

Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 15, 24/3/2005

1. Avete un blocco di alluminio di massa $m_A = 1.0 \text{ Kg}$ che si trova alla temperatura $T_A = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, un blocco di rame di massa $m_R = 2.0 \text{ Kg}$ che si trova alla temperatura $T_R = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, ed un secchio d'acqua, dal volume $V = 20 \text{ l}$, che si trova alla temperatura $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 $\lambda_E = 2.3 \times 10^6 \text{ J/Kg}$ (ovviamente alla temperatura di ebollizione, cioè $T_E = 100 \text{ }^\circ\text{C}$) e che il suo calore specifico sia $c_0 = 4.2 \times 10^3 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$, vi aspettate che l'acqua vada in ebollizione? [Prendete per la densità in massa dell'acqua $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$, e assumete che i calori specifici dell'alluminio e del rame siano rispettivamente $c_A = 900 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ e $c_R = 400 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ – 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?

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

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

$Q_A = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ J}$

e) Supponendo ora che il materiale del blocco A abbia un calore specifico che varia con la temperatura secondo una legge del tipo $c_A(T) = c'T/T'$, 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 $m_F = 20 \text{ Kg}$ e temperatura $T_F = 750 \text{ }^\circ\text{C}$. Per raffreddarlo, lo mettete a contatto con una massa $m_G = 10 \text{ Kg}$ di ghiaccio alla temperatura $T_G = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ contenuta in una tinozza dotata di un coperchio a tenuta stagna e con pareti isolanti termicamente. Per i calori specifici (supposti costanti) prendete: $c_G = 2.0 \times 10^3 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ per il ghiaccio, $c_A = 4.0 \times 10^3 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ per l'acqua, $c_V = 2.0 \times 10^3 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ per il vapore acqueo, $c_F = 4.0 \times 10^2 \text{ J/(Kg }^\circ\text{C)}$ per il ferro. I calori latenti siano: $\lambda_F = 3.0 \times 10^5 \text{ J/Kg}$ per la fusione del ghiaccio e $\lambda_V = 2.0 \times 10^6 \text{ J/Kg}$ 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:

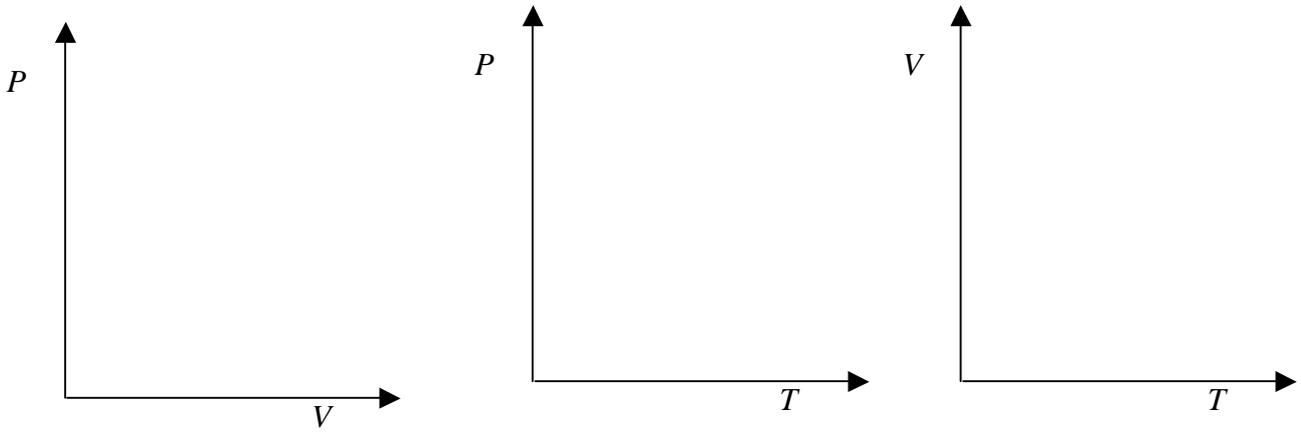
c) Detti Q_G , Q_A , Q_F , Q_V i calori scambiati da ghiaccio, acqua, ferro, vapore acqueo (se presente!) e Q_{FUS} , Q_{VAP} i calori necessari per fondere il ghiaccio e fare vaporizzare l'acqua, come si scrive il bilancio dei flussi di energia?

.....

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

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

3. I grafici sottostanti riportano sugli assi diverse combinazioni delle “variabili di stato” termodinamiche P , V , T . Disegnateci schematicamente sopra le curve rappresentative di trasformazioni a volume, pressione e temperatura costante (dette anche isocore, isobare, isoterme).



4. Una quantità $n = 2.00$ di moli di un gas perfetto monoatomico (ad esempio l'elio, che è ben approssimato da un gas perfetto) è contenuta in un recipiente **indeformabile** di volume $V = 20.0$ l. Inizialmente il gas si trova alla temperatura $T_0 = 500$ K.

a) Quanto vale la pressione P_0 del gas? [Prendete $R = 8.31$ J/(K mole) per il valore della costante dei gas perfetti]

$$P_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Pa}$$

b) Il gas subisce quindi un raffreddamento (reversibile) fino a raggiungere la temperatura $T_1 = 250$ K. Quanto vale la pressione P_1 ?

$$P_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Pa}$$

c) Quanto vale la variazione di energia interna ΔU del gas? [Ricordate l'espressione del calore specifico molare c_V per un gas perfetto monoatomico!]

$$\Delta U = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

d) Quanto vale il calore Q scambiato dal gas nella trasformazione? [Specificate il segno!]

$$Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

e) Supponendo che il processo venga realizzato mettendo il gas a contatto con una macchina (frigorifera) che ha “potenza raffreddante” effettiva $W = 10$ W, quanto tempo Δt occorre perché esso sia realizzato? [Trascurate, ovviamente, ogni considerazione relativa al carattere reversibile del processo, che impone, ragionevolmente, che esso avvenga “lentamente” passando per infiniti stati di equilibrio]

$$\Delta t = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ s}$$