Esercizio n. 1 Quanta energia viene consumata da una persona di 70 kg per scalare in 4 ore una montagna alta 1000 m?

a) 200 cal b) 456 kcal $\boxed{\text{c) 164 kcal}}$ d) 1200 cal e) 1200 kcal

Sappiamo dalla meccanica che $L = \Delta E_p$

$$\Delta E_p = mg\Delta h = 70\text{kg} \times 9.81\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1000\text{m} = 6.9 \times 10^5\,\text{J}$$

Equivalente meccanico della caloria: $J = \dfrac{L}{Q} = 4186\,\dfrac{\text{J}}{\text{kcal}}$

Avremo quindi:

$$Q = \frac{L}{J} = \frac{6.9 \times 10^5\,\text{J}}{4186\text{J/kcal}} = 164\,\text{kcal}$$

Esercizio n. 2 Il calore specifico del corpo umano è di circa 0.82 cal/g°C ed una persona di 70 kg consuma normalmente in alimenti 2400 kcal/giorno. Se tutta l'energia degli alimenti fosse utilizzata solo per un intero giorno per riscaldare il corpo, dopo un giorno la temperatura corporea, anziché 37 °C, sarebbe di circa

a) 53 °C b) 79 °C c) 38.1 °C d) 37 °C e) 44.5 °C

Dalla legge della calorimetria sappiamo che: $Q = m\, c\, \Delta T$

Dove:

- Q calore assorbito dal corpo sotto forma di energia fornita dagli alimenti
- m massa corporea
- c calore specifico del corpo umano
- ΔT variazione di temperatura

Se tutta l'energia fornita dagli alimenti in un giorno fosse usata solo per riscaldare il corpo avremmo quindi una variazione di temperatura:

$$\Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{2400\ \text{kcal}}{(70\ \text{kg}) \times (0.82\ \text{kcal/kg°C})} = 42°C$$

Quindi la temperatura finale sarebbe:

$$T = T_0 + \Delta T = (37 + 42)\ °C = 79\ °C$$

Esercizio n. 3 La finestra di una casa ha forma quadrata di lato 1.0 m ed il suo vetro è spesso 0.5 cm. Se la temperatura interna della casa vale 21 °C e quella esterna 0 °C, quanto calore viene dissipato al giorno? (k = 0.84 W/m K)

a) $3\ 10^{8}$ J b) $12\ 10^{7}$ J c) $3\ 10^{10}$ J d) $1\ 10^{2}$ J e) $7\ 10^{7}$ J

Il calore dissipato per un dato tempo t attraverso la finestra di sezione A è dato da:

$$Q = kA\frac{\Delta T}{s}t$$

In un giorno abbiamo 86400 secondi quindi:

$$Q = kA\frac{\Delta T}{s}t = (0.84W/m\cdot K)\times(1.0m)^2\times\left(\frac{21K}{0.005m}\right)\times(86400s) = 3\times10^8\,J$$

Esercizio n. 4 Una certa massa incognita di acqua alla temperatura t_1 = 20 °C viene introdotta in un bicchiere contenente una massa di 100 g di ghiaccio alla temperatura t_2 = -10 °C. Nel processo si osserva che una massa di 30 g di ghiaccio fonde. A questo punto il sistema acqua-ghiaccio viene lasciato a se stesso e tutto il ghiaccio fonde in 40 min. Quanto valgono la massa incognita di acqua e la potenza termica necessaria per far fondere il ghiaccio?

a) 100; g 10 W   b) 50 g; 1 W   c) 65 g; 9 W   d) 100 g; 2 W   **e) 143 g; 10 W**

Dalla legge della calorimetria: $m_a c_a (t_1 - t_0) = m_g c_g (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m$

$$m_a = \frac{m_g c_g (t_0 - t_2) + \lambda \Delta m}{c_a (t_1 - t_0)}$$

$$m_a = \frac{(0.1\,kg) \times (2051 J/kgK) \times (10K) + (3.3 10^5 J/kg) \times (0.03 kg)}{(4186 J/kgK) \times (20K)} = 143\,g$$

La quantità di calore per sciogliere tutto il ghiaccio è:

$$Q_t = \lambda (m_g - \Delta m) = 23 kJ$$

La potenza termica corrispondente è:

$$W = \frac{Q_t}{t} = 10 W$$

Esercizio n. 5 Un recipiente cilindrico di rame di volume 150 cm^3 è colmo di benzina. Se la temperatura del sistema è fatta passare da 6 °C a 31 °C quanta benzina fuoriuscirà dal contenitore? (α_{Cu} = 17 10^{-6} K^{-1}; β_b = 0.95 10^{-3} K^{-1})

a) 3.4 cm^3 b) 1.2 cm^3 c) 10.3 cm^3 d) 8.9 cm^3 e) 0.6 cm^3

Calcoliamo la variazione di volume della benzina contenuta nel recipiente:

$$\Delta V_b = \beta \times V \times \Delta T = (0.95\ 10^{-3}\ K^{-1})\ (150\ cm^3)\ (25\ K) = 3.6\ cm^3$$

Calcoliamo la variazione di volume del recipiente di rame:

$$\Delta V_{Cu} = 3\alpha \times V \times \Delta T = 3(17\ 10^{-6}\ K^{-1})\ (150\ cm^3)\ (25\ K) = 0.19\ cm^3$$

La differenza tra le due espansioni corrisponde al volume di benzina che fuoriesce:

$$\Delta V_b - \Delta V_{Cu} = (3.6 - 0.19)\,cm^3 = 3.4\ cm^3$$

Esercizio n. 6 Un blocco di piombo cade dall'altezza di 125 m ed urta un blocco di cemento. Sapendo che metà dell'energia del blocco di piombo viene trasformata in energia termica del piombo, determinare l'aumento di temperatura che il piombo subisce. Si ricorda che il calore specifico del piombo è di 0.0305 cal/g °C

a) 7.49 °C b) 47.9 °C c) 4.80°C d) 1.88 °C e) 3.21 °C

Energia meccanica del blocco di piombo al momento dell'urto: $E_p = mgh$

Frazione di energia meccanica trasformata in energia termica $E_T = \frac{mgh}{2}$

Esprimiamo questa l'energia in calorie utilizzando l'equivalente meccanico della caloria:

$$E_T = \frac{mgh}{2J}$$

Dalla legge della calorimetria ricaviamo l'aumento di temperatura del blocco di piombo:

$$Q = mc_{Pb}\,\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{mc_{Pb}} = \frac{mhg}{2Jmc_{Pb}} = \frac{gh}{2Jc_{Pb}} \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{(9.81\text{m/s}^2)\times(125\text{m})}{2\times(4186\text{J/kcal})\times 0.0305\text{kcal/kg°C}} = 4.8°C$$

Esercizio n.7 2 litri di acqua alla temperatura di 50 °C vengono uniti a 10 litri di acqua alla temperatura di 20 °C. L'equilibrio termico è raggiunto alla temperatura di

$\boxed{\text{a) 25 °C}}$ b) 35 °C c) 45 °C d) 37.5 °C e)10 °C

Le due masse d'acqua, inizialmente a temperatura diversa, una volta miscelate raggiungono la temperatura comune di equilibrio T*.
Se non ci sono dispersione di calore verso l'ambiente, deve aversi:

$$|Q_1| = |Q_2|$$

$$\Downarrow$$

$$c_1\, m_1\, (T^* - T_1) = c_2\, m_2\, (T_2 - T^*) \qquad \boxed{c_1 = c_2}$$

Da cui:

$$\boxed{T^* = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_1 + m_2} = \frac{(2\text{kg}) \times (50°\text{C}) + (10\text{kg}) \times (20°\text{C})}{12\text{kg}} = 25°\text{C}}$$

Esercizio n. 8 L'elemento attivo di un certo laser è costituito da una sbarretta di vetro lunga 30.0 cm con un diametro di 1.50 cm. Se la temperatura della sbarretta aumenta di 65.0 °C, l'aumento in lunghezza, diametro e volume valgono, rispettivamente (usare $\alpha = 9.00\ 10^{-6}$ °C^{-1}):

a) $1.76\ 10^{-4}$ m, $8.78\ 10^{-6}$ m, $93.0\ 10^{-9}$ m^3
b) $3.33\ 10^{-3}$ m, $7.21\ 10^{-6}$ m, $10.0\ 10^{-9}$ m^3
c) $4.70\ 10^{-4}$ m, $5.56\ 10^{-7}$ m, $9.30\ 10^{-8}$ m^3
d) $6.75\ 10^{-5}$ m, $8.78\ 10^{-6}$ m, $1.0\ 10^{-11}$ m^3
e) $2.29\ 10^{-7}$ m, $5.40\ 10^{-6}$ m, $2.78\ 10^{-4}$ m^3

Dilatazione termica lineare della sbarretta di vetro:

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T = (9.00\times10^{-6}°C)(0.300\,m)(65.0°C) = 1.76\times10^{-4}\,m$$

Il diametro è una dimensione lineare, quindi si applica la stessa variazione:

$$\Delta D = \alpha D_i \Delta T = (9.00\times10^{-6}°C)(0.0150\,m)(65.0°C) = 8.78\times10^{-6}\,m$$

Il volume iniziale è:

$$V = \pi r^2 L = \frac{\pi}{4}(0.0150m)^2(0.300) = 5.30\times10^{-5}\,m^3$$

Usando il coefficiente di dilatazione cubica β=3α

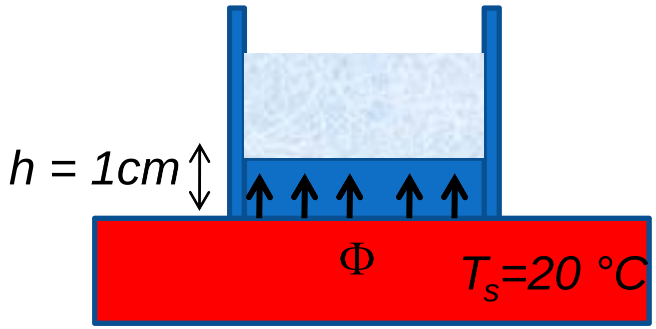
$$\Delta V = \beta V_i \Delta T = 3\alpha V_i \Delta T$$

$$\Delta V = 3(9.00\times10^{-6}°C^{-1})(5.30\times10^{-5}\,m^3)(65.0°C) = 93.0\times10^{-9}\,m^3$$

Esercizio n. 9 Un recipiente di rame contenete del ghiaccio alla temperature t = 0 °C, posa con la base su una sorgente di calore termostatata a temperatura t_s = 20 °C. Il recipiente scambia calore solo con la sorgente attraverso la base di superficie S = 4 dm^2 e spessore h = 1 cm. La massa di ghiaccio che si fonderà in 1 minuto sarà (conducibilità termica del rame k_{CU}= 0.92cal/°C cm s, calore di fusione del ghiaccio 79.7 cal/g).

a) 19.50 g   b) 1.00 kg   c) 3.23 kg   d) 200 g   **e) 5.54 kg**

La densità di flusso termico che attraversa la base del recipiente di rame è data da:



$$\Phi = \frac{Q}{S\Delta t} = k_{Cu}\frac{(T_s - T_0)}{h}$$

Il calore Q trasmesso attraverso la base del recipiente provocherà la fusione di una massa di ghiaccio:

$$m = \frac{Q}{\lambda_f}$$

Dalle due relazioni abbiamo:

$$m = \frac{k_{Cu}(T_2 - T_1)}{\lambda_f h} S\Delta t = \frac{(0.92cal/°C \cdot cm \cdot s)(20°C)(4\times 10^2 cm^2)(60s)}{(79.7cal/g)(1cm)} = 5.54kg$$

Esercizio 10. Per fondere completamente un blocco di ghiaccio (calore specifico = 0.5 kcal/kg °C, calore di fusione = 80 kcal/kg) alla temperatura iniziale di -40 °C e di massa 5 kg è necessaria un'energia termica pari a

a) 100 kcal b) 400 kcal **c) 500 kcal** d) 40 kcal

La quantità di calore assorbita dal sistema nell'intero processo è:

$$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2$$

Dove:

- Q_1 calore necessario per portare il ghiaccio da – 40 °C a 0 °C
- Q_2 calore necessario per fondere tutto il ghiaccio

Quindi:

$$Q_{TOT} = m\, c_g\, \Delta T + \lambda_f\, m =$$

= (5 kg) x (0.5 kcal/kg °C) x(40 °C) + (80 kcal/kg) x (5kg)=100 kcal +400 kcal= 500 kcal