

Esame di Fisica Generale I (secondo modulo) [145033]
Laurea Triennale in Matematica, A. A. 2023-2024
5 Febbraio 2024, Aula A105

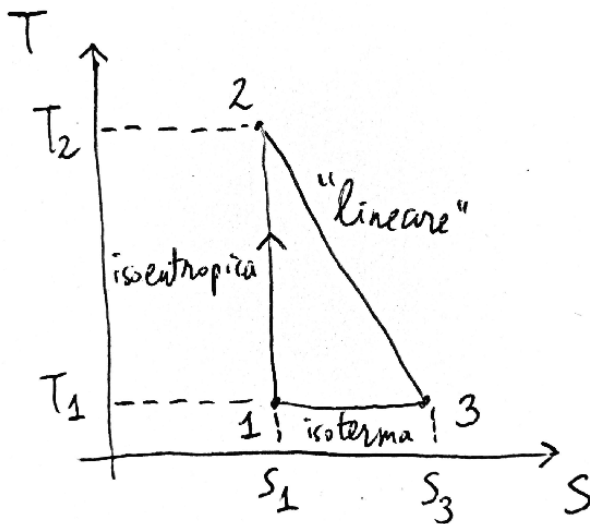
Tempo totale a disposizione: 3 ore

Totale punti: $(3 + 1 + 2 + 1 + 2 + 3) + 12 + (3 + 1 + 1 + 2 + 2) = 33$

In bocca al lupo!

Esercizio 1

Un gas ideale biatomico, inizialmente in equilibrio a temperatura ed entropia T_1 e S_1 , subisce il ciclo “triangolare” nel piano T - S in figura, costituito da una trasformazione isoentropica reversibile ($1 \rightarrow 2$), una trasformazione “lineare” reversibile ($2 \rightarrow 3$), e una trasformazione isoterma reversibile ($3 \rightarrow 1$). Si considerino inoltre noti i rapporti di espansione $T_2/T_1 = T_2/T_3 = 3$ e $S_3/S_1 = S_3/S_2 = 2$.



- (a) Calcolare il rendimento del ciclo in questione e dimostrare che è pari a $1/2$. **[3 punti]**
- (b) Dimostrare che il rendimento calcolato di sopra è inferiore del rendimento di un ciclo di Carnot operante fra la stessa temperatura massima e minima raggiunta nel ciclo triangolare. **[1 punto]**
- (c) Si calcoli la variazione di entropia dell'ambiente lungo ognuno dei 3 rami del ciclo, e si esprimano tutti e 3 i risultati in funzione solo ed esclusivamente di S_1 . **[2 punti]**
- (d) Ripetere il conto del punto (c) per l'ambiente circostante ausiliario. **[1 punto]**
- (e) Come cambierebbero i risultati dei punti (a), (b), (c), e (d) se il gas invece che biatomico fosse monoatomico? **[2 punti]**
- (f) Si supponga ora che la trasformazione isoterma reversibile $3 \rightarrow 1$ venga sostituita da una trasformazione **irreversibile**. In particolare si pone il gas, inizialmente a una certa temperatura, pressione, volume, ed entropia $T_3(= T_1)$, P_3 , V_3 , e S_3 , *istantaneamente* a un ambiente a una certa pressione P_1 , il tutto mentre lo si mantiene a contatto con un termostato a temperatura T_1 , in maniera tale che venga raggiunto lo stesso stato 1 con entropia S_1 del caso reversibile, e aspettando che venga ristabilito l'equilibrio termodinamico. Si supponga che a questo punto il gas occupi un certo volume V_1 . Determinare i rapporti P_1/P_3 e V_1/V_3 , e in base al risultato ottenuto dire se il gas si sia espanso o contratto. **[3 punti]**

Esercizio 2

Si consideri un gas ideale biatomico, inizialmente in equilibrio a temperatura T_i , volume V_i , pressione P_i , ed entropia S_i . Il gas poi compie trasformazioni quasistatiche reversibili descritte dalle seguenti funzioni (separatamente/una alla volta, partendo sempre dalle stesse coordinate iniziali):

- (a) $T(V) = \alpha V$, da V_i a $V_f = \beta V_i$;
- (b) $T(P) = \alpha P$, da P_i a $P_f = \beta P_i$;
- (c) $T(S) = \alpha S$, da S_i a $S_f = \beta S_i$;

In tutti e tre i casi α è una costante positiva, e $\beta > 1$. Per ognuno dei tre casi, si calcolino la variazione di energia interna del gas ΔU , il lavoro svolto dal gas W , il calore assorbito dal gas Q durante la trasformazione, e la variazione di entropia dell'ambiente ΔS_{amb} , e si esprimano i risultati (12 in tutto) esclusivamente in funzione di α , β , e T_i . **[12 punti]**

Esercizio 3

A riposo, il corpo di un marziano emette calore a una potenza media di 100 W. Durante periodi di esercizio fisico, questo numero può aumentare fino a 1000 W. Al tempo stesso, se l'aria è prevalentemente secca, un marziano può sopportare al massimo una temperatura di circa 55° C prima che sopraggiunga la morte (se l'aria è umida le cose si mettono male prima). Gli stessi numeri benomale vangono anche per i terrestri.

Supponiamo che 100 marziani si trovino in una stanza (sulla Terra) dalle pareti rigide e isolanti, delle dimensioni di $x = 20$ m in lunghezza, $y = 20$ m in larghezza, e $z = 3$ m in altezza. Inizialmente l'aria, che si può approssimare come un gas ideale costituito principalmente da azoto biatomico N_2 , si trova a pressione atmosferica $P_i = P_{\text{atm}}$, mentre l'impianto di aria condizionata riesce a mantenere la temperatura a $T_i = 20^\circ \text{C}$. Alle ore 20:00, salta tutta l'elettricità, il che fa saltare l'impianto di aria condizionata, e impedisce ai marziani di uscire dalla stanza. A questo punto a causa dell'emissione di potenza dai corpi dei marziani, l'aria comincia abbastanza rapidamente a scaldarsi, e i poveri marziani cominciano ad avvicinarsi al loro ineluttabile destino.

- (a) A che ora muoiono i marziani, assumendo che questo avvenga istantaneamente quando l'aria raggiunge la temperatura di 55° C? **[3 punti]**
- (b) Ripetere il conto assumendo che nella stanza ci siano 30 marziani invece di 100. **[1 punto]**
- (c) Ripetere il conto assumendo che i 100 marziani facciano esercizio fisico per tutto il tempo. **[1 punto]**
- (d) Calcolare la variazione di energia interna ΔU_{tot} del sistema marziani+aria nella stanza, tra le 20:00 e l'ora di morte. **[2 punti]**
- (e) Qualitativamente, cosa cambierebbe se le pareti non fossero state isolanti? **[2 punti]**

Fine dell'esame