TERMOLOGIA

1. (Ufg 2014) Em um recipiente com paredes perfeitamente condutoras de calor encontra-se uma solução altamente concentrada de ácido clorídrico à temperatura de 27 °C e à pressão atmosférica. Certa quantidade de pó de magnésio é colocada na solução e, imediatamente depois, o recipiente é tampado com um pistão de massa desprezível, que fica em contato com a superfície do líquido e que pode deslizar sem atrito ao longo do recipiente. Quando a situação de equilíbrio é alcançada observa-se que o magnésio reagiu completamente com o ácido e que o pistão levantou-se em relação à superfície da solução devido à produção de gás. Sabendo que no processo todo o sistema realizou um trabalho de 240 J, e considerando o gás produzido como ideal, conclui-se que a massa, em gramas, de magnésio inicialmente colocada na solução foi:

Dados: $R \approx 8{,}0\ J/Kmol;\ Mg = 24{,}30.$

a) 0,243
b) 0,486
c) 0,729
d) 1,215
e) 2,430

2. (Uerj 2016) Em um experimento que recebeu seu nome, James Joule determinou o equivalente mecânico do calor: $1\,cal = 4{,}2\ J.$ Para isso, ele utilizou um dispositivo em que um conjunto de paletas giram imersas em água no interior de um recipiente.
Considere um dispositivo igual a esse, no qual a energia cinética das paletas em movimento, totalmente convertida em calor, provoque uma variação de $2°C$ em $100\ g$ de água. Essa quantidade de calor corresponde à variação da energia cinética de um corpo de massa igual a $10\ kg$ ao cair em queda livre de uma determinada altura.
Essa altura, em metros, corresponde a:

a) $2{,}1$
b) $4{,}2$
c) $8{,}4$
d) $16{,}8$

3. (Fmp 2016) Um ferro elétrico utilizado para passar roupas está ligado a uma fonte de $110\ V,$ e a corrente que o atravessa é de $8\ A.$ O calor específico da água vale $1\,cal/(g \cdot °C),$ e 1 caloria equivale a $4{,}18\ J.$ A quantidade de calor gerada em 5 minutos de funcionamento desse ferro seria capaz de elevar a temperatura de 3 quilos de água a $20\ °C$ de um valor $\Delta T.$
O valor aproximado, em graus Celsius, desse aumento de temperatura, $\Delta T,$ é

a) 168
b) 88
c) 0,3
d) 63
e) 21

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 3 QUESTÕES:
Se necessário, use
aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$
densidade da água: $d = 1{,}0\ kg/L$
calor específico da água: $c = 1\,cal/g\ °C$
$1\,cal = 4\ J$
constante eletrostática: $k = 9{,}0 \cdot 10^9 N \cdot m^2/C^2$
constante universal dos gases perfeitos: $R = 8\ J/mol \cdot K$

4. (Epcar (Afa) 2016) Consultando uma tabela da dilatação térmica dos sólidos verifica-se que o coeficiente de dilatação linear do ferro é $13 \cdot 10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$. Portanto, pode-se concluir que

a) num dia de verão em que a temperatura variar $20^{\circ}C$ o comprimento de uma barra de ferro de $10,0\ m$ sofrerá uma variação de $2,6\ cm$

b) o coeficiente de dilatação superficial do ferro é $169 \cdot 10^{-6}\ ^{\circ}C^{-1}$

c) para cada $1^{\circ}C$ de variação de temperatura, o comprimento de uma barra de $1,0\ m$ desse material varia $13 \cdot 10^{-6} m$

d) o coeficiente de dilatação volumétrica do ferro é $39 \cdot 10^{-18}\ ^{\circ}C^{-1}$

5. (Epcar (Afa) 2016) Deseja-se aquecer $1,0\ L$ de água que se encontra inicialmente à temperatura de $10\ ^{\circ}C$ até atingir $100\ ^{\circ}C$ sob pressão normal, em 10 minutos, usando a queima de carvão. Sabendo-se que o calor de combustão do carvão é $6000\ cal/g$ e que 80% do calor liberado na sua queima é perdido para o ambiente, a massa mínima de carvão consumida no processo, em gramas, e a potência média emitida pelo braseiro, em watts, são

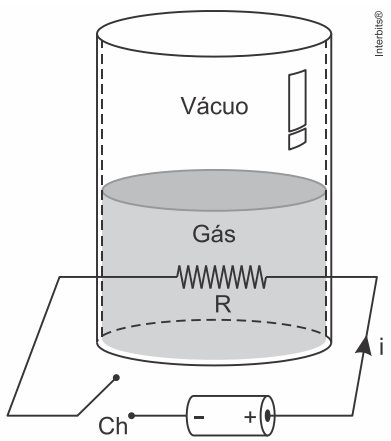
a) $15\ ;\ 600$

b) $75\ ;\ 600$

c) $15\ ;\ 3000$

d) $75\ ;\ 3000$

6. (Epcar (Afa) 2016) Um cilindro adiabático vertical foi dividido em duas partes por um êmbolo de $6,0\ kg$ de massa que pode deslizar sem atrito. Na parte superior, fez-se vácuo e na inferior foram colocados $2\ mols$ de um gás ideal monoatômico. Um resistor de resistência elétrica ôhmica R igual a $1\ \Omega$ é colocado no interior do gás e ligado a um gerador elétrico que fornece uma corrente elétrica i, constante, de $400\ mA$, conforme ilustrado na figura abaixo.



Fechando-se a chave Ch durante $12,5\ min$, o êmbolo desloca-se $80\ cm$ numa expansão isobárica de um estado de equilíbrio para outro. Nessas condições, a variação da temperatura do gás foi, em $^{\circ}C$, de

a) $1,0$

b) $2,0$

c) $3,0$

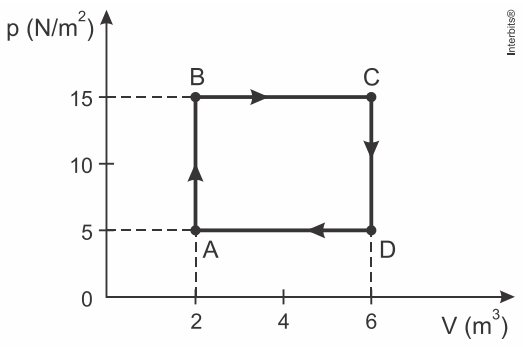
d) $5,0$

7. (Imed 2015) Uma temperatura é tal que 18 (dezoito) vezes o seu valor na escala Celsius é igual a -10 (menos dez) vezes o seu valor na escala Fahrenheit. Determine essa temperatura.

a) 8° F.

b) 16° F.
c) 32° F.
d) 64° F.
e) 128° F.

8. (Uel 2015) Analise o gráfico a seguir, que representa uma transformação cíclica $ABCDA$ de $1\,mol$ de gás ideal.

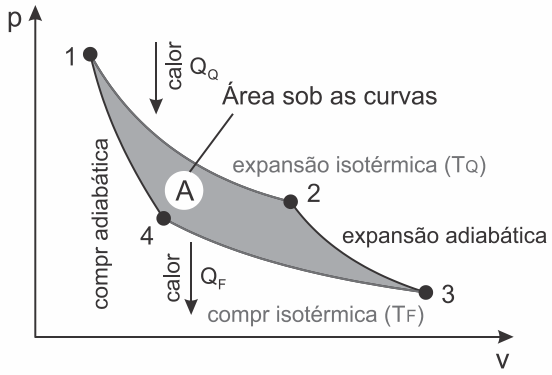


a) Calcule o trabalho realizado pelo gás durante o ciclo $ABCDA$.

b) Calcule o maior e o menor valor da temperatura absoluta do gás no ciclo (considere $R = 8\,\frac{J}{K\,mol}$).

Justifique sua resposta apresentando todos os cálculos realizados.

9. (Pucpr 2015) O físico e engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832), em seu trabalho *Reflexões sobre a potência motriz do fogo*, concluiu que as máquinas térmicas ideais podem atingir um rendimento máximo por meio de uma sequência específica de transformações gasosas que resultam num ciclo – denominado de *ciclo de Carnot,* conforme ilustra a figura a seguir.



Fonte: <http://www.mspc.eng.br/termo/img01/termod307.gif>. [adaptado]

A partir das informações do ciclo de Carnot sobre uma massa de gás, conforme mostrado no gráfico $p \times V$, analise as alternativas a seguir.

I. Ao iniciar o ciclo (expansão isotérmica $1 \to 2$), a variação de energia interna do gás é igual a Q_Q e o trabalho é positivo $(W > 0)$.

II. Na segunda etapa do ciclo (expansão adiabática $2 \to 3$) não há troca de calor, embora o gás sofra um resfriamento, pois $\Delta U = -W$.

III. Na compressão adiabática $4 \to 1$, última etapa do ciclo, o trabalho realizado sobre o gás corresponde à variação de energia interna dessa etapa e há um aquecimento, ou seja, $\Delta U = +W$.

IV. O trabalho útil realizado pela máquina térmica no ciclo de Carnot é igual à área A ou, de outro modo, dado por : $\tau = Q_Q - Q_F$.

V. O rendimento da máquina térmica ideal pode atingir até $100\,\%$, pois o calor Q_F pode ser nulo – o que não contraria a segunda lei da termodinâmica.

Estão **CORRETAS** apenas as alternativas:
a) I, II e IV.
b) I, II e III.
c) II, III e IV.
d) II, III e V.
e) III, IV e V.

10**.** (Udesc 2015) Analise as proposições com relação às leis da termodinâmica.

I. A variação da energia interna de um sistema termodinâmico é igual à soma da energia na forma de calor fornecida ao sistema e do trabalho realizado sobre o sistema.
II. Um sistema termodinâmico isolado e fechado aumenta continuamente sua energia interna.
III. É impossível realizar um processo termodinâmico cujo único efeito seja a transferência de energia térmica de um sistema de menor temperatura para um sistema de maior temperatura.

Assinale a alternativa **correta**.
a) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
d) Somente a afirmativa II é verdadeira.
e) Todas afirmativas são verdadeiras.

11**.** (Pucrs 2015) Leia o texto e as afirmativas que seguem.

As principais partes de um refrigerador doméstico são o congelador, o condensador e o compressor, sendo que essas duas últimas peças estão localizadas na parte externa do aparelho. O funcionamento do refrigerador depende da circulação de um fluido refrigerante impulsionado pelo compressor. Durante o ciclo termodinâmico, o fluido sofre transformações nas variáveis estado, pressão e temperatura, o que determina o resfriamento no interior do aparelho, levando para fora a energia oriunda dos alimentos refrigerados.

Em relação a essas transformações, considere as seguintes afirmativas:

I. No congelador, a pressão do gás diminui, e sua temperatura se eleva com a absorção de energia.
II. No congelador, a pressão do gás aumenta, e sua temperatura diminui com a liberação de energia.
III. No condensador, a pressão do gás é maior do que no congelador, e sua temperatura diminui com a liberação de energia.
IV. No condensador, a pressão do gás diminui, e sua temperatura aumenta.

Estão corretas apenas as afirmativas
a) I e III.
b) I e IV.
c) II e III.
d) II e IV.
e) II, III e IV.

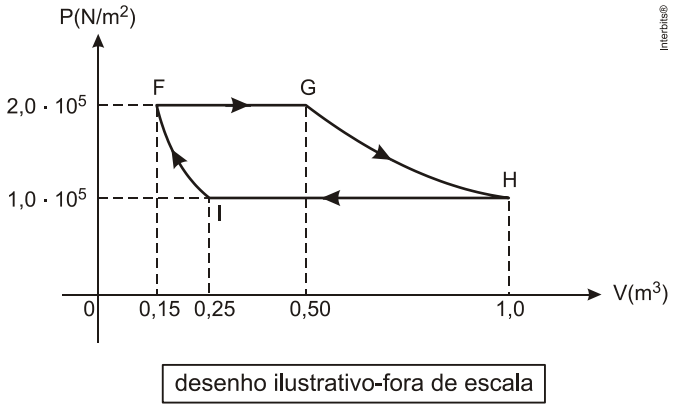
12**.** (Uemg 2015) Um rio sempre corre de uma parte mais alta para uma mais baixa. Suas águas perdem energia potencial gravitacional e ganham energia cinética. Parte dessa energia cinética transforma-se em energia térmica. “Um dia escrevi que com as perdas só há um jeito: perdê-las.” (LUFT, 2014, p. 72)
Os processos de transformação de energia são estudados pelas leis da Termodinâmica.

Sobre esses processos de transformação, são feitas três afirmações:

Situação 1: $100\,J$ de energia cinética são transformados em $100\,J$ de energia térmica.
Situação 2: $100\,J$ de energia potencial gravitacional são transformados em $80\,J$ de energia cinética e $20\,J$ de energia térmica.
Situação 3: $100\,J$ de energia térmica são transformados em $100\,J$ de energia cinética.

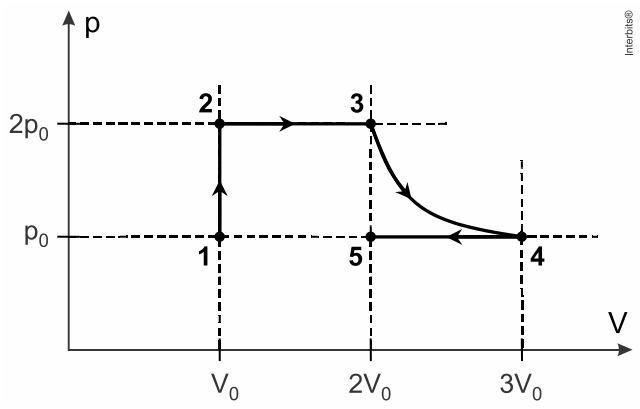
Das 3 situações, viola (violam) a Segunda Lei da Termodinâmica
a) apenas a situação 1.
b) apenas a situação 2.
c) apenas a situação 3.
d) as três situações.

13**.** (Espcex (Aman) 2015) Em uma fábrica, uma máquina térmica realiza, com um gás ideal, o ciclo $FGHIF$ no sentido horário, conforme o desenho abaixo. As transformações FG e HI são isobáricas, GH é isotérmica e IF é adiabática. Considere que, na transformação FG, $200\ kJ$ de calor tenham sido fornecidos ao gás e que na transformação HI ele tenha perdido $220\ kJ$ de calor para o meio externo.



A variação de energia interna sofrida pelo gás na transformação adiabática IF é
a) $-40\ kJ$
b) $-20\ kJ$
c) $15\ kJ$
d) $25\ kJ$
e) $30\ kJ$

14**.** (Ufes 2015) A figura abaixo apresenta um conjunto de transformações termodinâmicas sofridas por um gás perfeito. Na transformação $1 \rightarrow 2$, são adicionados $200\,J$ de calor ao gás, levando esse gás a atingir a temperatura de $60°C$ no ponto 2. A partir desses dados, determine



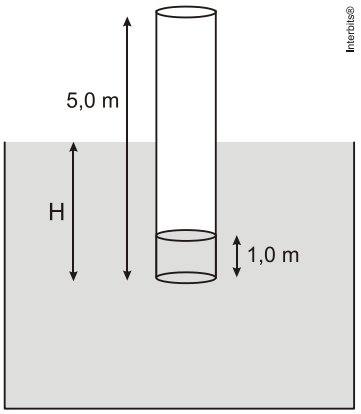
a) a variação da energia interna do gás no processo $1 \rightarrow 2$;
b) a temperatura do gás no ponto 5;
c) a variação da energia interna do gás em todo o processo termodinâmico $1 \rightarrow 5$.

15**.** (Uece 2015) O biodiesel é um combustível biodegradável que pode ser produzido a partir de gorduras animais ou óleos vegetais. Esse combustível substitui total ou parcialmente o óleo diesel de petróleo em motores ciclo diesel automotivos. Considere que a queima de $1{,}0\,\text{g}$ de biodiesel libera x Joules de energia e o rendimento do motor é de 15%. Qual o trabalho mecânico realizado pelo motor, em Joules, resultante da queima de $10\,\text{g}$ desse combustível?
a) $1{,}5x/100$.
b) $150x/10$.
c) $15x/100$.
d) $15x/10$.

16**.** (Upf 2015) Durante uma aula experimental de Física, o professor realiza uma atividade de expansão gasosa à pressão constante. Inicialmente, ele tem $400\,\text{m}\ell$ de um gás a $15°\,\text{C}$ e deseja obter, ao final, $500\,\text{m}\ell$ desse mesmo gás. Ao atingir esse volume, a temperatura da massa de gás, em $°\,\text{C}$, será de:
a) 49
b) 25
c) 69
d) 87
e) 110

17**.** (Pucrj 2015) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica tal que seu volume se reduz a $2/3$ do inicial.
Se a temperatura inicial do gás era de $150\,°\text{C}$, a temperatura final, em $°\text{C}$, é:
a) 225
b) $50{,}0$
c) 100
d) $9{,}00$
e) 392

18**.** (Pucrj 2015) Um tubo cilíndrico de vidro de $5{,}0\,\text{m}$ de comprimento tem um de seus extremos aberto e o outro fechado. Estando inicialmente em contato com o ar à pressão atmosférica $(1\,\text{atm})$, este tubo é introduzido dentro de uma piscina com água, com a parte fechada para cima, até que a água se haja elevado a um quinto da altura do tubo. O tubo é mantido nesta posição.
Veja a figura.



Suponha que este processo ocorre à temperatura constante. Tome o ar como gás ideal.

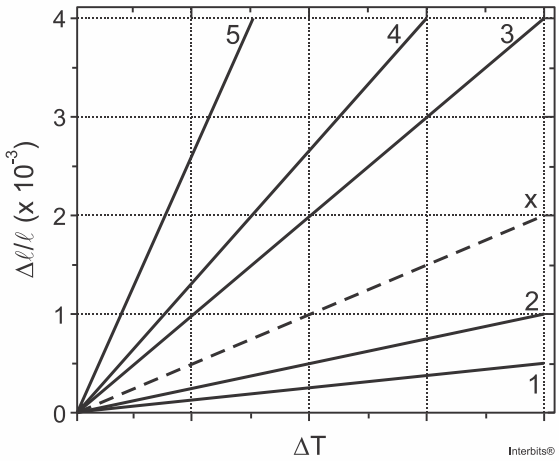
Considere: $1\,\text{atm} = 1{,}0 \times 10^5$ Pa

$g = 10\ \text{m/s}^2$

$\rho_{\text{água}} = 1{,}0 \times 10^3\ \text{kg/m}^3$

a) Qual é a pressão do ar dentro do tubo, em atm?
b) Qual é a altura H do tubo que se encontra submergida?

19**.** (Ufrgs 2015) Duas barras metálicas, X e Y, mesmo comprimento (l) em temperatura ambiente T_0, são aquecidas uniformemente até uma temperatura T. Os materiais das barras têm coeficientes de dilatação linear, respectivamente α_X e a_Y, que são positivos e podem ser considerados constantes no intervalo de temperatura $\Delta T = T - T_0$.
Na figura abaixo, a reta tracejada X representa o acréscimo relativo $\Delta\ell / \ell$ no comprimento da barra X, em função da variação da temperatura.



Sabendo que $\alpha_Y = 2\alpha_X$, assinale a alternativa que indica a reta que melhor representa o acréscimo $\Delta\ell / \ell$ no comprimento da barra Y, em função da variação da temperatura.
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

20**.** (Epcar (Afa) 2015) Com relação à dilatação dos sólidos e líquidos isotrópicos, analise as

proposições a seguir e dê como resposta a soma dos números associados às afirmações corretas.

(01) Um recipiente com dilatação desprezível contém certa massa de água na temperatura de $1°C$, quando é, então, aquecido lentamente, sofrendo uma variação de temperatura de $6°C$. Nesse caso, o volume da água primeiro aumenta e depois diminui.
(02) Quando se aquece uma placa metálica que apresenta um orifício, verifica-se que, com a dilatação da placa, a área do orifício aumenta.
(03) Quando um frasco completamente cheio de líquido é aquecido, este transborda um pouco. O volume de líquido transbordado mede a dilatação absoluta do líquido.
(04) O vidro pirex apresenta maior resistência ao choque térmico do que o vidro comum porque tem menor coeficiente de dilatação térmica do que o vidro comum.
(05) Sob pressão normal, quando uma massa de água é aquecida de $0°C$ até $100°C$ sua densidade sempre aumenta.
(06) Ao se elevar a temperatura de um sistema constituído por três barras retas e idênticas de ferro interligadas de modo a formarem um triângulo isósceles, os ângulos internos desse triângulo não se alteram.
a) 07.
b) 10.
c) 11.
d) 12.

21**.** (Pucrj 2015) Um pedaço de metal de $100\ g$ consome $470\ cal$ para ser aquecido de $20\ °C$ a $70\ °C$.
O calor específico deste metal, em $cal/g\ °C$, vale:
a) $10,6$
b) $23,5$
c) $0,094$
d) $0,047$
e) $0,067$

22**.** (Epcar (Afa) 2015) Em um recipiente termicamente isolado de capacidade térmica $40,0\ cal/°C$ e na temperatura de $25°C$ são colocados $600\ g$ de gelo a $-10°C$ e uma garrafa parcialmente cheia, contendo $2,0L$ de refrigerante também a $25°C$, sob pressão normal. Considerando a garrafa com capacidade térmica desprezível e o refrigerante com características semelhantes às da água, isto é, calor específico na fase líquida $1,0\ cal/g°C$ e na fase sólida $0,5\ cal/g°C$, calor latente de fusão de $80,0\ cal/g$ bem como densidade absoluta na fase líquida igual a $1,0\ g/cm^3$, a temperatura final de equilíbrio térmico do sistema, em $°C$, é
a) $-3,0$
b) $0,0$
c) $3,0$
d) $5,0$

23**.** (Pucrj 2015) Um recipiente isolado contém uma massa de gelo, $M = 5,0\ kg$, à temperatura $T = 0°C$. Por dentro desse recipiente, passa uma serpentina pela qual circula um líquido que se quer resfriar. Suponha que o líquido entre na serpentina a $28°C$ e saia dela a $8°C$. O calor específico do líquido é $c_L = 1,0\ cal/(g \cdot °C)$, o calor latente de fusão do gelo é $L_F = 80\ cal/g$ e o calor específico da água é $C_A = 1,0\ cal/(g \cdot °C)$.

a) Qual é a quantidade total de líquido $(em\ kg)$ que deve passar pela serpentina de modo a derreter todo o gelo?
b) Quanto de calor $(em\ kcal)$ a água (formada pelo gelo derretido) ainda pode retirar − do

líquido que passa pela serpentina − até que a temperatura de saída se iguale à de entrada $(28°C)$?

24. (Uema 2015) Um técnico de laboratório de química, para destilar certa massa de água, usou um aquecedor elétrico para colocar em ebulição 80% dessa massa, pois o mesmo não pode funcionar a seco. Considere que essa massa estava a $20°C$ e que levou $5\,min$ para ferver a $100°C$.

Adotando-se um regime estacionário e sem perda de energia, o calor de vaporização igual a $540\,cal/g$ e o calor específico igual a $1\,cal/g°C$, calcule o tempo total programado pelo técnico para o desligamento do temporizador do aquecedor, considerando que o mesmo não tenha sofrido qualquer danificação.

25. (Pucrj 2015) Um aluno enche um copo com $0{,}10\,L$ de água a $25\,°C$ e $0{,}15\,L$ de água a $15\,°C$. Desprezando trocas de calor com o copo e com o meio, a temperatura final da mistura, em °C, é:
a) 15
b) 19
c) 21
d) 25
e) 40

26. (Upf 2015) Recentemente, empresas desportivas lançaram o *cooling vest*, que é um colete utilizado para resfriar o corpo e amenizar os efeitos do calor. Com relação à temperatura do corpo humano, imagine e admita que ele transfira calor para o meio ambiente na razão de $2{,}0\,kca\ell/min$. Considerando o calor específico da água $= 1{,}0\,kca\ell/(kg\,°C)$, se esse calor pudesse ser aproveitado integralmente para aquecer determinada porção de água, de $20°C$ a $80°C$, a quantidade de calor transferida em $1\,hora$ poderia aquecer uma massa de água, em kg, equivalente a:
a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

27. (Upe 2015) Um ciclista decide pedalar pela cidade e leva uma garrafa térmica para fazer sua hidratação adequada. Querendo beber água gelada ao final de um longo treino, o ciclista coloca inicialmente $200\,g$ de água a $25°C$ e $400\,g$ de gelo a $-25°C$.
Supondo que a garrafa seja fechada hermeticamente, que não haja trocas de energia com o ambiente externo e que o equilíbrio térmico tenha sido atingido, o ciclista ao abrir a garrafa encontrará:

Dados: o calor específico da água e do gelo é igual a $C_{água} = 1\,cal/g°C$ e $C_{gelo} = 0{,}5\,cal/g°C$, respectivamente. O calor latente da água é igual a $L = 80\,cal/g$.
a) apenas gelo a $0°C$.
b) apenas água a $0°C$.
c) mais gelo que água.
d) mais água que gelo.
e) apenas água.

28. (Fgvrj 2015) A água de uma piscina tem $2{,}0\,m$ de profundidade e superfície com $50\,m^2$ de área. Se a intensidade da radiação solar absorvida pela água dessa piscina for igual a

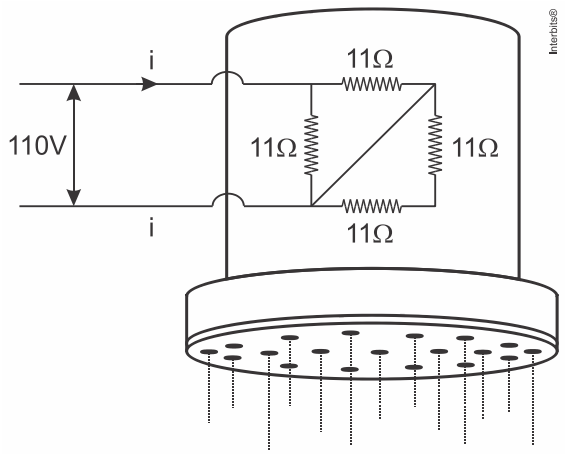
$800\ W/m^2$, o tempo, em horas, para a temperatura da água subir de $20°C$ para $22°C$, por efeito dessa radiação, será, aproximadamente, igual a

Dados:
densidade da água $= 1 g/cm^3$;
calor específico da água $= 1 cal/g°C$;
$1 cal = 4 J$.

a) $0,8$
b) $5,6$
c) $1,6$
d) 11
e) $2,8$

29. (Uece 2015) Um bloco de gelo a $-30°C$ repousa sobre uma superfície de plástico com temperatura inicial de $21°C$. Considere que esses dois objetos estejam isolados termicamente do ambiente, mas que haja troca de energia térmica entre eles. Durante um intervalo de tempo muito pequeno comparado ao tempo necessário para que haja equilíbrio térmico entre as duas partes, pode-se afirmar corretamente que
a) a superfície de plástico tem mais calor que o bloco de gelo e há transferência de temperatura entre as partes.
b) a superfície de plástico tem menos calor que o bloco de gelo e há transferência de temperatura entre as partes.
c) a superfície de plástico tem mais calor que o bloco de gelo e há transferência de energia entre as partes.
d) a superfície de plástico transfere calor para o bloco de gelo e há diferença de temperatura entre as partes.

30. (Epcar (Afa) 2015) Em um chuveiro elétrico, submetido a uma tensão elétrica constante de $110 V$, são dispostas quatro resistências ôhmicas, conforme figura abaixo.



Faz-se passar pelas resistências um fluxo de água, a uma mesma temperatura, com uma vazão constante de $1,32$ litros por minuto.

Considere que a água tenha densidade de $1,0 g/cm^3$ e calor específico de $1,0 cal/g°C$, que $1 cal = 4 J$ e que toda energia elétrica fornecida ao chuveiro seja convertida em calor para aquecer, homogeneamente, a água.
Nessas condições, a variação de temperatura da água, em $°C$, ao passar pelas resistências é
a) 25
b) 28

c) 30
d) 35

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
Considere os dados abaixo para resolver a(s) questão(ões), quando for necessário.

Constantes físicas

Aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra: $g = 10\,m/s^2$

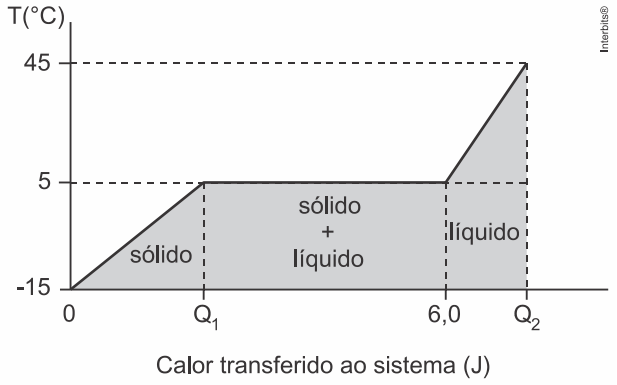
Aceleração da gravidade próximo à superfície da Lua: $g = 1{,}6\,m/s^2$

Densidade da água: $\rho = 1{,}0\,g/cm^3$

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3{,}0 \times 108\,m/s$

Constante da lei de Coulomb: $k_0 = 9{,}0 \times 10^9\ N \cdot m^2/C^2$

31**.** (Cefet MG 2015) Um material possui calor específico igual a $1{,}0\,J/kg \cdot °C$ quando está no estado sólido e $2{,}5\,J/kg \cdot °C$ quando está no estado líquido. Um sistema composto por $0{,}10\,kg$ desse material recebe energia de forma que sua temperatura varia segundo o gráfico da figura.



A razão entre Q_1 e Q_2 é
a) 1/3.
b) 1/5.
c) 1/6.
d) 1/8.
e) 1/16.

32**.** (Ufsc 2014) A Petrobras é uma empresa que nasceu 100% nacional, em 1953, como resultado da campanha popular que começou em 1946 com o histórico *slogan* "O petróleo é nosso". Ao longo desses sessenta anos, a Petrobras superou vários desafios e desenvolveu novas tecnologias relacionadas à extração de petróleo, assim como produtos de altíssima qualidade, desde óleos lubrificantes até gasolina para a Fórmula 1. Em 1973, a crise do petróleo obrigou a Petrobras a tomar algumas medidas econômicas, entre elas investir em um álcool carburante como combustível automotivo, o etanol, através do programa Pró-Álcool. Sendo assim, além do diesel, da gasolina comum, da gasolina aditivada e da gasolina de alta octanagem, a Petrobras oferece o etanol como combustível automotivo.
Os automóveis atuais no Brasil são praticamente todos “flex”, ou seja, funcionam tanto com gasolina quanto com etanol. Claro que o desempenho do automóvel muda dependendo do combustível utilizado. A tabela abaixo apresenta as principais propriedades da gasolina e do etanol e explica em parte a diferença de desempenho entre os combustíveis.

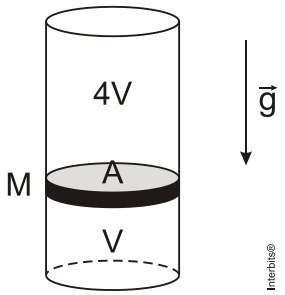
	GASOLINA	ETANOL
Poder calorífico (MJ/L)	35,0	24,0
Calor latente de vaporização (kJ/kg)	376 □ 502	903
Temperatura de ignição (°C)	220	420
Razão estequiométrica ar/combustível	14,5	9

Fonte: Goldemberg & Macedo [Adaptado]

Independentemente do projeto do motor 4 tempos, alguns parâmetros são iguais. Por exemplo, a temperatura média da câmara de combustão é de 280 °C (fonte quente) e a temperatura média do sistema de arrefecimento é de 80 °C (fonte fria).

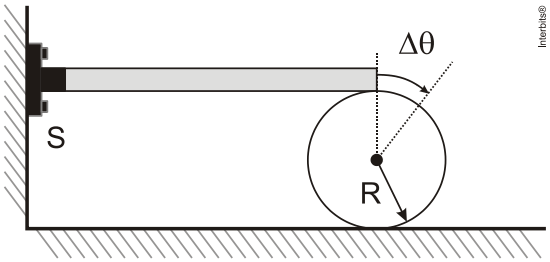
a) Apresente de maneira esquemática o fluxo de energia (calor) de um motor 4 tempos, que é considerado uma máquina térmica quente.
b) Considere o motor 4 tempos como ideal. Com base nos dados do enunciado, determine qual seria o seu rendimento, apresentando todos os cálculos.
c) Com base no rendimento de 20% de um motor 4 tempos, determine a quantidade de etanol necessária para obter a mesma quantidade de energia útil que cada litro de gasolina disponibiliza.

33**.** (Upe 2014) Na figura a seguir, temos um êmbolo de massa M que se encontra em equilíbrio dentro de um recipiente cilíndrico, termicamente isolado e que está preenchido por um gás ideal de temperatura T.



Acima do êmbolo, o volume de gás é quatro vezes maior que o abaixo dele, e as massas de cada parte do gás bem como suas temperaturas são sempre idênticas. Se o êmbolo tiver sua massa dobrada e não houver variações nos volumes e nas massas de cada parte do gás, qual é a relação entre a nova temperatura, T', e a anterior de maneira que ainda haja equilíbrio? Despreze o atrito.
a) T' = 3T/4
b) T' = T/2
c) T' = T
d) T' = 2T
e) T' = 4T

34**.** (Upe 2014) Uma barra de coeficiente de dilatação $\alpha = 5\pi \times 10^{-4}\ °C^{-1}$, comprimento 2,0 m e temperatura inicial de 25 °C está presa a uma parede por meio de um suporte de fixação S. A outra extremidade da barra B está posicionada no topo de um disco de raio R = 30 cm. Quando aumentamos lentamente a temperatura da barra até um valor final T, verificamos que o disco sofre um deslocamento angular $\Delta\theta = 30°$ no processo. Observe a figura a seguir:



Supondo que o disco rola sem deslizar e desprezando os efeitos da temperatura sobre o suporte S e também sobre o disco, calcule o valor de T.
a) 50 °C
b) 75 °C
c) 125 °C
d) 300 °C
e) 325 °C

35**.** (Udesc 2014) Certo metal possui um coeficiente de dilatação linear α. Uma barra fina deste metal, de comprimento L_0, sofre uma dilatação para uma dada variação de temperatura ΔT. Para uma chapa quadrada fina de lado L_0 e para um cubo também de lado L_0, desse mesmo metal, se a variação de temperatura for $2\Delta T$, o número de vezes que aumentou a variação da área e do volume, da chapa e do cubo, respectivamente, é:
a) 4 e 6
b) 2 e 2
c) 2 e 6
d) 4 e 9
e) 2 e 8

36**.** (Mackenzie 2014) Uma panela de ferro de calor específico $= 0{,}1\,\text{cal}/(\text{g}\cdot°\text{C})$ que está sobre um armário de $2{,}10\,\text{m}$ de altura cai no piso da cozinha. Admitindo que toda a energia mecânica da panela tenha sido convertida em calor e que 80% dela foi absorvida pela panela, a sua elevação de temperatura será de

Adote $g = 10\,\text{m}/\text{s}^2$ e $1\,\text{cal} = 4{,}2\,\text{J}$
a) $0{,}04\,°\text{C}$
b) $0{,}08\,°\text{C}$
c) $0{,}12\,°\text{C}$
d) $0{,}16\,°\text{C}$
e) $0{,}20\,°\text{C}$

37**.** (Unifor 2014) Para diminuir os efeitos da perda de calor pela pele em uma região muito "fria" do país, Gabrielle realizou vários procedimentos. Assinale abaixo aquele que, ao ser realizado, minimizou os efeitos da perda de calor por irradiação térmica.
a) Fechou os botões das mangas e do colarinho da blusa que usava.
b) Usou uma outra blusa por cima daquela que usava.
c) Colocou um gorro, cruzou os braços e dobrou o corpo sobre as pernas.
d) Colocou um cachecol de lã no pescoço e o enrolou com duas voltas.
e) Vestiu uma jaqueta jeans sobre a blusa que usava.

Gabarito:

Resposta da questão 1:
[E]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]
Teremos:

$$Mg + 2HC\ell \rightarrow H_2(g) + MgC\ell_2$$
$$1\,mol \text{ ———— } 1\,mol$$
$$\tau = P \times \Delta V$$
$$P \times \Delta V = n \times R \times T$$
$$T = 27 + 273 = 300\ K$$
$$\tau = n \times R \times T$$
$$240 = n \times 8{,}0 \times 300$$
$$n = 0{,}1\,mol$$
$$n_{Mg} = n_{H_2} = 0{,}1\,mol$$
$$m_{Mg} = 0{,}1 \times 24{,}30 = 2{,}430\ g$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]
Dados: $T = 27°C = 300K;\ R = 8\ J/mol \cdot K;\ W = 240\ J;\ M_{Mg} = 24{,}30\ g.$

A reação química ocorrida está descrita abaixo, já balanceada.
$$1Mg + 2HC\ell \rightarrow 1H_2(g) + 1MgC\ell_2$$

Nota-se que 1 mol de magnésio (Mg) produz 1 mol de gás hidrogênio (H_2).
À medida que a reação vai ocorrendo, o número de mols do gás, inicialmente nulo, vai aumentando e a força de pressão exercida realiza trabalho.
Como as paredes do recipiente são perfeitamente condutoras e o pistão tem massa desprezível, a temperatura e a pressão permanecem constantes.
Aplicando a expressão do trabalho para uma transformação isobárica e isotérmica com variação apenas do número de mols:

$$W = p\,\Delta V = \Delta n_{H_2} R\,T \Rightarrow 240 = \left(n_{H_2} - 0\right) \times 8 \times 300 \Rightarrow n_{H_2} = \frac{240}{2.400} \Rightarrow$$
$$n_{H_2} = 0{,}1\ mol.$$

Então, conforme a reação química, foi também consumido 0,1 mol de magnésio.

$$n_{Mg} = \frac{m_{Mg}}{M_{Mg}} \Rightarrow 0{,}1 = \frac{m_{Mg}}{24{,}30} \Rightarrow \boxed{m_{Mg} = 2{,}430\ g.}$$

Resposta da questão 2:
[C]

De acordo com o enunciado, temos que o calor fornecido à água é igual a variação de energia cinética de um corpo de $10\,kg$ ao cair em queda livre. Utilizando os dados fornecidos no enunciado, para calcular o calor fornecido à água.
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$
$$Q = 100 \cdot 1 \cdot 2$$
$$Q = 200\,cal$$

Como a energia potencial é dada em joules e sabendo que $1\,cal = 4{,}2\ J.$

$Q = 200 \cdot 4,2$
$Q = 840\ J$

Por fim, temos que:
$Q = E_{p_i}$
$840 = m \cdot g \cdot h$
$h = \dfrac{840}{10 \cdot 10}$
$h = 8,4\ m$

Resposta da questão 3:
[E]

A energia do ferro elétrico, em joules, é dada por:
$E = P \cdot \Delta t$

onde:
P é a potência em watts
Δt é o intervalo de tempo em segundos.

Mas a potência relaciona-se com a tensão (volts) e a corrente (ampéres) dadas, com a seguinte expressão:
$P = U \cdot i$

Temos então a energia elétrica do ferro:
$$E = U \cdot i \cdot \Delta t \Rightarrow E = 110\ V \cdot 8\ A \cdot 5\ min \cdot \frac{60\ s}{1\ min} \therefore E = 264000\ J$$

Essa mesma energia é utilizada para aquecer $3\ kg$ de água, com isso, temos que aplicar o calor sensível.
$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Onde:
m é a massa da água em gramas;
c é o calor específico da água em $cal/(g \cdot °C)$, (transformar calorias em joules)
ΔT é a diferença de temperatura em graus Celsius

Logo,
$$\Delta T = \frac{Q}{m \cdot c} \Rightarrow \Delta T = \frac{264000\ J}{3000\ g \cdot 1 \dfrac{cal}{(g \cdot °C)} \cdot \dfrac{4,18 J}{1\ cal}} \therefore \Delta T = 21\ °C$$

Resposta da questão 4:
[C]

Aplicando a expressão da dilatação linear $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ e testando as alternativas:

[A] (Falsa). $\Delta L = 10\ m \cdot 13 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1} \cdot 20°C \Rightarrow \Delta L = 0,0026\ m = 0,26\ cm$
[B] (Falsa). $\beta = 2\alpha \Rightarrow \beta = 2 \cdot 13 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1} = 26 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$.
[C] (Verdadeira). Este valor corresponde exatamente ao coeficiente de dilatação linear do material, ou seja, $13 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$.
[D] (Falsa). $\gamma = 3 \cdot \alpha \Rightarrow \gamma = 3 \cdot 13 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1} \Rightarrow \gamma = 39 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$.

Resposta da questão 5:
[D]

O calor necessário Q_{nec} para aquecer a água será dado pelo calor sensível:

$$Q_{nec} = m \cdot c \cdot \Delta T = 1000\ g \cdot 1\ cal/g°C \cdot (100 - 10)°C$$

$$Q_{nec} = 9 \cdot 10^4\ cal$$

Como somente 20% do calor fornecido pela combustão do carvão Q_{forn} representa o Q_{nec}:

$$Q_{nec} = 0,2 \cdot Q_{forn}$$

$$Q_{forn} = \frac{9 \cdot 10^4\ cal}{0,2} = 4,5 \cdot 10^5\ cal$$

Logo, a massa de carvão será dada pela razão entre a quantidade total de calor emitida pela combustão e o calor de combustão por grama de carvão.

$$m = \frac{4,5 \cdot 10^5\ cal}{6000\ cal/g} = 75\ g$$

Para o cálculo da potência, devemos transformar as unidades para o sistema internacional:

$$P = \frac{Q_{forn}}{\Delta t} = \frac{4,5 \cdot 10^5\ cal \cdot \frac{4\ J}{1\ cal}}{10\ min \cdot \frac{60\ s}{1\ min}} = \frac{18 \cdot 10^5\ J}{600\ s} = 3000\ W$$

Resposta da questão 6:
[C]

Usando a 1ª Lei da Termodinâmica:

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

Para um gás monoatômico:

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

O calor é adicionado ao gás pela passagem da corrente elétrica no circuito:

$$Q = P \cdot \Delta t \Rightarrow Q = r \cdot i^2 \cdot \Delta t$$

$$Q = 1\Omega \cdot \left(400 \cdot 10^{-3}\ A\right)^2 \cdot 12,5\ min \cdot \frac{60\ s}{1\ min} \therefore Q = 120\ J$$

O trabalho realizado pelo gás é:

$$W = m \cdot g \cdot h$$

$$W = 6\ kg \cdot 10\ m/s^2 \cdot 0,8\ m \therefore W = 48\ J$$

Substituindo a equação (2) na equação (1) e usando os valores obtidos para o calor e o trabalho:

$$\frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T = Q - W \Rightarrow \Delta T = \frac{2(Q - W)}{3 \cdot n \cdot R}$$

$$\Delta T = \frac{2(120\ J - 48\ J)}{3 \cdot 2\ mols \cdot 8\ J/mol \cdot K} \therefore \Delta T = 3\ K = 3°C$$

Resposta da questão 7:
[B]

Sabe-se que,
$18 \cdot C = -10 \cdot C$

$C = \frac{-10 \cdot F}{18}$

Assim,
$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$

$\frac{-10 \cdot F}{18} = \frac{5 \cdot F - 160}{9}$

$-10 \cdot F = 10 \cdot F - 320$

$20 \cdot F = 320$

$F = 16\ ^\circ F$

Resposta da questão 8:

a) O trabalho do ciclo $ABCDA$ representado na figura corresponde à área da figura, considerando o sentido horário teremos um trabalho positivo. Os segmentos AB e CD em que temos uma transformação isocórica (volume constante) terão trabalho nulo. No seguimento BC teremos uma expansão volumétrica isobárica conduzindo a um trabalho positivo (gás realizando trabalho sobre o meio externo) e no seguimento DA teremos o gás recebendo trabalho do meio externo, ou seja, um trabalho negativo referente a uma contração de volume à pressão constante.

A expressão do trabalho isobárico fica
$\tau = p \cdot \Delta V$

Onde
$\tau =$ trabalho realizado $(+)$ ou recebido pelo gás $(-)$ em joules (J)

$p =$ pressão do gás em Pascal $(Pa = N/m^2)$

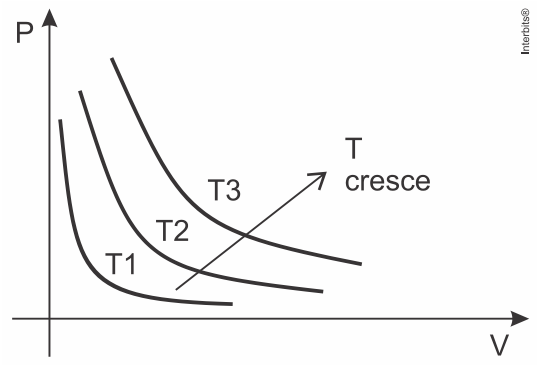
$\Delta V =$ variação de volume do gás (m^3)

$\tau_{BC} = 15Pa \cdot (6 - 2)m^3 = 60J$
e
$\tau_{DA} = 5Pa \cdot (2 - 6)m^3 = -20J$

O trabalho do ciclo é
$\tau_{ciclo} = 60 - 20 = 40J$

Ou ainda pela área do retângulo
$\tau_{ciclo} = (15 - 5)Pa \cdot (6 - 2)m^3 = 40J$

b) Para calcularmos a maior e a menor temperatura do sistema devemos lembrar os gráficos de isotermas, através da Lei de Boyle-Mariotti



Observando o gráfico dado notamos que os pontos de maior e menor temperaturas absolutas são respectivamente C e A.

Para calcularmos estes valores de temperatura, lançamos mão da equação de estados dos Gases Ideais

$pV = nRT$

Onde

$p =$ pressão do gás em Pascal $(Pa = N/m^2)$

$V =$ volume do gás (m^3)

$n =$ número de mols do gás (mol)

$R =$ constante universal dos gases ideais (fornecido no problema)

$T =$ temperatura absoluta (K)

Isolando T e calculando as temperaturas para os pontos C e A, temos:

A maior temperatura

$$T_C = \frac{15Pa \cdot 6m^3}{1mol \cdot 8\frac{J}{molK}} = 11,25K$$

E a menor temperatura

$$T_A = \frac{5Pa \cdot 2m^3}{1mol \cdot 8\frac{J}{molK}} = 1,25K$$

Resposta da questão 9:
[C]

Analisando as afirmativas, temos:

[I] (Falsa) Em um processo isotérmico, a energia interna é constante, e, portanto sua variação é nula $\Delta U = 0$;

[II] (Verdadeira) Não há troca de calor em um processo adiabático $(Q = 0)$ e como temos uma expansão o trabalho que o gás realiza se dá à custa da energia interna causando um resfriamento do sistema.

Da primeira lei da Termodinâmica, para uma expansão adiabática $(Q = 0)$:

$$\Delta U = Q - W \Rightarrow \Delta U = 0 - W \Rightarrow \Delta U = -W \Rightarrow W = -\Delta U \Rightarrow W = -(U_{final} - U_{inicial}) \Rightarrow W = U_{inicial} - U_{final};$$

Logo, não significa que o trabalho é negativo, pois se trata de uma expansão, mas este trabalho é devido à variação negativa da energia interna.

[III] (Verdadeira) Neste caso temos um processo de compressão adiabática $(Q = 0)$, em que haverá um aquecimento do gás graças ao trabalho realizado sobre o gás. A diferença de energia interna é positiva e o trabalho entregue ao sistema é negativo (trabalho feito sobre o gás – compressão). Sendo assim, de acordo com a Primeira Lei da Termodinâmica, temos:

$$\Delta U = Q - W$$

Para um processo adiabático $(Q = 0)$ então:

$$\Delta U = -W$$

Mas como temos uma compressão, o trabalho é realizado sobre o gás e, portanto negativo.

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

Como poderíamos esperar temos um aumento de temperatura, pois $\Delta U > 0$.

E, finalmente temos a expressão $\Delta U = +W;$ que do jeito que foi colocada na questão pode dar margens à dúvidas, pelo trabalho ser, de fato negativo.

[IV] (Verdadeira) O trabalho útil do ciclo τ corresponde à área sob as curvas A ou ainda pela diferença de calor entre a fonte quente e a fonte fria: $\tau = Q_Q - Q_F;$ tendo apenas a ressalva de que o calor da fonte fria seja diferente de zero $Q_F \neq 0,$ pois do contrário violaria a Segunda Lei da Termodinâmica onde não podemos ter um rendimento de 100% utilizando máquinas térmicas, considerando o calor da fonte fria nulo, ou seja, é impossível transformar todo o calor em trabalho.

[V] (Falsa) A Segunda Lei da Termodinâmica diz que é impossível construir uma máquina que obedeça ao ciclo de Carnot com um rendimento de $100\%,$ visto que é impossível converter o calor de forma integral em trabalho.

Sendo assim, a alternativa correta é [C].

Resposta da questão 10:
[C]

[I] CORRETA. Do enunciado, o calor é fornecido ao sistema $(Q > 0)$ e o trabalho é realizado sobre o sistema $(W < 0).$ Assim, pela primeira lei da termodinâmica, tem-se que:

$$Q = W + \Delta U$$
$$\Delta U = Q - W$$

Como,

$$\begin{cases} Q > 0 \\ W < 0 \end{cases}$$

Logo,

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

[II] INCORRETA. Quando um sistema é fechado, não existe troca de calor com o meio externo nem é realizado trabalho, seja sobre ou pelo sistema. Logo,

$$\begin{cases} Q = 0 \\ W = 0 \\ \Delta U = 0 \end{cases}$$

[III] CORRETA. De acordo com a segunda lei da termodinâmica.

Resposta da questão 11:
[A]

[I] Correta. Ao entrar no congelador o gás é expandido, sofrendo diminuição na pressão. Como Absorve energia do interior da geladeira sua temperatura aumenta.
[II] Incorreta. Contradiz a afirmativa anterior.
[III] Correta. Ao passar pelo condensador o gás está sob alta pressão. Nessa passagem o gás libera calor para o meio, diminuindo sua temperatura.
[IV] Incorreta. Contradiz a afirmativa anterior.

Resposta da questão 12:
Sem resposta.

Gabarito Oficial: [C]
Gabarito SuperPro®: Sem resposta.

Há problemas no enunciado desta questão. Da maneira como foi publicada nada se pode afirmar. Nenhuma das situações propostas cita tratar-se de um ciclo termodinâmico. Além disto, não é possível determinar a origem da energia cinética de 100 J.

Resposta da questão 13:
[C]

Observação: *Os dados sobre os calores trocados nas transformações FG e HI são incompatíveis com as equações dos gases ideais, seja ele monoatômico ou diatômico.*

Para um gás ideal e monoatômico, os valores corretos são:

$$Q = \frac{5}{2}\, p\, \Delta V \begin{cases} Q_{FG} = \frac{5}{2} \times 2 \times 10^5 \left(0{,}50 - 0{,}15\right) \;\Rightarrow\; 175 \times 10^3 = 175 \text{ kJ.} \\ Q_{HI} = \frac{5}{2} \times 1 \times 10^5 \left(0{,}25 - 1\right) \;\Rightarrow\; -187{,}5 \times 10^3 = -187{,}5 \text{ kJ.} \end{cases}$$

Usando a Primeira Lei da Termodinâmica, calculamos a variação da Energia Interna em cada uma das transformações:

$$\begin{cases} \Delta U_{FG} = Q_{FG} - W_{FG} = 200 \times 10^3 - 2 \times 10^5 \left(0{,}50 - 0{,}15\right) = 130 \times 10^3 \Rightarrow \Delta U_{FG} = 130 \text{ kJ.} \\ \Delta U_{GH} = 0 \text{ (isotérmica)} \\ \Delta U_{HI} = Q_{HI} - W_{HI} = -220 \times 10^3 - 1 \times 10^5 \left(0{,}25 - 1\right) = -145 \times 10^3 \Rightarrow \Delta U_{FG} = -145 \text{ kJ.} \end{cases}$$

Num ciclo, a variação da Energia Interna é nula e igual ao somatório das variações de energia interna nas transformações parciais. Assim:

$$\Delta U_{FG} + \Delta U_{GH} + \Delta U_{HI} + \Delta U_{IJ} = \Delta U_{ciclo} \;\Rightarrow$$

$$130 + 0 - 145 + \Delta U_{IJ} = 0 \;\Rightarrow \Delta U_{IJ} = 145 - 130 \;\Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta U_{IJ} = 15 \text{ kJ.}}$$

Resposta da questão 14:
a) Usaremos a 1ª Lei da Termodinâmica $\Delta U = Q - W$ e como na transformação $1 \rightarrow 2$ não

temos variação de volume $(\Delta V = 0)$ não haverá realização de trabalho $(W = 0)$ e tivemos absorção de calor $(Q = +200\,J)$, sendo assim $\Delta U = Q$, ou seja, $\Delta U = 200\,J$.

b) Neste caso, como dispomos da temperatura do ponto 2, usaremos a Lei dos gases ideais para os pontos 2 e 5. O sistema é fechado, logo não há perdas de massa para o exterior.

$$\frac{p_5 V_5}{T_5} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \rightarrow \text{retirando os valores do gráfico} \rightarrow \frac{p_0 2V_0}{T_5} = \frac{2p_0 V_0}{T_2} \rightarrow T_5 = T_2 \rightarrow T_5 = 60\,^\circ C.$$

c) Sabendo que a energia interna depende da somente da temperatura para a condição de gás ideal, para a transformação de $2 \rightarrow 5$ temos que a variação da energia interna é nula $(\Delta U_{25} = 0)$, pois $T_5 = T_2$. Logo, a variação da energia interna de $1 \rightarrow 5$ é igual à transformação $1 \rightarrow 2$ já calculada anteriormente.

Portanto, $\Delta U_{15} = \Delta U_{12} + \Delta U_{25} \rightarrow \Delta U_{15} = 200\,J + 0 \rightarrow \Delta U_{15} = 200\,J.$

Resposta da questão 15:
[D]

Se com a queima de $1{,}0\ g$ de biodiesel é liberado x Joules de energia, dado que o rendimento é de 15%, pode-se escrever que:

$$\eta = \frac{\tau}{Q} \cdots 0{,}15 = \frac{\tau}{x}$$
$$\tau = 0{,}15 \cdot x$$

Para a queima de $10\ g$ de biodiesel, tem-se que $Q = 10 \cdot x$, logo:

$$0{,}15 = \frac{\tau}{10 \cdot x}$$
$$\tau = 1{,}5 \cdot x$$
$$\tau = \frac{15 \cdot x}{10}$$

Resposta da questão 16:
[D]

Da equação geral dos gases perfeitos, para os estados (1) e (2):

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Sendo o processo isobárico: $P_1 = P_2$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Substituindo os valores e usando a temperatura em Kelvin:

$$\frac{400\ mL}{(15 + 273)K} = \frac{500\ mL}{T_2}$$
$$T_2 = \frac{500\ mL \cdot (15 + 273)K}{400\ mL} = 360\ K$$
$$T_2 = 360 - 273 = 87\ °C$$

Resposta da questão 17:
[D]

Para um processo isobárico:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{V_1}{(150+273)} = \frac{2V_1/3}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{2(150+273)}{3} = 282\ K$$

$$T_2 = 282 - 273 = 9°C$$

Resposta da questão 18:

a) Como foi informado que o processo ocorre em temperatura constante, temos uma transformação isotérmica e sendo o ar considerado como um gás ideal, podemos usar a equação geral dos gases ideais:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}$$

Em que: $T_0 = T = constante$ (isotérmico), $V = \frac{4}{5}V_0$ e $P_0 = 1atm$.

$$P_0 \cdot V_0 = P \cdot V$$

Substituindo os valores e calculando a pressão final:

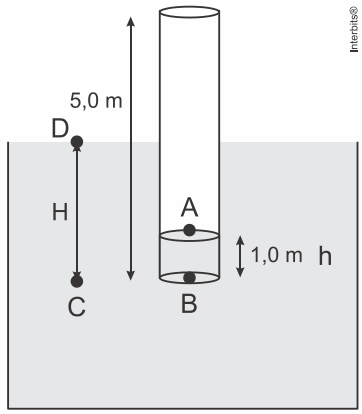
$$1\,atm \cdot V_0 = P \cdot \frac{4}{5}V_0$$

$$P = 1{,}25\ atm$$

b) Para calcular a altura H, devemos utilizar a Lei de Stevin da Hidrostática:

$$P_C = P_D + \rho g H$$

$$P_B = P_A + \rho g h$$



Pelo fato de que os pontos B e C estão na mesma altura dentro do líquido, eles tem a mesma pressão.

$$P_B = P_C$$

$$P_D + \rho g H = P_A + \rho g h$$

$$\rho g H - \rho g h = P_A - P_D$$

$$\rho g (H - h) = P_A - P_D$$

$$H = \frac{P_A - P_D}{\rho g} + h$$

Usando os valores de pressão em pascal e substituindo o restante dos dados:

$P_A = 1{,}25 \text{ atm} = 1{,}25 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$P_D = 1{,}0 \text{ atm} = 1{,}0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$H = \frac{1{,}25 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 1{,}0 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1{,}0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} + 1 \text{ m}$$

$H = 3{,}5 \text{ m}$

Resposta da questão 19:
[C]

Da expressão da dilatação linear:

$$\Delta\ell = \ell\,\alpha\,\Delta T \;\Rightarrow\; \frac{\Delta\ell}{\ell} = \alpha\,\Delta T.$$

Matematicamente, o coeficiente de dilatação (α) representa a declividade da reta que é igual à tangente do ângulo θ que a reta forma com o eixo das abscissas. Então, como $\alpha_Y = 2\alpha_X$, $\text{tg}\,\theta_Y = 2\,\text{tg}\,\theta_X$.

Com esse raciocínio, concluímos que a reta que melhor representa o acréscimo $\Delta\ell / \ell$ em função da variação da temperatura no comprimento da barra Y, é a reta 3.

Resposta da questão 20:
[D]

Análise de cada afirmativa:

[01] (Falsa) A água sofre uma dilatação anômala, pois de $0°C$ até $4°C$ o seu volume diminui (temperatura de maior densidade da água). Além dos $4°C$, o volume começa a aumentar de acordo como a maioria das substâncias se comporta com o aumento da temperatura.
[02] (Verdadeira) O orifício da placa se comporta como se fosse feito com o mesmo material da placa, portanto também se dilata, aumentando sua área.
[03] (Falsa) O volume de líquido transbordado mede a dilatação aparente do líquido, já que a dilatação absoluta é dada pela dilatação do frasco mais o volume do líquido transbordado.
[04] (Verdadeira) Quanto menor coeficiente de dilatação térmica, menor é a dilatação térmica e maior a resistência ao choque térmico.
[05] (Falsa) De $0°C$ até $4°C$ a densidade da água aumenta.
[06] (Verdadeira) A dilatação depende do material, do comprimento inicial e da diferença de temperatura. Como, neste caso, temos o mesmo material e mesma variação de temperatura, as dimensões dilatadas serão proporcionais e os ângulos internos do triângulo isósceles serão iguais.

Soma das alternativas verdadeiras é:
02 + 04 + 06 = 12.

Resposta da questão 21:
[C]

Sendo o calor sensível dado por:
$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

O calor específico explicitado fica:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

Calculando com os valores fornecidos:

$$c = \frac{470\ \text{cal}}{100\ \text{g} \cdot (70°\text{C} - 20°\text{C})} = 0{,}094\ \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot °\text{C}}$$

Resposta da questão 22:
[B]

Para que o sistema esteja em equilíbrio térmico, o somatório dos calores trocados entre os corpos deve ser igual a zero:
$\sum Q = 0$

O calor será transferido do recipiente e da garrafa para o gelo que, primeiramente, será aquecido até a temperatura de fusão (calor sensível) e depois derretido (calor latente).

Nominando os calores trocados:
$Q_1 = C \cdot \Delta T \rightarrow$ É o calor trocado pelo recipiente

$Q_2 = m_{refrig} \cdot c_{água} \cdot \Delta T_{refrig} \rightarrow$ É o calor trocado pela garrafa de refrigerante

$Q_3 = m_{gelo} \cdot c_{gelo} \cdot \Delta T_{gelo} \rightarrow$ É o calor sensível recebido pelo gelo até a temperatura de fusão

$Q_4 = m_{gelo} \cdot L_{fusão} \rightarrow$ É o calor latente devido à fusão do gelo

Considerando o derretimento de todo o gelo:

$$Q_1 = C \cdot \Delta T \rightarrow Q_1 = 40\ \frac{\text{cal}}{°\text{C}} \cdot (0 - 25)°\text{C} \rightarrow Q_1 = -1000\ \text{cal}$$

$$Q_2 = m_{refrig} \cdot c_{água} \cdot \Delta T_{refrig} \rightarrow Q_2 = 2000\ \text{g} \cdot 1\ \frac{\text{cal}}{\text{g}°\text{C}} \cdot (0 - 25)°\text{C} \rightarrow Q_2 = -50000\ \text{cal}$$

$$Q_3 = m_{gelo} \cdot c_{gelo} \cdot \Delta T_{gelo} \rightarrow Q_3 = 600\ \text{g} \cdot 0{,}5\ \frac{\text{cal}}{\text{g}°\text{C}} \cdot (0 - (-10))°\text{C} \rightarrow Q_3 = 3000\ \text{cal}$$

$$Q_4 = m_{gelo} \cdot L_{fusão} \rightarrow Q_4 = 600\ \text{g} \cdot 80\ \frac{\text{cal}}{\text{g}} \rightarrow Q_4 = 48000\ \text{cal}$$

Como a soma de todo o calor cedido $(-51000\ \text{cal})$ e todo o calor recebido $(51000\ \text{cal})$ é igual a zero, podemos concluir que a totalidade do gelo derrete e o sistema entra em equilíbrio térmico a $0°\text{C}$.

Resposta da questão 23:
a) Neste caso o calor latente é igual ao calor sensível do líquido.

$$Q_{lat} = Q_{sens}$$
$$m_g \cdot L_f = m_{liq} \cdot c_{liq} \cdot \Delta T_{liq}$$

Isolando a massa do líquido e substituindo os valores:

$$m_{liq} = \frac{m_g \cdot L_f}{c_{liq} \cdot \Delta T_{liq}}$$
$$m_{liq} = \frac{5\ \text{kg} \cdot 80\ \text{cal/g}}{1\ \text{cal/g} \cdot °\text{C} \cdot (28 - 8)°\text{C}} \therefore m_{liq} = 20\ \text{kg}$$

b) O calor trocado pela água resultante do derretimento do gelo é dado pelo calor sensível.

$Q_{sens} = m \cdot c \cdot \Delta T$
$Q_{sens} = 5\ kg \cdot 1\ cal/g \cdot °C \cdot (28 - 0)°C$
$Q_{sens} = 140\ kcal$

Resposta da questão 24:
Como não foi dada a quantidade total (massa) de água, para resolução deste exercício, é preciso deixar a quantidade de calor em função da massa.

A quantidade de calor utilizada para aquecer a água de $20°C$ até $100°C$ é:
$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
$Q = m \cdot 1 \cdot 80$
$Q = 80 \cdot m\ J$

Ou seja, o aquecedor forneceu à água $80 \cdot m\ J$ de calor em 5 minutos. Como este processo durou 5 minutos para ser realizado, então pode-se concluir que a cada minuto o aquecedor fornece $\frac{80}{5} \cdot m\ J$.

Baseado nisto, para a vaporização, a energia necessária para transformar em vapor 80% da massa de água existente no sistema, tem-se que:
$Q_L = m_v \cdot L$
$Q_L = 0{,}8 \cdot m \cdot 540$
$Q_L = 432 \cdot m\ J$

Por uma regra de três simples:
$1\,min \rightarrow 16 \cdot m\ J$
$x\ min \leftarrow 432 \cdot m\ J$
$x = \frac{432 \cdot m}{16 \cdot m}$
$x = 27\ min$

Logo, o tempo total para o procedimento será o tempo que leva para o aquecimento inicial da água mais o tempo que leva para vaporizar 80% dela.
$t_{total} = 5 + 27$
$t_{total} = 32\ minutos$

Resposta da questão 25:
[B]

O equilíbrio térmico para um sistema isolado é dado pela somatória dos calores sendo igual a zero, pois o calor é trocado entre os dois volumes de água no sentido da maior para a menor temperatura.

$$\sum Q = 0$$

Como não há mudança de estado físico, os calores são sensíveis: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Considerando que a densidade nas amostras de água são as mesmas, podemos representar a massa de cada uma como sendo o seu volume.

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow Q_1 = -Q_2$$
$$m_1 \cdot c \cdot \Delta T_1 = -m_2 \cdot c \cdot \Delta T_2$$
$$0{,}10 \cdot (T - 25) = -0{,}15 \cdot (T - 15)$$
$$0{,}10\ T - 2{,}5 = -0{,}15T + 2{,}25$$
$$0{,}25T = 4{,}75 \Rightarrow T = 19°C$$

Resposta da questão 26:
[B]

A quantidade de calor transferida em 1 hora será:
$$Q = 2\ \frac{kcal}{min} \times \frac{60\ min}{1\,h} = 120\ kcal$$

Usando a expressão para o calor sensível $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ e explicitando m:
$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} \Rightarrow m = \frac{120\ kcal}{1\ \frac{kcal}{kg°C} \times (80 - 20)°C} = 2\ kg$$

Resposta da questão 27:
[C]

A troca térmica é realizada entre a água e o gelo, devido não haver troca com o meio externo. Com isso a água vai esfriando enquanto que o gelo se aquece. O equilíbrio térmico se estabelece quando não houver mais diferença de temperatura.

Então $\sum Q = 0$
$$Q_1 + Q_2 = 0$$

Analisando o resfriamento da água até o ponto de congelamento:
$$Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1$$
$$Q_1 = 200\,g \cdot 1\ \frac{cal}{g \cdot °C} \cdot (0°C - 25°C) = -5000\,cal$$

O aquecimento do gelo até o ponto de fusão:
$$Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$
$$Q_1 = 400\,g \cdot 0{,}5\ \frac{cal}{g \cdot °C} \cdot (0°C - (-25°C)) = 5000\,cal$$

Temos aqui o equilíbrio térmico atingido: $Q_1 + Q_2 = 0$

Como o sistema não troca calor com o meio externo, conclui-se que terá mais gelo do que água devido à impossibilidade de mudança de fase pela necessidade de mais calor. Como o sistema continua tendo mais gelo que água, ele continua assim.

Resposta da questão 28:
[B]

Dados: $\begin{cases} I = 800\ W/m^2;\ A = 50\ m^2;\ h = 2\ m;\ d = 1\ g/cm^3 = 10^3\ kg/m^3;\ 1\ cal = 4\ J; \\ c = 1\,cal/g \cdot °C = 4\ J/g \cdot °C;\ \Delta\theta = 22 - 20 = 2\ °C. \end{cases}$

Calculando a massa de água:

$$\left.\begin{cases} V = A\,h \\ d = \dfrac{m}{V} \end{cases}\right\} \Rightarrow d = \frac{m}{A\,h} \Rightarrow m = d\,A\,h = 10^3 \times 50 \times 2 = 10^5 \text{ kg} \Rightarrow m = 10^8 \text{ g.}$$

Calculando a potência absorvida:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P = I\,A = 800 \times 50 \Rightarrow P = 4 \times 10^4 \text{ W.}$$

Aplicando a definição de potência e a equação do calor sensível:

$$\left.\begin{cases} P = \dfrac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P\,\Delta t \\ Q = m\,c\,\Delta\theta \end{cases}\right\} \Rightarrow P\,\Delta t = m\,c\,\Delta\theta \Rightarrow \Delta t = \frac{m\,c\,\Delta\theta}{P} = \frac{10^8 \times 4 \times 2}{4 \times 10^4} = 2 \times 10^4 \text{ s} = \frac{2 \times 10^4}{3.600} \text{ h} \Rightarrow$$

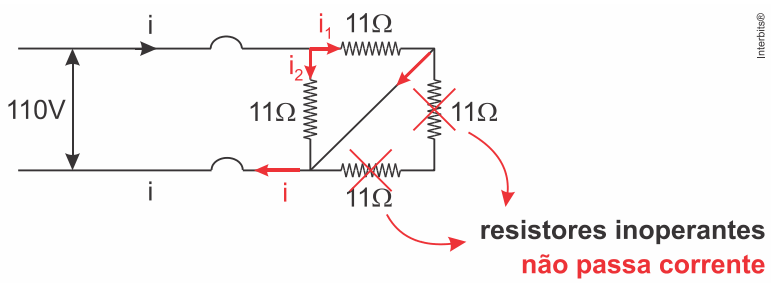
$$\boxed{\Delta t = 5{,}6 \text{ h.}}$$

Resposta da questão 29:
[D]

As alternativas [A], [B] e [C] afirmam que um corpo tem mais ou menos calor estão equivocadas conceitualmente, uma vez que o calor é energia térmica em trânsito sempre de um corpo com maior temperatura, no caso o plástico, para o corpo com menor temperatura, o gelo. Sendo assim, a alternativa correta é a [D].

Resposta da questão 30:
[A]

Cálculo da Resistência equivalente do circuito:



Temos um circuito em paralelo com duas resistências de $11\,\Omega$.

$$R = \frac{11}{2}\,\Omega$$

A potência elétrica do chuveiro é dada por:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

Mas a potência também é a razão da energia pelo tempo:

$$P = \frac{E}{t}$$

A energia é dada pelo calor sensível:

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Juntando as equações:

$$\frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{t} = \frac{U^2}{R}$$

Isolando a diferença de temperatura e substituindo os valores fornecidos no SI, temos:

$$\Delta T = \frac{U^2 \cdot t}{m \cdot c \cdot R} \Rightarrow \Delta T = \frac{110^2 \cdot 60}{1{,}32 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot \frac{11}{2}} \Rightarrow \Delta T = 25°C$$

Resposta da questão 31:
[D]

Sabendo que $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, pode-se encontrar os valores de Q_1 e Q_2 pelos dados fornecidos no gráfico. Desta forma,

$$Q_1 = 0{,}1 \cdot 1 \cdot (5 - (-5))$$
$$Q_1 = 2J$$

e

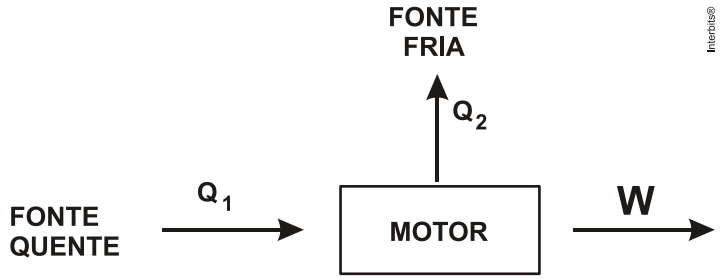
$$Q_2 - 6 = 0{,}1 \cdot 2{,}5 \cdot (45 - 5)$$
$$Q_2 = 10 + 6$$
$$Q_2 = 16J$$

Logo,

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$$

Resposta da questão 32:

a) Sendo um motor térmico quente, o motor de 4 tempos opera retirando calor de uma fonte quente (**Q_1**), transformando parte em trabalho (**W**), rejeitando parte (**Q_2**) para o meio ambiente, que é a fonte fria.



b) Dados: **T_1** = 280 °C = 553 K; **T_2** = 80 °C = 353 K.
Motor térmico ideal é aquele que opera com rendimento máximo, dado pelo ciclo de Carnot.

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{353}{553} \quad \Rightarrow \quad \eta = 36\%.$$

c) Com rendimento de 20%, calculemos a energia útil para cada motor, por litro de combustível:

$$\begin{cases} E_{gas} = 0{,}2 \times 35 = 7 \text{ J/L} \\ E_{et} = 0{,}2 \times 24 = 4{,}8 \text{ J/L} \end{cases}$$

$$\left.\begin{cases} 4{,}8 \text{ J} \rightarrow 1 \text{ L} \\ 7{,}0 \text{ J} \rightarrow V \end{cases}\right\rangle \Rightarrow V = \frac{7{,}0}{4{,}8} \quad \Rightarrow \quad m = 1{,}46 \text{ L}.$$

Resposta da questão 33:
[D]

Na porção abaixo do êmbolo, a pressão (**p_1**) é igual à pressão da porção superior (**p_2**) somada à pressão do êmbolo (**p_e**). Quando se dobra a massa do êmbolo, dobra-se também a pressão que ele exerce. Equacionando as duas situações:

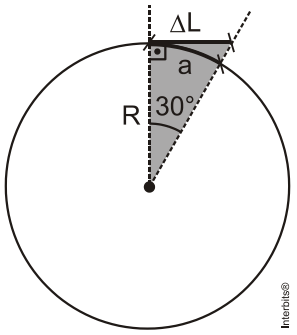
$$\left.\begin{cases} p_1 = p_2 + p_e \;\Rightarrow\; \dfrac{n\,R\,T}{V} = \dfrac{n\,R\,T}{4\,V} + p_e \;\Rightarrow\; p_e = \dfrac{3\,R\,T}{4\,V} \\ p'_1 = p'_2 + 2\,p_e \;\Rightarrow\; \dfrac{n\,R\,T'}{V} = \dfrac{n\,R\,T'}{4\,V} + 2\,p_e \;\Rightarrow\; 2\,p_e = \dfrac{3\,R\,T'}{4\,V} \end{cases}\right\rangle \div \;\Rightarrow$$

$$\frac{p_e}{2\,p_e} = \frac{3\,R\,T}{4\,V} \times \frac{4\,V}{3\,R\,T'} \;\Rightarrow\; \frac{1}{2} = \frac{T}{T'} \;\Rightarrow\; \boxed{T' = 2\,T.}$$

Resposta da questão 34:
[B]

Dados: $\alpha = 5\pi \times 10^{-4}\ °C^{-1}$; $L_0 = 2\,m = 200\,cm$; $R = 30\,cm$; $\Delta\theta = 30° = \pi/6\,rad$.

A figura ilustra a situação.



<u>1ª) Solução</u>:
As alternativas e os dados "sugerem" que aproximemos a dilatação ao comprimento do arco descrito pelo disco: $(\Delta L \cong a)$. Assim:

$$\Delta L \cong a \;\Rightarrow\; \Delta\theta = \frac{a}{R} \cong \frac{\Delta L}{R} \;\Rightarrow\; \frac{\pi}{6} = \frac{\Delta L}{30} \;\Rightarrow\; \Delta L = 5\pi\ cm.$$

Aplicando a expressão da dilatação linear:

$$\Delta L = L_0\,\alpha\,\Delta T \;\Rightarrow\; \Delta T = \frac{\Delta L}{L_0\,\alpha} \;\Rightarrow\; T - 25 = \frac{5\,\pi}{200 \cdot 5\,\pi \times 10^{-4}} \;\Rightarrow T = \frac{10^4}{200} + 25 \Rightarrow$$

$$T = 75\ °C.$$

<u>2ª Solução:</u>
No triângulo retângulo destacado na figura:

$$tg\,30° = \frac{\Delta L}{R} \;\Rightarrow\; \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\Delta L}{30} \;\Rightarrow\; \Delta L = 10 \cdot \sqrt{3} \;\Rightarrow\; \Delta L = 17{,}3\ cm.$$

Aplicando a expressão da dilatação linear:

$$\Delta L = L_0\,\alpha\,\Delta T \;\Rightarrow\; \Delta T = \frac{\Delta L}{L_0\,\alpha} \;\Rightarrow\; T - 25 = \frac{17{,}3}{200\cdot 5\cdot 3{,}14\times 10^{-4}} \;\Rightarrow$$

$$T = \frac{17{,}3}{0{,}314} + 25 \Rightarrow\; T \cong 55 + 25 \;\Rightarrow$$

$$T \cong 80\ °C.$$

Resposta da questão 35:
[B]

Para variações de temperatura ΔT e $2\Delta T$, as variações da área e do volume são:

$$\left\{\begin{array}{l}\Delta A_1 = A_0\ 2\,\alpha\,\Delta T\\ \Delta A_2 = A_0\ 2\,\alpha\left(2\,\Delta T\right)\end{array}\right\rangle \;\Rightarrow\; \frac{\Delta A_2}{\Delta A_1} = 2.$$

$$\left\{\begin{array}{l}\Delta V_1 = V_0\ 3\,\alpha\,\Delta T\\ \Delta V_2 = V_0\ 3\,\alpha\left(2\,\Delta T\right)\end{array}\right\rangle \;\Rightarrow\; \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = 2.$$

Resposta da questão 36:
[A]

Dados: $h = 2{,}1\ m;\ g = 10\ m/s^2;\ c = 0{,}1\ cal/(g\cdot °C) = 420\ J/(kg\cdot °C).$

$$Q = 80\%\,E_{pot} \;\Rightarrow\; \cancel{m}\,c\,\Delta\theta = 0{,}8\,\cancel{m}\,g\,h \;\Rightarrow\; \Delta\theta = \frac{g\ h}{c} = \frac{0{,}8\times 10\times 2{,}1}{420} \;\Rightarrow$$

$$\boxed{F = 0{,}04\ °C.}$$

Resposta da questão 37:
[C]

A irradiação depende da temperatura do corpo e da área de exposição. Cruzando os braços e dobrando o corpo sobre as pernas, ela diminuiu essa área de exposição.

Resumo das questões selecionadas nesta atividade

Data de elaboração: 04/11/2015 às 09:42
Nome do arquivo: TERMOLOGIA

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	134638	Elevada	Física	Ufg/2014	Múltipla escolha
2	146613	Média	Física	Uerj/2016	Múltipla escolha
3	148698	Média	Física	Fmp/2016	Múltipla escolha
4	142903	Média	Física	Epcar (Afa)/2016	Múltipla escolha
5	142904	Média	Física	Epcar (Afa)/2016	Múltipla escolha
6	142910	Média	Física	Epcar (Afa)/2016	Múltipla escolha
7	143162	Média	Física	Imed/2015	Múltipla escolha
8	136896	Média	Física	Uel/2015	Analítica
9	136299	Média	Física	Pucpr/2015	Múltipla escolha
10	138466	Média	Física	Udesc/2015	Múltipla escolha
11	139286	Média	Física	Pucrs/2015	Múltipla escolha
12	137578	Elevada	Física	Uemg/2015	Múltipla escolha
13	134983	Média	Física	Espcex (Aman)/2015	Múltipla escolha
14	138157	Média	Física	Ufes/2015	Analítica
15	139508	Média	Física	Uece/2015	Múltipla escolha
16	142425	Média	Física	Upf/2015	Múltipla escolha
17	135684	Média	Física	Pucrj/2015	Múltipla escolha
18	135663	Média	Física	Pucrj/2015	Analítica
19	138027	Média	Física	Ufrgs/2015	Múltipla escolha
20	142677	Média	Física	Epcar (Afa)/2015	Múltipla escolha
21	135679	Média	Física	Pucrj/2015	Múltipla escolha
22	142678	Média	Física	Epcar (Afa)/2015	Múltipla escolha

23.....143302 .....Média .....Física.....Pucrj/2015..... Analítica

24.....139186 .....Elevada .....Física.....Uema/2015 ..... Analítica

25.....135672 .....Média .....Física.....Pucrj/2015..... Múltipla escolha

26.....140207 .....Média .....Física.....Upf/2015 ..... Múltipla escolha

27.....137710 .....Média .....Física.....Upe/2015 ..... Múltipla escolha

28.....138988 .....Média .....Física.....Fgvrj/2015..... Múltipla escolha

29.....139424 .....Média .....Física.....Uece/2015..... Múltipla escolha

30.....142683 .....Média .....Física.....Epcar (Afa)/2015..... Múltipla escolha

31.....140508 .....Média .....Física.....Cefet MG/2015..... Múltipla escolha

32.....130760 .....Média .....Física.....Ufsc/2014..... Analítica

33.....130956 .....Média .....Física.....Upe/2014 ..... Múltipla escolha

34.....130954 .....Média .....Física.....Upe/2014 ..... Múltipla escolha

35.....129636 .....Média .....Física.....Udesc/2014..... Múltipla escolha

36.....131060 .....Média .....Física.....Mackenzie/2014..... Múltipla escolha

37.....135124 .....Média .....Física.....Unifor/2014 ..... Múltipla escolha