

Esercizi Termodinamica

Esercitazioni di Fisica LA per ingegneri - A.A. 2002-2003

Esercizio 1

Determinare il volume occupato da $m = 10\text{ g}$ di ossigeno (peso molecolare $M = 32\text{ g/mole}$) alla pressione di 1 atm e alla temperatura di 480°K . (R: 12.3 l)

Esercizio 2

Calcolare la variazione di energia interna di un sistema termodinamico che compie un lavoro $L = 150\text{ J}$ e assorbe 50 cal . (R: 59.3 J)

Esercizio 3

Una massa $m = 8\text{ g}$ di gas perfetto occupa un volume $V = 20.5\text{ l}$ alla pressione $P = 0.7\text{ atm}$ e alla temperatura $T = 350^\circ\text{K}$. Trovare il peso molecolare del gas. (R: 16 g/mole)

Esercizio 4

Una certa quantità di gas monoatomica, inizialmente a pressione $p_1 = 24.3\text{ atm}$ e a temperatura $T_1 = 900^\circ\text{K}$ si espande adiabaticamente e quasi-staticamente finché la pressione raggiunge un valore $p_2 = 3.2\text{ atm}$. Calcolare la temperatura finale. (R: 400°K)

Esercizio 5

Una certa quantità di gas reale, inizialmente a volume $V_1 = 2\text{ l}$ e a pressione $p_1 = 1.5\text{ atm}$ compie una trasformazione quasi-statica espandendosi a pressione costante fino ad un volume $V_2 = 10\text{ l}$. Calcolare il lavoro compiuto dal gas. (R: $12\text{ l} \cdot \text{atm}$)

Esercizio 6

Una massa $m = 5\text{ g}$ di idrogeno (peso molecolare $M = 2\text{ g/mole}$) alla temperatura di $T = 300^\circ\text{K}$ occupa un volume $V = 50\text{ l}$. Determinare la pressione del gas. (R: 1.2 atm)

Esercizio 7

Calcolare, in Joule, il lavoro compiuto da una mole di gas perfetto che si espande isobaricamente e quasi-staticamente da uno stato iniziale a temperatura $t_1 = 10^\circ\text{C}$ ad uno stato finale a temperatura $t_2 = 110^\circ\text{C}$. (R: 831 J)

Esercizio 8

Calcolare il volume finale di una certa quantità di gas perfetto monoatomico che, inizialmente a volume $V = 25\text{ l}$, compie un'espansione adiabatica, quasi-statica, passando dalla temperatura $t_1 = 807^\circ\text{C}$ alla temperatura $t_2 = 477^\circ\text{C}$. (R: 43.2 l)

Esercizio 9

Calcolare il lavoro compiuto da 5 moli di idrogeno che eseguono una trasformazione quasi-statica isoterma, alla temperatura di $T = 300^\circ K$ fino a raddoppiare il volume finale. (R: $85.3 l \cdot atm$)

Esercizio 10

Una certa quantità di gas perfetto biatomico, inizialmente in uno stato A di volume $V_A = 3 l$ e pressione $P_A = 2 atm$, si espande a pressione costante fino ad uno stato B , quindi viene compressa prima isotericamente fino ad uno stato C e poi adiabaticamente fino ad uno stato D di volume uguale a quello iniziale e pressione $P_D = 3.8 atm$. Calcolare la variazione di energia interna del gas. (R: $13.5 l \cdot atm$)

Esercizio 11

Una massa $m = 10 g$ di idrogeno si espande quasi-staticamente secondo la trasformazione $P \cdot V = k$ con $k = 123 l \cdot atm$ da uno stato a pressione $P_1 = 4 atm$ ad uno stato a pressione $P_2 = 1 atm$. Calcolare il lavoro compiuto dal gas e la temperatura a cui avviene la trasformazione. (R: $170 l \cdot atm$, $300^\circ K$)

Esercizio 12

Una massa $m = 10 g$ di Argon (peso molecolare $M = 40 g/mole$) è inizialmente in uno stato A di pressione $P_A = 3 atm$ e temperatura $T_A = 300^\circ K$. calcolare la variazione di energia interna, il lavoro compiuto e il calore assorbito se il gas viene portato in uno stato B di pressione $P_B = 1 atm$ e temperatura $T_B = 600^\circ K$ mediante le seguenti coppie di trasformazioni quasi-statiche:

- 1) da A a C a pressione costante e da C a B a volume costante;
- 2) da A a D a volume costante e da D a B a pressione costante;
- 3) da A ad E a temperatura costante e da E a B a pressione costante;
- 4) da A a F a volume costante e da F a B a temperatura costante.

trattando l'Argon come un gas perfetto monoatomico.

Esercizio 13

Una certa quantità di ossigeno compie il ciclo ABC costituito dalle trasformazioni AB (isocora), BC (isoterma), CA (isobara). Considerando l'ossigeno come gas perfetto biatomico e sapendo che $P_A = 1 atm$, $P_B = 2 atm$, $V_A = 2 l$, $V_C = 4 l$ calcolare il calore scambiato nelle singole trasformazioni e il lavoro compiuto dal gas in un ciclo. (R: 5, 2.8, $-7 l \cdot atm$, $0.8 l \cdot atm$)

Esercizio 14

In un recipiente dalle pareti adiabatiche vengono mescolati $m_1 = 50 g$ di acqua alla temperatura di $T_1 = 20^\circ C$ e $m_2 = 80 g$ di acqua alla temperatura di $T_2 = 85^\circ C$. Calcolare la temperatura finale in equilibrio. (R: $60^\circ C$)

Esercizio 15

Una mole di gas perfetto monoatomico é contenuta in un cilindro adiabatico, chiusa da un pistone mobile senza attrito di area A e di massa m . Il cilindro é inizialmente orizzontale e il gas occupa un volume V_0 ed é alla temperatura T_0 . Si pone lentamente il cilindro verticale, in modo che il gas compia una trasformazione quasi-statica. Calcolare il volume finale nella nuova configurazione di equilibrio nel caso in cui lo stantuffo sia in alto, e nel caso in cui sia in basso. (R: $V_0(1 \pm \frac{mgV_0}{ART_0})^{-1/\gamma}$)

Esercizio 16

Calcolare la capacità termica molare di un gas perfetto in una trasformazione in cui la pressione é proporzionale al volume. (Si consideri c_V indipendente dalla temperatura). (R: $c_V + R/2$)

Esercizio 17

Una mole di gas perfetto monoatomico si espande a pressione costante P_1 da un volume V_1 ad un volume doppio. Calcolare fino a quale volume dovrebbe espandersi isotermicamente lo stesso gas partendo dallo stesso stato iniziale per produrre la stessa quantità di lavoro e fino a quale per assorbire la stessa quantità di calore. (R: $eV_1, e^{5/2}V_1$)

Esercizio 18

Una mole di gas inizialmente a pressione $P_A = 1.5 \text{ atm}$ e volume $V_A = 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$ esegue un ciclo reversibile composto di una trasformazione isocora che lo porta alla pressione $P_B = 1 \text{ atm}$, una trasformazione isobara e una trasformazione isoterma che lo riporta allo stato iniziale. Sapendo che l'equazione di stato del gas é $PV = (1 + kP)RT$ con $K = -0.2 \text{ atm}^{-1}$ calcolare i valori dei parametri corrispondenti ai tre stati A, B, C e i lavori lungo le tre trasformazioni. Infine si calcoli la variazione di energia interna nella trasformazione isoterma da C ad A .

Esercizio 19

1.8 moli di gas perfetto biatomico, partendo dallo stato iniziale A ($T_A = 300^\circ \text{K}$, $V_A = 0.02 \text{ m}^3$) raggiungono uno stato B , variando l'energia interna di $\Delta U = -1000 \text{ J}$ e l'entropia $\Delta S = 2.75 \text{ J/K}$. Calcolare i parametri degli stati A e B . Nell'ipotesi che lo stato B sia raggiunto con un'espansione isoterma sino ad uno stato intermedio C seguita da un'adiabatica, calcolare i parametri dello stato C , il lavoro e la quantità di calore scambiati dal gas con l'ambiente.

Esercizio 20

1.4 moli di gas perfetto monoatomico occupano, inizialmente, un volume $V_A = 0.05 \text{ m}^3$ ad una pressione $P_A = 2 \text{ atm}$. Il gas compie due trasformazioni reversibili: prima una trasformazione adiabatica che ne dimezza il volume e successivamente una isobara che lo riporta alla temperatura iniziale. Calcolare i parametri P, V, T dei tre stati, il lavoro compiuto ed il calore scambiato in ciascuna trasformazione. Supponendo che il gas ritorni successivamente nello stato iniziale tramite una espansione libera, calcolare la variazione totale di entropia dell'universo quando é stato completato il ciclo.

Esercizio 21

Due moli di gas perfetto biatomico, partendo dallo stato iniziale con $V_A = 0.02 \text{ m}^3$ e $P_A = 1.2 \text{ atm}$ si portano con due successive trasformazioni reversibili (la prima isoterma e la seconda adiabatica) nello stato finale $V_B = 3V_A$ e $P_B = P_A/4$. Calcolare: i parametri P , V , T dello stato intermedio comune alle due trasformazioni, i lavori e le quantità di calore scambiate rispettivamente nelle due trasformazioni, la variazione di entropia del gas fra stato finale ed iniziale.

Esercizio 22

Due moli di gas perfetto biatomico inizialmente nello stato A ($V_A = 0.05 \text{ m}^3$ $P_A = 0.76 \text{ atm}$) compiono il seguente ciclo. Da A a B con un'isocora fino a raggiungere la temperatura $T_B = 600^\circ \text{K}$, da B a C tramite una trasformazione che, sul piano (P, V) altro non è che un segmento rettilineo, da C ad A con un'isobara ($V_C > V_A$). Calcolare i parametri P , V , T dei tre stati, il lavoro fornito dal ciclo, la variazione di entropia corrispondente a ciascuna trasformazione.

Esercizio 23

In un recipiente a pareti adiabatiche, chiuso da un pistone pure adiabatico, senza peso e mobile senza attriti, sono contenute n moli di gas perfetto di cui è noto il calore molare c_v e un corpo di massa m di calore specifico costante c . Inizialmente tutto il sistema si trova ad una temperatura T_0 e il gas occupa un volume V_0 . Si fa espandere quasi-staticamente il gas fino ad un volume V_f . Calcolare la temperatura finale T_f del sistema. (Si trascuri la dilatazione termica del corpo di massa m). (R: $T_0(V_0/V_f)^{nR/(mc+nc_v)}$)

Esercizio 24

Due recipienti A e B di ugual volume, a pareti rigide ed adiabatiche, contengono due quantità differenti dello stesso gas perfetto alle pressioni P_A e P_B . Si mettono in comunicazione i due recipienti tramite un tubo di volume trascurabile; determinare la pressione finale del gas. (R: $(P_A + P_B)/2$)

Esercizio 25

Un gas reale ha equazione $(P + a/V^2)(V - b) = RT$ dove $a = 3.5 \text{ l}^2 \cdot \text{atm}$, $b = 0.1 \text{ l}$. Il gas compie una trasformazione quasi-statica alla temperatura costante $T = 303^\circ \text{K}$ espandendosi da un volume iniziale $V_1 = 0.5 \text{ l}$ ad un volume di $V_2 = 0.7 \text{ l}$. Calcolare il lavoro compiuto dal gas. (R: $8.1 \text{ l} \cdot \text{atm}$)