**Dilatação Térmica**

**1.** Uma barra apresenta a 10 °C comprimento de 10 m, sendo feita de um material de coeficiente de dilatação linear médio igual a
20×10–6 °C–1. A barra é aquecida até 160 °C. Determine:

a) a dilatação linear ocorrida;

b) o comprimento final da barra.

**2.** Ocoeficiente de dilatação térmica linear médio do zinco é 25×10–6 °C–1. Têm-se uma barra de 20 cm de comprimento, uma chapa de 20 cm de lado e um cubo de 20 cm de aresta, todos constituídos desse metal. Estando os três a 30 °C, são colocados num forno a 150 °C. Atingido o equilíbrio térmico, calcule as dilatações térmicas:

a) linear da barra, em mm.

b) superficial da chapa, em mm2;

c) volumétrica do cubo, em mm3.

**3.** Uma placa apresenta inicialmente área de 1 m2, a 0 °C. Ao ser aquecida até 50 °C, sua área aumenta de 0,8 cm2. Determine os coeficientes de dilatação superficial (β) e linear (α) médios do material que constitui a placa.

**4.** O coeficiente de dilatação superficial médio de um metal é
20×10-6 °C–1. De quando deve variar sua temperatura para que um disco desse metal tenha sua área aumentada de 0,2%?

**5.** Um anel de ouro apresenta área interna *A0* a 0 °C. Se o coeficiente de dilatação linear do ouro é 15×10-6 °C–1 a que temperatura devemos elevá-lo para que sua área aumente de 3 milésimos?

**6.** Estão sendo feitos testes sobre dilatação térmica do concreto no laboratório de uma empresa da construção civil, elevando-se a temperatura desse material de 10 °C para 60 °C. Num dos ensaios, verifica-se que um bloco de 20 cm3  de volume inicial sofre uma dilatação de 36 mm3.

a) Determine os coeficientes de dilatação térmica ***volumétrica*** e ***linear*** do concreto.

b) a dilatação ***superficial percentual*** que sofreria uma lage concretada, se ela sofresse essa mesma variação de temperatura.

**7.** Um tubo de ensaio apresenta a 0 °C volume de 20 cm3. Determine o volume desse tubo a 50 °C, sendo que nesse intervalo de temperatura o coeficiente de dilatação linear do vidro é 4,2×10–6 °C–1.

**8.** Um frasco de vidro está completamente cheio, com 500 cm3 de mercúrio. O conjunto se encontra inicialmente a 25 °C.

No caso, os coeficientes de dilatação volumétrica médios do mercúrio tem valor igual a 180 × 10–6 °C–1 e o vidro, 9×10–6 °C–1. Calcule, desprezando perdas por evaporação:

a) a dilatação térmica do mercúrio;

b) a dilatação térmica do frasco;

c) o volume de mercúrio extravasado.

**9.** A 0 °C, um recipiente de volume 1.000 cm3 está completamente cheio de mercúrio cujo coeficiente de dilatação térmica volumétrica é **γL** = 1,8×10-4 °C-1. Quando o conjunto é aquecido até a temperatura de 100 °C, transbordam 10 cm3 de líquido. Desprezando perdas por evaporação, determine:

a) a dilatação volumétrica sofrida pelo líquido;

b) a variação de volume sofrida pelo recipiente;

c) o coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente.

**10.** O dono de um posto de gasolina recebeu 4.000 L 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. Sendo o coeficiente de dilatação da gasolina igual a 1,0×10-3 °C-1, qual foi o prejuízo, em litros de combustível, que o dono do posto sofreu?

**Calor Específico e Capacidade Térmica**

**11.** O gráfico representa a variação de temperatura de um sólido de alumínio de massa 100 g, em função da quantidade de calor absorvida por ele. O ponto de fusão desse metal é 660 °C.



Determine :

a) o calor específico sensível do alumínio;

b) a capacidade térmica do sólido;

c) a quantidade de calor absorvida até ele entrar atingir o ponto de fusão.

**12.** A figura mostra o aquecimento de um sólido de massa 1 kg em função do tempo. Esse sólido, inicialmente à temperatura **T0 = 20 °C**, absorve calor de uma fonte térmica à razão constante de 1.500 cal/min, até atingir a temperatura final, **T = 170 °C**, sem sofrer mudança de fase. O gráfico abaixo mostra um trecho desse aquecimento.



Determine para esse sólido:

a) a quantidade de calor absorvida no intervalo de 0 a 4 min;

b) o calor específico do material do qual ele é constituído;

c) a sua capacidade térmica;

d) a quantidade de calor absorvida até atingir a temperatura final;

e) o instante em que ele atinge a temperatura final.

**13.** O gráfico representa a variação de temperatura em função da quantidade de calor absorvida por um sólido, com massa de 500 g, que absorve 200 cal/min de uma fonte térmica, a partir do instante **t** = 0, quando sua temperatura é 20 °C.



Determine:

a) o calor específico sensível da substância que constitui o sólido;

b) a capacidade térmica do sólido;

c) a temperatura do corpo em **t** = 6 min.

**14.** Ao esquentar a água para fazer café, certa dona de casa utiliza uma chaleira com capacidade térmica de 200 cal/ºC, na qual ela coloca 1,0 litro de água (1000 g). A temperatura inicial do conjunto é 10 ºC. Quantas calorias devem ser fornecidas ao conjunto (chaleira + água) para elevar sua temperatura a 100 ºC?

**15.** Um forno de microondas opera com potência de 600 W. Colocam-se neste forno 200 mL de água à temperatura de 25 °C. Admita que toda a energia do forno é utilizada para aquecer a água. Para simplificar adote 1,0 cal = 4,0 J.

a) Qual a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura da água a 100 ºC?

b) Em quanto tempo essa temperatura será atingida?

**Calor Sensível e Calor Latente**

**16.** Num experimento realizado com sódio, uma amostra de massa **m** = 200 g desse metal, inicialmente no estado sólido e à temperatura **T0** = 20 °C, é aquecida até atingir a temperatura final, **T** = 80 °C. Durante esse processo, ela absorve calor de uma fonte térmica à razão constante de 300 cal/min, sem sofrer mudança de fase. O gráfico abaixo mostra um trecho desse aquecimento.



Determine:

a) a quantidade de calor absorvida no intervalo de 0 a 5 min;

b) o calor específico sensível do sódio na fase sólida;

c) a capacidade térmica da amostra na fase sólida;

d) a quantidade de calor absorvida até atingir a temperatura final;

e) o instante em que é atingida a temperatura final.

**17.** Quando a amostra da questão anterior atinge 80 °C, ela é colocada em contato com outra fonte térmica, até o sódio atingir seu ponto de fusão e tornar-se totalmente líquido. O gráfico abaixo representa essa nova fase do experimento.



Determine para o sódio:

a) a temperatura de fusão;

b) o calor latente de fusão.

**18.** O gráfico representa a variação de temperatura em função do tempo de um corpo sólido, com massa de 500 g, que absorve 200 cal/min de uma fonte térmica.



Determine :

a) o calor específico sensível da substância que constitui o corpo;

b) a capacidade térmica do corpo;

c) a temperatura do corpo em **t** = 50 min, se o ponto de fusão ainda não foi atingido.

**19.** Ao esquentar a água para fazer café, certa dona de casa utiliza uma chaleira com capacidade térmica de 200 cal/°C, na qual ela coloca 1,0 litro de água (1000 g). A temperatura inicial do conjunto é 10 °C. Quantas calorias devem ser fornecidas ao conjunto (chaleira + água) para elevar sua temperatura a 100 °C?

**20.** (Ufms) Uma fonte térmica, de potência constante, aquece um corpo de massa 200g, inicialmente sólido. O calor específico sensível da substância de que o corpo é constituído vale, no estado sólido, 0,450cal/gºC. A temperatura do corpo varia com o tempo conforme o gráfico.



Calcule o calor específico latente de fusão da substância.

**21.** (Unesp) O gálio é um metal cujo ponto de fusão é 30 °C, à pressão normal; por isso, ele pode liquefazer-se inteiramente quando colocado na palma da mão de uma pessoa. Sabe-se que o calor específico e o calor latente de fusão do gálio são, respectivamente, 410 J/(kg.°C) e 80000 J/kg.

a) Qual a quantidade de calor que um fragmento de gálio de massa 25 g, inicialmente a 10 °C, absorve para fundir-se integralmente quando colocado na mão de uma pessoa?

b) Construa o gráfico t(°C)×Q(J) que representa esse processo, supondo que ele comece a 10 °C e termine quando o fragmento de gálio se funde integralmente.

**22.** O gráfico abaixo apresenta o aquecimento de 100 g de um líquido, inicialmente a -20 °C, em função do tempo. Esse líquido recebe calor de uma fonte térmica a razão de 400 cal/min. Despreze perdas de massa por vaporização durante o aquecimento.



Determine para esse líquido:

a) o calor específico sensível;

b) o calor latente de vaporização.

**23.** Sendo o calor específico da água igual a 1 cal/g.°C e o calor latente de fusão do gelo igual a 80 cal/g, qual o calor necessário para transformar 300 g de gelo em fusão em água a 20 °C?

**24.** (Vunesp) Um estudante coloca pedaços de estanho, que estão a uma temperatura de 25 °C, num recipiente que contém um termômetro e os aquece sob pressão constante. Depois de várias medições, o estudante elabora o gráfico mostrado abaixo, que representa as temperaturas do estanho em função do tempo de aquecimento.



Com base no enunciado e no gráfico, analise cada uma das afirmações abaixo, classificando-a em verdadeira (V) ou falsa (F).

( ) A temperatura de fusão do estanho é 232 °C.

( ) Entre 100 s e 200 s do início da experiência, o estanho se apresenta totalmente no estado líquido.

( ) Suponha que a capacidade calorífica dos pedaços de estanho seja igual a 100 cal/°C. Então, nos primeiros 100 s da experiência, os pedaços de estanho absorvem uma quantidade de calor igual a 20,7 kcal.

( ) Entre 100 s e 200 s do início da experiência, o estanho não absorve calor.

( ) A temperatura do estanho no instante 300 s do início da experiência é igual a 673 K.

**25.** (Fuvest) Uma sala de aula de 200 m2 e 3 m de altura acomoda 60 pessoas, que iniciam as atividades pela manhã a uma temperatura de 25 °C. A taxa de dissipação de calor produzida por um ser humano adulto sentado é, em média, de 120 W. Para que o corpo humano permaneça à temperatura de 37 °C é adequado que o ambiente seja mantido a 25 °C, assim a dissipação do calor por irradiação compensa a produção de calor do corpo. A capacidade térmica por unidade de volume do ar é 1300 J/m3⋅°C. Considerando o exposto, e tratando a sala de aula como um sistema termicamente isolado, calcule:

a) a potência, em watts, do aparelho de ar-condicionado necessário para manter a sala a 25 °C;

b) o intervalo de tempo, em minutos, para a sala atingir 37 °C, na ausência do equipamento de ar-condicionado.

**26.** (Unesp) Mil pessoas estão reunidas num teatro, numa noite em que a temperatura externa é 10 °C. Para ventilar eficientemente o salão introduzem-se 2 litros de ar por segundo por pessoa presente e, para maior conforto, o ar deve ser aquecido até 20 °C. Calcule:

a) Quantos litros de ar são aquecidos no teatro em duas horas.

b) A quantidade de calor transferida em duas horas, admitindo-se que um litro de ar tem massa de 1,3 g e que o calor específico do ar é 0,24 cal/g⋅°C.

**27.** (Unicamp) O fenômeno "El Niño", que causa anomalias climáticas nas Américas e na Oceania, consiste no aumento da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico.

a) Suponha que o aumento de temperatura associado ao "El Niño seja de 2 °C em uma camada da superfície do oceano de 1.500 km de largura, 5.000 km de comprimento e 10 m de profundidade. Considere o calor específico da água do oceano 4.000 J/kg.°C e a densidade da água do oceano 1.000 kg/m3. Qual a energia necessária para provocar este aumento de temperatura?

b) Atualmente o Brasil é capaz de gerar energia elétrica a uma taxa aproximada de 60 GW (6,0x1010 W). Se toda essa potência fosse usada para aquecer a mesma quantidade de água, quanto tempo seria necessário para provocar o aumento de temperatura de 2 °C?

**28.** (Fuvest) Um forno solar simples foi construído com uma caixa de isopor, forrada internamente com papel alumínio e fechada com uma tampa de vidro de 40 cm x 50 cm. Dentro desse forno, foi colocada uma pequena panela contendo 1 xícara de arroz e 300 ml de água à temperatura ambiente de 25 °C.

Suponha que os raios solares incidam perpendicularmente à tampa de vidro e que toda a energia incidente na tampa do forno a atravesse e seja absorvida pela água.

NOTE E ADOTE

Potência solar incidente na superfície da Terra: 1 kW/m2

Densidade da água: 1 g/cm3

Calor específico da água: 4 J/(g °C)

Calor latente de evaporação da água: 2200 J/g

Desconsidere as capacidades caloríficas do arroz e da panela.

Para essas condições, calcule:

a) A potência solar total *P* absorvida pela água.

b) A energia *E* necessária para aquecer o conteúdo da panela até 100 °C.

c) O tempo total *T* necessário para aquecer o conteúdo da panela até 100 ºC e evaporar 1/3 da água nessa temperatura (cozer o arroz).

**Leis de Newton e Aplicações**

**29.**  Na figura, o atrito e a resistência do ar são desprezíveis.

a) Calcule o módulo da aceleração do sistema.

b) Dê a intensidade da força de tração em cada um dos fios (supostos ideais) que ligam os corpos.





**30.** A figura ao lado mostra dois blocos sobre uma mesa lisa, plana e horizontal, sendo acelerados por uma força de sentido constante, paralela à superfície e de intensidade **F** = 10 N. As massas dos corpos são **m1**= 3 kg, **m2** = 2 kg.

a) Determine o módulo da aceleração adquirida pelos blocos.

b) Calcule a intensidade das forças de contato entre os blocos.

**31.** Na figura, o fio que liga os corpos suporta uma tração máxima de intensidade 10 N.



Sendo **mA** = 2 kg e **mB** = 3 kg qual a máxima intensidade que a força  paralela à superfície horizontal pode assumir? Despreze atritos e resistência do ar.

**32.** A figura representa dois corpos, *A* e *B*, ligados entre si por um fio flexível que passa por uma polia *P*. Despreze os atritos, a massa do fio e da polia. As massas de *A* e *B* valem, respectivamente, 4 kg e 6 kg. (**g** = 10 m/s2)



a) Determine o módulo da aceleração adquirida por cada bloco.

b) Calcule a intensidade da força de tração no fio que liga os corpos.

**33.** No esquema, considere desprezível o atrito no plano horizontal e na polia. As massas dos corpos *A*, *B* e *C* são 6 kg, 2 kg e 2 kg, respectivamente.



Use ***g*** = 10 m/s2 e determine as intensidades

a) da aceleração do conjunto;

b) das forças que tracionam o fio que liga os corpos *A* e *C;*

c) das forças de contato entre os corpos *A* e *B*.

**34.** Dois blocos, *A* e *B*, de pesos respectivamente iguais a PA = 80 N e PB = 20 N, estão ligados conforme indica a figura. A resistência do ar e as massas dos fios são desprezíveis; as polias e o dinamômetro *D* são ideais. Use **g** = 10 m/s2.



a) Abandonando-se o sistema, qual o módulo da aceleração de cada bloco?

b) Qual a indicação do dinamômetro?



**35.** A figura representa dois corpos, *A* e *B*, ligados entre si por um fio flexível que passa por uma polia *P*. Despreze os atritos, a massa do fio e da polia. As massas de *A* e *B* valem, respectivamente, 4 kg e 6 kg.

a) Determine o módulo da aceleração adquirida por cada bloco.

b) Calcule a intensidade da força de tração no fio que liga os corpos.

**36.** O carrinho da figura tem massa 2 kg e parte do repouso do topo do plano inclinado de 53° com a horizontal. O atrito e a resistência do ar são desprezíveis e **g** = 10 m/s2. Considere sen 53° = 0,8 e cos 53° = 0,6.



Determine:

a) o módulo da aceleração de descida do carrinho;

b) o módulo dessa aceleração se a massa do carrinho fosse o dobro;

c) a intensidade da força normal que o plano aplica no carrinho;

d) a velocidade do carrinho ao chegar à base do plano inclinado.

**37.** Os blocos *A* e *B* têm massas 3 kg e 2 kg, respectivamente. São considerados desprezíveis as massas da polia e do fio que liga os corpos, bem como os atritos de rolamento nos eixos da polia e do carrinho *A*.



Abandonados do repouso, calcule, considerando **g** = 10 m/s2.

a) o módulo da aceleração dos blocos;

b) a intensidade da força de tração no fio que os liga.

**38.** (Unicamp – modificada) O gráfico a seguir, em função do tempo, descreve a velocidade de um carro sendo rebocado por um guincho. No trecho retilíneo e horizontal (I) e também na subida da rampa (II), a velocidade é mantida constante, até o instante em que o cabo arrebenta. Como essa velocidade é baixa, a resistência do ar pode ser desprezada, mas para compensar os atritos internos no carro, mesmo no trecho horizontal, a tração no cabo tem intensidade **F** = 600 N.





A massa do carro é **m** = 1.000 kg, considere g = 10 m/s2 e sen θ = 0,1.

a) Calcule a intensidade (T) da tração no cabo na subida da rampa, antes de ele arrebentar.

b) Que distância (x) percorre o carro rampa acima, depois que o cabo arrebenta?

**39.** O esquema mostra dois blocos, *A* e *B*, de mesma massa. O bloco *A* está montado sobre rodas para tornar o atrito desprezível. O fio e as polias são considerados ideais.



Sendo **g** = 10 m/s**2**, o módulo da aceleração dos blocos é

A) 10 m/s2. B) 7,5 m/s2.

C) 5 m/s2. D) 2,5 m/s2.

**40.** Os sistemas abaixo apresentam dois blocos, *A* e *B*, que podem pode se mover livre de atrito e da resistência do ar, partindo do repouso. Os fios, as polias e os dinamômetros (*D*) são ideais; as massas dos blocos são **mA** = 1 kge **mB** = 4 kg, respectivamente. Use **g** = 10 m/s2.



Para cada um dos sistemas mostrados nas três figuras:

a) calcule o módulo da aceleração dos blocos.

b) Calcule a leitura do dinamômetro.

**41.** Para transportar os operários numa obra, a empresa construtora montou um elevador que consiste numa plataforma ligada por fios ideais a um motor instalado no telhado do edifício em construção. A figura mostra, fora de escala, um trabalhador sendo levado verticalmente para cima com velocidade constante, pelo equipamento. Quando necessário, adote **g** = 10 m/s2.

 

Preocupada com as normas de segurança, a empresa responsável pelo elevador afixou a placa mostrada a seguir, indicando a carga máxima que pode ser transportada por ele.

a) Considerando-se as unidades de medida estabelecidas pelo Sistema Internacional, quem escreveu os dizeres da placa cometeu um erro. Dê duas maneiras de corrigi-lo.

b) Se a aceleração máxima do elevador igual a 1 m/s2, quantas pessoas de 70 kg, qual o número máximo de pessoas que ele pode transportar?

**42.** Uma pessoa de massa 80 kg encontra-se no interior da cabine de um elevador. Considerando **g** = 10 m/s2,determine a intensidade da força que o piso exerce nos pés da pessoa, quando o elevador:

a) sobe com velocidade constante de 2 m/s;

b) desce em movimento acelerado, com a = 2 m/s2;

c) desce em movimento retardado, com a = 2 m/s2.

**43.** Um homem cuja massa é de 70 kg toma um elevador que está no térreo e pisa sobre uma “balança”, graduada em *newtons*. Quando o elevador começa a se mover, ele observa que a balança marca 770 N durante 5 s; a seguir, marca 700 N durante 10 s e, finalmente, 630 N, durante 5 s, passados os quais, o elevador pára no último andar. Use **g** = 10 m/s2.

a) Calcule o módulo da aceleração do elevador em cada um dos três intervalos de tempo referidos acima.

b) Calcule a distância percorrida pelo elevador durante os 20 s de movimento. Sugestão: faça um gráfico **v×t.**

**44.** Num elevador, há uma “balança” de molas graduada em *newtons*. Um homem de 60 kg sobre a mesma, lê 720 N quando o elevador sobe com certa aceleração e, 456 N, quando desce com a mesma aceleração.

a) Quais as acelerações da gravidade local e do elevador?

b) Quanto registrará a “balança” se o elevador subir ou descer com velocidade constante?

**45.** As figuras abaixo mostram um mesmo bloco sobre uma “balança de molas” (dinamômetro), graduada em *newton*, em duas diferentes situações.

Considere **g** = 10 m/s2.



 **Fig. 1 Fig. 2**

a) Na Fig. 1, o elevador está em repouso, sujeito à ação de apenas duas forças, peso e normal. Quais as intensidades dessas forças? Essas forças formam um par ação reação? Justifique.

b) Na Fig. 2, o elevador está em movimento vertical. Calcule o módulo da aceleração e indique os possíveis movimentos para o elevador (subindo/descendo; uniforme/acelerado/retardado).

Repostas

**01]** a) 0,03 m; b) 10,03 m.

**02**]a) 0,75 mm; b) 150 mm2; c) 30.000 mm3.

**03]** β = 1,6×10–6 °C–1 e α = 8×10–7 °C–1.

**04]** 100 °C. **05]** 100 °C.

**06]** 36×10–6 °C–1 e 12×10–6 °C–1; b) 0,03%.

**07]** 20,0126 cm3

**08]** a) 9 cm3; b) 0,45 cm3; c) 8,55 cm3.

**09]** a) 18 cm3; b) 8 cm3; c) 8×10–6 °C–1.

**10]** 80 L.

**11]** a) 0,2 cal/g.°C; b) 20 cal/°C; c) 12.800 cal.

**12]** a) 6.000 cal; b) 0,1 cal/g.°C; c) 100 cal/°C; d) 15,000 cal; e) 10 min.

**13]** a) 0,04 cal/g.°C; b) 20 cal/°C; c) 80 °C.

**14]** 108.000 cal.

**15]** a) 60.000 J; b) 100 s.

**16]** 1.500 cal; b) 0,3 cal/g.°C; c) 60 cal/°C; d) 3.600 cal; e) 12 min

**17]** a) 98°C; b) 70 cal/g.

**18]** a) 0,04 cal/g.°C; b) 20 cal/°C; c) 480 °C.

**19]** 108.000 cal. **20]** 45 cal/g.

**21]** a) 2.205 J; b) 

**22]** a) 0,2 cal/g.°C; b) 20 cal/°C.

**23]**  30.000 cal. **24]** V, F, V, F, V.

**25]** a) 7200 W; b) ≅22 min. **26]** a)1,44×107 L; b) ≅ 45×106 cal.

**27]** a) 6×1020 J; b) 1010 s. **28]** a) 200 W; b) 90.000 J; c) 1.550 s.

**29]** a) 5 m/s2; b) 20 N e 15 N. **30]** a) 2 m/s2; b) 4 N.

**31]** 25 N. **32]** a) 6 m/s2; b) 24 N.

**33]** a) 2 m/s2; b) 8 N; c) 4 N. **34]** a) 6 m/s2; b) 32 N.

**35]** a) 2 m/s2; b) 48 N. **36]** a) 8m/s2; b) 8m/s2; 12N; d) 8m/s.

**37]** a) 1 m/s2; b) 18 N. **38]** a) 1.600 N; b) 5 m.

**39]** B.

**40]** a) a1 = 2 m/s2; a2 = 2 m/s2 a3 = 2 m/s2;b) T1 = 8 N; T2 = 48 N T3 = 12 N.

**41]** a) 6.000 N ou 600 kgf; b) 8. **42]** a) 800 N; b) 640 N; c) 960 N.

**43]** a) 1 m/s2; 0 e 1 m/s2; b) 75 m. **44]** a) 9,8 m/s2 e 2,2 m/s2 b) 588 N.

**45]** a) 100 N; Não. b) 5 m/s2, descendo retardado ou subindoacelerado.