

Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 15/06

1. Avete un blocco di alluminio di massa $m_A = 1.0$ Kg che si trova alla temperatura $T_A = 200$ °C, un blocco di rame di massa $m_R = 2.0$ Kg che si trova alla temperatura $T_R = 100$ °C, ed un secchio d'acqua, dal volume $V = 20$ l, che si trova alla temperatura $T_0 = 20$ °C. Tuffate alluminio e rame nel secchio ed aspettate un po' di tempo in modo che il sistema complessivo arrivi all'equilibrio termico.

a) Detti Q_A , Q_R e Q_0 i calori ceduti o assorbiti dai tre materiali nel processo, quale relazione deve sussistere tra loro supponendo trascurabili le perdite di calore verso l'esterno (pareti del recipiente isolate termicamente e/o processo così rapido che non c'è tempo perché il calore si disperda verso l'esterno)?

.....

b) Sapendo che il calore latente di vaporizzazione dell'acqua vale $\lambda_E = 2.3 \times 10^6$ J/Kg (ovviamente alla temperatura di ebollizione, cioè $T_E = 100$ °C) e che il suo calore specifico sia $c_0 = 4.2 \times 10^3$ J/(Kg °C), vi aspettate che l'acqua vada in ebollizione? [Prendete per la densità in massa dell'acqua $\rho = 1.0 \times 10^3$ Kg/m³, e assumete che i calori specifici dell'alluminio e del rame siano rispettivamente $c_A = 900$ J/(Kg °C) e $c_R = 400$ J/(Kg °C) – notate che stiamo implicitamente supponendo che i calori specifici restino **costanti** in tutto l'intervallo di temperatura considerato, affermazione non molto ragionevole!]

sì no

Spiegazione sintetica della risposta:

c) Quanto vale la temperatura di equilibrio termico T del sistema?

$T = \dots\dots\dots = \dots\dots$ °C

d) Quanto vale il calore Q_A scambiato dal blocco di alluminio nel processo? [Specificate il segno]

$Q_A = \dots\dots\dots = \dots\dots$ J

e) Supponendo ora che il materiale del blocco A abbia un calore specifico che varia con la temperatura secondo una legge del tipo $c_A(T) = c'/T'$, con c' e T' costanti opportunamente dimensionate, come esprimereste il calore Q' scambiato da A nella trasformazione? [Supponete che le temperature iniziali e finali siano le stesse di prima. Per la soluzione, tenete presente che il calore specifico è praticamente costante per una variazione piccola, cioè **infinitesima**, di temperatura]

$Q' = \dots\dots\dots$

2. In una fonderia trovate un lingotto di ferro di massa $m_F = 20$ Kg e temperatura $T_F = 750$ °C. Per raffreddarlo, lo mettete a contatto con una massa $m_G = 10$ Kg di ghiaccio alla temperatura $T_G = -10$ °C contenuta in una tinozza dotata di un coperchio a tenuta stagna e con pareti isolanti termicamente. Per i calori specifici (supposti costanti) prendete: $c_G = 2.0 \times 10^3$ J/(Kg °C) per il ghiaccio, $c_A = 4.0 \times 10^3$ J/(Kg °C) per l'acqua, $c_V = 2.0 \times 10^3$ J/(Kg °C) per il vapore acqueo, $c_F = 4.0 \times 10^2$ J/(Kg °C) per il ferro. I calori latenti siano: $\lambda_F = 3.0 \times 10^5$ J/Kg per la fusione del ghiaccio e $\lambda_V = 2.0 \times 10^6$ J/Kg per la vaporizzazione dell'acqua.

a) Il ghiaccio nella tinozza si scioglierà completamente?

sì no

Spiegazione sintetica della risposta:

b) Potrebbe il ghiaccio passare allo stato di vapore acqueo?

sì no

Spiegazione sintetica della risposta:

c) Detti Q_G , Q_A , Q_F , Q_V i calori scambiati da ghiaccio, acqua, ferro, vapore acqueo (se presente!) e Q_{FUS} , Q_{VAP} i calori necessari per fondere il ghiaccio e fare vaporizzare l'acqua, come si scrive il bilancio dei flussi di energia?

.....

d) Quanto vale la temperatura di equilibrio termico T del sistema?

$$T = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. Volete ripetere la storica esperienza di Joule, quella che permise di determinare l'equivalenza calore/energia meccanica. Per farlo prendete un recipiente con pareti termicamente isolate (ad esempio rivestite di polistirolo, neoprene, o altro materiale che forma strutture sottili separate da camerette d'aria). Il recipiente contiene una miscela di acqua e ghiaccio fondente in equilibrio termico fra loro. Al suo interno, inoltre, si trova un motorino elettrico che fa muovere delle palette; inizialmente il motorino è spento. Il movimento delle palette nell'acqua provoca attrito, e si supponga che **tutta** la potenza erogata dal motore sia in questo modo convertita in potenza che serve per riscaldare il sistema acqua+ghiaccio.

a) Quanto vale la temperatura T del sistema?.

$$T = \dots\dots\dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Il motorino viene acceso; sapendo che la sua potenza meccanica è $W = 9.0 \text{ W}$, qual è la massa di ghiaccio M che si scioglie per ogni secondo? [Esprimete il "tasso" di fusione del ghiaccio, ed usate come calore latente di fusione (specifico) del ghiaccio il valore $\lambda_F = 3.0 \times 10^5 \text{ J/Kg}$]

$$M = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Kg/s}$$

4. La misura del "potere calorico" di una sostanza (esempio, un alimento o un combustibile) viene spesso eseguita con le cosiddette "bombe calorimetriche": la sostanza viene inserita, in piccole quantità, all'interno di un recipiente massiccio, di capacità termica nota. Usando un innesco (esempio una scarica elettrica) ed iniettando nella camera del comburente (esempio ossigeno) si fa in modo che l'intera quantità di sostanza bruci **rapidamente**. L'aumento di temperatura del recipiente dà allora informazioni sul potere calorico da determinare. La vostra bomba calorimetria è costituita da un recipiente di ferro di massa $m_F = 10 \text{ Kg}$, a cui è collegato in contatto termico un termometro.

a) Supponendo che il calore specifico del ferro (alle temperature di interesse per l'esperimento) sia $c_F = 450 \text{ J/(Kg K)}$, quanto vale la capacità termica C della bomba?

$$C = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ J/K}$$

b) Immaginate ora che il termometro sia costituito da un sottile tubicino di vetro **indeformabile** contenente dell'alcool etilico (coefficiente di dilatazione termica **volumica** $\lambda_V = 1.1 \times 10^{-4} \text{ } 1/^\circ\text{C}$). Osservate che, in seguito alla combustione della sostanza incognita, la colonnina di alcool passa da una lunghezza iniziale $h_0 = 40.0 \text{ cm}$ ad una lunghezza finale $h = 41.1 \text{ cm}$ (dopo aver aspettato abbastanza tempo affinché tutto il calore della sostanza si sia trasferito alla bomba e di qui alla colonnina di alcool). Quanto vale l'aumento di temperatura ΔT registrato?

$$\Delta T = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

c) Sapendo che avete inserito nella bomba calorimetria una quantità $m = 100 \text{ g}$ di sostanza incognita, quanto vale il potere calorico specifico c della sostanza? [Esprimetelo in $\text{Kcal}/(100 \text{ g})$, come per le merendine!]

$$c = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Kcal}/(100 \text{ g})$$