

ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 24/07

1. Un campione di $n = 2.0 \times 10^{-1}$ moli di gas perfetto monoatomico si trova alla temperatura iniziale $T_0 = 300$ K all'interno di un recipiente cilindrico di sezione di area $S = 10$ cm² ed altezza molto grande. Inizialmente, il tappo del recipiente, che ha **massa trascurabile**, è **fisso** rispetto alla parete laterale del cilindro, e l'altezza del volume occupato dal gas è $h_0 = 8.3$ cm.
- a) Il recipiente viene messo a contatto con una sorgente di calore (un fornellino!) che si trova a temperatura $T_1 = 600$ K ed il gas viene portato a questa temperatura. Quanto vale la variazione ΔP della pressione del gas al termine del processo di riscaldamento, che potete supporre **reversibile**? [Ricordate che la costante dei gas perfetti vale $R = 8.3$ J/(K mole)]
 $\Delta P = \dots\dots\dots = \dots\dots$ Pa
- b) Successivamente, mentre il recipiente **resta a contatto con la sorgente di calore alla temperatura T_1** , il sistema che fissa il tappo alla parete viene scollegato, così che esso diventa **libero di muoversi** in direzione verticale in una trasformazione molto lenta, che passa per stati di equilibrio (cioè è approssimativamente **reversibile**). Sapendo che la pressione esterna vale $P_{ATM} = 1.0 \times 10^5$ Pa, quanto vale l'altezza h del volume occupato dal gas al termine del processo? [Individuate il tipo di trasformazione che il gas subisce, e ragionate di conseguenza]
 $h = \dots\dots\dots = \dots\dots$ m
- c) Quanto vale il calore Q scambiato dal gas con la sorgente durante quest'ultimo processo? [Può esservi utile ricordare che, per un gas perfetto monoatomico, i calori specifici molari a volume e pressione costante valgono rispettivamente $c_V = (3/2)R$ e $c_P = (5/2)R$]
 $Q = \dots\dots\dots = \dots\dots$ J
- 2) Un recipiente di volume $V = 1.0$ litro ha pareti **termicamente isolanti** ed è dotato di un setto rigido orizzontale di spessore trascurabile, realizzato con un materiale impermeabile ai gas che è in grado di resistere senza rompersi fino a differenze di pressione tra le sue facce pari a $p_M = 5.0 \times 10^5$ Pa; il setto divide il recipiente in due parti uguali. In una di queste due parti è fatto il vuoto pneumatico, mentre l'altra contiene una quantità $n = 5.0 \times 10^{-2}$ moli di gas perfetto monoatomico assieme ad un resistore elettrico di dimensioni trascurabili, usato per riscaldare il gas. Inizialmente il resistore è scollegato da qualsiasi circuito e la temperatura del gas è $\theta_0 = 27$ °C.
- a. Quanto vale la pressione iniziale p_0 del gas? [Usate il valore $R = 8.3$ J/K per la costante dei gas perfetti]
 $p_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots$ Pa
- b. Ad un dato istante il resistore viene collegato ad un generatore che fa in modo che esso riscaldi il gas (e solamente il gas!) con una potenza costante $W = 25$ W. Si osserva che, trascorso un intervallo di tempo Δt , il setto si rompe, ed il gas comincia a riempire anche la parte di recipiente inizialmente vuota. Quanto vale Δt ? [Supponete che né il recipiente né il setto si deformino fino alla rottura, istantanea, del setto stesso ed usate l'espressione $c_V = (3/2)R$ per il calore specifico molare a volume costante per un gas perfetto monoatomico]
 $\Delta t = \dots\dots\dots = \dots\dots$ s
- c. Nello stesso istante in cui il setto si rompe, il resistore viene scollegato; quanto vale la temperatura T del gas quando esso ha occupato l'intero volume del recipiente? [Fate attenzione al fatto che la trasformazione subita dal gas è certamente **irreversibile** e cercate di utilizzare qualche principio di carattere generale osservando che si tratta di una "espansione irreversibile nel vuoto"]
 $T = \dots\dots\dots = \dots\dots$ K
3. Sapete che la variazione di entropia dS per una "piccola" trasformazione **reversibile** in cui un gas scambia una quantità di calore dQ vale $dS = dQ/T$, dove T è la temperatura "istantanea" del gas (notate che stiamo supponendo trasformazioni che coinvolgono variazioni **infinitesime** delle quantità in gioco, immaginando che ad esse possano essere associate variazioni infinitesime "esatte" del calore, affermazione non del tutto corretta dato che il calore non è una variabile di stato). Considerate ora trasformazioni reversibili tra stati "distanti" e supponendo una mole di gas perfetto monoatomico.

- a) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per una trasformazione **adiabatica reversibile**?
 $\Delta S = \dots\dots\dots$
- b) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per una trasformazione **isocora** tra gli stati $P_0 T_0$ e $P_1 T_1$?
 $\Delta S = \dots\dots\dots$
- c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per una trasformazione **isobara** tra gli stati $V_0 T_0$ e $V_1 T_1$?
 $\Delta S = \dots\dots\dots$
- d) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per una trasformazione **isoterma** tra gli stati $P_0 V_0 T_0$ e $P_1 V_1 T_0$? [Suggerimento : notate che $dU = 0$ ed esprimete $dQ = PdV$]
 $\Delta S = \dots\dots\dots$
4. Una certa quantità (incognita) di Elio, un gas monoatomico che può essere considerato perfetto, partecipa ad un ciclo termico composto dalla sequenza di trasformazioni **reversibili**: compressione isoterma $A \rightarrow B$, compressione isobara $B \rightarrow C$, espansione isoterma $C \rightarrow D$, compressione adiabatica $D \rightarrow A$. I dati noti del ciclo sono: $V_A = 9.00$ litri, $V_B = 2V_A/3$ e $V_C = V_B/4$. Si sa inoltre che l'espansione isoterma $C \rightarrow D$ avviene mantenendo il gas a contatto termico con un termostato costituito da un'enorme massa di acqua e ghiaccio fonde mescolati ed in equilibrio termico fra loro. [Usate $R = 8.31$ J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]
- a) Quanto vale il volume V_D occupato dal gas nel punto D del ciclo?
 $V_D = \dots\dots\dots = \dots\dots$ m³
- b) Sapendo che nell'espansione isoterma $C \rightarrow D$ viene solidificata una massa $m = 100$ g di acqua (calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda_F = 3.33 \times 10^5$ J/kg), quanto vale il numero di moli n del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che $\ln(48) \sim 3.87$]
 $n = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$ moli
- c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas nella trasformazione $A \rightarrow C$ (cioè nella successione di trasformazioni $A \rightarrow B \rightarrow C$)?
 $\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots$ J/K