lista_2-dilatação-1

Questão 1

É cada vez mais frequente encontrar residências equipadas com painéis coletores de energia solar. Em uma residência foram instalados 10 m^2 de painéis com eficiência de 50%. Supondo que em determinado dia a temperatura inicial da água seja de 18 ºC, que se queira aquecê-la até a temperatura de 58 ºC e que nesse local a energia solar média incidente seja de 120 W/m^2, calcule o volume de água que pode ser aquecido em uma hora.

Gabarito:

(Resolução oficial)

Dados: Área total A = 10 m^2.
Eficiência e = 50%.
Temperatura inicial da água T_i = 18 °C.
Temperatura final da água T_f = 58 °C.
Energia solar média E = 120 W/m^2.
Intervalo $\Delta t = 1\,h$.
A potência total coletada pelas placas é:
P = eEA
P = 0,5 · (120 W/m^2) · (10 m^2)
P = 600 J/s

Assim, em 1 hora serão coletados (600 J/s)(3.600 s) = 216 × 10^4 J de energia.
A energia para aquecer a água é:
$Q = mc\Delta T$,
mas $m = \rho V$,
assim $Q = \rho V c \Delta T$.

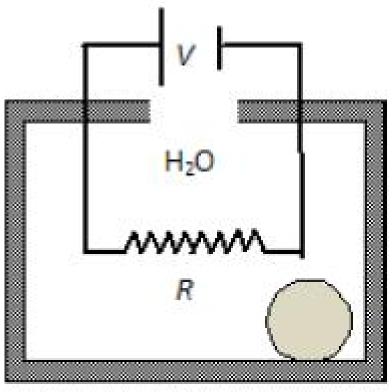
Resolvendo para V, fazendo as transformações de unidades necessárias e considerando Q = 216 × 10^4 J, temos:

$$V = \frac{216 \cdot 10^4}{10^3 \cdot 4{,}2 \cdot 10^3 \cdot 40} = 12,\, 9\, L.$$

Questão 2

É muito comum em casas que não dispõem de forno micro-ondas, pessoas utilizarem uma resistência elétrica ligada à tomada para aquecer água para fazer chá ou café. Em uma situação mais idealizada, é possível estudar esse problema e aprender um pouco mais de Física. Para isso, considere, inicialmente, um sistema em equilíbrio térmico composto de um recipiente com paredes adiabáticas que possui em seu interior uma esfera maciça, cujo raio é de 50 cm, a massa é de 5 toneladas e o coeficiente de dilatação linear é $\alpha_{esf} = 1 \times 10^{-4} {}^{o}C^{-1}$. O restante do recipiente está completamente cheio com 2.500 kg de água pura à temperatura T_0 = 20 °C, como mostra a figura a seguir. A resistência R = 2 Ω que está dentro do recipiente é, então, ligada durante certo intervalo de tempo aos terminais de uma bateria ideal de V = 200 V.

Dados: c_{H_2O} = 1 cal/g°C, c_{esf} = 0,1 cal/g°C, 1 cal ≈ 4 J.



Considerando que toda a dissipação de energia ocorrerá apenas na resistência R e desconsiderando a capacidade térmica da resistência e do recipiente, responda:

A) Qual a temperatura inicial da esfera na escala Fahrenheit?

B) Quanto tempo a resistência deve ficar ligada para que o sistema atinja a temperatura de equilíbrio T_f = 80 °C?

C) Quando o sistema atinge o equilíbrio, a temperatura final da água é 80 °C, neste caso, qual será a variação no volume da esfera? Sugestão: escreva sua resposta em função de π.

Gabarito:

(Resolução oficial)

A) Temperatura de equilíbrio do sistema: $T_{água} = T_{esfera}$ = 20 ºC.
Conversão ºC →ºF,

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$T_C = T_{esfera} = 20^oC \rightarrow \frac{20}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \rightarrow T_F = 68^oC$$

B) b) (I) Conservação de energia:

$$P \cdot \Delta T = \Delta Q_{agua} + \Delta Q_{esfera}$$

$$\left(II\right) P = \frac{U^2}{R},\ U = 200\,volts,\ R = 2\Omega \rightarrow P = 20.000 J/s$$

$$ou\ P = U \cdot i\ e\ i = \frac{U}{R} = \frac{200\ volts}{2\Omega} = 100A \rightarrow P = 20.000 J/s$$

$$(III) \Delta Q_{agua} = m_{agua} \cdot c_{agua} \cdot \Delta T = 2500 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot \left(80 - 20\right) = 150 \cdot 10^6 cal = 600 \cdot 10^6 J$$

$$(IV) \Delta Q_{esfera} = m_{esfera} \cdot c_{esfera} \cdot \Delta T = 5.000 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot \left(80 - 20\right) = 30 \cdot 10^6 = 120 \cdot 10^6 J$$

Das equações (I), (II), (III) e (IV):

$$2.0000 \cdot \Delta t = 600 \cdot 10^6 + 120 \cdot 10^6 = 720 \cdot 10^6 \rightarrow \Delta t = \frac{720 \cdot 10^6}{20.000} = 36 \cdot 10^3 s = 10h$$

C)

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

$$\gamma = 3\alpha = 3 \cdot 10^{-4}\ {}^oC^{-1}$$

$$V_0 = \left(\frac{4}{3}\right)\pi r^3,\ r = 0,5m \rightarrow V_0 = \left(\frac{4}{3}\right) \cdot \pi \cdot \left(0,5\right)^3 = \left(\frac{0,5}{3}\right) \cdot \pi m^3$$

$$\Delta V = \left(\frac{0,5}{3}\right) \cdot \pi \cdot 3 \cdot 10^{-4} \cdot (80 - 20) = 3 \cdot \pi \cdot 10^{-3} m^3\ ou\ 3 \cdot \pi \cdot 10^3 cm^3$$

Questão 3

Quando se oxida 1 g de glicose, forma-se 0,6 de água. Em vista de seu alto teor de hidrogênio, 1 g de gordura produz 1,1 g de água. O rendimento em água de oxidação de uma proteína é bastante baixo, cerca de 0,3 g de água por grama. Num homem que executa uma quantidade moderada de trabalho leve, a taxa metabólica pode ser de 2.800 kcal por dia, as quais podem ser cobertas por uma dieta contendo 350 g de carboidratos, 100 g de gordura e 100 g de proteína.
(Adaptado de Knut Schmidt-Nielsen. *Fisiologia animal*. São Paulo: Edgard Blücher e Universidade de São Paulo, 1972. p. 66)

Supondo que um homem tenha a taxa metabólica de 2.800 kcal por dia, durante um mês o trabalho máximo que ele poderia realizar vale, em joules,

a) $3,4 \cdot 10^8$.
b) $6,4 \cdot 10^7$.
c) $2,1 \cdot 10^7$.
d) $1,1 \cdot 10^7$.

e) $5{,}6 \cdot 10^6$.

Gabarito:

A

Resolução:

2.800 kcal = 2.800.000 cal.
Sendo 1 cal $\cong$ 4 J, temos:
$Q = 2.800.000 \cdot 4 \cdot 30 = 3{,}4 \cdot 10^8$J.

Questão 4

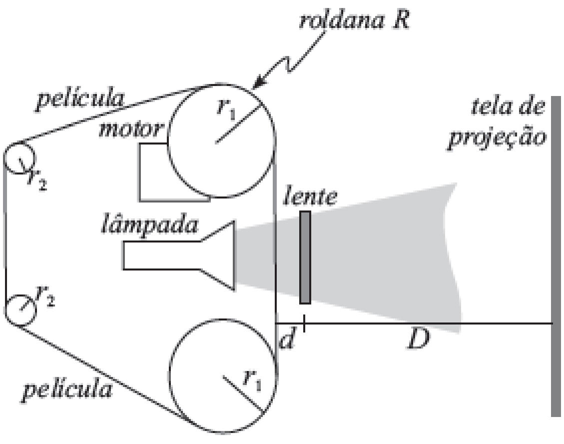


Figura I

Considere que, no projetor cinematográfico esquematizado na figura I, a película tenha seção transversal de formato retangular constante ao longo da fita, de espessura igual a 0,05 cm. Considere, ainda, que essa película passe com velocidade constante em frente à lâmpada de 500 W do projetor, que, ao emitir calor, provoca dilatação superficial da película. Considere que essa película possua densidade volumétrica de $1{,}35\ g \times cm^{-3}$, calor específico de $0{,}2093\ J \times g^{-1} \times ºC^{-1}$ e coeficiente de dilatação superficial igual a $20 \times 10^{-6}\ ºC^{-1}$. A partir dessas informações, faça o que se pede no item a seguir.

• Considerando que a referida película seja iluminada durante 10s e que 40% da energia consumida pela lâmpada do projetor seja transformada em calor, que é absorvido completamente pela película, calcule, em cm^2, a dilatação superficial da região iluminada da película no referido período de tempo, desprezando quaisquer outras trocas de calor. Multiplique o valor obtido por 100.

Gabarito:

283

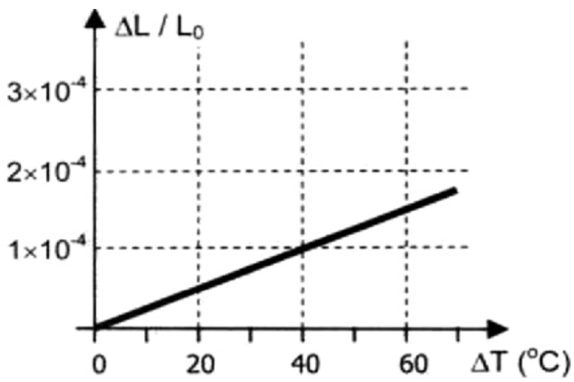
Resolução:

$\mu = 1,35\, g / cm^3$
$V = S_0 \cdot 0,05\, cm^3$
Disso vem que a massa $m = 1,35 \cdot 0,05 \cdot S_0 \cdot g = 0,06756 \cdot S_0$
$P = \frac{E}{\Delta t}$ $E = P \cdot \Delta t$, e assim $E = 0,4 \cdot \left(500 \frac{J}{s}\right) \cdot 10s = 200\, J$
$m \cdot c \cdot \Delta\theta = 200\, J$ ou $0,0675 \cdot S_0 \cdot 0,2093 \cdot \Delta\theta = 200$
então $\Delta\theta = \frac{200}{0,0675 \cdot 0,21093 \cdot S_0}$
Mas,
$\Delta S = \beta \cdot S_0 \cdot \Delta\theta$, então, temos:
$\Delta S = 20 \cdot 10^{-6} S_0 \cdot \frac{200}{0,0675 \cdot 0,2093 \cdot S_0} = 0,283$.
Como é requerido multiplicar por 100, chegamos a: 0,283 · 100 = 283

Questão 5

De maneira geral, pode-se afirmar que corpos sólidos dilatam-se ao serem aquecidos. Para fins práticos, e dependendo da forma do corpo, muitas vezes o estudo da dilatação pode restringir-se à avaliação da dilatação linear do corpo. Assim, uma barra de determinado metal, com comprimento L_0 à temperatura ambiente, sofre uma variação ΔL no seu comprimento quando submetida a uma variação de temperatura ΔT.

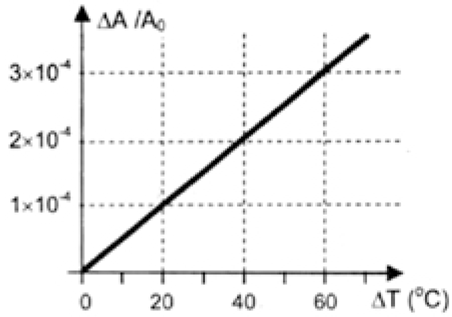
O gráfico a seguir mostra o comportamento da razão $\Delta L / L_0$ para essa barra, em função da variação de temperatura ΔT.



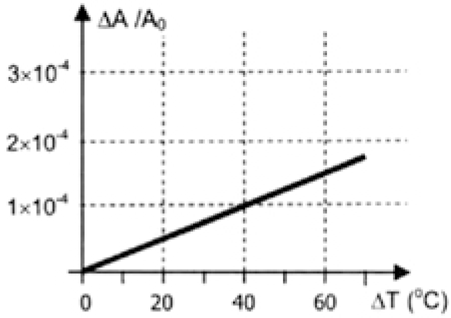
Quando um disco do mesmo metal, de área A_0 à temperatura ambiente, é submetido a uma variação de temperatura ΔT, sua área sofre uma variação ΔA.

Assinale o gráfico que melhor representa o comportamento da razão $\Delta A / \Delta_0$ desse disco, em função da variação da temperatura ΔT.

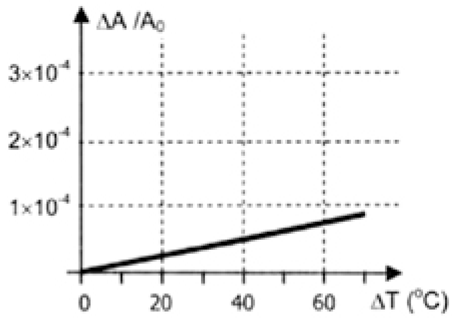
(A)



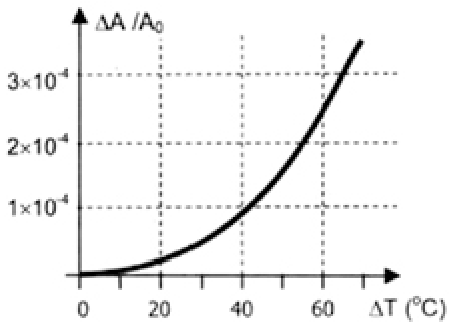
(B)



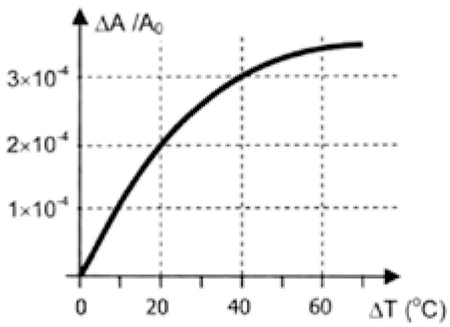
(C)



(D)



(E)



Gabarito:

A

Resolução:

(Resolução oficial)

A inclinação linear da reta do gráfico dado no enunciado da questão corresponde ao coeficiente de dilatação linear α do corpo, cujo valor pode ser facilmente calculado:

$$\alpha = \frac{1 \cdot 10^{-4}}{40°C} = \frac{2,5 \cdot 10^{-6}}{°C}$$.

Sabemos que, nas condições descritas no enunciado, quando a dilatação do comprimento pode ser escrita como uma dilatação linear com coeficiente α , a dilatação superficial β é também linear, com coeficiente $\beta = 2\alpha$.
As três primeiras alternativas representam dilatações lineares.
Como o valor da inclinação da reta representada no gráfico da primeira alternativa é igual a $\frac{5,0 \cdot 10^{-6}}{°C}$, pode-se concluir que é a que melhor representa o comportamento da razão $\frac{\Delta A}{A_0}$ do disco, em função da variação da temperatura.

Questão 6

A dilatação térmica é um fenômeno físico que, possui como efeito a variação das dimensões ou das formas de um objeto devido à variação da temperatura. Geralmente a maioria das substâncias aumenta suas dimensões com o aumento da temperatura; para essas substâncias, o coeficiente de dilatação térmico é positivo, como é o caso da maioria dos metais. Caso contrário, isto é, quando diminui suas dimensões, com o aumento da temperatura, o coeficiente de dilatação é negativo. O controle do efeito da dilatação em metais é de interesse na área da engenharia mecânica para fixação de peças parafusadas, com o objetivo de não se soltarem na temperatura ambiente. A Figura 1 mostra um parafuso de material (A) e uma porca de material (B) que possuem coeficientes de dilatação volumétrico γ_A e γ_B, respectivamente, e são diferentes. Considere que ambos foram usinados (torneados), na mesma temperatura bem acima da temperatura ambiente, e nessa temperatura, o diâmetro externo do parafuso (D_A) é igual ao diâmetro interno da porca (D_B). Portanto, na temperatura em que foram usinados, o parafuso rosqueia-se perfeitamente na porca. Depois que o parafuso é rosqueado na porca nessa temperatura, ambos são resfriados até a temperatura ambiente. Como possuem diferentes coeficientes de dilatação térmicos, enquanto esfriam, contraem-se em quantidades diferentes, e nessa temperatura ambiente, considere que o diâmetro externo do parafuso (D_A) fica maior que o diâmetro interno da porca (D_B), aparecendo intensas forças de atrito entre as superfícies das roscas, impedindo que o parafuso e a porca soltem-se na temperatura ambiente, veja a Figura 2. Com fundamento nos conceitos físicos envolvidos e no fenômeno da dilatação térmica, é correto afirmar:

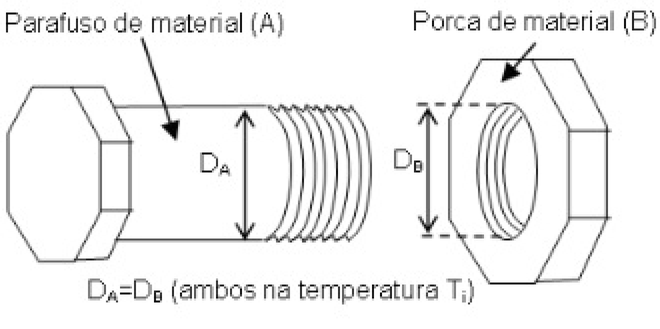


Figura 1

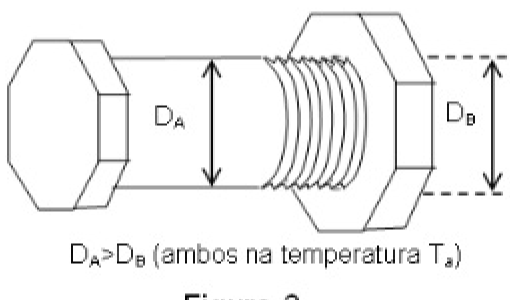


Figura 2

(001) O coeficiente de dilatação γ_A (parafuso) é menor que o γ_B (porca).

(002) O coeficiente de dilatação γ_A (parafuso) é positivo enquanto que o coeficiente de dilatação γ_B (porca) é negativo.

(004) A densidade média do parafuso aumenta enquanto está sendo resfriado.

(008) O diâmetro de orifícios, feitos em objetos que possuem γ positivo, diminui com o aumento da temperatura.

(016) Uma causa que explica por que os lagos se congelam primeiro na superfície, é o fato de a água possuir coeficiente de dilatação negativo em algumas temperaturas.

Gabarito:

21

Resolução:

001 + 004 + 016 = 021

A dilatação da porca foi maior, portanto o coeficiente de dilatação do material da porca é maior.

Os dois sólidos possuem coeficiente de dilatação positivos.

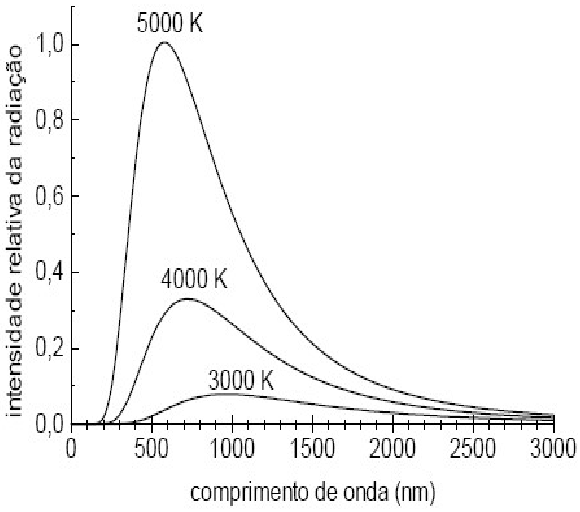
Ao resfriar o volume diminui aumentando a densidade.

O diâmetro do orifício aumenta com a temperatura como se estivesse preenchido do mesmo material que o corpo.

O que explica que a água congela na superfície é o fato de que a água ao passar do estado líquido para o estado sólido (sem mudança de temperatura, portanto) aumenta de volume. No estado sólido, portanto, a água a 0ºC possui maior densidade que o gelo à mesma temperatura. É um efeito de dilatação mas não decorrente de mudança de temperatura, e sim da mudança de estado.

Questão 7

A equação que descreve o espectro de radiação emitido por um corpo negro foi descoberta por Max Planck em 1900, sendo posteriormente chamada de Lei da Radiação de Planck. Ao deduzir essa equação, Planck teve que fazer a suposição de que a energia não poderia ter um valor qualquer, mas que deveria ser um múltiplo inteiro de um valor mínimo. O gráfico mostra a intensidade relativa da radiação emitida por um corpo negro em função do comprimento de onda para três diferentes temperaturas. A região visível do espectro compreende os comprimentos de onda entre 390 nm e 780 nm, aproximadamente, que correspondem às cores entre o violeta e o vermelho.



Com base nessas informações e no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

1. A Lei da Radiação de Planck depende da temperatura do corpo negro e do comprimento de onda da radiação emitida.
2. O princípio de funcionamento de uma lâmpada incandescente pode ser explicado pela radiação de corpo negro.
3. Para a temperatura de 3000 K, a maior parte da radiação emitida por um corpo aquecido está na faixa do infravermelho.

Assinale a alternativa correta.

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

Gabarito:

E

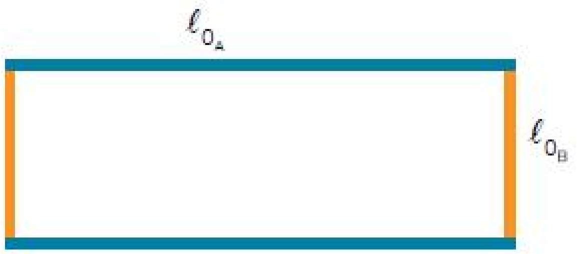
Resolução:

Um corpo a qualquer temperatura emite radiações eletromagnéticas. Estas radiações estão relacionadas com a temperatura em que o corpo se encontra, por isto vamos chamá-las de radiações térmicas. O filamento de uma lâmpada incandescente emite calor e luz, devido à temperatura que está.
O corpo negro absorve toda radiação que sobre ele incide. Todo corpo que seja capaz de absorver toda a energia radiante que incida sobre ele é chamado de corpo negro. Em temperaturas elevadas, a sua cor é branca, pois emite radiação em toda faixa visível, com espectro parecido ao da luz solar. Isso também vai ocorrer com a lâmpada; além disto, todo absorvente é bom emissor. Logo, o corpo negro, além de absorvedor ideal, é também um emissor ideal. Um corpo negro, independentemente do material de que é constituído, emite radiações térmicas com a mesma intensidade, a uma dada temperatura e para cada comprimento de onda. O gráfico da questão ilustra isso perfeitamente com comprimento de onda crescente, evoluindo do violeta para o vermelho e deste para o infravermelho.

Quanto maior a frequência (cor) menor será o comprimento de onda. E de fato o gráfico demonstra que para temperatura de 3000 K, a maior parte da emissão está na faixa do infravermelho. O maior comprimento de onda e menor frequência estão associados ao espectro do infravermelho.

Questão 8

A figura a seguir representa um retângulo formado por quatro hastes fixas.



Considere as seguintes informações sobre esse retângulo:

- sua área é de 75 cm^2 à temperatura de 20 °C;
- a razão entre os comprimentos l_{0A} e l_{0B} é igual a 3;
- as hastes de comprimento l_{0A} são constituídas de um mesmo material, e as hastes de comprimento l_{0B} de outro;
- a relação entre os coeficientes de dilatação desses dois materiais equivale a 9.

Admitindo que o retângulo se transforma em um quadrado à temperatura de 320 °C, calcule, em $°C^{-1}$, o valor do coeficiente de dilatação linear do material que constitui as hastes menores.

Gabarito:

(Resolução oficial)

$$l_{oA} \times l_{oB} = 75 \rightarrow 3l_{oB} \times l_{oB} = 75 \rightarrow l_{oB} = 5\,cm \; e \; l_{oA} = 15\,cm$$

$$l_A = l_B \rightarrow 15 \times (1 + \alpha_A \Delta\theta) = 5 \times \left(1 + \alpha_B \Delta\theta\right) \rightarrow 15 \times (1 + 300\alpha_A) = 5 \times \left(1 + 300\alpha_B\right)$$

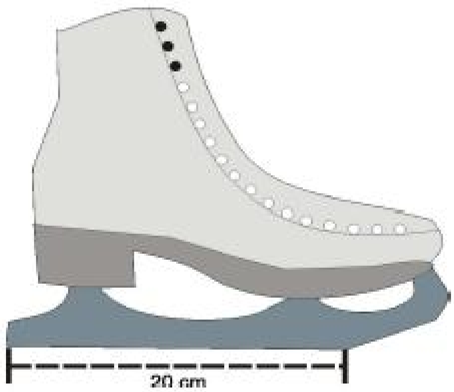
$$15 + 4500\alpha_A = 5 + 1500\alpha_B \rightarrow 15 + 4500\frac{\alpha_B}{9} = 5 + 1500\alpha_B$$

$$10 = 1000\alpha_A \rightarrow \alpha_B = 1 \times 10^{-2} \; °C^{-1}$$

Questão 9

Analisando o diagrama de fases da água, conclui-se que é possível liquefazer o gelo por aumento de pressão. A 1,0 atm e –4 °C, por exemplo, essa pressão é da ordem de 140 atm. Esse processo é apresentado, através de um modelo simplificado, em livros didáticos do ensino médio, quando se considera, por exemplo, que um patinador desliza no gelo com base apenas nesse fenômeno.

Desse modo, considere um patinador sobre o gelo usando um patim conforme a especificação da figura



e admita que a espessura do metal em contato com o gelo é de 1,0 mm.
Com base nas informações, calcule a massa, em kg, que o patinador deve ter, de modo a liquefazer o gelo por pressão, e confirme se o modelo é, ou não, adequado.
Dados:
$g = 10\ m/s^2$
$1\ atm = 10^5\ N/m^2$

(A) 11, não.
(B) 40, sim.
(C) 80, sim.
(D) 140, não.
(E) 280, não.

Gabarito:

E

Resolução:

A força (F) exercida sobre o gelo é igual ao peso do patinador, e pode ser expressa por F = m . g, em que m é a massa do patinador e g é a aceleração da gravidade.

Como a pressão (P) é a força por unidade de área, temos:
$P = \frac{F}{A}$
$P = \frac{m \cdot g}{A}$
$140 \,.\, 10^5 = \frac{m \,.\, 10}{0{,}001 \,.\, 0{,}02}$
m = 280 kg

O modelo não é adequado, pois a massa que o patinador deve ter para liquefazer o gelo é muito alta.

Questão 10

Ao ser anunciada a descoberta de um novo planeta em torno da estrela Gliese581 e a possível presença de água na fase líquida em sua superfície, reavivou-se a discussão sobre a possibilidade de vida em outros sistemas. Especula-se que as temperaturas na superfície do planeta são semelhantes às da Terra e a pressão atmosférica na sua superfície é estimada como sendo o dobro da pressão na superfície da Terra. A essa pressão, considere que o calor latente de vaporização da água no novo planeta seja 526 cal/g e a água atinja o ponto de ebulição a 120 ºC. Calcule a quantidade necessária de calor para transformar 1 kg de água a 25 ºC totalmente em vapor naquelas condições, considerando o calor específico da água 1 cal/g.

Gabarito:

$$Q_{Total} = Q_1 + Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta\theta + m \cdot L$$

Dessa forma:

$$Q_T = \left(10^3\right) \cdot 1 \cdot (95) + \left(10^3\right) \cdot 526 = 6,2 \cdot 10^5 cal$$

Questão 11

As linhas férreas são construídas pela junção de segmentos de trilhos, longos e de pequena área transversal, postos em sequência, com um pequeno espaço entre eles.
Com base no enunciado e nos conhecimentos sobre termologia, considere as afirmativas a seguir:

I. Em dias frios, o espaço entre os segmentos de trilhos diminui.
II. Quanto maior o tamanho inicial dos segmentos de trilhos, menor sua dilatação linear com a elevação da temperatura.
III. Em dias quentes, a área da seção transversal do segmento de trilho aumenta.
IV. Microscopicamente, a dilatação do segmento de trilho deve-se à maior amplitude de vibração dos seus átomos.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas I e II são corretas.
b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.
c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.
d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.
e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.

Gabarito:

C

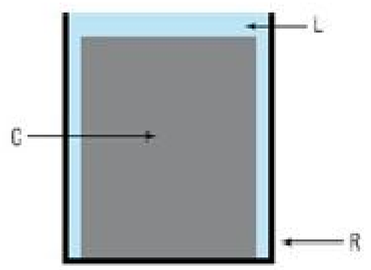
Resolução:

(Resolução oficial)

I. Incorreta. Em dias frios, os trilhos se contraem, a distância entre eles aumenta.
II. Incorreta. Quanto maior um segmento de trilho, mais átomos o compõem, consequentemente, com o aumento da temperatura, há um aumento na dilatação linear.
III. Correta. Com a elevação da temperatura, toda dimensão do segmento de trilho aumenta, seja a largura, a altura ou o comprimento.
IV. Correta. A própria definição microscópica da temperatura refere-se à amplitude de vibração dos átomos e moléculas, portanto, com a elevação da temperatura, a amplitude de vibração aumenta e, consequentemente, ocorre dilatação.

Questão 12

Considere um recipiente **R** cujo volume interno encontra-se totalmente preenchido por um corpo maciço **C** e um determinado líquido **L**, conforme o esquema.



A tabela a seguir indica os valores relevantes de duas das propriedades físicas dos elementos desse sistema.

elementos	coeficiente de dilatação γ (°C^{-1})	massa específica μ (10^3 kg/m^3)
recipiente	8 x 10-5	––
líquido	20 x 10-5	2
corpo maciço	4 x 10-5	6

Admita que o sistema seja submetido a variações de temperatura tais que os valores das propriedades físicas indicadas permaneçam constantes e que o líquido e o corpo continuem a preencher completamente o volume interno do recipiente.
Calcule a razão que deve existir entre a massa M_c do corpo e a massa M_L do líquido para que isso ocorra.

Gabarito:

$$\Delta V_R = \Delta V_C + \Delta V_L$$

$$V_R \gamma_R \Delta\theta = V_C \gamma_C \Delta\theta \Rightarrow (V_C + V_L)\,\gamma_R = V_C \gamma_C + V_L \gamma_L$$

$$\frac{V_C}{V_L} = \frac{\gamma_L - \gamma_R}{\gamma_R - \gamma_C} \rightarrow \frac{\frac{M_C}{\mu_C}}{\frac{M_L}{\mu_L}} = \frac{\gamma_L - \gamma_R}{\gamma_R - \gamma_C} \rightarrow \frac{M_C}{M_L} = \frac{\gamma_L - \gamma_R}{\gamma_R - \gamma_C} \times \frac{\gamma_C}{\gamma_L}$$

$$\frac{M_C}{M_L} = \frac{(20-8)\times 10^{-5}}{(8-4)\times 10^{-5}} \times \frac{6\times 10^3}{2\times 10^3} = 9$$

Questão 13

Deseja-se acoplar um eixo cilíndrico a uma roda com um orifício circular. Entretanto, como a área da seção transversal do eixo é 2,0% maior que a do orifício, decide-se resfriar o eixo e aquecer a roda. O eixo e a roda estão inicialmente à temperatura de 30 ºC. Resfriando-se o eixo para –20 ºC, calcule o acréscimo mínimo de temperatura da roda para que seja possível fazer o acoplamento. O eixo e a roda são de alumínio, que tem coeficiente de dilatação superficial de $5{,}0 \cdot 10^{-5}$ ºC^{-1}.

Gabarito:

(Resolução oficial)

$A_e^f = A_r^f$ e $A_e^i = 1{,}02\,A_r^i$

$A_e^f = A_e^i(1 + \beta\Delta T_e)$ em que ΔT_e = –20 – 30 = –50ºC

$A_r^f = A_r^i(1 + \beta\Delta T_r)$

$A_e^f = A_r^i = A_e^i(1 + \beta\Delta T_e)$ → 1,02 (1 – 50β) = 1 + βΔT_r → 0,02 – 51β = βΔT_r

$$\Delta T_r = \frac{0{,}02}{\beta} - 51 = \frac{2\times 10^{-2}}{5\times 10^{-5}} - 51 = 400 - 51 = 349,0\ ^\circ C$$

Questão 14

No famoso experimento de Joule, de 1843, as pás eram movimentadas por pesos que caíam de uma certa altura. Sobre esse experimento, assinale a alternativa **correta**.

A) Os pesos forneciam energia potencial às pás.
B) A energia potencial gravitacional é transformada em energia térmica.
C) À medida que os pesos caem, a energia térmica decai, segundo a lei do inverso do quadrado da altura.
D) A energia potencial gravitacional gera um momento de força nas moléculas de água.
E) A energia rotacional é sempre igual à energia cinética de movimento.

Gabarito:

B

Resolução:

Na época da experiência de Joule a natureza do calor ainda não era bem compreendida. Joule tentava provar que o calor era uma forma de energia. Com a fricção das pás na água tocada pela queda dos pesos (Energia Potencial Gravitacional) a água deveria aquecer, ou seja deveria aumentar de temperatura. Essa relação provou que a energia mecância (Potencial) poderia ser transformada em calor. Portanto, o calor era uma forma de energia.

Questão 15

No passado, muitos acidentes ferroviários eram causados por projetos malfeitos, que não consideravam a junta de dilatação mínima nas emendas dos trilhos de aço da estrada de ferro. Em geral, os trilhos de uma ferrovia têm um comprimento de 15 m e são instalados sobre os dormentes quando a temperatura é de 23 ºC. Em um dia ensolarado de verão, a temperatura dos trilhos pode atingir 53 ºC. Para essa situação, calcule qual deve ser a junta de dilatação mínima entre os trilhos, de modo a evitar que as extremidades de dois trilhos consecutivos se toquem e se deformem, podendo ocasionar um acidente. (Dado: $a_{aço} = 10 \times 10^{-6} K^{-1}$)

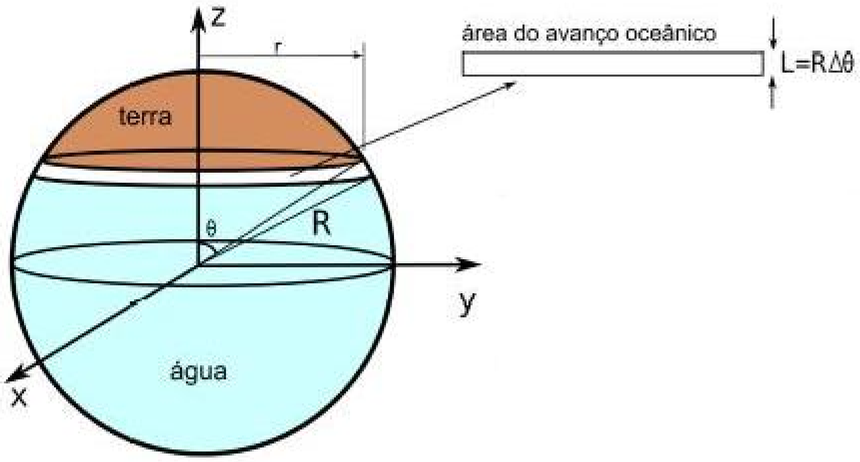
Gabarito:

Da equação para a dilatação dos sólidos temos:

$$\Delta L = aL_0 \Delta T = 10 \times 10^{-5} \times 15 \times 30 = 4,5 \times 10^{-3}\, m = 4,5\, mm = 0,45\, cm$$

Questão 16

Tem-se atribuído o avanço dos oceanos sobre a costa terrestre ao aquecimento global. Um modelo para estimar a contribuição da dilatação térmica é considerar apenas a dilatação superficial da água dos oceanos, onde toda superfície terrestre está agrupada numa calota de área igual a 25% da superfície do planeta e o restante é ocupada pelos oceanos, conforme ilustra a figura.



Dados:
Raio médio da Terra: 6.400 km
sen θ = 0,86
Coeficiente de dilatação superficial da água: (4/3) × 10^{-4} $^{o}C^{-1}$

De acordo com o exposto, calcule a variação de temperatura dos oceanos responsável por um avanço médio de L = 6, 4 m sobre superfície terrestre.

Gabarito:

(Resolução oficial)

$\Delta A = 2\pi R\,\text{sen}\theta\, L$ e $A_{\text{água}} = \frac{3}{4}(4\pi R^2) = 3\pi R^2$ como $\Delta A = A_{Terra}\,\beta\Delta T$ logo

$$\Delta T = \frac{\Delta A}{A_{Terra}\beta} = \frac{2}{3}\left(\frac{L}{R}\right)\frac{sen\theta}{\beta} = \frac{2}{3}\cdot 1,0\times 10^{-6}\cdot\frac{0{,}86}{\left(4/3\right)\times 10^{-4}} = 0,43\times 10^{-2} = 0,0043\,°\mathrm{C}$$

Questão 17

Um metal de calor específico c e coeficiente de dilatação linear α é usado para fazer uma haste de massa M e comprimento L. Se a haste absorve uma quantidade de calor Q, seu comprimento varia de:

a) $\frac{\alpha LQ}{Mc}$
b) $\frac{\alpha Q}{c}$
c) $\frac{\alpha ML}{Qc}$

d) $\frac{\alpha L Q c}{M}$

Gabarito:

A

Resolução:

$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$, assim: $\Delta\theta = \frac{Q}{m \cdot c}$

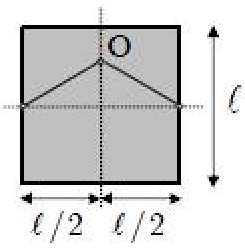
$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta\theta$, e também podemos ver: $\Delta\theta = \frac{\Delta L}{\alpha . L}$

Igualando a primeira à segunda equação, temos:

$\Delta L = \frac{\alpha \cdot L \cdot Q}{M.c}$.

Questão 18

Um quadro quadrado de lado l e massa m, feito de um material de coeficiente de dilatação superficial B, é pendurado no pino O por uma corda inextensível, de massa desprezível, com as extremidades fixadas no meio das arestas laterais do quadro, conforme a figura. A força de tração máxima que a corda pode suportar é F. A seguir, o quadro é submetido a uma variação de temperatura Δ T, dilatando. Considerando desprezível a variação no comprimento da corda devida à dilatação, podemos afirmar que o comprimento mínimo da corda para que o quadro possa ser pendurado com segurança é dado por



A) $2lF\sqrt{\beta\Delta T} \,/\, mg$

B) $2lF(1+\beta\Delta T) \,/\, mg$

C) $2lF(1+\beta\Delta T) \,/\, \sqrt{\left(4F^2 - m^2g^2\right)}$

D) $2lF\sqrt{(1+\beta\Delta T)} \,/\, (2F - mg)$

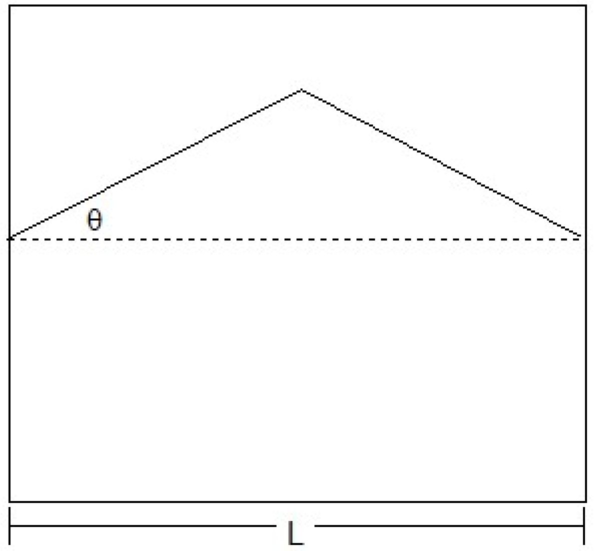
E) $2lF\sqrt{(1+\beta\Delta T) \,/\, \left(4F^2 - m^2g^2\right)}$

Gabarito:

E

Resolução:

Após o aquecimento ΔT a largura do quadro passa de l para L.



Como o coeficiente de dilatação superficial é β , o comprimento final pode ser calculado com:

$$A = A_0\left(1 + \beta\Delta T\right)$$

$$L^2 = l^2\left(1 + \beta\Delta T\right)$$

$$L = l\sqrt{1 + \beta\Delta T}$$

De acordo com a figura, o comprimento do fio após o aquecimento é:

$$x = 2\frac{L/2}{\cos\theta} = \frac{l\sqrt{1+\beta\Delta T}}{\cos\theta}$$

Das condições de equilíbrio, tem-se:

$$2F sen\theta = mg$$

$$sen\theta = \frac{mg}{2F}$$

Utilizando a Relação Fundamental da Trigonometria para substituir o valor do cosseno na equação a seguir, temos:

$$x = \frac{l\sqrt{1+\beta\Delta T}}{\cos\theta} = \frac{l\sqrt{1+\beta\Delta T}}{\sqrt{1-sen^2\theta}} = \frac{l\sqrt{1+\beta\Delta T}}{\sqrt{1-\frac{m^2g^2}{4F^2}}} = \frac{2Fl\sqrt{1+\beta\Delta T}}{\sqrt{4F^2-m^2g^2}}$$

Questão 19

Um triângulo retângulo isósceles é montado com arames de materiais distintos, de modo que nos catetos o material possui coeficiente de dilatação térmica linear $A\sqrt{2}$ ºC^{-1} , enquanto na hipotenusa o material possui coeficiente de dilatação térmica linear $A\sqrt{2}$ ºC^{-1} . Determine a variação de temperatura para que o triângulo torne-se equilátero.

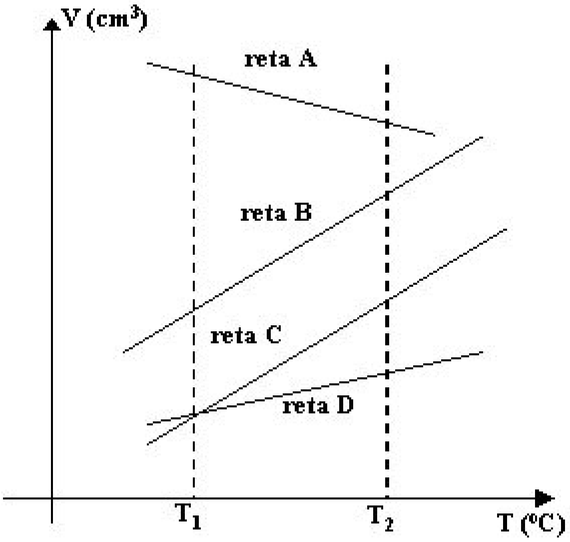
Gabarito:

(Resolução oficial)

Como o triângulo no início e retângulo é isósceles, os catetos possuem inicialmente o comprimento l_0 e a hipotenusa $l_0\sqrt{2}$. Após a dilatação térmica, o triângulo torna-se equilátero. Logo, devemos ter $l_0\left(1 + A\sqrt{2}\Delta T\right) = l_0\sqrt{2}\left(1 + \frac{A}{\sqrt{2}}\Delta T\right)$, o que resulta em $\Delta T = \frac{1}{A}$ ºC.

Questão 20

A tabela abaixo apresenta o coeficiente de dilatação volumétrica (γ) de algumas substâncias. Já as quatro retas (**A**, **B**, **C** e **D**) do gráfico representam o volume (**V**) de uma determinada substância (não necessariamente as substâncias da tabela) em função de sua temperatura (**T**). As retas B e C são **paralelas**.



Substância	γ (ºC^{-1})
Mercúrio	$0{,}18 \times 10^{-3}$

Glicerina	$0,50 \times 10^{-3}$
Álcool etílico	$0,75 \times 10^{-3}$
Petróleo	$0,90 \times 10^{-3}$

Cruzando as informações fornecidas pela tabela e pelo gráfico, marque a alternativa correta.

A) Se a reta **D** representar a glicerina, então a reta **C** pode representar o álcool etílico ou o petróleo.
B) Se a reta **B** representar o álcool etílico, então a reta **C** pode representar o mercúrio ou a glicerina.
C) As retas **C** e **D** representam uma única substância.
D) A reta **A** pode representar qualquer uma das substâncias da tabela.

Gabarito:

A

Resolução:

Em um diagrama volume × temperatura a declividade da reta é:

$$tg\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta T} = V_0 \times \gamma$$

No caso:

$$tg_B = tg_C > tg_D > tg_a$$
$$V_{0B} \times \gamma_B > V_{0C} \times \gamma_C$$
$$V_{0B} \times \gamma_B > V_{0D} \times \gamma_D$$

se $V_{0B} > V_{0C}$, $\gamma_B < \gamma_C$
$V_{0B} > V_{0D}$; $\gamma_B > \gamma_D$

então: $\gamma_C > \gamma_B > \gamma_D - \gamma_A$