

Terzo Esonero del corso di Fisica del 15.6.2012

Corso di laurea in Informatica

A.A. 2011-2012

(Prof. Paolo Camarri)

Cognome:

Nome:

Matricola:

Anno di immatricolazione:

Problema n.1

Un punto materiale si muove di moto armonico semplice con ampiezza $A = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$ e periodo $T = 4 \text{ s}$.

Dopo un intervallo di tempo $\Delta t = 0,5 \text{ s}$ a partire dall'istante in cui il corpo ha raggiunto un estremo della sua traiettoria, determinare:

a) la distanza dalla posizione di equilibrio

$$\left| x(t = \Delta t) \right| = A \left| \cos \left(\frac{2\pi}{T} \Delta t \right) \right| = 5,66 \times 10^{-2} \text{ m}$$

b) il modulo della velocità

$$\left| v_x(t = \Delta t) \right| = A \left(\frac{2\pi}{T} \right) \left| \sin \left(\frac{2\pi}{T} \Delta t \right) \right| = 8,89 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$$

c) il modulo dell'accelerazione

$$\left| a_x(t = \Delta t) \right| = A \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \left| \cos \left(\frac{2\pi}{T} \Delta t \right) \right| = 13,96 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-2}$$

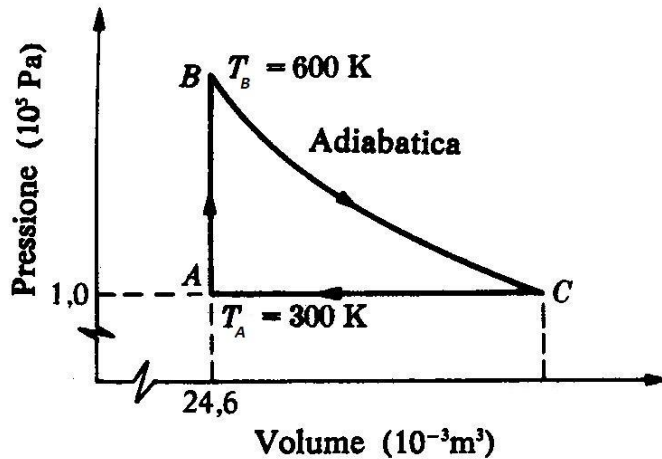
(Suggerimento: scegliere la fase iniziale uguale a 0 rad).

Problema n.2

Un gas perfetto monoatomico segue il ciclo reversibile mostrato in figura.

A B: trasformazione isocora; BC: trasformazione adiabatica; CA: trasformazione isobara

Conoscendo $V_A = 24,6 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, $p_A = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$, $T_A = 300 \text{ K}$, $T_B = 600 \text{ K}$:



a) Determinare la pressione del gas nello stato B del ciclo.

$$p_B = \left(\frac{T_B}{T_A} \right) p_A = 2,026 \times 10^5 \text{ Pa}$$

b) Determinare il volume e la temperatura del gas nello stato C del ciclo.

$$V_C = \left(\frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{3}{5}} V_A = 37,29 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_C = \left(\frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{3}{5}} T_A = 454,71 \text{ K}$$

c) Calcolare il lavoro svolto dal gas in un ciclo.

$$W_{\text{ciclo}} = p_A V_A \left[\frac{3}{2} \frac{T_B}{T_A} - \frac{5}{2} \left(\frac{T_B}{T_A} \right)^{\frac{3}{5}} + 1 \right] = 525,08 \text{ J}$$

- d) Calcolare la velocità quadratica media di una molecola di gas nello stato A, sapendo che la massa di una molecola è $m = 5,0 \times 10^{-26}$ kg.

$$v_{qm} = \sqrt{\frac{3k_B T_A}{m}} = 498,40 \text{ m s}^{-1}$$

Problema n.3

Mettiamo una quantità $m = 1$ kg di acqua (calore specifico dell'acqua: $c_a = 4,186 \times 10^3 \text{ J/(kg K)}$) che si trova alla temperatura iniziale $T_1 = 0^\circ \text{C}$ a contatto con una sorgente che si trova alla temperatura $T_2 = 100^\circ \text{C}$ e attendiamo che la temperatura dell'acqua raggiunga il valore T_2 . Considerando il processo in cui la temperatura dell'acqua è variata da 0°C a 100°C :

- a) Calcolare la variazione di entropia dell'acqua.

$$\Delta S_{acqua} = m c_a \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = 1305,86 \text{ J K}^{-1}$$

- b) Calcolare la variazione di entropia della sorgente.

$$\Delta S_{sorgente} = -m c_a \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2}\right) = -1121,80 \text{ J K}^{-1}$$

- c) Calcolare la variazione di entropia dell'universo (cioè l'acqua più la sorgente).

$$\Delta S_{universo} = m c_a \left[\ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2}\right) \right] = 184,59 \text{ J K}^{-1}$$

Ripetiamo l'operazione mettendo la stessa massa d'acqua, alla temperatura iniziale $T_a = 0^\circ \text{C}$, dapprima a contatto con una sorgente alla temperatura $T_b = 50^\circ \text{C}$ e attendiamo che raggiunga questa temperatura. Dopodiché mettiamo l'acqua, che adesso si trova alla temperatura $T_b = 50^\circ \text{C}$, a contatto con una sorgente alla temperatura $T_c = 100^\circ \text{C}$ e attendiamo che raggiunga questa temperatura. Considerando il processo complessivo in cui la temperatura dell'acqua è variata da 0°C a 100°C secondo le modalità appena descritte:

- d) Calcolare la variazione di entropia dell'acqua.

$$\Delta S_{acqua} = m c_a \ln\left(\frac{T_c}{T_a}\right) = 1305,86 \text{ J K}^{-1}$$

- e) Calcolare la variazione di entropia dell'universo (cioè l'acqua più le due sorgenti).

$$\Delta S_{universo} = m c_a \left[\ln\left(\frac{T_c}{T_a}\right) - \left(\frac{T_b - T_a}{T_b}\right) - \left(\frac{T_c - T_b}{T_c}\right) \right] = 97,27 \text{ J K}^{-1}$$

- f) (facoltativo) Sulla base dei risultati ottenuti, come si dovrebbe procedere (idealmente) per poter riscaldare la massa di acqua considerata da 0 °C a 100 °C senza far crescere l'entropia dell'universo?

Si dovrebbero utilizzare infinite sorgenti con temperature diverse, comprese tra 0 °C e 100 °C, tali che ogni aumento ΔT di temperatura dell'acqua sia molto piccolo (al limite infinitesimo). La somma delle variazioni di entropia di tutte le sorgenti, nel limite in cui il numero di sorgenti tende a infinito, bilancia esattamente l'aumento di entropia dell'acqua, per cui l'entropia dell'universo non è cambiata alla fine del processo. Questo risultato esemplifica ottimamente l'impossibilità di realizzare processi reversibili in pratica.

L'esame scritto prevede la risoluzione in due ore dei tre esercizi sopra riportati, senza poter consultare né libri propri né appunti.

La risposta a ciascuna domanda deve essere scritta nel riquadro corrispondente. Scrivere SOLO LA RISPOSTA FINALE, prima la forma letterale (se possibile) e poi il valore numerico. Nessun calcolo deve essere svolto su questi fogli.

Si richiede in ogni caso la consegna sia del presente foglio sia dei fogli manoscritti in cui sono stati svolti i calcoli.

Il libro di testo è a disposizione sulla cattedra, portato dal docente.

Lo studente, oltre al foglio di carta e alla penna, può avere sul tavolo solo la calcolatrice.