



## FÍSICA II

### LISTA DE EXERCÍCIOS 7 - Temperatura, Dilatação Térmica e Calorimetria

1. Explique o conceito de equilíbrio termodinâmico e, com base neste conceito, o conceito de temperatura.
2. Transforme as seguintes temperaturas para Celsius e para Kelvin: 68 °F, 5,0 °F, 176 °F.
3. Transforme as seguintes temperaturas para Fahrenheit: 30 °C, 5,0 °C e -20,0 °C.
4. Obtenha o aumento no comprimento de um fio de 50m de cobre quando sua temperatura aumenta de 12 °C para 32 °C ( $\alpha_{Cu}=0,0000167\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).
5. À temperatura de 15 °C uma roda possui um diâmetro de 30000 polegadas e o diâmetro interno de um aro de aço mede 29930 polegadas. A que temperatura o aro deve ser aquecido para que a roda caiba em seu espaço interno? ( $\alpha_{aço}=1,2\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).
6. Uma haste de bronze possui comprimento de 0,7m a 40 °C. Encontre o comprimento da haste a 50 °C. ( $\alpha_{bronze}=1,9\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
7. Um cilindro de diâmetro 1,0 cm a 30 °C deve caber em um orifício feito em uma placa de aço cujo diâmetro mede 0,99970cm a 30 °C. A que temperatura a placa deve ser aquecida? ( $\alpha_{aço}=1,2\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
8. Uma esfera de ferro possui diâmetro de 6 cm e é 0,01mm mais larga do que o tamanho necessário para passar por um orifício em uma placa de bronze quando a placa e a esfera estão à temperatura de 30 °C. A que temperatura o conjunto deve ser aquecido (esfera e placa) para que a esfera fique justa na placa? ( $\alpha_{ferro}=1,2\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{bronze}=1,9\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )
9. Um fio de aço de área transversal  $2,0\text{ mm}^2$  é mantido esticado (mas sem tensão) fixando-o firmemente em dois pontos à temperatura 30 °C. Se a temperatura cair para -10 °C e se os dois pontos de fixação permanecerem fixos, qual será a força que irá tensionar o fio? ( $\alpha_{aço}=1,2\times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $E_{aço}=2\times 10^{11}\text{ N/m}^2$ ).
10. Um copo de alumínio de 300mL está completamente cheio de glicerina a 20 °C. Que



volume de glicerina irá transbordar quando o conjunto for aquecido a  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ( $\alpha_{\text{alum}}=2,55 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\gamma_{\text{glicerina}}=5,3 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

11. Um vaso de vidro de 1,0L é completamente cheio de solvente a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Qual volume de líquido transbordará se a temperatura subir para  $86\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ( $\alpha_{\text{vidro}}=8,3 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\gamma_{\text{solvente}}=9,4 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

12. A densidade do ouro a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  é  $19,3\text{ g/cm}^3$ . Encontre a densidade do ouro a  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\alpha_{\text{ouro}}=1,42 \times 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ).

13. As cataratas Victoria, na África, possuem impressionantes 122m de altura (duas vezes mais alta que as cataratas do Iguaçu. Pense só!!). Calcule o aumento na temperatura da água se toda a energia potencial gravitacional for convertida em calor ( $c_{\text{H}_2\text{O}}=4184\text{ J/kg.K}$ ).

14. Um projétil de chumbo de massa  $m$  é disparado em um tronco de árvore e emerge do outro lado. A velocidade do projétil era de  $500\text{ m/s}$  quando entrou na árvore e  $300\text{ m/s}$  quando saiu. Assuma que 40% da energia cinética perdida pelo projétil fica armazenada na forma de calor no chumbo do qual é feito. Calcule a variação de temperatura do projétil. ( $c_{\text{Pb}}=129,766\text{ J/kgK}$ )

15. Uma massa “ $m$ ” de pequenas esferas de chumbo é colocada no fundo de um cilindro vertical de papelão. O cilindro é repentinamente invertido de forma que as esferas caiam 1,5m. Qual será o acréscimo de temperatura se este processo for repetido 100 vezes e as esferas não percam calor durante o processo? Assuma que não há perdas de calor através do papelão. ( $c_{\text{Pb}} = 129,766\text{ J/kg K}$ ).

16. Apesar de considerarmos o calor específico dos sólidos como uma constante, esta grandeza na verdade sofre variações pequenas com a temperatura. No entanto, se a temperatura for muito baixa, esta variação deve ser levada em consideração e a lei de absorção e um acréscimo infinitesimal de temperatura implica em uma absorção de calor infinitesimal dada por  $dQ=mc(T)dT$ . Em temperaturas próximas de 0K o calor específico dos sólidos varia aproximadamente de acordo com a seguinte relação  $c=AT^3$ , onde  $A$  é uma constante. Quanto calor é necessário, em termos de  $A$ , para aquecer 1Kg de uma substância de  $T=0\text{K}$  para  $T=20\text{K}$ ?



17. A temperatura de fusão do alumínio é  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Começando a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quanto calor é requerido para aquecer  $0,3\text{Kg}$  de alumínio até seu ponto de fusão e convertê-lo totalmente em líquido? ( $c_{\text{Al}}=920,92\text{J/kgK}$ ;  $L_{\text{Al}}=321485\text{ J/Kg}$ ).

18. Um projétil de  $6\text{g}$  derrete à temperatura de  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  e possui um calor específico de  $0,2\text{cal/g.}^{\circ}\text{C}$  e o calor de fusão  $15\text{ cal/g}$ . Quanto calor é necessário para derreter o projétil se ele estiver inicialmente a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $1\text{cal}=4,18\text{J}$ )?

19. Quantas calorias são necessárias para transformar  $1\text{g}$  de gelo a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  para vapor à  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? ( $c[\text{gelo}] = 2220\text{ J/kgK}$ ,  $\text{Fusão}[\text{gelo}] = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $L[\text{gelo}] = 333\text{ kJ/Kg}$ ,  $c[\text{H}_2\text{O}] = 4180\text{ J/kgK}$ ,  $\text{Fusão}[\text{H}_2\text{O}] = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $L[\text{vapor}] = 2256\text{ kJ/Kg}$ ,  $1\text{ cal} = 4,18\text{J}$ .)

20. Quando  $5\text{g}$  de um certo tipo de carvão é queimado, isto eleva a temperatura de  $1000\text{mL}$  de água de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  para  $47\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Calcule quantas calorias são produzidas por grama de carvão. ( $c[\text{H}_2\text{O}]=4180\text{ J/kgK}$ ).

21. Um recipiente de cobre tem massa de  $0,3\text{Kg}$  e contém  $0,45\text{kg}$  de água. O conjunto está inicialmente em uma sala a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Um bloco de metal de  $1\text{Kg}$  é aquecido a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  e colocado no recipiente. A temperatura final do conjunto fica em  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Encontre o calor específico do metal ( $c[\text{H}_2\text{O}]=4180\text{ J/kgK}$ ;  $c[\text{Cu}]=389\text{ J/kgK}$ .)

22. Um prato de metal de  $0,7\text{Kg}$  contém  $1\text{Kg}$  de água a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Uma haste de  $0,5\text{Kg}$  de ferro a  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  é derrubada na água cuja temperatura final atinge  $24,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Encontre o calor específico do material do qual é feito o prato. ( $c[\text{H}_2\text{O}]=4180\text{ J/kgK}$ ,  $c[\text{Fe}]=460\text{ J/kgK}$ ).

23. Um pedaço de ferro de  $500\text{g}$  a  $400\text{ }^{\circ}\text{C}$  é derrubado dentro de  $800\text{g}$  de óleo a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se  $c=1674\text{ J/kgK}$  para o óleo, qual será a temperatura final do sistema?

24. Em um experimento para se determinar o calor latente de fusão do gelo,  $200\text{g}$  de água a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  em um tubo de ferro de massa  $200\text{g}$  é resfriado pela adição de gelo inicialmente à temperatura de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  até que toda a mistura atinja a temperatura de  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O tubo com a mistura é então pesado ao final do experimento e constata-se que o conjunto possui  $450\text{g}$  (foram adicionados, portanto,  $50\text{g}$  de gelo). Calcule o calor de fusão do gelo. ( $c[\text{H}_2\text{O}]=4180\text{ J/kgK}$ ,  $c[\text{Fe}]=460\text{ J/kgK}$ ).



25. Para medir o calor específico do chumbo, aquecemos 600g de chumbo à temperatura de 100 °C e o colocamos em um calorímetro de alumínio de massa 200g contendo 500g de água. O calorímetro e a água estão inicialmente a 17,3 °C. Se a temperatura final da mistura atingir 20 °C, qual será o calor específico do chumbo? ( $c[Al]=0,9 \text{ kJ/kg.K}$ ;  $c[H_2O]=4,18 \text{ kJ/kg.K}$ )

26. Você realiza 25kJ de trabalho sobre um sistema consistindo de 3kg de água movimentando um sistema de pás em seu interior. Durante o tempo em que você realiza trabalho, 15kcal de calor deixam o sistema devido ao isolamento térmico imperfeito. Qual será a mudança de energia interna do sistema?

27. Suponha que em uma escala linear de Temperatura X, a água ferva a -53,5 °X e se congele a -170 °X. Qual a temperatura de 340K na escala X?

28. A que temperatura a escala Fahrenheit indica uma leitura igual a (a) duas vezes a da escala Celsius e (b) metade da escala Celsius?

29. Quando a temperatura de uma moeda de cobre é elevada de 100 °C, o seu diâmetro aumenta de 0,18%. Com dois algarismos significativos, dê o aumento percentual (a) da área de uma face, (b) do volume da moeda, (c) da massa da moeda; (d) Calcule o coeficiente de dilatação linear da moeda.

30. Uma barra com uma rachadura no centro entorta para cima com um aumento de temperatura de 32 °C, conforme vemos na figura abaixo. Se  $L_0 = 3,77 \text{ m}$  e o coeficiente de dilatação linear é  $25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , encontre x.



31. Uma tigela de cobre de 150g contém 220g de água, ambas a 20,0 °C. Um cilindro muito quente de cobre (300g) é mergulhado na água, fazendo com que a água ferva, com 5,0 g sendo convertidos em vapor d'água. A temperatura final do sistema é de 100 °C. Despreze as transferências de energia para o ambiente. (a) Quanta energia (em calorias) se transfere para a água em forma de calor? (b) Quanto se transfere para a tigela? (c) Qual a temperatura



original do cilindro? ( $c[\text{H}_2\text{O}]=4180 \text{ J/kgK}$ ;  $c[\text{Cu}]=389 \text{ J/kgK}$ ;  $L_v=2256000 \text{ J/kg}$ .)

32. Um termômetro de massa  $0,0550 \text{ Kg}$  e calor específico  $837 \text{ J/KgK}$  marca  $15^\circ\text{C}$ . Ele então é imerso completamente em  $300\text{g}$  de água, chegando a uma temperatura final idêntica à da água. Se o termômetro passou a marcar  $44,4^\circ\text{C}$ , qual era a temperatura da água antes dele ser mergulhado nela?

33. Uma garrafa térmica isolada contém  $130 \text{ cm}^3$  de café quente, a uma temperatura de  $80,0^\circ\text{C}$ . Você está tremendamente necessitado de um pouco de café, então insere um cubo de gelo de  $12,0\text{g}$  em seu ponto de fusão para esfriar um pouco o café. De quantos graus o seu café esfriou quando o gelo se derreteu completamente? (Trate o café como se ele fosse água pura (parecido com cafezinho servido em alguns lugares) e despreze as transferências de energia para o ambiente).

34. Um homem adulto ingere em média  $2500 \text{ kcal}$  diariamente. (a) Quanta energia ele adquire em Joules? (b) Para não engordar ele deve dissipar toda a energia consumida ao longo de um dia. Supondo que este homem tenha uma rotina saudável, qual é a potência com que seu corpo elimina energia?

35. Um calorímetro de alumínio de  $200\text{g}$  contém  $500\text{g}$  de água a  $20^\circ\text{C}$ . Um cubo de gelo a uma de  $100\text{g}$  e temperatura inicial de  $-20^\circ\text{C}$  é colocado no calorímetro. (a) Encontre a temperatura final do sistema. (b) Um segundo cubo de gelo de  $200\text{g}$  e à temperatura inicial de  $-20^\circ\text{C}$  é adicionado ao sistema após ter atingido o novo equilíbrio. Qual a massa de gelo que permanece na mistura sem derreter? (use:  $c_{\text{GELO}}=2 \text{ kJ/kg.K}$ ;  $c_{\text{AGUA}}=4,18 \text{ kJ/kg.K}$ ;  $c_{\text{AL}}=0,9 \text{ kJ/kg.K}$ ;  $L_{\text{GELO}}=333,5 \text{ kJ/kg}$ ).

#### Respostas:

2)  $20^\circ\text{C}$  e  $293\text{K}$ ;  $-15^\circ\text{C}$  e  $258\text{K}$ ;  $80^\circ\text{C}$  e  $353\text{K}$

3)  $86^\circ\text{F}$ ;  $41^\circ\text{F}$  e  $-4^\circ\text{F}$

4)  $167\text{mm}$

5)  $209,9^\circ\text{C}$

6)  $0,70013\text{m}$

7)  $55^\circ\text{C}$

8)  $53,8^\circ\text{C}$

9)  $192\text{N}$

10)  $12,2\text{mL}$

11)  $60,4\text{mL}$

12)  $19,24\text{g/cm}^3$



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
Campus Pato Branco



- 13) 0,29K
- 14) 246,6 °C
- 15) 11,3 °C
- 16) 40000.A
- 17) 273262J
- 18) 450cal=1880J
- 19) 724,7cal
- 20) 7400cal/g
- 21) 665 J/kgK
- 22) 405,5 J/kgK
- 23) 75,7 °C
- 24) 329857J/kgK
- 25) 0,128kJ/kg.K
- 26) -37,7kJ
- 27) – 92,12 °X.
- 28) (a) 320 F; (b) -12,31F.
- 29) (a)0,36%; (b) 0,54%; (c) 0,0%; (d)  $1,8 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
- 30) 7,54 cm.
- 31) (a) 20295 cal; (b) 1107,6 cal; (c) 872,9 °C.
- 32) 45,5 °C.
- 33) 13,5 °C
- 34) (a) 10,5 MJ; (b) 121W
- 35) (a) 2,99°C, (b) 199,8g