

III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(1)

1. Il *punto di fusione* dell'alcool etilico è pari a $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il *calore latente di fusione* dell'alcool etilico è 104 J/g . Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di alcool etilico durante la solidificazione alla temperatura di $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione $c(T) = c_v + aT^4$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_A^3 - T_B^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B}\right)}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 3nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + 2\varepsilon V)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_i V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 3 trasformazioni: $1 \rightarrow 2$, compressione isobara quasi-statica; $2 \rightarrow 3$, aumento isocoro quasi-statico della temperatura; $3 \rightarrow 1$, espansione adiabatica quasi-statica. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = T_3/T_2$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.1 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 2 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 400 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.2 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 0.5 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

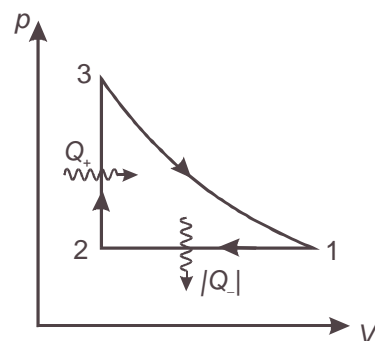
6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 4$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Tracciare nel diagramma di Clapeyron l'isoterma di un gas perfetto. Tracciare nel diagramma di Clapeyron l'isoterma di un vapore in equilibrio col proprio liquido.
- Che cosa contengono le bolle di una pentola d'acqua in ebollizione? Perché l'acqua, in condizioni standard, bolle proprio a quella data temperatura (100°C nella scala Celsius)?
- Un sistema termodinamico a temperatura più alta viene messo a contatto con un sistema termodinamico a temperatura più bassa. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema a temperatura più alta; b) la variazione di entropia del sistema a temperatura più bassa; c) la variazione di entropia complessiva dei due sistemi.
- Qual'è la massima efficienza di conversione dell'energia meccanica in energia termica? Qual'è la massima efficienza di conversione dell'energia termica in energia meccanica?



III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(2)

1. Il *punto di ebollizione* dell'alcool etilico è pari a 78.5 °C e il *calore latente di vaporizzazione* dell'alcool etilico è 885 J/g. Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di alcool etilico durante l'evaporazione alla temperatura di 78.5 °C.

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione

$c(T) = c_v + \frac{a}{T^3}$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_A^5 - T_B^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_A^3 - T_B^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B}\right)}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 3nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + \epsilon)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_f V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_f V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_f^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 4 trasformazioni: $1 \rightarrow 2$, compressione adiabatica quasi-statica; $2 \rightarrow 3$, aumento isocoro quasi-statico della temperatura; $3 \rightarrow 4$, espansione adiabatica quasi-statica; $4 \rightarrow 1$, diminuzione isocora quasi-statica della temperatura. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = T_3/T_2$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.1 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 0.5 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 400 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.1 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 1 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

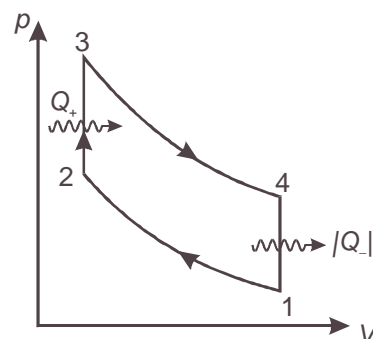
6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 350 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 5$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Che cosa rappresenta la temperatura critica? Qual è approssimativamente la temperatura critica dell'acqua?
- Nella pentola a pressione, l'acqua bolle a una temperatura inferiore, uguale o superiore a 100°C ? Per quale motivo?
- Un sistema subisce un'espansione isoterma quasi-statica. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema; b) la variazione di entropia dell'ambiente; c) la variazione di entropia dell'universo.
- Specificare (a) le dimensioni e (b) le unità di misura nel Sistema Internazionale delle seguenti grandezze: energia, calore, lavoro, lavoro tecnico, capacità termica, entalpia, entropia, pressione.



III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(3)

1. Il *punto di fusione* del piombo è pari a 327 °C e il *calore latente di fusione* del piombo è 23 J/g. Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di piombo durante la fusione alla temperatura di 327 °C.

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione $c(T) = c_v + aT^3$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B})}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 2nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + 2\varepsilon V)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon \Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_i V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 4 trasformazioni: $1 \rightarrow 2$, compressione adiabatica quasi-statica; $2 \rightarrow 3$, espansione isobara quasi-statica; $3 \rightarrow 4$, espansione adiabatica quasi-statica; $4 \rightarrow 1$, diminuzione isocora quasi-statica della temperatura. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = V_4/V_3$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.1 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 2 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 400 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.1 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 1 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

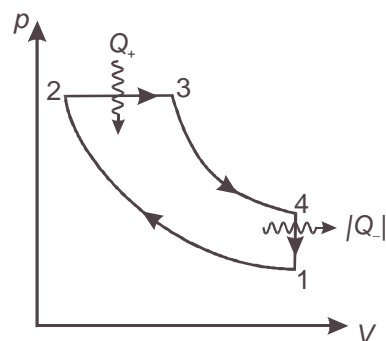
6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 400 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 6$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Un sistema è costituito di acqua e vapore acqueo in equilibrio. Comprimeo a temperatura costante tale sistema, la pressione aumenta, rimane costante o diminuisce?
- Perché a temperature inferiori al punto di ebollizione l'acqua non bolle?
- Un sistema subisce un'espansione libera adiabatica. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema; b) la variazione di entropia dell'ambiente; c) la variazione di entropia dell'universo.
- Può diminuire l'entropia di un sistema? Può diminuire l'entropia dell'ambiente esterno? Può diminuire l'entropia dell'universo (sistema + ambiente)?



III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(4)

1. Il *punto di ebollizione* dell'anidride solforosa è pari a -10°C e il suo *calore latente di vaporizzazione* è 389 J/g . Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di anidride solforosa durante la condensazione alla temperatura di -10°C .

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione

$c(T) = c_v + \frac{a}{T^2}$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_A^5 - T_B^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_A^3 - T_B^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B}\right)}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 2nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + \varepsilon)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_f V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_f V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_f^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 4 trasformazioni: $1 \rightarrow 2$, compressione adiabatica quasi-statica; $2 \rightarrow 3$, aumento isocoro quasi-statico della temperatura; $3 \rightarrow 4$, espansione adiabatica quasi-statica; $4 \rightarrow 1$, compressione isobara quasi-statica. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = V_4/V_3$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.2 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 2 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 800 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.2 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 2 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

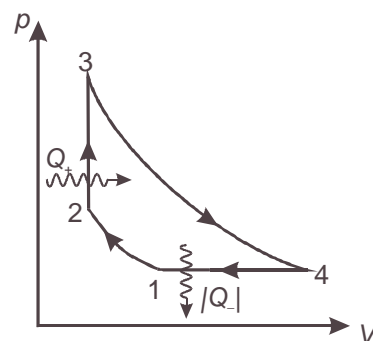
6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 450 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 7$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Che cosa rappresenta il punto triplo? Qual è la temperatura del punto triplo dell'acqua? Al punto triplo dell'acqua è associata una ben definita pressione o si può avere il punto triplo a pressioni diverse?
- In alta montagna, l'acqua bolle a una temperatura inferiore, uguale o superiore a 100°C ? Per quale motivo?
- Un sistema subisce una compressione isoterma quasi-statica. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema; b) la variazione di entropia dell'ambiente; c) la variazione di entropia dell'universo.
- Si può trasferire calore da un corpo più freddo a un corpo più caldo? In che modo?



III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(5)

1. Il *punto di fusione* dell'alcool etilico è pari a $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$ e il *calore latente di fusione* dell'alcool etilico è 104 J/g . Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di alcool etilico durante la fusione alla temperatura di $-115\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione

$c(T) = c_v + \frac{a}{T}$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_A^5 - T_B^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_A^3 - T_B^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}\left(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}\left(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A}\right)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}\left(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B}\right)}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 2nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + 3\varepsilon V^2)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\varepsilon\Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_i V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 3 trasformazioni: $1 \rightarrow 2$, compressione adiabatica quasi-statica; $2 \rightarrow 3$, espansione isobara quasi-statica; $3 \rightarrow 1$, diminuzione isocora quasi-statica della temperatura. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = T_3/T_2$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.2 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 1 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 800 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.2 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 0.1 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

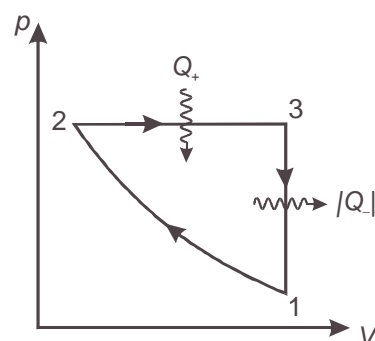
6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 500 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 8$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Che curva rappresenta nel diagramma di Clapeyron un'espansione isoterma quasi-statica di un sistema costituito di acqua e vapore acqueo (specificare l'equazione della curva)?
- L'acqua può evaporare a temperatura inferiore a 100°C ? Quale condizione fisica causa l'ebollizione dell'acqua a 100°C ?
- Un gas perfetto subisce un'espansione isobara quasi-statica. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema; b) la variazione di entropia dell'ambiente; c) la variazione di entropia dell'universo.
- Perché il calore ceduto da una macchina termica all'ambiente non può essere convertito in energia meccanica con buona efficienza?



III prova parziale di Fisica Generale L-A
Corsi di laurea in Ingegneria Aerospaziale e Meccanica
 II Facoltà di Ingegneria, sede di Forlì
 Prof. D. Galli
 24 marzo 2003

(6)

1. Il *punto di fusione* del piombo è pari a 327 °C e il *calore latente di fusione* del piombo è 23 J/g. Calcolare la variazione di entropia di 1 kg di piombo durante la solidificazione alla temperatura di 327 °C.

Variazione di entropia [J/K]:

- ☐ -38 ☐ 38 ☐ -904 ☐ 904 ☐ -1478 ☐ 1478 ☐ -658 ☐ 658 ☐ -11274 ☐ 11274
☐ -70 ☐ 70 ☐ -2517 ☐ 2517 ☐ -38900 ☐ 38900 ☐ nessuna delle precedenti

2. n moli di *gas perfetto* compiono una trasformazione *quasi statica*, lungo la quale il calore specifico molare ha l'espressione $c(T) = c_v + aT^5$, dove a è una costante nota. Se inizialmente il gas si trova all'equilibrio termodinamico a temperatura T_A e volume V_A noti, e lo stato finale è caratterizzato da una temperatura T_B anch'essa nota, determinare il volume finale V_B occupato dal gas. Determinare inoltre le dimensioni di a .

Volume finale:

- ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_A^5 - T_B^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{5R}(T_B^5 - T_A^5)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_B^3 - T_A^3)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}(\frac{1}{T_A^2} - \frac{1}{T_B^2})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(T_A^3 - T_B^3)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(\frac{1}{T_A^3} - \frac{1}{T_B^3})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{2R}(\frac{1}{T_B^2} - \frac{1}{T_A^2})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_A^4 - T_B^4)}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{3R}(\frac{1}{T_B^3} - \frac{1}{T_A^3})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{4R}(T_B^4 - T_A^4)}$
☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}(\frac{1}{T_B} - \frac{1}{T_A})}$ ☐ $V_B = V_A e^{\frac{a}{R}(\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B})}$ ☐ nessuna delle precedenti

Dimensioni:

- ☐ $[ML^2T^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-1}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^2]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-2}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^3]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-3}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^4]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-4}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^5]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-5}]$ ☐ $[ML^2T^{-2}\theta^6]$
☐ $[ML^2T^{-2}\theta^{-6}]$ ☐ nessuna delle precedenti

3. Un gas (non perfetto), caratterizzato dalla *capacità termica a volume costante* $C_v = 4nR$ e dall'*equazione di stato* $(p + \epsilon)V = nRT$, si espande *liberamente* in un recipiente *adiabatico*, passando dal volume iniziale V_i e dalla temperatura iniziale T_i al volume finale V_f e alla temperatura finale (incognita) T_f . Calcolare la variazione di *temperatura* e la variazione di *entropia* del gas (equazione dell'energia interna: $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$).

Variazione di temperatura:

- ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{8nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{3nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{2nR}$
☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{4nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{2nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{8nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^3}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V^2}{6nR}$ ☐ $-\frac{\epsilon \Delta V}{8nR}$
☐ nessuna delle precedenti

Variazione di entropia:

- ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^2}{T_i V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f^3}{T_i V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f V_f}{T_i^2 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^2 V_f^2}{T_i^2 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f}{T_i^3 V_i}$
☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^2}{T_i^3 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^3 V_f^3}{T_i^3 V_i^3}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f}{T_i^4 V_i}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^2}{T_i^4 V_i^2}$ ☐ $nR \ln \frac{T_f^4 V_f^3}{T_i^4 V_i^3}$ ☐ nessuna delle precedenti

4. Un sistema termodinamico costituito da n moli di *gas perfetto*, compie il *ciclo reversibile* mostrato in figura, composto dalle seguenti 4 trasformazioni: 1→2, compressione adiabatica quasi-statica; 2→3, espansione isobara quasi-statica; 3→4, espansione adiabatica quasi-statica; 4→1 compressione isobara quasi-statica. Detti $r = V_1/V_2$, $r' = T_3/T_2$ e $\gamma = C_p/C_v$, calcolare il rendimento η .

Rendimento:

☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r^\gamma} - 1}{\frac{1}{r} - 1}$
☐ $1 - \gamma \frac{r-1}{r^\gamma - 1}$
☐ $1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$
☐ $1 - \gamma \frac{r' - r}{r'^\gamma - r^\gamma}$
☐ $1 - \frac{1}{\gamma} \frac{\frac{1}{r'^\gamma} - \frac{1}{r^\gamma}}{\frac{1}{r'} - \frac{1}{r}}$
☐ nessuna delle precedenti

5. Un contenitore adiabatico cilindrico ha una base mobile e una base fissa di area $A = 0.2 \text{ m}^2$, ciascuna di massa $M = 0.2 \text{ kg}$. Il contenitore è appoggiato al suolo sulla base fissa. All'interno vi è una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T_0 = 800 \text{ K}$ all'equilibrio. Un cavo di lunghezza $l = 0.1 \text{ m}$ inestensibile, di massa e capacità termica trascurabili, tiene sospeso alla base mobile del contenitore un corpo di dimensioni trascurabili, massa $m = 0.5 \text{ kg}$ e capacità termica $C = R/2$. A un certo istante viene bloccata la base mobile e spezzato il cavo. Il corpo cade al suolo e urta in modo totalmente anelastico la base fissa dissipando calore nell'ambiente. Infine, la base mobile viene di nuovo sbloccata e il gas fatto espandere quasi-staticamente. Calcolare (trascurando la pressione atmosferica) il rapporto r fra il volume finale e il volume iniziale del contenitore.

Rapporto:

☐ 2.10 ☐ 2.83 ☐ 1.84 ☐ 3.33 ☐ 0.66 ☐ 2.44 ☐ 3.01 ☐ 0.51 ☐ 1.10 ☐ 1.45
☐ 2.52 ☐ 1.24 ☐ nessuna delle precedenti

6. Un contenitore adiabatico è diviso in due volumi uguali entrambi a $V_A = V_B = V_0$ da un setto inizialmente bloccato. Il setto è costituito da due pareti a contatto: una adiabatica e una diatermica. In V_A sono contenute $n_A = 1$ moli di gas perfetto con calore molare $c_V = R$ alla temperatura $T_0 = 500 \text{ K}$ mentre in V_B sono contenute $n_B = 9$ moli dello stesso gas alla stessa temperatura. A un certo istante l'intero setto viene sbloccato e, conseguentemente, essendo in grado di scorrere senza attriti, raggiunge l'equilibrio (si immagini in modo sufficientemente lento da poter essere considerato quasi-statico). In questa posizione il setto viene bloccato. Successivamente si rimuove la parete adiabatica e il sistema tende a un nuovo stato di equilibrio. Calcolare la variazione di entropia ΔS dell'intero processo.

Variazione di entropia [J/K]:

☐ 17.41 ☐ 6.02 ☐ 2.65 ☐ 4.35 ☐ 1.81 ☐ 3.50 ☐ 12.91 ☐ 5.19 ☐ 15.26 ☐ 21.25
☐ 10.30 ☐ 19.40 ☐ nessuna delle precedenti

Rispondere alle seguenti domande (si apprezza l'esattezza, la chiarezza, la completezza e la sintesi delle risposte).

- Che curva rappresenta nel diagramma di Clapeyron un'espansione adiabatica quasi-statica di un gas perfetto (specificare l'equazione della curva)?
- Quanto vale approssimativamente la pressione di vapor saturo dell'acqua a 100°C ? Da quale prova sperimentale si può desumere?
- Un gas perfetto subisce una compressione isobara quasi-statica. Dire se è positiva, negativa o nulla: a) la variazione di entropia del sistema; b) la variazione di entropia dell'ambiente; c) la variazione di entropia dell'universo.
- Come si definisce il rendimento di una macchina termica? Quanto vale il massimo rendimento di una macchina termica che scambia calore con due soli termostati?

