Calore

Breve formulario:

$Q = mc_s\Delta t$ (calore scambiato quando c'è variazione della temperatura)

$Q_{vap} = m\lambda_{vap}$ (calore scambiato durante la vaporizzazione o la condensazione)

$Q_{fus} = m\lambda_{fus}$ (calore scambiato durante la fusione o la solidificazione)

$PV = nRT$ legge del gas perfetto : a T = costante $PV = K$ Legge di Boyle

a P = costante $\frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0}$ 1° legge di Gay-Lussac

a V = costante $\frac{P}{P_0} = \frac{T}{T_0}$ 2° legge di Gay-Lussac

legge di Fourier (potenza termica che attraversa una parete)

$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA\frac{\Delta T}{\Delta l}$ dove k è il coefficiente di conducibilità termica, A la superficie della parete, Δl lo spessore della parete e ΔT il gradiente termico tra le due superfici della parete.

Legge del raffreddamento (esponenziale): $T(t) - T_a = \Delta T_0 \cdot e^{-\lambda t}$; $\frac{\Delta T}{\Delta l} = -\lambda(T - T_a)$

Dilatazione termica (lineare): $L = L_0 \cdot (1 + \lambda\Delta T)$; (volumica): $V = V_0 \cdot (1 + \alpha\Delta T)$ con $\alpha = 3\lambda$ per i solidi.

Energia interna del gas perfetto: $E = \frac{3}{2}nRT = N\frac{3}{2}k_BT$ (solo tre gradi di liberta, altrimenti 5/2 ..)

Rendimento di un motore ideale (funzionante tra $T_1 > T_2$) : $\eta = \frac{L_{svolto}}{Q_{fornito}} = \frac{Q_{ass} - Q_{ced}}{Q_{ass}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$

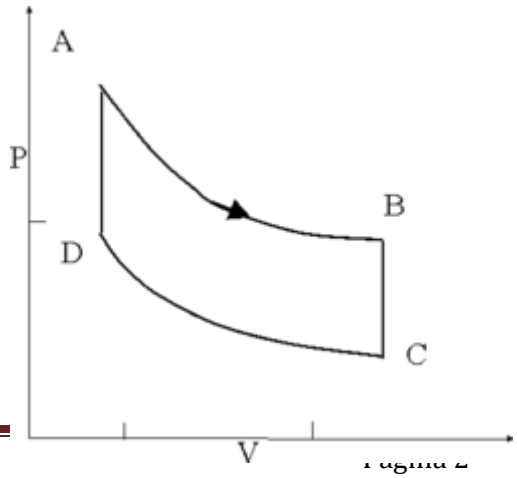
Trasformazione isocora : $L = 0$; $\Delta U = Q = nc_V\Delta T = n\frac{3}{2}R\Delta T$; $\Delta p = nR\frac{\Delta T}{V} = \frac{2Q}{3V}$

Trasformazione isoterma : $\Delta U = 0$; $L = Q = nR\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nR\ln\left(\frac{P_i}{P_f}\right)$; $\Delta p = nR\frac{\Delta T}{V} = \frac{2Q}{3V}$

Trasformazione adiabatica : $Q=0$; $\Delta U=-L=nc_v(T_f-T_i)$; $PV^\gamma=k$ con $k=\frac{c_P}{c_V}$

Esercizi:

1. Una certa quantità incognita di acqua a temperatura T_2viene aggiunta ad un bicchiere pieno di $m_g$grammi di ghiaccio a T_1. Nel processo si sciolgono Δm_ggrammi di ghiaccio. Determinare la quantità di acqua aggiunta. A questo punto il sistema viene lasciato a se stesso e tutto il ghiaccio si scioglie in t_1; quanto vale la potenza termica che entra nel sistema? (Dati: $m_g = 100\ g, \Delta m_g = 30\ g, T_2 = 20\ ^oC, T_1 = -10\ ^oC$, calore di fusione del ghiaccio $\lambda = 3.310^5 J/kg$, calore specifico del ghiaccio $c_g = 2051\ J/kgK, t_1 = 40\ minuti$)
2. Un blocco di alluminio di massa m_1, temperatura T_1, calore specifico c_1 è posto in contatto con un blocco di rame m_2, temperatura T_2, calore specifico c_2. Determinare la temperatura di equilibrio. (dati del problema $m_1 = 5\ g, T_1 = 250\ K, c_1 = 910\ Jkg^{-1}K^{-1}$, $m_2 = 15\ g, T_2 = 375\ K, c_2 = 390\ Jkg^{-1}K^{-1}$)
3. Alla temperatura T_0e alla pressione $p_0$una certa quantità di idrogeno (gas biatomico, ideale) occupa un volume V_0. Ad un certo istante il gas viene messo a contatto con una sorgente di calore ad una certa temperatura. Se si aspetta un tempo sufficientemente lungo, il volume del gas raddoppia mentre la pressione rimane eguale. Determinare la temperatura finale del gas e la variazione di energia interna del gas. (dati del problema $T_0 = 0\ ^oC$, $p_0 = 10^5\ Pa, V_0 = 0.0015\ m^3$)
4. Una mole di un gas perfetto biatomico si espande adiabaticamente (reversibilmente) fino ad occupare un volume doppio di quello iniziale determinare la temperatura finale e il lavoro fatto. (dati del problema temperatura iniziale $T_1 = 127\ ^oC$)
5. $n$moli di un gas monoatomico ideale sono contenute in un recipiente metallico di capacità molare $3R$e di numero di moli αn. Il gas esegue una trasformazione reversibile adiabatica. Determinare il valore del coefficiente γ(equivalente) della trasformazione adiabatica in funzione di α. (dati del problema $\alpha = 0.1, 1, 10$)
6. Un ciclo di Stirling consiste di due isoterme a temperatura T_1e T_2e due isocore a volume V_Ae l'altra a volume V_B. Il ciclo viene eseguito da un gas monoatomico con quindi capacità molare a volume costante pari a $c_v = 3/2R$. Immaginando che il ciclo venga percorso per stati di equilibrio termodinamico ed in particolare che le due isoterme siano reversibili.



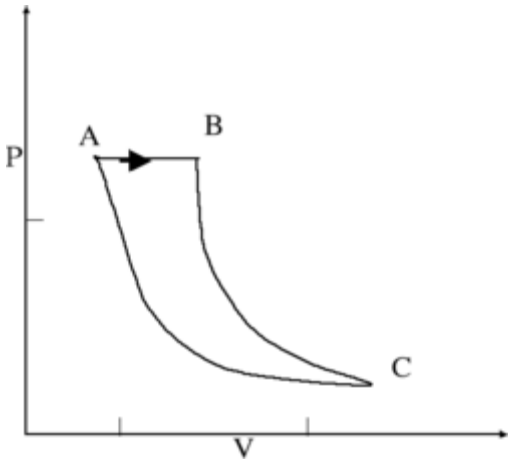
Determinare il rendimento del ciclo:

a) Nel caso che le isocore siano reversibili.

b) Nel caso che vi siano due sole sorgenti di temperatura.

c) Nel caso vi sia una sorgente di calore a temperatura intermedia tra T_1e T_2.(dati del problema $T_1 = 310\ K, T_2 = 500\ K, V_A = 0.002\ m^3, V_B = 0.004\ m^3$)

7. Una mole di elio, gas monoatomico, alla temperatura T_A , occupa inizialmente il volume V_A. Al gas viene fatta compiere una trasformazione isobara, per stati di equilibrio termodinamico, che porta il volume in B, una trasformazione adiabatica reversibile lo porta in Cche ha un volume doppio dello stato iniziale. Infine una trasformazione isoterma $C->A$reversibile riporta il sistema nello stato iniziale.



Determinare:

a) La temperatura in B.

b) Il lavoro fatto globalmente

c) Il rendimento del ciclo. (dati del problema $T_A = 300\ K, V_A = 0.001\ m^3$)

8. Se venisse fatta una macchina termica ideale di Carnot che utilizzasse come sorgente fredda il ghiaccio al punto di fusione T_1(con calore latente di fusione λ) e come sorgente calda l'oceano alla sua temperatura media T_2. Quale sarebbe la quantità di ghiaccio che si scioglierebbe in un'ora per produrre una potenza di P_o?dati del problema $T_1 = 0\ ^oC, T_2 = 4\ ^oC, P_1 = 10^7\ J/K, \lambda = 3.3 \cdot 10^5\ J/kg, P_o = 1\ GW$)

Quesiti delle passate edizioni delle Olimpiadi:



Un recipiente di polistirolo con coperchio contiene 0.30 kg di acqua a 100°C.

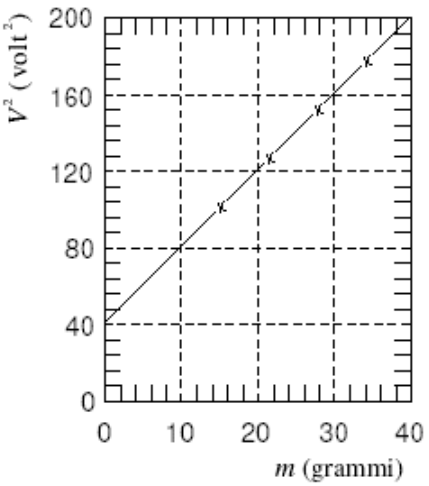
- Se vengono versati nel recipiente 0.10 kg di acqua a 20°C, la temperatura finale sarà

A 20°C B 40°C C 60°C D 80°C E 100°C

Quesito 18

Per misurare il calore latente di vaporizzazione di un liquido si usa un dispositivo che mantiene il liquido alla temperatura di ebollizione mediante un riscaldatore elettrico alimentato da una batteria di f.e.m. V; la massa m di liquido vaporizzato in un dato intervallo di tempo Δt viene pesata dopo che il liquido è stato fatto condensare.

Nel grafico in figura sono stati riportati i valori di V^2 in funzione di m.



- Se la resistenza del riscaldatore era di $4\,\Omega$ e il tempo di vaporizzazione è stato fissato in 10 minuti, determinare il calore latente di vaporizzazione del liquido usato, espresso in $\mathrm{J\,kg^{-1}}$.

A 10
B 600
C 10000
D 600000
E 720000

Quesito 35

Un recipiente cilindrico, chiuso in alto da un pistone mobile, contiene una determinata quantità di un gas perfetto. Del calore viene fornito al gas, causando la sua espansione e la salita del pistone.

- Se tutto il calore fornito è stato convertito in lavoro necessario a sollevare il pistone, allora ...

A ...l'energia interna del gas decresce e la temperatura cresce.
B ...l'energia interna del gas cresce e la temperatura cresce.
C ...l'energia interna del gas rimane inalterata e la temperatura cresce.
D ...l'energia interna del gas rimane inalterata e la temperatura rimane inalterata.
E ...l'energia interna del gas cresce e la temperatura rimane inalterata.

Quesito 20

Il grafico seguente mostra l'andamento della temperatura in funzione del tempo per una data sostanza, riscaldata da un fornello a potenza costante.

- Durante l'intervallo DE la sostanza subisce ...

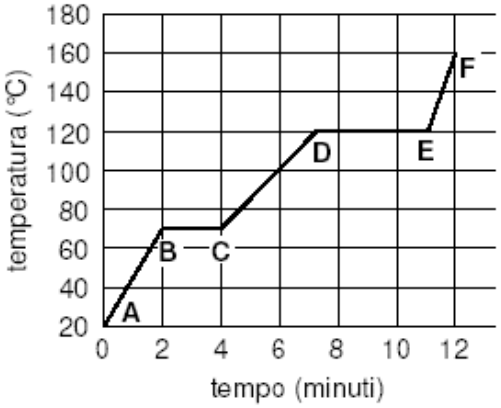
A ... una diminuzione di energia interna e un cambiamento di fase.

B ... un aumento di energia interna e un cambiamento di fase.

C ... un aumento di energia interna e nessun cambiamento di fase.

D ... nessuna variazione di energia interna e un cambiamento di fase.

E ... nessuna variazione di energia interna e nessun cambiamento di fase.



Quesito 21

Il grafico precedente rappresenta ancora la temperatura di un campione di 2 kg di una sostanza in funzione del tempo, quando viene assorbito del calore a un tasso costante di 15 kJ/minuto.

- Quanto vale il calore specifico della sostanza nella sua fase solida, espresso in $\mathrm{kJ\,kg^{-1}\,K^{-1}}$?

A 0.2 B 0.3 C 0.4 D 0.5 E 0.6