

Unimonte, Engenharia.
Física Aplicada, prof. Marco Simões
Expansão Térmica¹

1. O edifício mais alto do mundo, segundo certos padrões arquitetônicos, é o Taipei 101, em Taiwan, com 509,32 m de altura. Suponha que essa altura tenha sido medida em um dia fresco de primavera, quando a temperatura era 15,5 °C. Você pode usar o edifício como uma espécie de termômetro gigante em um dia quente de verão medindo cuidadosamente sua altura. Suponha que você faça isso e descubra que o Taipei 101 está 0,144 m mais alto do que sua altura oficial. Qual é a temperatura, supondo que o edifício esteja em equilíbrio térmico com o ar e que toda a sua estrutura seja feita de aço? Usar $\alpha = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para o aço. Resposta: 39°C
2. A ponte Humber, na Inglaterra, cujo comprimento é de 1410 m, é uma das pontes de maior vão no mundo. Calcule a variação do comprimento da base de aço do vão quando a temperatura aumenta de $-5 \text{ } ^\circ\text{C}$ para $18 \text{ } ^\circ\text{C}$. Resposta: 0,39m
3. Garantia de uma junta firme. Os rebites de alumínio usados na construção de aviões são feitos com um diâmetro ligeiramente maior do que o diâmetro do buraco, e resfriados com 'gelo seco' (CO_2 sólido) antes de serem colocados nos respectivos buracos. Sabendo que o diâmetro de um buraco é 4,5 mm, qual deve ser o diâmetro de um rebite a $23 \text{ } ^\circ\text{C}$ para que seu diâmetro fique igual ao do buraco quando o rebite for esfriado até $-78 \text{ } ^\circ\text{C}$, a temperatura do gelo que será usado? Suponha que o coeficiente de dilatação permaneça constante, no valor $\alpha = 2,4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Resposta: 4,511 mm
4. O diâmetro da moeda de um centavo de dólar americano é 1,9 cm a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. A moeda é feita com uma liga metálica (quase toda de zinco) cujo coeficiente de dilatação linear é igual a $2,6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Qual seria seu diâmetro a) em um dia quente no Vale da Morte ($48 \text{ } ^\circ\text{C}$); b) em uma noite fria nas montanhas da Groenlândia ($-53 \text{ } ^\circ\text{C}$)? Resposta: a) 1,9014 cm; b) 1,8984 cm.
5. Um domo geodésico construído com estrutura de alumínio é um hemisfério quase perfeito; seu diâmetro mede 55,0 m em um dia de inverno a uma temperatura de $-15 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qual é o aumento do espaço interior do domo no verão, quando a temperatura é $35 \text{ } ^\circ\text{C}$? Resposta: 157 m^3
6. Uma barra metálica mede 40,125 cm de comprimento a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ e 40,148 cm a $45 \text{ } ^\circ\text{C}$. Calcule seu coeficiente de dilatação linear médio nesse intervalo de temperatura e compare com os valores tabelados. Resposta: $2,4 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
7. Um cilindro de cobre está inicialmente a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$. Em que temperatura seu volume torna-se 0,150% maior do que a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$? Resposta: $49,4 \text{ } ^\circ\text{C}$
8. A densidade da água é $999,73 \text{ kg/m}^3$ a uma temperatura de $10 \text{ } ^\circ\text{C}$, e $958,38 \text{ kg/m}^3$ à temperatura de $100 \text{ } ^\circ\text{C}$. Calcule o coeficiente de expansão volumétrica médio da água nesse intervalo de temperatura. Resposta: $4,794 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
9. Um tanque de aço é completamente cheio com $2,80 \text{ m}^3$ de álcool etílico quando tanto o tanque quanto o álcool etílico estão à temperatura de $32 \text{ } ^\circ\text{C}$. Quando o tanque e seu conteúdo tiverem esfriado até $8 \text{ } ^\circ\text{C}$, que volume adicional de álcool etílico pode ser colocado dentro do tanque? Resposta: 48 litros.
10. Um frasco de vidro com volume igual a 1000 cm^3 a $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ está completamente cheio de mercúrio a essa mesma temperatura. Quando esse sistema é aquecido até $55 \text{ } ^\circ\text{C}$, um volume de $8,95 \text{ cm}^3$ de mercúrio transborda. Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é igual a $18,0 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, calcule o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro. Resposta: $1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

¹ Sears & Zemansky, Física II.

11. Seja A_0 a área medida sobre a superfície de um corpo sólido a uma certa temperatura inicial, e ΔA a variação da área quando a temperatura varia de ΔT . Mostre que $\Delta A = (2\alpha)A_0\Delta T$, onde α é o coeficiente de dilatação linear. b) Uma folha de alumínio circular possui diâmetro de 55,0 cm a 15 °C. Qual será a variação da área de uma das faces da folha quando a temperatura aumentar para 27,5 °C? Resposta: $1,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

12. Um torneiro mecânico faz um furo com um diâmetro igual a 1,350 cm em uma placa de aço a uma temperatura de 25 °C. Qual é a área da seção reta do orifício a) a 25 °C; b) quando a temperatura da placa aumenta para 175 °C? c) Qual o novo diâmetro do furo? Suponha que o coeficiente de dilatação linear permaneça constante nesse intervalo de temperatura. (Sugestão: Ver o exercício anterior). Resposta: a) $1,431 \text{ cm}^2$; b) $1,436 \text{ cm}^2$; c) 1,352 cm.

13. Você é o novo engenheiro mecânico da Motores Inc., e foi incumbido de projetar pistões de latão para deslizarem dentro de cilindros de aço. Os motores em que esses pistões serão usados irão funcionar entre 20 °C e 150 °C. Suponha que os coeficientes de dilatação se mantenham constantes nesse intervalo de temperatura. a) Se o pistão se encaixa perfeitamente na câmara a 20 °C, os motores funcionarão em temperaturas mais altas? Explique. b) Se os pistões cilíndricos têm 250 mm de diâmetro a 20 °C, qual deveria ser o diâmetro mínimo dos cilindros nessa temperatura para que os pistões funcionassem a 150 °C? Resposta: a).... b) 250,26 mm

14. O diâmetro externo de um pote de vidro e o diâmetro interno de sua tampa de ferro medem ambos 725 mm à temperatura ambiente de 20° C. Qual será o tamanho da folga entre a tampa e o pote se a tampa for colocada sob água quente até que sua temperatura suba para 50 °C a) sem alterar a temperatura do vidro? B) se ambos forem aquecidos? Considere $\alpha_{\text{vidro}} = 0,5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Resposta: a) 0,26 mm; b) 0,15 mm

15. Uma barra de latão possui comprimento igual a 185 cm e diâmetro igual a 1,60 cm. Qual é a força que deve ser aplicada a cada extremidade da barra para impedir que ela se contraia quando for esfriada de 120 °C para 10 °C? Dado: $Y_{\text{latão}} = 0,9 \times 10^{11} \text{ Pa}$ Resposta: $4,0 \times 10^4 \text{ N}$

16. O comprimento de um fio a 20 °C é 1,50 m. A 420 °C seu comprimento aumenta em 1,9 cm. Calcule o coeficiente de dilatação linear médio nesse intervalo de temperatura. b) O fio é esticado sem ficar sob tensão (tensão igual a zero) a 420 °C. Calcule a tensão do fio quando ele é esfriado até 20 °C sem que seja permitida sua contração. O módulo de Young do fio é igual a $2,0 \times 10^{11} \text{ Pa}$. Resposta: a) $3,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; b) $2,6 \times 10^9 \text{ Pa}$

17. Os trilhos de aço de uma estrada de ferro são dispostos em segmentos de 12,0 m de comprimento ligados pelas extremidades. Os trilhos são instalados em um dia de inverno, de temperatura igual a $-2 \text{ } ^\circ\text{C}$. a) Qual o espaço que deve ser mantido entre dois segmentos de trilho adjacentes de modo que eles se toquem em um dia de verão com uma temperatura de 33 °C? b) Caso os trilhos estivessem inicialmente em contato, qual seria a tensão sobre eles em um dia de verão a uma temperatura de 33 °C? Resposta: a) 5mm; b) $-8,4 \times 10^7 \text{ Pa}$

Material	α [K^{-1} ou $(^\circ\text{C})^{-1}$]
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Vidro	$0,4\text{--}0,9 \times 10^{-5}$
Invar (liga de ferro-níquel)	$0,09 \times 10^{-5}$
Quartzo (fundido)	$0,04 \times 10^{-5}$
Aço	$1,2 \times 10^{-5}$