

## PROBLEMI RISOLTI

### Problema 7.1

Per riscaldare un corpo dalla temperatura ambiente di 20°C alla temperatura di 45°C è necessario fornire 10.000 J .

Calcolate la capacità termica del corpo .

### Risoluzione

Dati	Incognite	Costanti e variabili
$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$ $Q = 10.000 \text{ J}$	$C = 400 \text{ J/}^\circ\text{C}$	$Q = \text{calore assorbito dal corpo}$ $C = \text{capacità termica del corpo}$

$$C = Q / \Delta t = Q / (t_2 - t_1) = 10.000 \text{ J} / (45 - 20) \text{ }^\circ\text{C} = 10.000 \text{ J} / 25 \text{ }^\circ\text{C} = 400 \text{ J/}^\circ\text{C}$$

### Problema 7.2

Ad un corpo, inizialmente alla temperatura di 20 °C, avente la capacità termica di 1.344 J/°C, vengono forniti 21.504 J di energia per riscaldarlo .

Calcolate la temperatura finale raggiunta .

### Risoluzione

Dati	Incognite	Costanti e variabili
$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $C = 1.344 \text{ J/}^\circ\text{C}$ $Q = 21.504 \text{ J}$	$t_2 = 36 \text{ }^\circ\text{C}$	$Q = \text{calore assorbito dal corpo}$ $C = \text{capacità termica del corpo}$

$$Q = C \cdot \Delta t ; \quad \Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Delta t = Q/C = 21.504 \text{ J} / 1.344 \text{ J/}^\circ\text{C} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t = (20 + 16) \text{ }^\circ\text{C} = 36 \text{ }^\circ\text{C}$$

**Problema 7.3**

Calcolate l'energia necessaria per riscaldare 20 litri di acqua fredda a 15°C fino alla temperatura di 60 °C.

**Risoluzione**

Dati
$V = 20 \text{ l}$
$\delta = 1 \text{ Kg/l}$
$t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$
$t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$
$c = 4.186 \text{ J/Kg}\cdot^\circ\text{C}$

Incognite
$Q = 3.767.400 \text{ J}$

Costanti e variabili
$V = \text{volume dell'acqua}$
$m = \text{massa dell'acqua}$
$\delta = \text{densità dell'acqua}$
$c = \text{calore specifico dell'acqua}$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad ; \quad m = \delta \cdot V = 1 \text{ Kg/l} \cdot 20 \text{ l} = 20 \text{ Kg}$$

$$Q = 4.186 \text{ J/}^\circ\text{C}\cdot\text{Kg} \cdot 20 \text{ Kg} \cdot (60 - 15) \text{ }^\circ\text{C} = 4.186 \text{ J/}^\circ\text{C}\cdot\text{Kg} \cdot 20 \text{ Kg} \cdot 45 \text{ }^\circ\text{C} = 3.767.400 \text{ J}$$

**Problema 7.4**

Per riscaldare l'acqua di uno scaldabagno da 18 °C a 38 °C occorrono 45 minuti, utilizzando una sorgente di calore capace di fornire 3.000 J/s. Sapendo che il 20% dell'energia fornita si disperde nel riscaldamento del contenitore e dei tubi, calcolate quanta acqua contiene lo scaldabagno.

**Risoluzione**

Dati
$t_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$
$t_2 = 38 \text{ }^\circ\text{C}$
$\tau = 45 \text{ min}$
$Q_u = 3.000 \text{ J/s}$
$\eta = 20\% = 0,2$
$\delta = 1 \text{ Kg/l}$

Costanti e variabili
$\tau = \text{tempo impiegato per riscaldare l'acqua}$
$\eta = \text{percentuale di energia perduta}$
$Q_u = \text{energia per unità di tempo fornita dalla sorgente di calore}$
$Q_t = \text{energia fornita dalla sorgente nel tempo } \tau$
$Q = \text{energia effettiva fornita all'acqua dello scaldabagno}$
$V = \text{volume dell'acqua}$
$\delta = \text{densità dell'acqua}$

Incognite
$m = 77.4 \text{ Kg}$
$V = 77,4 \text{ l}$

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad ; \quad m = Q / c \cdot \Delta t \quad ; \quad \tau = 45 \text{ min} = 2.700 \text{ s} \quad ; \quad \Delta t = t_2 - t_1 = (38 - 18) \text{ }^\circ\text{C} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_t = Q_u \cdot \tau = 3.000 \text{ J/s} \cdot 2.700 \text{ s} = 8,1 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$Q = Q_t - \eta \cdot Q_t = Q_t \cdot (1 - \eta) = 8,1 \cdot 10^6 \cdot (1 - 0,2) \text{ J} = 8,1 \cdot 10^6 \cdot 0,8 \text{ J} = 6,48 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$m = Q / c \cdot \Delta t = 6,48 \cdot 10^6 \text{ J} / (4.186 \text{ J/ kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 20 \text{ }^\circ\text{C}) = 77.4 \text{ Kg}$$

$$V = m / \delta = 77.4 \text{ Kg} / 1 \text{ Kg/l} = 77,4 \text{ l}$$

**Problema 7.5**

500 g di una sostanza liquida, di composizione ignota, vengono riscaldati mediante un riscaldatore ad immersione, capace di fornire 75 J/s di energia termica; dopo 5 minuti la temperatura del liquido è salita da 18 °C a 36 °C. Determinate il calore specifico della sostanza esaminata.

**Risoluzione****Dati**

$m = 500 \text{ g}$   
 $Q_u = 75 \text{ J/s}$   
 $\tau = 5 \text{ min}$   
 $t_1 = 18 \text{ °C}$   
 $t_2 = 36 \text{ °C}$

**Incognite**

$c = 2.500 \text{ J/Kg}\cdot\text{°C}$

**Costanti e variabili**

$Q_u = \text{energia per unità di tempo}$   
 $Q = \text{energia fornita nel tempo } \tau$

$$c = Q / m \cdot \Delta t ; \quad 5 \text{ min} = 300 \text{ s} ; \quad \Delta t = t_2 - t_1 = (36 - 18) \text{ °C} = 18 \text{ °C}$$

$$Q = Q_u \cdot \tau = 75 \text{ J/s} \cdot 300 \text{ s} = 22.500 \text{ J}$$

$$c = 22.500 \text{ J} / (0.5 \text{ kg} \cdot 18 \text{ °C}) = 2.500 \text{ J/kg}\cdot\text{°C}$$

**Problema 7.6**

In un calorimetro contenente 300 g di acqua a 20 °C , dopo l'immersione di un cilindretto di alluminio avente la massa di 130 g e la temperatura di 98 °C, la temperatura dell'acqua sale a 26 °C. Determinate l'equivalente in acqua del calorimetro.

**Risoluzione****Dati**

$m_1 = 300 \text{ g}$   
 $t_1 = 20 \text{ °C}$   
 $m_2 = 130 \text{ g}$   
 $t_2 = 98 \text{ °C}$   
 $t_e = 26 \text{ °C}$   
 $c_1 = 4.186 \text{ J/Kg}\cdot\text{°C}$   
 $c_2 = 908 \text{ J/Kg}\cdot\text{°C}$

**Incognite**

$E = 38,4 \text{ g}$

**Costanti e variabili**

$Q_a = \text{calore assorbito dall'acqua}$   
 $Q_c = \text{calore ceduto dal cilindretto di alluminio}$   
 $t_e = \text{temperatura di equilibrio fra acqua e cilindretto di alluminio}$   
 $c_1 = \text{calore specifico dell'acqua}$   
 $c_2 = \text{calore specifico dell'alluminio}$   
 $E = \text{equivalente in acqua del calorimetro}$

$Q_c = Q_a$  Bilancio termico nel calorimetro (in assenza di perdite)

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e) = c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot (t_e - t_1)$$

$$E = [c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e) / c_1 \cdot (t_e - t_1)] - m_1$$

$$E = [(908 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot 0,13 \text{ Kg} \cdot 72 \text{ °C}) / (4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot 6 \text{ °C})] - 0,3 \text{ Kg} = 0,0384 \text{ Kg} = 38,4 \text{ g}$$

## Problema 7.7

Determinate il calore specifico di una sferetta di 30 g che, riscaldata a 100 °C, poi immersa in 50 g di acqua a 20 °C, porta la temperatura di equilibrio a 25 °C .

## Risoluzione

### Dati

$$\begin{aligned} m_1 &= 30 \text{ g} \\ t_1 &= 100 \text{ °C} \\ m_2 &= 50 \text{ g} \\ t_2 &= 20 \text{ °C} \\ t_e &= 25 \text{ °C} \\ c_2 &= 4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \end{aligned}$$

### Incognite

$$c_1 = 465 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}$$

### Costanti e variabili

$$\begin{aligned} Q_a &= \text{calore assorbito dall'acqua} \\ Q_c &= \text{calore ceduto dalla sferetta} \\ t_e &= \text{temperatura di equilibrio fra} \\ &\quad \text{acqua e sferetta} \\ c_1 &= \text{calore specifico della sferetta} \\ c_2 &= \text{calore specifico dell'acqua} \end{aligned}$$

$Q_c = Q_a$  bilancio termico

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_1 - t_e) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_e - t_2)$$

$$c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_e - t_2) / m_1 \cdot (t_1 - t_e)$$

$$c_1 = [4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot 0,050 \text{ Kg} \cdot (25 - 20) \text{ °C}] / [0,030 \text{ Kg} \cdot (100 - 25) \text{ °C}] = 465 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}$$

**Problema 7.8**

In un calorimetro contenente 200 g di acqua a 20 °C, si immerge un cilindretto di rame avente la massa di 140 g e precedentemente portato alla temperatura di 90 °C. Calcolate la temperatura raggiunta all'equilibrio, sapendo che il calorimetro ha un equivalente in acqua di 30 g .

**Risoluzione**

Dati
$m_1 = 200 \text{ g}$
$t_1 = 20 \text{ °C}$
$m_2 = 140 \text{ g}$
$t_2 = 90 \text{ °C}$
$E = 30 \text{ g}$
$c_1 = 4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}$
$c_2 = 390 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C}$

Incognite
$t_e = 23,8 \text{ °C}$

Costanti e variabili
$Q_a = \text{calore assorbito dall'acqua}$
$Q_c = \text{calore ceduto dal rame}$
$t_e = \text{temperatura di equilibrio fra acqua e cilindretto di rame}$
$c_1 = \text{calore specifico dell'acqua}$
$c_2 = \text{calore specifico del rame}$

$Q_a = Q_c$  bilancio termico

$$c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot (t_e - t_1) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t_e)$$

$$c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_e - c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot t_2 - c_2 \cdot m_2 \cdot t_e$$

$$c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_e + c_2 \cdot m_2 \cdot t_e = c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2$$

$$t_e \cdot [c_1 \cdot (m_1 + E) + c_2 \cdot m_2] = c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2$$

$$t_e = [c_1 \cdot (m_1 + E) \cdot t_1 + c_2 \cdot m_2 \cdot t_2] / [c_1 \cdot (m_1 + E) + c_2 \cdot m_2]$$

$$t_e = [4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot (0.200 + 0.030) \text{ Kg} \cdot 20 \text{ °C} + 390 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot 0.140 \text{ Kg} \cdot 90 \text{ °C}] / [4.186 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot (0.200 + 0.030) \text{ Kg} + 390 \text{ J/Kg} \cdot \text{°C} \cdot 0.140 \text{ Kg}] = 23,8 \text{ °C}$$

**Problema 7.9**

Un filo di rame è lungo 150 m a 20 °C. Calcolate la sua lunghezza a 100 °C.

**Risoluzione**

Dati
$l_1 = 150 \text{ m}$
$t_1 = 20 \text{ °C}$
$t_2 = 100 \text{ °C}$
$\lambda = 16,8 \cdot 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$

Incognite
$l_2 = 150,2 \text{ m}$

Costanti e variabili
$\lambda = \text{coefficiente di dilatazione lineare del rame}$
$\Delta l = \text{variazione di lunghezza del filo}$

$$\Delta l = l_1 \cdot \lambda \cdot \Delta t = l_1 \cdot \lambda \cdot (t_2 - t_1)$$

$$\Delta l = 150 \text{ m} \cdot 16,8 \cdot 10^{-6} \text{ °C}^{-1} \cdot (100 - 20) \text{ °C} = 15 \cdot 16,8 \cdot 8 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,2016 \text{ m}$$

$$l_2 = l_1 + \Delta l = (150 + 0,2016) \text{ m} = 150,2016 \text{ m} \cong 150,2 \text{ m}$$

**Problema 7.10**

Un filo metallico è lungo 100 m alla temperatura di 24 °C, mentre a 100 °C misura 100,08 m. Determinate di quale metallo si tratta .

**Risoluzione**

Dati	Incognite	Costanti e variabili
$l_1 = 100 \text{ m}$ $t_1 = 24 \text{ °C}$ $t_2 = 100 \text{ °C}$ $l_2 = 100,08 \text{ m}$	$\lambda = 10,5 \cdot 10^{-6}$ Acciaio	$\lambda =$ coefficiente di dilatazione lineare del filo $\Delta l =$ variazione di lunghezza del filo

$$\Delta l = l_1 \cdot \lambda \cdot \Delta t = l_1 \cdot \lambda \cdot (t_2 - t_1)$$

$$\lambda = \Delta l / (l_1 \cdot \Delta t) = (l_2 - l_1) / [l_1 \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$\lambda = (100,08 - 100) \text{ m} / [100 \text{ m} \cdot (100 - 24) \text{ °C}] = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m} / 7,6 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{°C} = 1,05 \cdot 10^{-5} \text{ °C}^{-1} =$$

$$\lambda = 10,5 \cdot 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$$

**Problema 7.11**

Una bombola contiene idrogeno alla pressione di 2 atm, alla temperatura di 20 °C. A quanto sale la pressione se la bombola esposta al sole raggiunge la temperatura di 40 °C?

**Risoluzione**

Dati	Incognite	Costanti e variabili
$p_1 = 2 \text{ atm}$ $t_1 = 20 \text{ °C}$ $t_2 = 40 \text{ °C}$	$p_2 = 2,14 \text{ atm} =$ $216.478 \text{ Pa}$	$T_1, T_2 =$ temperature assolute del gas

$$p_2 / p_1 = T_2 / T_1 \quad ; \quad T = t + 273$$

$$p_2 = p_1 \cdot T_2 / T_1 = 2 \text{ atm} \cdot (40 + 273) \text{ K} / (20 + 273) \text{ K} = 2 \text{ atm} \cdot 313 \text{ K} / 293 \text{ K} = 2,137 \text{ atm} =$$

$$= 2,137 \text{ atm} \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa/atm} = 216.478 \text{ Pa}$$

**Problema 7.12**

Due litri di alcool a 20 °C vengono riscaldati lentamente a bagnomaria. A 60 °C si registra un aumento di volume di 88 cm<sup>3</sup>. Calcolate il coefficiente di dilatazione dell'alcool.

**Risoluzione**

Dati
V = 2 l
t <sub>1</sub> = 20 °C
t <sub>2</sub> = 60 °C
ΔV = 88 cm <sup>3</sup>

Incognite
k = 11·10 <sup>-4</sup> °C <sup>-1</sup>

$$\Delta V = k \cdot V \cdot (t_2 - t_1)$$

$$k = \Delta V / V \cdot (t_2 - t_1) = 88 \text{ cm}^3 / 2.000 \text{ cm}^3 \cdot (60 - 20) \text{ °C} = 88 / 8 \cdot 10^4 \text{ °C} = 11 \cdot 10^{-4} \text{ °C}^{-1}$$

**Problema 7.13**

Una sfera di vetro, avente il diametro di 30 cm alla temperatura ambiente di 20 °C, viene riscaldata a 170 °C.

Calcolate di quanto aumenta il suo volume .

**Risoluzione**

Dati
k = 2,5·10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>
d = 30 cm
t <sub>1</sub> = 20 °C
t <sub>2</sub> = 170 °C

Incognite
ΔV = 53 cm <sup>3</sup>

Costanti e variabili
k = coefficiente di dilatazione del vetro
V = volume iniziale della sfera

$$\Delta V = k \cdot V \cdot (t_2 - t_1) = k \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot r^3 \cdot (t_2 - t_1) = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ °C}^{-1} \cdot (4/3) \cdot 3,14 \cdot (15 \text{ cm})^3 \cdot 150 \text{ °C} = 53 \text{ cm}^3$$

**Problema 7.14**

Una sbarra di ferro, lunga 2,5 m a 0 °C, viene portata alla temperatura di 250 °C. Calcolate di quanto si allunga.

**Risoluzione****Dati**

$$\begin{aligned}\lambda &= 12,1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ l_1 &= 2,5 \text{ m} \\ t_1 &= 0 \text{ } ^\circ\text{C} \\ t_2 &= 250 \text{ } ^\circ\text{C}\end{aligned}$$

**Incognite**

$$\Delta l = 7,6 \text{ mm}$$

**Costanti e variabili**

$\lambda$  = coefficiente di dilatazione del ferro

$$\Delta l = l_1 \cdot \lambda \cdot (t_2 - t_1) = 2,5 \text{ m} \cdot 12,1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot (250 - 0) = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 7,6 \text{ mm}$$