

Dilatação térmica de sólidos

- Nível I: 1, 2, 10, 14, 15 e 19
- Nível II: 3, 5, 6, 11, 13 e 16
- Nível III: 4, 7, 8, 9, 12, 17, 18 e 20

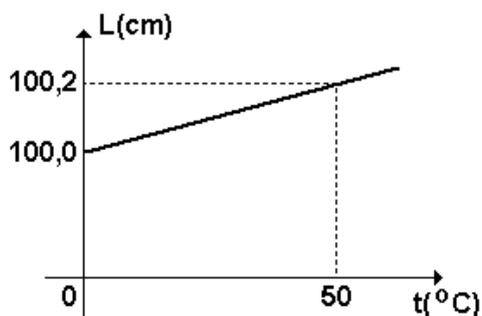
Dilatação térmica de líquidos

- Nível I: 21, 22 e 28
- Nível II: 23, 24 e 27
- Nível III: 25 e 26

1. (Unesp) A dilatação térmica dos sólidos é um fenômeno importante em diversas aplicações de engenharia, como construções de pontes, prédios e estradas de ferro. Considere o caso dos trilhos de trem serem de aço, cujo coeficiente de dilatação é $\alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Se a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ o comprimento de um trilho é de 30 m, de quanto aumentaria o seu comprimento se a temperatura aumentasse para $40 \text{ }^\circ\text{C}$?

- a) $11 \times 10^{-4} \text{ m}$.
- b) $33 \times 10^{-4} \text{ m}$.
- c) $99 \times 10^{-4} \text{ m}$.
- d) $132 \times 10^{-4} \text{ m}$.
- e) $165 \times 10^{-4} \text{ m}$.

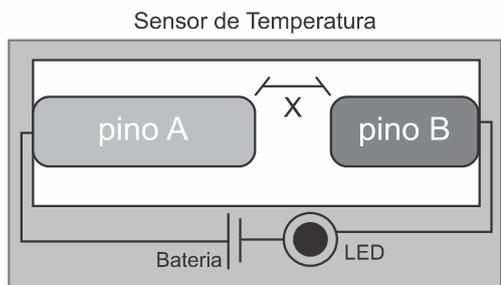
2. (Puccamp) A figura a seguir representa o comprimento de uma barra metálica em função de sua temperatura.



A análise dos dados permite concluir que o coeficiente de dilatação linear do metal constituinte da barra é, em $^\circ\text{C}^{-1}$,

- a) $4 \cdot 10^{-5}$
- b) $2 \cdot 10^{-5}$
- c) $4 \cdot 10^{-6}$
- d) $2 \cdot 10^{-6}$
- e) $1 \cdot 10^{-6}$

3. (Uff-pism 2 2021) Considere um sensor de temperatura formado por dois pinos metálicos, A e B, de forma que tenham uma de suas extremidades presa à parede do sensor e as extremidades livres voltadas uma para a outra, conforme a figura ao lado. O sensor está inserido em um equipamento industrial cuja temperatura inicial é $15 \text{ }^\circ\text{C}$ e durante o seu funcionamento somente pode operar até a temperatura limite de $65 \text{ }^\circ\text{C}$.



Observamos que na temperatura inicial o pino A tem tamanho igual a 3 cm, enquanto o pino B possui 2 cm de comprimento e estão afastados de uma distância X entre suas extremidades livres. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação linear do pino A é igual a $2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que o do pino B é igual a $4 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, qual deve ser a separação ajustada ente os pinos, em cm, para que entrem em contato e acionem o circuito elétrico de alerta ao atingir a temperatura máxima permitida pelo equipamento?

Desconsidere a dilatação da própria base do sensor onde os pinos se encontram.

- a) 1×10^{-3} cm.
- b) 3×10^{-3} cm.
- c) 5×10^{-3} cm.
- d) 7×10^{-3} cm.
- e) 9×10^{-3} cm.

4. (Famerp 2019) Na ponte Rio-Niterói há aberturas, chamadas juntas de dilatação, que têm a função de acomodar a movimentação das estruturas devido às variações de temperatura.



(www.engenhariaeconstrucao.com)

De acordo com a empresa que administra a ponte, no trecho sobre a Baía de Guanabara as juntas de dilatação existem a cada 400 m, com cerca de 12 cm de abertura quando a temperatura está a 25 °C.

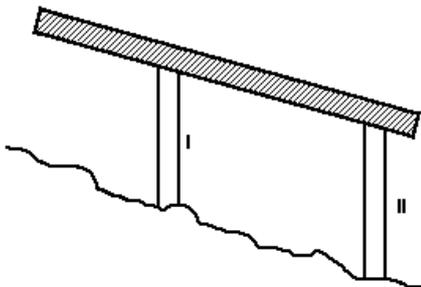
Sabendo que o coeficiente de dilatação linear do material que compõe a estrutura da ponte é $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, a máxima temperatura que o trecho da ponte sobre a Baía de Guanabara pode atingir, sem que suas partes se comprimam umas contra as outras, é

- a) 70 °C.
- b) 65 °C.
- c) 55 °C.
- d) 50 °C.
- e) 45 °C.

5. (Cesgranrio) Uma rampa para saltos de asa-delta é construída de acordo com o esquema que se segue. A pilastra de sustentação II tem, a 0 °C, comprimento três vezes maior do que a I.

Os coeficientes de dilatação de I e II são, respectivamente, α_1 e α_2 .

Para que a rampa mantenha a mesma inclinação a qualquer temperatura, é necessário que a relação entre α_1 e α_2 seja:



- a) $\alpha_1 = \alpha_2$
- b) $\alpha_1 = 2\alpha_2$
- c) $\alpha_1 = 3\alpha_2$
- d) $\alpha_2 = 3\alpha_1$
- e) $\alpha_2 = 2\alpha_1$

6. (Fuvest 2014) Uma lâmina bimetálica de bronze e ferro, na temperatura ambiente, é fixada por uma de suas extremidades, como visto na figura abaixo.



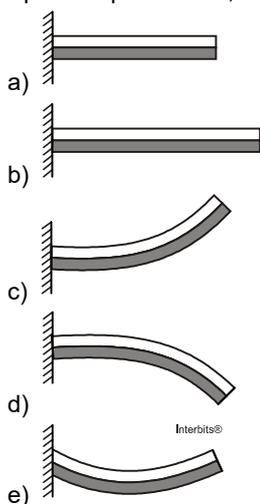
Nessa situação, a lâmina está plana e horizontal. A seguir, ela é aquecida por uma chama de gás. Após algum tempo de aquecimento, a forma assumida pela lâmina será mais adequadamente representada pela figura:

Note e adote:

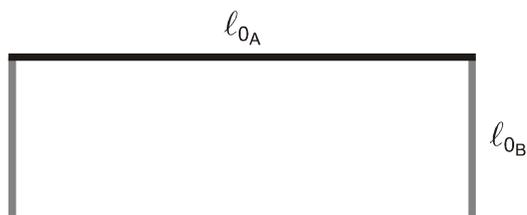
O coeficiente de dilatação térmica linear do ferro é $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

O coeficiente de dilatação térmica linear do bronze é $1,8 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Após o aquecimento, a temperatura da lâmina é uniforme.



7. (Uerj 2010) A figura a seguir representa um retângulo formado por quatro hastes fixas.

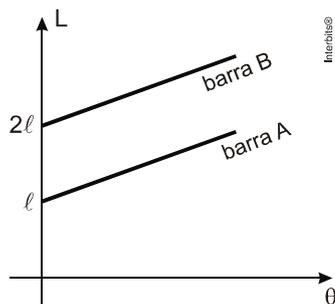


Considere as seguintes informações sobre esse retângulo:

- sua área é de 75 cm^2 à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- 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 $320 \text{ }^\circ\text{C}$, calcule, em $^\circ\text{C}^{-1}$, o valor do coeficiente de dilatação linear do material que constitui as hastes menores.

8. (Epcar (Afa) 2013) No gráfico a seguir, está representado o comprimento L de duas barras A e B em função da temperatura θ .



Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é

- a) 0,25.
- b) 0,50.
- c) 1,00.
- d) 2,00.

9. (Efomm 2020) Uma haste metálica, a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mede $1,0\text{ m}$, conforme indicação de uma régua de vidro na mesma temperatura. Quando a haste e a régua são aquecidas a $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, o comprimento da haste medido pela régua passa a ser de $1,006\text{ m}$. Com base nessas informações, o coeficiente de dilatação linear do material que constitui a haste é

Dado: coeficiente de dilatação linear do vidro: $9,0 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

- a) $2,0 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- b) $2,9 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- c) $3,6 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- d) $4,5 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- e) $6,0 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

10. (Mackenzie 2019) Desertos são locais com temperaturas elevadas, extremamente áridos e de baixa umidade relativa do ar. O deserto do Saara, por exemplo, apresenta uma elevada amplitude térmica. Suas temperaturas podem ir de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ao longo de um único dia.

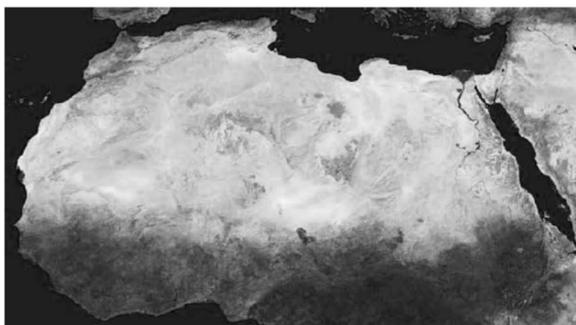


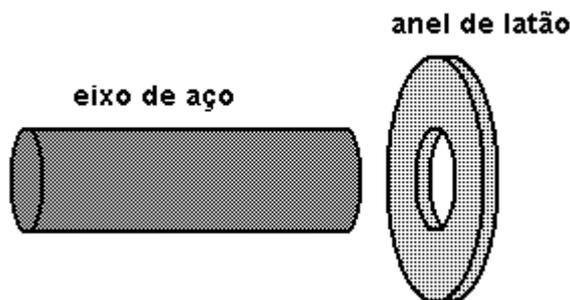
Imagem de satélite do Saara pelo NASA World Wind

Uma chapa de ferro, cujo coeficiente de dilatação linear é igual a $1,2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, é aquecida sendo submetida a uma variação de temperatura, que representa a amplitude térmica do deserto do Saara, no exemplo dado anteriormente.

Considerando sua área inicial igual a 5 m^2 , o aumento de sua área, em m^2 , é de

- a) $2,0 \cdot 10^{-6}$
- b) $4,0 \cdot 10^{-3}$
- c) $3,6 \cdot 10^{-3}$
- d) $7,2 \cdot 10^{-3}$
- e) $3,6 \cdot 10^{-6}$

11. (Ufmg) João, chefe de uma oficina mecânica, precisa encaixar um eixo de aço em um anel de latão, como mostrado nesta figura:



À temperatura ambiente, o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel.

Sabe-se que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço.

Diante disso, são sugeridos a João alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel.

Assinale a alternativa que apresenta um procedimento que NÃO permite esse encaixe.

- a) Resfriar apenas o eixo.
- b) Aquecer apenas o anel.
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel.

12. (Ufpb) Os materiais utilizados na construção civil são escolhidos por sua resistência a tensões, durabilidade e propriedades térmicas como a dilatação, entre outras. Rebites de metal (pinos de formato cilíndrico), de coeficiente de dilatação linear $9,8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, devem ser colocados em furos circulares de uma chapa de outro metal, de coeficiente de dilatação linear $2,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Considere que, à temperatura ambiente ($27 \text{ } ^\circ\text{C}$), a área transversal de cada rebite é $1,00 \text{ cm}^2$ e a de cada furo, $0,99 \text{ cm}^2$. A colocação dos rebites, na chapa metálica, somente será possível se ambos forem aquecidos até, no mínimo, a temperatura comum de:

- a) $327 \text{ } ^\circ\text{C}$
- b) $427 \text{ } ^\circ\text{C}$
- c) $527 \text{ } ^\circ\text{C}$
- d) $627 \text{ } ^\circ\text{C}$
- e) $727 \text{ } ^\circ\text{C}$

13. (Uerj 2022) Em um instituto de análises físicas, uma placa de determinado material passa por um teste que verifica o percentual de variação de sua área ao ser submetida a aumento de temperatura. Antes do teste, a placa, que tem área igual a $3,0 \times 10^3 \text{ cm}^2$, encontra-se a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$; ao ser colocada no forno, sua temperatura atinge $60 \text{ } ^\circ\text{C}$. Sabe-se que o coeficiente de dilatação linear do material que a constitui é igual a $1,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Nesse teste, o percentual de variação da área da placa foi de:

- a) 0,16%
- b) 0,12%
- c) 0,8%
- d) 0,6%

14. (G1 - ifce 2016) Uma esfera de aço tem volume de 1.000 cm^3 em uma temperatura de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Este material possui um coeficiente de dilatação linear médio de $1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. A esfera é aquecida até $220 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Nestas condições, a dilatação sofrida pela esfera após o aquecimento, em cm^3 , é

- a) 3,6.
- b) 6,0.
- c) 4,8.
- d) 7,2.
- e) 2,4.

15. (Pucrj 2017) Uma placa de vidro possui as dimensões de

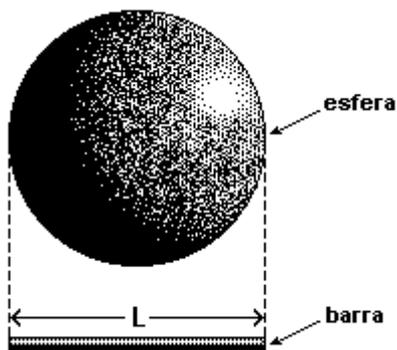
$1,0\text{ m} \times 1,0\text{ m} \times 1,0\text{ cm}$

quando está à temperatura ambiente. Seu coeficiente de dilatação linear é $9 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Se a placa sofrer uma variação de temperatura de $10 \text{ }^\circ\text{C}$, de quanto será a variação de volume da placa, em cm^3 ?

- a) $7,3 \times 10^{-11}$
- b) $7,3 \times 10^{-7}$
- c) $9,0 \times 10^{-3}$
- d) $9,0 \times 10^{-1}$
- e) 2,7

16. (Ufv) A figura a seguir ilustra uma esfera maciça de diâmetro L e uma barra de mesmo material com comprimento também igual a L , ambos a uma mesma temperatura inicial. Quando a temperatura dos dois corpos for elevada para um mesmo valor final, a razão entre o aumento do diâmetro da esfera e o aumento do comprimento da barra será:

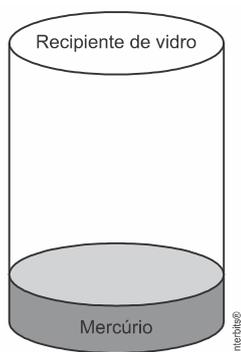


- a) $\frac{9}{1}$
- b) $\frac{1}{3}$
- c) $\frac{1}{9}$
- d) 1
- e) $\frac{3}{1}$

17. (Pucpr 2017) Considere um recipiente de vidro com certo volume de mercúrio, ambos em equilíbrio térmico numa dada temperatura θ_0 , conforme mostra a figura a seguir.

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

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



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

- a) 11.
- b) 12.
- c) 13.
- d) 14.
- e) 15.

18. (Fmj 2021) Uma barra de certo material, de comprimento 80 cm, sofre uma dilatação de 0,1% em seu comprimento quando submetida a uma variação de temperatura de 60 °C. Para que um bloco de 400 cm³ do mesmo material sofra uma dilatação de 0,1% de seu volume, ele deve ser submetido a uma variação de temperatura de

- a) 180 °C.
- b) 60 °C.
- c) 20 °C.
- d) 120 °C.
- e) 30 °C.

19. (Unesp 2015) Dois copos de vidro iguais, em equilíbrio térmico com a temperatura ambiente, foram guardados, um dentro do outro, conforme mostra a figura. Uma pessoa, ao tentar desencaixá-los, não obteve sucesso. Para separá-los, resolveu colocar em prática seus conhecimentos da física térmica.



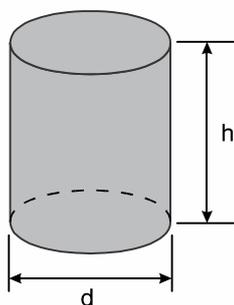
(<http://dicas-para-poupar.blogs.sapo.pt>)

De acordo com a física térmica, o único procedimento capaz de separá-los é:

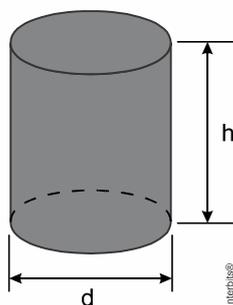
- a) mergulhar o copo B em água em equilíbrio térmico com cubos de gelo e encher o copo A com água à temperatura ambiente.
- b) colocar água quente (superior à temperatura ambiente) no copo A.
- c) mergulhar o copo B em água gelada (inferior à temperatura ambiente) e deixar o copo A sem líquido.
- d) encher o copo A com água quente (superior à temperatura ambiente) e mergulhar o copo B em água gelada (inferior à temperatura ambiente).
- e) encher o copo A com água gelada (inferior à temperatura ambiente) e mergulhar o copo B em água quente (superior à temperatura ambiente).

20. (Famerp 2018) Dois cilindros retos idênticos, um de cobre (coeficiente de dilatação linear igual a $1,7 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) e outro de ferro (coeficiente de dilatação linear igual a $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$), têm, a 0 °C, volumes iguais a $8,0 \times 10^2 \text{ cm}^3$ e diâmetros das bases iguais a 10 cm

Cilindro de cobre



Cilindro de ferro



- a) Determine o aumento do volume do cilindro de ferro, em cm³, quando a temperatura varia de 0 °C para 100 °C
- b) A qual temperatura, em °C, a diferença entre as medidas dos diâmetros dos dois cilindros será de $2,0 \times 10^{-3} \text{ cm}$?

21. (Fgv) O dono de um posto de gasolina recebeu 4000ℓ de combustível por volta das 12 horas, quando a temperatura era de 35°C. Ao cair da tarde, uma massa polar vinda do Sul baixou a temperatura para 15°C e permaneceu até que toda a gasolina fosse totalmente vendida. Qual foi o prejuízo, em litros de combustível, que o dono do posto sofreu?

(Dados: coeficiente de dilatação do combustível é de $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

- a) 4ℓ b) 80ℓ c) 40ℓ d) 140ℓ e) 60ℓ

22. (Mackenzie 2023) Um recipiente, com volume de 500 mL e com coeficiente de dilatação linear igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ está completamente preenchido com certo líquido com coeficiente de dilatação volumétrica de $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. A quantidade de líquido que transbordará do recipiente após ambos sofrerem um aumento de temperatura de 50°C é igual a

- a) 0,5 mL.
b) 3,0 mL.
c) 5,0 mL.
d) 15,0 mL.
e) 50,0 mL.

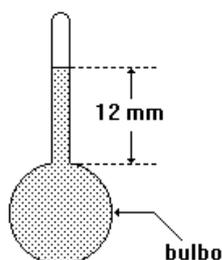
23. (Ufop 2010) Um recipiente, cujo volume é exatamente 1.000 cm³, à temperatura de 20 °C, está completamente cheio de glicerina a essa temperatura. Quando o conjunto é aquecido até 100 °C, são entornados 38,0 cm³ de glicerina.

Dado: coeficiente de dilatação volumétrico da glicerina = $0,5 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Calcule:

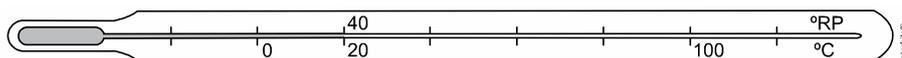
- a) a dilatação real da glicerina;
b) a dilatação do frasco;
c) o valor do coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente.

24. (Fuvest) Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de 1cm³ e um tubo com secção transversal de 1mm². À temperatura de 20 °C, o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de 50 °C o líquido preenche o tubo até uma altura de 12mm. Considere desprezíveis os efeitos da dilatação do vidro e da pressão do gás acima da coluna do líquido. Podemos afirmar que o coeficiente de dilatação volumétrica médio do líquido vale:



- a) $3 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
b) $4 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
c) $12 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
d) $20 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
e) $36 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

25. (Famerp 2020) Um termômetro de mercúrio está graduado na escala Celsius (°C) e numa escala hipotética, denominada Rio-pretense (°RP). A temperatura de 20 °C corresponde a 40 °RP.

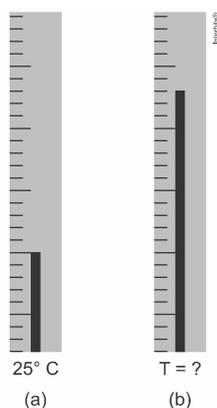


a) Sabendo que a variação de temperatura de 1,0 °C corresponde a uma variação de 1,5 °RP, calcule a indicação equivalente a 100 °C na escala Rio-pretense.

b) Considere que haja 1,0 cm³ de mercúrio no interior desse termômetro quando a temperatura é 0 °C, que a área da seção transversal do capilar do termômetro seja $1,2 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ e que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio seja $1,8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Calcule a variação do volume do mercúrio, em cm³, entre 0 °C e 20 °C. Calcule a distância, em centímetros, entre as indicações 0 °C e 20 °C nesse termômetro, desprezando a dilatação do vidro.

26. (Unicamp 2018) Termômetros clínicos convencionais, de uso doméstico, normalmente baseiam-se na expansão térmica de uma coluna de mercúrio ou de álcool, ao qual se adiciona um corante. Com a expansão, o líquido ocupa uma parte maior de uma coluna graduada, na qual se lê a temperatura.

a) O volume de álcool em um termômetro é $V_0 = 20 \text{ mm}^3$ a 25°C , e corresponde à figura (a). Quando colocado em contato com água aquecida, o termômetro apresenta a leitura mostrada na figura (b). A escala está em milímetros, a área da seção reta da coluna é $A = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mm}^2$. O aumento do volume, ΔV , produzido pelo acréscimo de temperatura ΔT , é dado por $\frac{\Delta V}{V_0} = \gamma \Delta T$. Se para o álcool $\gamma = 1,25 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, qual é a temperatura T da água aquecida?

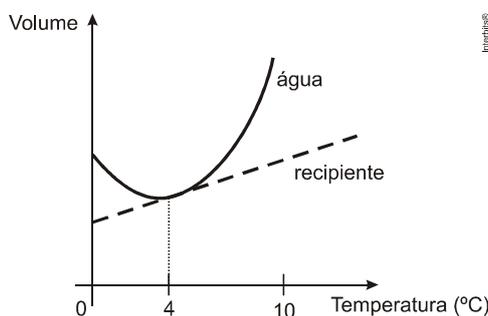


b) Os termômetros de infravermelho realizam a medida da temperatura em poucos segundos, facilitando seu uso em crianças. Seu funcionamento baseia-se na coleta da radiação infravermelha emitida por parte do corpo do paciente. A potência líquida radiada por unidade de área do corpo humano é dada por $\Phi = 4 \sigma T_0^3 \Delta T$, sendo $\sigma \approx 6 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ a constante de Stefan-Boltzmann, $T_0 = 300 \text{ K}$ a temperatura ambiente e $\Delta T = T_{\text{corpo}} - T_0$ a diferença entre a temperatura do corpo, que deve ser medida, e a temperatura ambiente. Sabendo que em certa medida de temperatura $\Phi = 64,8 \text{ W/m}^2$, encontre a temperatura do paciente em $^\circ\text{C}$. Lembre-se de que $\theta(^\circ\text{C}) \approx T(\text{K}) - 273$.

27. (Unesp 2010) Nos últimos anos temos sido alertados sobre o aquecimento global. Estima-se que, mantendo-se as atuais taxas de aquecimento do planeta, haverá uma elevação do nível do mar causada, inclusive, pela expansão térmica, causando inundação em algumas regiões costeiras. Supondo, hipoteticamente, os oceanos como sistemas fechados e considerando que o coeficiente de dilatação volumétrica da água é aproximadamente $2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que a profundidade média dos oceanos é de 4 km, um aquecimento global de 1°C elevaria o nível do mar, devido à expansão térmica, em, aproximadamente,

- a) 0,3 m. b) 0,5 m. c) 0,8 m. d) 1,1 m. e) 1,7 m.

28. (Pucrs 2010) As variações de volume de certa quantidade de água e do volume interno de um recipiente em função da temperatura foram medidas separadamente e estão representadas no gráfico abaixo, respectivamente, pela linha contínua (água) e pela linha tracejada (recipiente).



Estudantes, analisando os dados apresentados no gráfico, e supondo que a água seja colocada dentro do recipiente, fizeram as seguintes previsões:

- I. O recipiente estará completamente cheio de água, sem haver derramamento, apenas quando a temperatura for 4°C .
- II. A água transbordará apenas se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C .
- III. A água transbordará se sua temperatura e a do recipiente assumirem simultaneamente valores acima de 4°C ou se assumirem simultaneamente valores abaixo de 4°C .

A(s) afirmativa(s) correta(s) é/são:

a) I, apenas. b) I e II, apenas. c) I e III, apenas. d) II e III, apenas. e) I, II e III.

Bagarito:

Resposta da questão 1:[C]

Resposta da questão 2:[A]

Resposta da questão 3:[D]

Resposta da questão 4: [D]

Resposta da questão 5: [C]

Resposta da questão 6:[D]

Resposta da questão 7: $1 \times 10^{-2} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Resposta da questão 8:[D]

Resposta da questão 9:[B]

Resposta da questão 10:[D]

Resposta da questão 11:[C]

Resposta da questão 12: [C]

Resposta da questão 13: [B]

Resposta da questão 14:[D]

Resposta da questão 15:[E]

Resposta da questão 16:[D]

Resposta da questão 17: [E]

Resposta da questão 18: [C]

Resposta da questão 19: [E]

Resposta da questão 20:

a) $2,88 \text{ cm}^3$

b) 40°C

Resposta da questão 21: [B]

Resposta da questão 22: [B]

Resposta da questão 23:

a) $\Delta V_G = 40 \text{ cm}^3$.

b) $\Delta V_F = 2 \text{ cm}^3$.

c) $2,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Resposta da questão 24: [B]

Resposta da questão 25:

a) 160°RP

b) $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$ e 3 cm

Resposta da questão 26:

a) 51°C

b) 37°

Resposta da questão 27: [C]

Resposta da questão 28: [C]