Como $T_1 = T_2 = 300\ K,$ então $p_{s_1} = p_{s_2}.$

Logo,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\cancel{C}\,\cancel{p_{s_1}}\left(1 - \frac{UR_1}{100}\right)}{\cancel{C}\,\cancel{p_{s_2}}\left(1 - \frac{UR_2}{100}\right)} = \frac{1 - \frac{40}{100}}{1 - \frac{70}{100}} = \frac{\left(\frac{60}{100}\right)}{\left(\frac{30}{100}\right)} = 2$$

23| D

A variação da energia interna de um gás ideal monoatômico está associada apenas à energia cinética de translação das moléculas que constituem o sistema gasoso, de acordo com a equação:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot \Delta T$$

Para tanto, necessitamos anteriormente, calcular o número de mols n e a temperatura final T_2 após a expansão isobárica.

Da equação dos gases ideais ou perfeitos, usando os dados iniciais, podemos obter o número de mols do gás.

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{1\ atm \cdot 1\ L}{0{,}082\,\frac{atm \cdot L}{mol \cdot K} \cdot 300\ K} \therefore n = 0{,}04065\ mol$$

Usando a lei de Charles para o processo isobárico, obtemos a temperatura final T_2, sabendo, evidentemente, que o volume final fica 3 vezes maior que o volume inicial.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1\ L}{300\ K} = \frac{3\ L}{T_2} \therefore T_2 = 900\ K$$

Assim, a variação da energia interna do processo, será em joules:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0{,}04065\ \text{mol} \cdot 8{,}314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (900 - 300)\ \text{K}$$

$$\therefore \Delta U = 3{,}04 \cdot 10^2\ \text{J}$$

Finalmente, para obtermos o trabalho τ realizado pelo gás na expansão isobárica, usamos a equação:

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 1 \cdot 10^5\ \text{Pa} \cdot \left(3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}\right) \text{m}^3 \therefore \tau = 2 \cdot 10^2\ \text{J}$$

24| B

O rendimento da máquina térmica é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{T_{ff}}{T_{fq}} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{300\ \text{K}}{900\ \text{K}} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{3} \Rightarrow \eta = \frac{2}{3} \therefore \eta \quad 0{,}66 \text{ ou } 66\%$$

Como o processo se dá em ciclos, a entropia final é a mesma inicial, portanto a resposta correta é alternativa [B].