

Nome e cognome (*opzionale!*):

Problemi e quesiti

(per favore, riportate le risposte negli spazi appositi e **allegate le brutte copie o altri appunti che ritenete necessari per capire le motivazioni delle vostre risposte**; quando possibile, **indicate sia la risposta “letterale” che quella “numerica”**; nei quesiti, fate una crocetta nel riquadro vicino alla risposta che ritenete giusta e, se richiesto, **aggiungete una breve spiegazione**, per esempio citando la legge o il principio fisico che credete opportuno)

1. Un blocchetto di alluminio, di forma cubica, viene riscaldato passando dalla temperatura iniziale $T_0 = 0.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ alla temperatura finale $T_1 = 400.0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- a) Quanto vale la variazione di temperatura ΔT **espressa in gradi Kelvin**? (supponete che la temperatura di fusione del ghiaccio in condizioni ordinarie valga $1/\alpha = 273\text{ K}$)

$\Delta T = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ K} \quad (T_1 + 1/\alpha) - (T_0 + 1/\alpha) = T_1 - T_0 = 400.0\text{ K}$
 [la differenza di temperatura è la stessa misurata in gradi centigradi e gradi Kelvin!]

- b) Sapendo che il coefficiente di espansione lineare dell'alluminio nell'intervallo di temperature considerato vale $\lambda = 2.500 \times 10^{-5}\text{ 1/K}$, e sapendo che lo spigolo del cubetto vale, a T_0 , $l_0 = 10.000\text{ mm}$, quanto vale la lunghezza l dello spigolo alla temperatura T ?

$l = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mm} \quad l_0 (1 + \lambda \Delta T) = 10.01\text{ mm}$

- c) E, essendo $V_0 = l_0^3$ il volume alla temperatura T_0 , quanto vale il volume V alla temperatura T ?

$V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ mm}^3 \quad V \sim V_0 (1 + 3\lambda \Delta T) = 1003.0\text{ mm}^3$

- d) Supponendo che il processo di dilatazione avvenga a pressione costante $P = 1.000 \times 10^5\text{ Pa}$ (è grosso modo il valore della pressione atmosferica), quanto vale il lavoro L fatto dal cubetto verso l'esterno durante la dilatazione? (indicate anche il segno del lavoro)

$L = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J} \quad P \Delta V = P(V - V_0) = P V_0 3\lambda \Delta T = 3.000 \times 10^{-3}\text{ J}$
 [attenzione alle unità di misura e alle conversioni: $1\text{ mm}^3 = 10^{-9}\text{ m}^3$; il lavoro è positivo, dato che il sistema, nell'espansione dovuta alla dilatazione termica, compie lavoro sull'esterno]

- e) Supponendo che la densità di massa dell'alluminio sia $\rho = 3.000 \times 10^3\text{ Kg/m}^3$, quanto vale la massa m del blocchetto alla temperatura T_0 ?

$m = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ Kg} \quad \rho V_0 = \rho l_0^3 = 3.000 \times 10^{-3}\text{ Kg}$
 [attenzione alle unità di misura e alle conversioni: $1\text{ mm}^3 = 10^{-9}\text{ m}^3$]

- f) Supponendo che il calore specifico (a pressione costante, come nella trasformazione considerata) dell'alluminio sia $c = 1.000 \times 10^3\text{ J/(Kg K)}$, quanto vale la variazione di energia interna ΔU del blocchetto durante il riscaldamento? (indicate anche il segno)

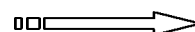
$\Delta U = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J} \quad c m \Delta T = 1200.0\text{ J}$ [il segno è positivo dato che il blocchetto viene riscaldato]

- g) Quanto vale la quantità di calore Q ceduta al blocchetto durante il processo?

$Q = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J} \quad L + \Delta U = 1200.0\text{ J}$ [il lavoro fatto nella dilatazione è, come atteso, del tutto trascurabile rispetto all'aumento di energia interna!]

- h) Una volta raggiunta la temperatura T , il blocchetto viene tuffato in una bacinella contenente una massa $m_A = 100\text{ g}$ di un liquido che si trova alla temperatura $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ed ha calore specifico $c_A = 5.0 \times 10^3\text{ J/(Kg K)}$. Assumendo assenti gli eventuali scambi di calore con l'esterno, quanto vale la temperatura finale T_{FIN} raggiunta dal sistema blocchetto+liquido all'equilibrio?

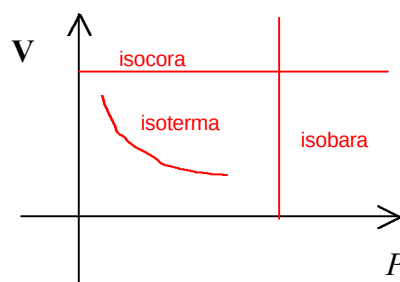
$T_{FIN} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (mcT + m_A c_A T_A) / (mc + m_A c_A) = 33.8\text{ }^{\circ}\text{C}$
 [si ottiene dal bilancio dei flussi di calore, $\Delta Q + \Delta Q_A = 0$, essendo $\Delta Q = mc(T_{FIN} - T) < 0$ il calore ceduto dal blocchetto, e $\Delta Q_A = m_A c_A (T_{FIN} - T_A) > 0$ il calore acquistato dall'acqua. Per il risultato numerico, attenzione alle conversioni tra unità di misura, inclusa la temperatura!]



2. Un numero di moli $n = 0.2$ di un gas (che si comporta come perfetto) è contenuto in un recipiente **isolato termicamente** e di **volume fisso** $V = 10$ l. La temperatura iniziale del gas è $T_0 = 300$ K.
- a) Ricordando l'equazione di stato dei gas perfetti, $PV = nRT$, con $R = 8.3$ J/(K mole), **costante dei gas perfetti in unità mKs**, quanto vale la pressione iniziale P_0 del gas? quantità di moto totale p_{TOT} del sistema delle due palle prima dell'urto?
- $P_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots$ Pa $n R T_0 / V = 5.0 \times 10^4$ Pa [attenzione alle conversioni: $1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$]
- b) Supponete ora che all'interno del recipiente sia presente un riscaldatore elettrico (di volume trascurabile), che ha una potenza riscaldante $W = 100$ W ed è in perfetto contatto termico con il gas, senza alcuna dissipazione verso l'esterno. Se questo riscaldatore viene tenuto acceso per un tempo $\Delta t = 10$ s, quanto valgono il calore Q ceduto al gas e la variazione dell'energia interna del gas ΔU ?
- $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots$ J $W \Delta t = 1.0 \times 10^3$ J
 $\Delta U = \dots\dots\dots = \dots\dots$ J $L = 1.0 \times 10^3$ J [viene dal primo principio della termodinamica, ponendo $L = 0$, dato che la trasformazione è a volume costante]
- c) Sapendo che la **capacità termica** del gas considerato vale, a volume costante, $C = 5.0$ J/K, quanto vale la sua temperatura finale T (cioè quella raggiunta dopo l'intervallo Δt)?
- $T = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K $T_0 + \Delta U / C = 500$ K

Quesiti

- 1) Comprimate una certa quantità di gas contenuto all'interno di un recipiente, operando (voi!) un lavoro $L_{EXT} > 0$. Sapendo che nel processo il gas non scambia calore con l'esterno ($Q = 0$), la sua energia interna (e quindi la sua temperatura):
- ☒ Aumenterà ☐ Diminuirà ☐ Resterà costante ☐ Non si può dire
- Spiegazione sintetica della risposta:* $\dots\dots\dots$
- Per il primo principio, essendo $Q = 0$, si ha $\Delta U = -L$; ma L (del gas!) = $-L_{EXT}$ (dell'operatore esterno), da cui la risposta.
- 2) Una sostanza alimentare di cui si vuole determinare il potere calorico viene fatta bruciare interamente a contatto termico con un sistema (detto **bomba calorimetrica**) costituito da un corpo di capacità termica $C = 1.0 \times 10^3$ J/K. Supponendo che il corpo scambi calore solo con la sostanza sotto analisi, e che l'aumento di temperatura del corpo sia $\Delta T = 5.0$ K, quanto vale il potere calorico della sostanza?
- ☐ 5.0 J ☒ 5.0×10^3 J ☐ 1.0×10^3 cal ☐ 5.0 Kcal
- 3) Una trasformazione si dice **adiabatica** quando:
- ☐ La temperatura resta costante ☐ Il prodotto PV resta costante
- ☒ Non c'è scambio di calore con l'esterno ($Q = 0$)
- 4) Nel grafico qui a sotto (che riporta la pressione P sull'asse orizzontale, ed il volume V sull'asse verticale) disegnate qualitativamente l'andamento di una trasformazione a volume costante (**isocora**), a pressione costante (**isobara**) e a temperatura costante (**isoterma**).



[l'isoterma, $PV = nRT = \text{costante}$, è rappresentata da un'iperbole]