

58. No slide 33 da 2ª aula teórica calculou-se um deficit de radiação de 116W para uma temperatura de parede (e ar) de 24°C. Encontre o deficit para uma temperatura de parede de 0°C.

59. Uma pessoa comum está no espaço interestelar. Ela emite radiação térmica com base na temperatura da superfície corporal e recebe radiação térmica de fundo correspondente a um corpo preto de 3K. Quanto tempo levaria a temperatura da pessoa a diminuir em 5 K? Não assuma outras fontes de geração e perda de calor e ignore o fato de que a pessoa não viveria muito tempo por muitas outras razões. Suponha também que o transporte térmico no corpo ocorra em uma escala de tempo muito menor do que a que você calcula aqui.

60. Considere uma pessoa nua sentada em uma praia na Flórida. Em um dia ensolarado, a energia de radiação visível do sol é absorvida pela pessoa a uma taxa de 30 kcal/h ou 34,9 W. A temperatura do ar é de 30 °C e a temperatura da pele do indivíduo é de 32 °C. A superfície corporal efetiva exposta ao sol é de 0,9m². (Assuma a mesma área para absorção do sol, transferência radiativa e perda por convecção)

(a) Encontre o ganho ou perda de energia resultante da radiação térmica por cada hora. (Suponha ganho e perda radiativa térmica de acordo com

$$-\left(\frac{dQ}{dt}\right)_r \simeq (4\sigma T_{\text{skin}}^3)\epsilon_{\text{skin}}A_{\text{skin}}(T_{\text{skin}} - T_{\text{room}})$$

e uma emissividade de 1)

(b) Se houver uma brisa de 4 m/s, encontre a energia perdida por convecção a cada h (use

$$-\frac{1}{A}\left(\frac{dQ}{dt}\right)_c = h_c(T_{\text{skin}} - T_{\text{air}}) \quad \text{e} \quad h_c = 10.45 - w + 10w^{0.5})$$

(c) Se a taxa metabólica do indivíduo é de 80 kcal/h (93,0 W) e a respiração é responsável por uma perda de 10 kcal/h (11,6 W), quanto calor adicional deve ser perdido por evaporação para manter a temperatura central do corpo constante?

61. Um ciclista de corrida produz calor a uma taxa de 1300 kcal/h acima da taxa normal. Se todo esse excesso de calor for perdido pela transpiração e pelo arrefecimento evaporativo, quantos litros de água o ciclista deve beber a cada hora para manter os fluidos corporais (no nível que ela teria sem pedalar)?

62. O que acontece quando a temperatura ambiente excede a temperatura do corpo - tanto para o transferência de calor radiativa como para as processos de arrefecimento através da respiração?

63. Na calorimetria indireta, as taxas de consumo de O₂, dVO₂/dt e produção de CO₂, dVCO₂/dt, são determinadas enquanto o indivíduo está envolvido numa atividade física.

(a) Um sujeito está inspirando e expirando o ar a uma taxa de 100 L/min tendo o ar inspirado 21% de O₂ e o ar expirado 16% O₂. Mostre que dVO₂/dt é 5 L/min.

(b) Qual é a taxa metabólica do sujeito em kcal/min sabendo que dVCO₂/dt é 4L/min (considere apenas o consumo de carboidratos e gorduras cujos valores de RER são, respectivamente 1 e 0.71).

64. Use a Tabela 6.37 (pg 363) para explicar por que é ruim fazer roupas para o frio com papel alumínio, muito bom com tecido de algodão e ótimo com camadas de pano separadas por ar?

65. (a) Qual deverá ser a espessura da roupa para um dia frio? Modelize uma pessoa com um cilindro de 1,65 m de altura e 0,234 m de diâmetro. Suponha que a perda de calor seja de 1.500 kcal/dia e ocorra na circunferência do cilindro (mas não na parte superior ou inferior). A temperatura da sua pele é 34 °C e a temperatura externa é 0 °C. Assuma os valores de isolamento na Tabela 6.44 e que essa é a única forma significativa de isolamento. Use a equação comum do fluxo de calor para superfícies planas e regiões planas:

$$(T_1 - T_2) = -I_{12} \frac{1}{A} \left(\frac{dQ}{dt} \right)$$

(b) O fluxo de calor radial em um cilindro de raio r pode ser modelizado assumindo superfícies planas se a espessura Δx for substituída por $r \ln(1 + \Delta r / r)$. Como isso altera o resultado em (a)?

66. O valor R é frequentemente usado para caracterizar o isolamento (ou resistência térmica) necessário para isolar casas. É formalmente o mesmo que o termo isolamento usado no problema anterior. Quando expresso em unidades SI, o valor do isolamento é chamado de valor RSI; portanto, se o valor do isolamento for $3 \text{ m}^2 \cdot \text{C/W}$, o valor do isolamento é RSI-3. O isolamento R-19 é típico de um isolamento modesto para uma casa. Aproximadamente a quantos trajes polares feitos de uma pilha de lã pesada isso corresponde? (Essas roupas seriam em série. Suponha que elas estejam totalmente abertas, para que você tenha uma camada única e não dupla de isolamento de cada uma.)

67. (a) Quanta energia (kcal) você perde a cada hora por condução térmica quando fica descalço no gelo? Suponha que o fluxo esteja entre o plano do gelo, a uma temperatura de 0°C, e um plano a 5 mm de profundidade em seu corpo (através da pele), a 34 °C. Suponha que o coeficiente de condutividade térmica seja de $0,3 \text{ W/m} \cdot \text{C}$. Suponha também que cada pé contacte o gelo numa área de $0,02 \text{ m}^2$.

(b) Você precisa aquecer seu corpo por esse valor a cada hora para manter sua temperatura corporal média. Quanta gordura corporal (expressa em g) seu corpo teria que queimar com 100% de eficiência a cada hora para compensar essa perda de calor?

(c) Quantos donuts você teria que comer a cada hora para compensar essa perda de calor (novamente assumindo 100% de eficiência na conversão ao calor)?

(d) Suponha que uma queimar um fósforo forneça 1 kJ de energia, determine quantos fósforos teriam de ser queimados a cada hora para fornecer calor ao corpo para compensar essa perda (assumindo uma transferência perfeita de energia do fósforo)?

68. Considere uma pessoa que fica descalça no gelo. O sangue que flui para o seu pé pode fornecer calor suficiente (pela convecção do sangue que flui) para combater a perda de calor por condução térmica do seu pé para o gelo, que se assume ser de 20W? Use a equação

$$- \left(\frac{dQ}{dt} \right)_{\text{blood flow}} = F_m c (\Delta T_{\text{blood}})$$

e suponha que o sangue flua para o pé a uma temperatura de 36 °C e o deixe a 32 °C, que o pé está a 34 °C e o calor específico do sangue é de $1 \text{ cal/g} \cdot \text{C}$. A taxa de fluxo de massa do sangue $F_m = \rho A u$, onde $\rho = 1,06 \text{ g/cm}^3$ é a densidade do sangue, A é a área da seção transversal da artéria e u é a velocidade linear do fluxo sanguíneo. Suponha uma artéria principal modelizada como um tubo cilíndrico de raio de 2 mm com uma velocidade sanguínea de 35 cm/s.

69. Suponha que a temperatura corporal central varie linearmente com a distância entre 38 °C na cabeça e 31 °C nos pés (portanto, dT/dx é constante). Suponha que você tenha 1,8 m de altura, uma massa de 80 kg, uma área transversal constante de $0,088\text{m}^2$ e um coeficiente de condutividade térmica médio do seu corpo de $0,3\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}$. Qual é o fluxo de calor em seu corpo por condução térmica e de que maneira o calor está fluindo?

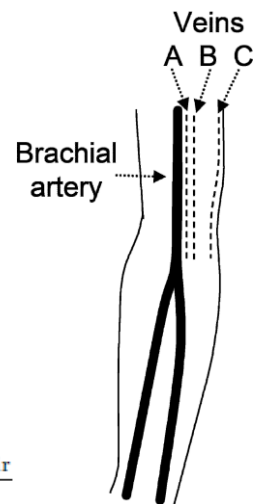
70. Modelize uma pessoa como um cilindro circular direito. Em que caso a pessoa perde calor mais rapidamente: (i) a superfície está a 34 °C em toda parte ou (ii) metade da superfície está a 36 °C e a outra metade está a 32 °C, assumindo a perda por

- (a) radiação
- (b) condução

71. Use a equação $T_{wc} = 13.12 + 0.6215T - 11.37w^{0.16} + 0.3965Tw^{0.16}$ com w em km/h e T em °C, para encontrar uma relação para a temperatura aparente devida ao vento em unidades métricas, com a temperatura ainda em °C, mas com a velocidade do vento em m/s.

72. Em quais veias da figura ao lado, o fluxo sanguíneo promove

- (a) perda de calor relativamente baixa para o exterior por condução térmica direta
- (b) alta perda de calor para o exterior por condução térmica direta
- (c) baixa perda de calor por fluxo em contracorrente?



73. Alguém tem uma taxa metabólica diária de 2.200 kcal, que é toda convertida em calor. Se 21% da perda de calor ocorrer por evaporação da água (na pele e nos pulmões), quanta água é evaporada por dia (em L)?

74. A equação

$$-\left(\frac{dQ}{dt}\right)_1 = \rho_{\text{air}} c_{p, \text{air}} (T_{\text{exp}} - T_{\text{insp}}) \frac{dV_{\text{air}}}{dt} + \Delta H_{\text{evap, water}} (\rho_{\text{exp, water}} - \rho_{\text{insp, water}}) \frac{dV_{\text{air}}}{dt}$$

negligencia explicitamente qualquer aquecimento ou arrefecimento do vapor de água. Essa é uma aproximação razoável? Porquê?

75. Calcule os valores dos dois termos da equação anterior em unidades de kcal/dia, assumindo que a pessoa inspire ar a 20 °C muito seco (0% de umidade relativa) a uma taxa de 6 L/min e expire ar (na mesma velocidade, é claro) a 37 °C totalmente saturado com vapor de água (100% de umidade relativa, pressão parcial de 47,1 mmHg, pressão de 44,0 g/m³ de vapor de água). Quão significativo é cada termo da equação para a perda total de calor pelo organismo?

76. Repita o Problema anterior para os seguintes três casos:

- (a) Para uma pessoa que inspira ar a 20 °C e que está totalmente saturado com vapor de água (100% de umidade relativa, pressão parcial de 17,5 mmHg, pressão de 17,3 g/m³ de vapor).
- (b) Para uma pessoa que inspira ar a 40 °C muito seco (0% de umidade relativa).
- (c) Para uma pessoa que aspira ar a 40 °C, totalmente saturado com vapor de água (100% de umidade relativa, pressão parcial de 55,3 mmHg, vapor de água de 51,1 g/m³).

(d) Compare a taxa geral de arrefecimento desses três casos entre si e a do Problema 75.

77. Explique cada um dos fatores que levam ao índice de calor.

78. O índice de calor, HI, foi ajustado por

$$HI = -42.379 + 2.04901523T + 10.14333127R - 0.22475541T \times R - 6.83783 \times 10^{-3}T^2 - 5.481717 \times 10^{-2}R^2 + 1.22874 \times 10^{-3}T^2 \times R + 8.5282 \times 10^{-4}T \times R^2 - 1.99 \times 10^{-6}T^2R^2$$

com HI e a temperatura ambiente do ar seco T em °F e a humidade relativa R em % . (Válido para uma velocidade do vento de 5,65 mph (9,09km/h) e tem um erro de $\pm 1,3^\circ\text{F}$. A exposição completa à luz do sol pode aumentar o HI em até 15°F)

(a) Converta a equação de HI e T ambos em °F para ambos em °C

(b) O índice HI permite estabelecer quatro regiões de alerta de saúde :

- "cuidado" para valores de índice de calor de 27 a 32°C

- "cuidado extremo" de 32 a 41°C

- "perigo" de 41 a 54°C

- "perigo extremo" acima de 54°C

Encontre valores de temperatura e humidade em cada uma dessas regiões

79. Considere dois animais que iremos modelizar como cilindros. Ambos têm temperatura corporal de 35°C e vivem em um ambiente de 0°C . O animal A tem um comprimento de 1 m, diâmetro de 1 m e uma camada de gordura de 1 cm de espessura (fora do diâmetro especificado) para isolamento. O animal B tem um comprimento de 6 m, diâmetro de 0,5 m e uma camada de gordura de 4 cm de espessura para isolamento.

(a) Qual animal tem mais energia térmica (calor)?

(b) Qual animal perde calor a uma taxa mais rápida? (Inclua perdas em torno do diâmetro e nas extremidades e use uma teoria simples - ou seja, assumo o fluxo planar e ignore as correções necessárias para o fluxo cilíndrico.)

(c) Qual animal perde uma fração maior de calor por unidade de tempo?

(d) Qual animal você espera ter a maior BMR por unidade de massa? Por quê?

(e) As perdas de calor são menores para os animais com formato mais esférico, como o animal A, ou os animais com formato de lápis, como o animal B? (Ignore as diferentes espessuras das camadas isolantes de gordura.)

80. (a) Encontre a temperatura da pele assumindo que 1 cm de gordura, pele (assumindo que não tem propriedades de isolamento térmico) e 1 cm de roupa separam o interior do corpo a 37°C do exterior a 20°C . Considere a condutividade térmica K da gordura de $5 \times 10^{-4} \text{ cal/s cm}^\circ\text{C}$ e a da roupa seja igual à do ar $6 \times 10^{-5} \text{ cal/s cm}^\circ\text{C}$.

(b) Encontre a perda de calor por cm^2 por dia.

(c) Encontre a perda de calor por dia em todo o corpo usando uma área de $1,5 \text{ m}^2$. Como isso se compara à BMR?

81. Repita o Problema 80 assumindo que a pessoa não está vestindo roupas.

Soluções

58. 386W

59. 23 min

60. (a) 11,6W (b) 47,6W (c) 57,1W=49,1kcal/h

61. 2.4 L/h.

63. (a) 5L/min (b) 24,2kcal/min

65. (a) $\Delta x=2,3\text{cm}$ (b) $\Delta r=2,41\text{cm}$

66. 65,6cm \leftrightarrow 13 casacos de 5cm de espessura

67. (a) 70 kcal/h.

68. 78W > 20W \Rightarrow consegue-se contrariar a perda térmica no pé

69. 0,1W de cima para baixo

70. (a) (ii)-(i)=0,128Aε perda de calor maior em (ii) do que em (i) (b) perda de calor igual em (i) e (ii)

71. $T_{wc}=13.2+0,6215T-13,96u^{0,16}+0,4867T u^{0,16}+$

72. (a) A and B; (b) C; (c) A.

73. 0,855L (se pela pele fôr 7kcal/h será 0,544 pela respiração e 0,311L pelo suor na pele)

74. Sim porque $C_{\text{vapor de água}}=0,477\text{cal/g}^\circ\text{C}$ é próximo do valor no ar que é 0.24cal/g $^\circ\text{C}$ e a % de vapor de água no ar é de 6,1% (ver problema 75: 47,1/760)

75. O primeiro termo é 42,3 kcal/dia e o segundo é 205 kcal/dia. Este último é muito significativo.

76. considerando 1.2kg/m³ para o valor da densidade do ar inspirado e expirado e 0.24cal/g $^\circ\text{C}$ para o C_p do ar.

(a) 1º termo = 42,3 kcal/dia e 2º termo = 125kcal/dia

(b) 1º termo = -7,5 kcal/dia e 2º termo = 205kcal/dia

(c) 1º termo = -7,5 kcal/dia e 2º termo = -32,6kcal/dia

(d) ar inalado =20 $^\circ\text{C}$, RH=0% \Rightarrow 247,3kcal/dia perda de calor

ar inalado =20 $^\circ\text{C}$, RH=100% \Rightarrow kcal/dia perda de calor

ar inalado =40 $^\circ\text{C}$, RH=0% \Rightarrow 197,5 kcal/dia perda de calor

ar inalado =40 $^\circ\text{C}$, RH=100% \Rightarrow 40,1 kcal/dia ganho de calor

78. Usar $T(^{\circ}\text{F})=T(^{\circ}\text{C})\times 9/5+32$ e $HI(^{\circ}\text{C})=(HI(^{\circ}\text{F})-32)\times 5/9$

79. (a) $A_A=1,5\pi\text{ (m}^2\text{)}$ $A_B=3,125\pi\text{ (m}^2\text{)}$ $-(dQ/dt)_{r,A}=921,8\text{W}$ $-(dQ/dt)_{r,B}=1920\text{W}$; o animal B

(b) $-(dQ/dt)_{c,A}=3298\text{W}$ $-(dQ/dt)_{c,B}=1718\text{W}$; o animal A

(c) (perda total)_A=4220W (perda total)_B=3638W ; o animal A

(d) o animal A de modo a compensar as maiores perdas térmicas

(e) se animal B com a mesma espessura de gordura seria (perda total)=6872+1920. Logo as perdas são maiores em animais do tipo lápis

80. (a) $T_{\text{skin}}=35,2\text{ }^\circ\text{C}$ (b) 77,8cal/dia cm² (c) 778kcal/dia (d) é menor que BMR que é da ordem de 1600kcal/dia

81. (a) $T_{\text{skin}}=20\text{ }^\circ\text{C}$ (contacto direto com o ar) (b) 734 cal/dia cm² (c) 7344kcal/dia (d) \gg BMR