

CALORIMETRIA

Si vuole misurare la temperatura di una massa $m=300\text{g}$ di acqua con un termometro di massa 55g e calore specifico $0.20\text{ cal/g}^\circ\text{K}$. Il termometro è inizialmente in equilibrio con l'ambiente e segna 293K ; dopo averlo immerso nell'acqua, si stabilisce l'equilibrio termico tra l'acqua e il termometro e questo segna 317.4K .

Se non ci sono state dispersioni di calore, determinare:

- la temperatura dell'acqua prima della misura;
- la variazione di entropia del termometro e dell'acqua.

Un pezzo di ferro di massa $m_{\text{FE}}=100\text{g}$ e temperatura 1300°C viene immerso in una miscela di acqua e ghiaccio in equilibrio, composta da 10g di ghiaccio e 40g di acqua. Determinare la temperatura di equilibrio e la variazione di entropia dell'universo fra lo stato iniziale e lo stato finale di equilibrio, supponendo che non vi siano dispersioni di calore e il processo avvenga a pressione atmosferica. (c_{F} = Calore latente di fusione del ghiaccio: 80 cal/g , c_{EV} = Calore latente di evaporazione dell'acqua a 100°C : 539 cal/g , $c_{\text{H}_2\text{O}}$ = Calore specifico dell'acqua: $1\text{ cal/g}^\circ\text{C}$, c_{P} = calore specifico del vapor d'acqua = 0.44 cal/gK , c_{FE} = Calore specifico del ferro: $0.1\text{ cal/g}^\circ\text{C}$).

GAS IDEALI

1. Una mole di gas monoatomico ideale compie una compressione quasi statica da uno stato p_1, V_1 ad uno stato p_F, V_F , in modo che p vari linearmente con V . Se nella trasformazione si ha una variazione di energia interna $\Delta U = 680\text{ J}$, calcolare il volume finale V_F ed il calore scambiato nella trasformazione. ($p_1 = 1.2\text{ atm}$, $V_1 = 18 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3$, $p_F = 1.6\text{ atm}$).

2. Una macchina termica a gas perfetto operante tra due sorgenti a temperatura $T_1 = 200\text{K}$ e $T_2 = 500\text{K}$ esegue il ciclo costituito dalle seguenti trasformazioni:

AB isoterma reversibile a temperatura T_2 ; BC adiabatica irreversibile; CD isoterma reversibile a temperatura T_1 ; DA adiabatica reversibile. Sapendo che $V_B/V_A = 2$ e che $V_C/V_D = 2.3$, calcolare:

- a) il rapporto fra i lavori eseguiti nelle due trasformazioni adiabatiche;
- b) il rendimento del ciclo;
- c) il rendimento di un ciclo di Carnot operante tra le stesse sorgenti.

3. Un gas ideale biatomico compie un ciclo reversibile costituito dalle seguenti trasformazioni:

A→B espansione isobara dal volume V_A al volume $V_B = 3V_A$;

B→C trasformazione isocora;

C→D compressione isobara fino al volume $V_D = 2V_A$;

B→A compressione isoterma.

Calcolare il rendimento del ciclo.

4. Un gas ideale monoatomico compie un ciclo reversibile costituito dalle seguenti trasformazioni:

- 1) AB isobara;
- 2) BC adiabatica;
- 3) CD isocora;
- 4) DA adiabatica.

Sapendo che $T_B = 2T_A$ e $T_D = 0.24T_B$, determinare il rapporto fra le temperature T_C e T_D e il rendimento del ciclo.

5. Una macchina termica utilizza $0,5$ moli di un gas perfetto biatomico per compiere il ciclo ABC costituito dalle seguenti trasformazioni:

1. espansione isobara reversibile AB;
2. espansione adiabatica reversibile BC;
3. compressione isoterma irreversibile CA.

Sapendo che $p_A = 4\text{atm}$, $V_A = 2\ell$, $V_B = 5\ell$ e che il calore ceduto dalla macchina nella trasformazione CA è $Q_{\text{CA}} = -2800\text{J}$, si rappresenti il ciclo nel piano pV e si calcolino:

- a) il volume del gas nello stato C;
- b) il rendimento del ciclo;
- c) la variazione di entropia di ogni trasformazione.

6. Un cilindro adiabatico è chiuso da un pistone scorrevole senza attrito su cui sono appoggiati dei pesi, come mostrato in figura. Il cilindro contiene una mole di un gas ideale monoatomico in equilibrio alla pressione p . Si tolgono rapidamente alcuni dei pesi ed il gas si espande raggiungendo un nuovo stato di equilibrio con pressione $p_1 = p/4$. Calcolare:

- 1) il rapporto V_1/V fra il volume finale e quello iniziale;
- 2) la variazione di entropia del gas.

7. Una macchina termica lavora tra una sorgente fredda costituita da una miscela di acqua e ghiaccio a temperatura T_1 e una sorgente a temperatura $T_2 = 373\text{K}$, con un rendimento $\eta = 0.2$. La massa di ghiaccio che si scioglie in un ciclo è $m = 0.17\text{g}$. Determinare:

1. il calore assorbito in un ciclo dalle sorgenti;
2. la variazione di entropia delle due sorgenti;
3. il lavoro prodotto dalla macchina. ($\lambda_{\text{fus}} = 333 \cdot 10^3\text{J/Kg}$).

8. Un recipiente conduttore di volume V contiene una mole di gas perfetto monoatomico a temperatura $T = 300^\circ \text{K}$, sul quale agisce una pressione esterna costante p . Una quantità di calore $Q = 3116 \text{ J}$ viene fornita al gas che si espande fino a raggiungere uno stato finale con un volume V_F e una temperatura T_F . Calcolare:

- 1) la temperatura finale;
- 2) il lavoro compiuto dal gas;
- 3) la variazione di entropia del gas.

9. In un ciclo un frigorifero reversibile cede una quantità di calore Q_2 ad una sorgente a temperatura $T_2 = 400 \text{ K}$ e assorbe una quantità di calore Q_1 da una massa $M = 0.5 \text{ Kg}$ di acqua, inizialmente a temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$, raffreddandola fino alla temperatura $T_{1f} = 290 \text{ K}$. Determinare:

- a) la variazione di entropia dell'acqua;
- b) le quantità di calore Q_1 e Q_2 ;
- c) il lavoro compiuto dalla macchina;
- d) l'efficienza del frigorifero.

10. Un cilindro verticale munito di un pistone di peso trascurabile, scorrevole senza attrito, sul quale agisce dall'esterno la pressione atmosferica, contiene 1 mole di gas perfetto. Il gas, in contatto termico con una sorgente a temperatura $T = 244 \text{ K}$, è in equilibrio con l'ambiente circostante. Appoggiando sul pistone una massa, il gas raggiunge irreversibilmente, dopo un certo tempo, un nuovo stato di equilibrio in cui il suo volume è $V = 10$ litri. Calcolare:

- 1) la pressione finale del gas;
- 2) la quantità di calore scambiata con la sorgente;
- 3) la variazione di entropia dell'universo nella trasformazione.

11. Una macchina termica irreversibile assorbe in ogni ciclo una quantità di calore $Q_2 = 18 \text{ KJ}$ da una sorgente a temperatura $T_2 = 480 \text{ K}$ e cede calore ad una sorgente a temperatura $T_1 = 300 \text{ K}$. La variazione di entropia dell'universo in ogni ciclo è $\Delta S = 7.5 \text{ J/K}$. Determinare il lavoro prodotto in un ciclo. Se questo lavoro viene utilizzato per far funzionare un frigorifero di Carnot fra le stesse due temperature, determinare l'efficienza del frigorifero e il calore assorbito dalla sorgente fredda.

12. Due macchine termiche funzionano con le stesse due sorgenti di calore alle temperature $T_1 = 250 \text{ K}$ e $T_2 = 500 \text{ K}$. La prima macchina opera secondo un ciclo di Carnot assorbendo una quantità di calore $Q_2 = 1400 \text{ J}$ dalla sorgente a temperatura T_2 . La seconda macchina descrive invece un ciclo irreversibile il cui rendimento è $\eta_{\text{IRR}} = 0.35$. Il lavoro prodotto dalle due macchine è il medesimo. Determinare in un ciclo:

1. il lavoro prodotto;
2. i calori scambiati e la variazione di entropia dell'universo della macchina irreversibile.

13. Un cilindro con pareti rigide e adiabatiche di volume $V = 10 \text{ l}$ è diviso in due parti uguali da un pistone mobile adiabatico. Inizialmente con il pistone bloccato, il volume V_A contiene $n = 0.1$ moli di gas ideale monoatomico a temperatura $T = 373 \text{ K}$ e il volume V_B contiene $n = 0.2$ dello stesso gas alla stessa temperatura. Il pistone viene sbloccato e, dopo un certo intervallo di tempo, il sistema raggiunge l'equilibrio in una configurazione in cui $V'_A = 2/3 V'_B$. Calcolare:

- 1) la pressione finale e le temperature finali dei due gas;
- 2) la variazione di entropia dell'universo.

14. Un recipiente cilindrico di sezione $S = 1 \text{ dm}^2$ e altezza 2 dm è diviso inizialmente in due parti uguali A e B, ciascuna contenente $n = 0.2$ moli di un gas perfetto biatomico alla temperatura $T = 300 \text{ K}$, da un pistone mobile termicamente isolante.

Il recipiente ha tutte le pareti adiabatiche tranne una base conduttrice attraverso la quale viene fornita al gas in A il calore $Q = 4186 \text{ J}$. Si nota che il pistone si solleva di 5 cm . Determinare:

- 1) le temperature finali in A e in B;
- 2) la variazione di entropia del gas in B.

($T_{AF} = 1200 \text{ K}$, $T_{BF} = 400 \text{ K}$, $DS = 5.2 \cdot 10^{-2} \text{ J/K}$)

15. Due moli di un gas perfetto biatomico sono contenute in un recipiente adiabatico, munito di un pistone adiabatico. Inizialmente il pistone è mantenuto fermo e il gas occupa un volume $V_1 = 20 \text{ l}$, a pressione $p_1 = 3 \text{ atm}$. Si lascia libero il pistone e il gas, sul quale agisce una pressione esterna costante $p_E = 1.5 \text{ atm}$, si espande irreversibilmente fino a raggiungere uno stato di equilibrio con un volume V_2 e una temperatura T_2 . Calcolare T_2 , V_2 e la variazione di entropia del gas.

16. Un recipiente cilindrico adiabatico di volume $V = 12$ litri è diviso in due camere A e B da un setto di spessore e massa trascurabili scorrevole senza attrito. Nelle due camere si trovano $n_A = 1$ mole ed $n_B = 2$ moli di un gas perfetto. In condizioni di equilibrio la temperatura del gas è $T_0 = 273 \text{ K}$.

Calcolare:

- a) i volumi V_A e V_B delle camere;
- b) la pressione p del gas se il setto si rompe;
- c) la variazione di entropia del gas.

17. Un gas perfetto descrive un ciclo reversibile costituito dalle seguenti trasformazioni:

- 1) AB isobara; 2) BC isocora; 3) CD isobara; 4) DA isocora.

Il volume massimo occupato dal gas durante il ciclo è il triplo di quello minimo, mentre la pressione massima è doppia di quella minima. Il rendimento del ciclo è $\eta = 4/33$. Disegnare il ciclo e determinare:

- a) l'espressione dei calori assorbiti e ceduti durante il ciclo;
- b) il calore molare a volume costante del gas.