Due bombole contengono rispettivamente $n_1 = 3$ e $n_2 = 5$ moli di un medesimo gas alla stessa temperatura alle pressioni $P_1 = 100$ atm e $P_2 = 30$ atm. Calcolare la pressione del gas quando le due bombole vengono messe in comunicazione (da un tubo di volume trascurabile) e la temperatura è tornata quella iniziale.

La legge dei gas applicata alle due bombole separatamente dice

$$p_1 V_1 = n_1 R T \qquad V_1 = \frac{n_1 R T}{p_1}$$

$$p_2 V_2 = n_2 R T \qquad V_2 = \frac{n_2 R T}{p_2}$$

Quando sono comunicanti e all'equilibrio

$$p_3 (V_1 + V_2) = (n_1 + n_2) R T$$

$$p_3 = \frac{(n_1+n_2) R T}{\left(\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2}\right) R T} = \frac{(n_1+n_2)\, p_1 p_2}{n_1 p_2 + n_2 p_1} = \frac{8 \cdot 100 \; 30}{3 \cdot 100 + 5 \; 30} = 40.7 \text{ atm}$$

Un blocco di metallo di massa $m_1 = 200 g$ ~~di metallo~~ viene immerso in $M_1 = 275 g$ di acqua alla temp. $T_1 = 10°C$ e si osserva che la temp. finale dell'acqua è $T_2 = 12°C$

Un secondo blocco di massa $m_2 = 250 g$ dello stesso metallo alla stessa temp iniz del primo viene immerso in $M_2 = 168 g$ di acqua a $T_3 = 10°C$ portandola a $T_4 = 14°C$.

Calcolare :
1. calore specifico del metallo
2. temperatura iniziale dei blocchi

per il primo blocco

[a. conservazione dell'energia
b. $\Delta Q = m c_s \Delta t$]

$$m_1 c_s (T - T_2) = M_1 (T_2 - T_1) c_{H_2O}$$

per il secondo

$$m_2 c_s (T - T_4) = M_2 (T_4 - T_3) c_{H_2O}$$

$$c_s = \frac{M_1}{m_1} c_{H_2O} \frac{T_2 - T_1}{T - T_2} \qquad c_{H_2O} = 1 \frac{kCal}{kg\,°K} = 4186 \frac{J}{kg\,K}$$

$$\frac{m_2 M_1}{m_1} \frac{(T - T_3)}{T - T_2} (T_2 - T_1) = M_2 (T_4 - T_3)$$

$$\frac{T - T_3}{T - T_2} = \frac{M_2}{M_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} \frac{T_4 - T_3}{T_2 - T_1} = \frac{168}{275} \frac{200}{250} \frac{4}{2} = 0.977$$

$$T - T_4 = 0.977 T - 0.977 T_2$$

$$T (1 - 0.977) = T_4 - 0.977 T_2 \Rightarrow$$

$$T = \frac{287 - 0.977 \cdot 285}{0.023} \simeq 372 K = 99°C$$

La temperatura di una stanza è inizialmente $T_1 = 10°C$. La stanza viene riscaldata e la temp. sale a $T_2 = 20°C$. Se il volume della stanza è $V = 60\,m^3$ e la pressione $p = 1\,atm$ di quanto varia la massa d'aria contenuta in essa?

Prima del riscaldamento vale la relazione

$$pV = n_1 R T_1 = \frac{M_1}{P_M} R T_1$$

dopo il riscaldamento

$$pV = n_2 R T_2 = \frac{M_2}{P_M} R T_2$$

$$M_1 = pV \cdot \frac{P_M}{RT_1} \qquad M_2 = \frac{pV\ P_M}{RT_2}$$

$$M_1 - M_2 = \frac{pV}{R} P_M \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$R = 8.31\ J/K$

$P_M \simeq 29$

La stanza è aperta a pressione atmosferica, quindi diminuisce la massa (aumenta il volume accupato) contenuta. Se la stanza fosse chiusa aumenterebbe la pressione.

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

In un recipiente è contenuta una certa quantità di un gas perfetto alla pressione atmosferica. Il recipiente viene aperto e il gas viene riscaldato fino a che 1/10 del gas contenuto inizialmente è uscito. Successivamente il recipiente viene chiuso ed il gas lasciato raffreddare fino alla temp. iniziale. Calcolare la pressione finale del gas.

La prima trasformazione del gas avviene a pressione e volume costante mentre il numero di moli passa da n a $9/10\, n$

$$pV = nRT_0 = 9/10\, nRT_1 \Rightarrow \frac{T_0}{T_1} = \frac{9}{10}$$

ove T_1 è la temperatura finale

La seconda trasformazione è un raffreddamento a volume costante

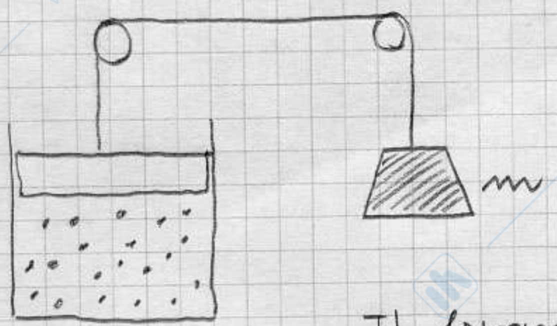
$$V = \frac{9/10\, nRT_1}{p_1} = \frac{9/10\, nRT_2}{p_2}$$

ma $p_1 = p_0 \quad T_2 = T_0 \longrightarrow p_2 = p_0 \frac{T_0}{T_1} = \frac{9}{10} p_0 = 0.9\,atm$

$$1\,atm = 1,013 \times 10^5 \underbrace{\text{pascal}}_{\frac{N}{m^2}}$$

$$1\,atm = 1.013\,bar$$
$$= 1013\,millibar$$

In un cilindro dotato di pistone scorrevole senza attrito sono contenute $n = 3.5$ moli di gas perfetto alla temperatura iniziale $T_1 = 325\ K$. Al pistone è collegata una massa $m = 100\ kg$ per mezzo di carrucole. Si chiede di quanti gradi bisogna raffreddare reversibilmente il gas per innalzare la massa di 20 cm.



La trasformazione è isobara

Il lavoro necessario per alzare la massa di $\Delta h = 20$ cm è dato da

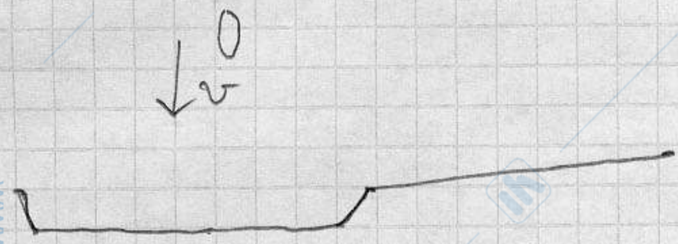
$$\Delta U = L = mg\Delta h = 100 \cdot 9.8 \cdot 0.2 = 196.2\ J$$

ed è il lavoro compiuto nella compressione isobara del gas $L = p\Delta V$

Dato che il gas è perfetto $p\Delta V = nR\Delta T$

$$\Delta T = \frac{mg\Delta h}{nR} = \frac{196.2}{3.5 \times 8.31} = 6.7\ K$$

A quale velocità si deve lanciare un uovo su una pentola affinché si cuocia?



cottura = raggiungimento di una certa T^* (temp. di cottura)

Urto anelastico: tutta l'energia cinetica si trasforma in calore (il sistema padella + uovo è fermo dopo l'urto)

$$\frac{1}{2} m v^2 = m\, c_{uovo} (T^* - T_i)$$

$$v = \sqrt{2 c_{uovo} (T^* - T_i)}$$

- indip. dalla massa
- dipend dalla temp. iniziale

$c_{H_2O} \simeq 1$ kcal/kg°C

$c_{olio} \simeq 0.48$ kcal/kg°C

$\sqrt{2 \cdot 4186 \cdot 80} \simeq 8 \cdot 10^2$ m/sec

$\sqrt{2 \cdot 4186 \cdot 0.48 \cdot 80} \simeq 570$ m/sec

~~2·8·4,186·10^4~~ $\simeq$ supera il muro del suono

App: per cuocerlo inst ci vorrebbe

una mole di gas perfetto monoatomico si espande assorbendo una quantità di calore Q.
La variazione di energia interna è pari ai 3/4 del lavoro prodotto. Determinare la variazione di temp. del gas sapendo che $Q = 2.85\,10^3$ J

La trasf compiuta dal gas non è data, però sappiamo che $U = U(T)$ funz solo della Temp.
Noi sappiamo che $\Delta U = 3/4\, L$ $\quad L = 4/3\, \Delta U$

dal I pr. $Q = L + \Delta U = 4/3\, \Delta U + \Delta U = 7/3\, \Delta U$

ma $\Delta U = C_V \Delta T$ (1 mole) con $C_V = 3/2\, R$ (monoat)

$\Rightarrow$

$$Q = \frac{7}{3} \cdot \frac{3}{2} R \Delta T \qquad \Delta T = \frac{2Q}{7R} = \frac{2 \cdot 2850}{3 \cdot 8.31} = 98\,K$$

Un blocco di ghiaccio alla $T_1 = 0°C$ viene posto a contatto (in un termos) con un blocco di rame alla $T_2 = 100°C$. All'equilibrio si è sciolta una massa M di ghiaccio. Calcolare M e la variazione di entropia sapendo che la capacità termica del blocco di rame è $C = 6\,10^3\ J/k$ e il calore latente di fusione del ghiaccio è $\lambda = 3.33\,10^5\ J/kg$

Dato che il ghiaccio non si scioglie tutto l'equilibrio sarà alla temp di eq. tra acqua e ghiaccio cioè 0°C

$\Rightarrow C(T_2 - T_1) = M\lambda$ [sono in un termos, si conserva Q]

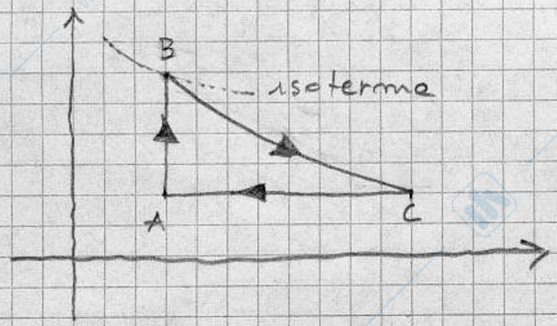
$M = \frac{C}{\lambda}(T_2 - T_1) = 1.8\ kg$. La fusione del ghiaccio è un processo isotermo $\Rightarrow \Delta S_g = \frac{M\lambda}{T} = 2196\ J/k$

Per il rame supponiamo la trasf reversibile

$$\Delta S_2 = \int_{T_2}^{T_1} \frac{C\,dT}{T} = C \ln \frac{T_1}{T_2} = C \ln \frac{273}{373} = -1873\ J/k$$

$\Delta S_{TOT} = \Delta S_g + \Delta S_2 = 322\ J/K$ (sistema isolato $\Delta S > 0$)

Due moli di gpma compiono il ciclo in figura. Si conoscono P_B, V_B e V_C. Calcolare il rendimento del ciclo e confrontarlo con quello di un ciclo di Carnot che lavori tra le stesse temp. estreme



AB isocora
BC adiabatica
CA isobara

$P_B = 1\,atm$
$V_B = 1\,l$
$V_C = 2\,l$

AB: p cresce a V cost $\Rightarrow$ T cresce $\Rightarrow$ cal ass
BC: adiabatica
CA: V decresce a p cost $\Rightarrow$ T decr $\Rightarrow$ cal ced

$$\eta = \frac{W}{Q_{ass}} = \frac{Q_{AB}+Q_{CA}}{Q_{AB}} = 1 + \frac{Q_{CA}}{Q_{AB}}$$

$$Q_{CA} = n\, C_P (T_A - T_C) = \frac{C_P}{R}(P_A V_A - P_C V_C) = \frac{C_P}{R} P_C (V_A - V_C) =$$

$$= \frac{C_P}{R} P_B \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma} (V_B - V_C) \qquad C_P = 5/2\, R \qquad \gamma = 5/3$$

$$Q_{AB} = n\, C_V (T_B - T_A) = \frac{C_V}{R}(P_B V_B - P_A V_A) = \frac{C_V}{R} V_B (P_B - P_C) =$$

$$= \frac{C_V V_B}{R} P_B \left[1 - \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma}\right]$$

$$\eta = 1 + \frac{C_P/R \; P_B V_B (1 - V_C/V_B)(V_B/V_C)^{\gamma}}{C_V/R \; P_B V_B \left[1 - \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma}\right]} = 1 + \gamma\left(1 - \frac{V_C}{V_B}\right)\frac{(V_B/V_C)^{\gamma}}{1-(V_B/V_C)^{\gamma}}$$

$$= 1 - 5/3\, \frac{(1/2)^{5/3}}{1-(1/2)^{5/3}} = 23.4\%$$

Le temperature estreme sono T_A e T_B (le adiabatiche sono più "ripide" delle isoterme)

$$\eta_C = 1 - \frac{T_A}{T_B} = 1 - \frac{P_A V_A}{P_B V_B} = 1 - \frac{P_A}{P_B} = 1 - \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma} \cong 68\%$$

?
check

entropia

Due recipienti di volume uguale contengono rispettivamente n_1 e n_2 moli di due diversi gas perfetti - Supponendo che la temperatura dei gas sia la stessa calcolare la variazione di entropia del sistema quando i due recipienti vengono messi in comunicazione.

Due osservazioni:

1 - variazione di entropia in una generica trasform. di un gas perfetto

$$\Delta S = n C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + n R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

2 - L'entropia è <u>additiva</u> $\Delta S_{TOT} = \Delta S_1 + \Delta S_2$

relativo a ciascuno dei due gas considerato separatamente

$n_1 = 3 \qquad n_2 = 2$

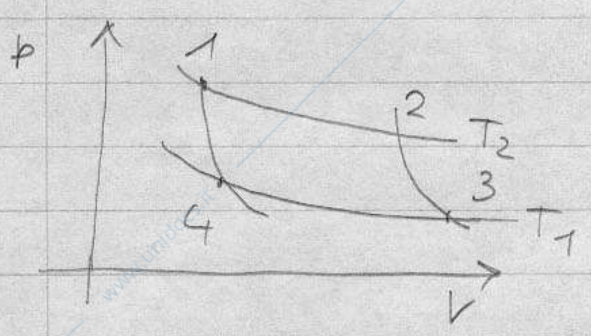
nel nostro caso $T_2 = T_1$ per entrambi i gas e $V_2 = 2V_1$ per entrambi i gas

$$\Delta S = n_1 R \lg 2 + n_2 R \lg 2 = 5 \lg 2 \, R = 28.8 \, J/K$$

rem $\quad dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU + p\,dV}{T} = \frac{n C_v dT}{T} + \frac{n R dV}{dV}$

$\Rightarrow \quad \Delta S = n C_v \ln \frac{T_f}{T_i} + n R \ln \frac{V_f}{V_i}$

Una mole di gas perfetto monoatomico compie un ciclo di Carnot tra le temperature $T_1 = 300\,K$ e $T_2 = 600\,K$. Nella isoterma superiore il volume iniziale è $V_1 = 2l$ e quello finale $V_2 = 8l$. Calcolare il lavoro compiuto in un ciclo, il calore ceduto al sistema e il rendimento



$$W = W_{12} + W_{23} + W_{34} + W_{41}$$

isoterme $\quad W_{12} = n T_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$

$$W_{34} = n T_1 \ln \frac{V_4}{V_3} = - nRT_1 \ln \frac{V_3}{V_4}$$

$T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_3^{\gamma-1}$ perché sono trasf. adiabatiche

$T_2 V_1^{\gamma-1} = T_1 V_4^{\gamma-1}$ $\quad \Longrightarrow \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$

$$W_{34} = - n T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

lungo le adiabatiche $\Delta Q = 0 \Rightarrow \Delta W = \Delta U = C_v \Delta T$

$$W_{23} = C_v (T_2 - T_1) \qquad W_{4} = C_v (T_1 - T_2) = - W_{23}$$

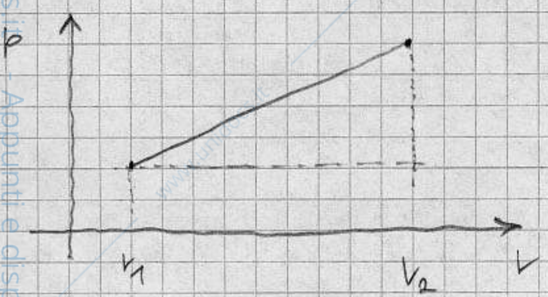
$$\Longrightarrow W = Rn (T_2 - T_1) \ln \frac{V_2}{V_1} = 8.31 \cdot 300 \lg 4 \cong 3456\,J$$

$$Q_{ass} = W_{12}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_{ass}} = \frac{W}{W_{12}} = \frac{nR(T_2 - T_1) \ln V_2/V_1}{nR\, T_2 \ln V_2/V_1} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 0.5$$

una mole di gas perfetto biatomico compie una trasformazione descritta dall'equazione $P = kV$ con $k = 2$ atm/l.
Sapendo che la temp. iniziale è $T_1 = 300$ K, il volume iniziale è $V_1 = 4$ l e il volume finale $V_2 = 2V_1$ calcolare

1. il lavoro compiuto
2. variazione di energia interna
3. il calore assorbito



1. $\delta W = p\,dV \quad W = \int_{V_1}^{V_2} p\,dV = k \int_{V_1}^{V_2} V\,dV$

$$= \frac{k}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = \frac{3}{2} k V_1^2$$

$$= 48 \text{ l-atm} \simeq 4862 \text{ J}$$

2. $\Delta U = C_V \Delta T = C_V T_1 \left(\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} - 1 \right) = C_V T_1 \left(\frac{V_2^2}{V_1^2} - 1 \right)$

$$= 3 C_V T_1 = 3 \times \tfrac{5}{2} R \times 300 = 2250 R \simeq 18\,697 \text{ J}$$

3. $\Delta U = Q - W$ (non è un ciclo)

$Q = \Delta U + W =$ (assorbito)

La trasformazione ha un "rendimento"

$$\eta = \frac{W}{Q} = \frac{W}{\Delta U + W} = \frac{1}{1 + \frac{\Delta U}{W}} = \frac{1}{1 + \frac{3 C_V T_1}{\frac{3}{2} k V_1^2}} = \frac{1}{1 + \frac{5 R T_1}{k V_1^2}} \simeq$$

Due corpi identici di capacità termica identi C_p sono inizialmente alle temperature T_1 e T_2. I corpi vengono poi usati come sorgenti di una macchina termica ideale (= che compie cicli reversibili). Supponendo che la pressione rimanga costante calcolare la temp. finale dei due corpi e il lavoro prodotto dalla macchina.

I due corpi non sono termostati: la macchina funziona prendendo calore da ② e cedendone a ①, trasformando la differenza in lavoro. Nel processo T_2 dim e T_1 aum. La macchina smette di funzionare quando $T_2 = T_1 = T^*$

Le variazioni di entropia dei corpi sono date da

$$\Delta S_1 = \int_1^* \frac{\delta Q}{T} = \int_1^* \frac{C_p dT}{T} = C_p \ln \frac{T^*}{T_1} \qquad \Delta S_2 = C_p \ln \frac{T^*}{T_2}$$

ma le trasf della macchina (e quindi delle sorg) sono reversibili ergo $\Delta S_{TOT} = 0 = \Delta S_1 + \Delta S_2$

$$C_p \left(\ln \frac{T^*}{T_1} + \ln \frac{T^*}{T_2} \right) = 0 = C_p \ln \frac{T^{*2}}{T_1 T_2} \Rightarrow T^* = \sqrt{T_1 T_2}$$

$$W = Q = C_p (T_2 - T_*) - C_p (T_* - T_1) = C_p (T_1 + T_2 - 2T^*)$$

$$= C_p (T_1 + T_2 - 2\sqrt{T_1 T_2})$$

$$= C_p (\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1})^2$$

è un limite superiore

Una mole di gas compie un ciclo Diesel.

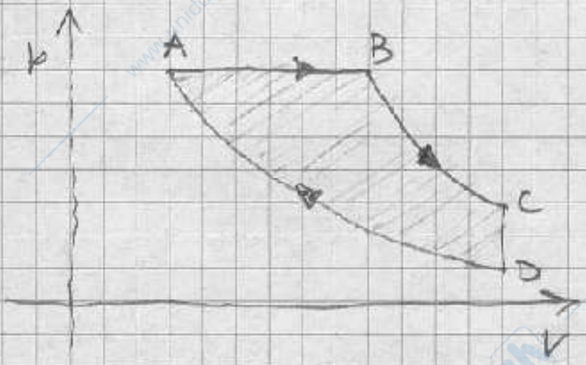
AB espansione isobara $V_B = 2V_A$

BC espansione adiabatica $V_C = 2V_B = 4V_A$

CD decompressione isocora $P_D = 2^{-5/3} P_C$

CA compressione adiabatica

Disegnare il ciclo sul piano p-V. Calcolare le temperature ed il rendimento. Si conoscono $P_A V_A T_A$



AB calore assorbito

CD calore ceduto

$$\eta = 1 + \frac{Q_{CD}}{Q_{AB}}$$

$$Q_{AB} = n C_p (T_B - T_A) = \frac{C_p}{R}(P_B V_B - P_A V_A) = \frac{C_p}{R} P_A \cdot V_A = 5/2\, P_A V_A$$

$T_B = 2T_A$ $\quad T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1}$ $\quad T_C = T_B \left(\frac{V_B}{V_C}\right)^{\gamma-1} = T_B\, 2^{1-\gamma} = T_A\, 2^{2-\gamma}$

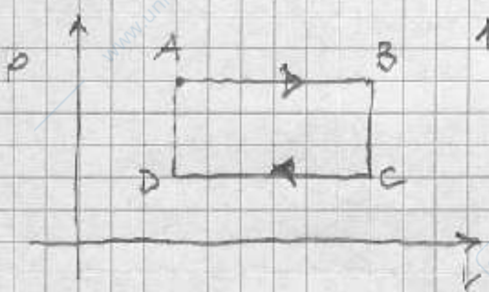
$T_C = 2^{1/3} T_A$ ...

$P_C/T_C = P_D/T_D$ $\quad T_D = T_C \cdot P_D/P_C = 2^{-5/3} T_C = 2^{-4/3} T_A$

$$Q_{CD} = n C_v (T_D - T_C) = 3/2\, R T_A (2^{-4/3} - 2^{1/3})$$

$$\eta = 1 - \frac{3}{5} R \frac{T_A}{P_A V_A} \frac{1}{2^{1/3} - 2^{-4/3}} = \dots$$

un gas perfetto biatomico compie il ciclo in figura



1. Calcolare il rendimento partendo dai valori $p_A = 2\,atm$ $p_D = 1\,atm$ $V_C = 5\,l$ $V_D = 2\,l$

$\boxed{1\,mole}$

2. Descrivere il ciclo nel piano VT

In questo caso il lavoro può essere facilmente calcolato come $W = \oint p\,dV = (p_A - p_D)(V_C - V_D) = 3\,l \cdot atm$
→ a. area racchiusa dal ciclo
b. le isocore non danno contributo

AB aumento V a p cost ⇒ T aumenta ⇒ calore ass
BC dim p a V cost ⇒ calore ceduto
CD dim V a p cost ⇒ calore ceduto
DA aum p a V cost ⇒ calore ass

$Q_{AB} = n\,c_p\,(T_B - T_A)$ rem $\Delta U = Q - W$

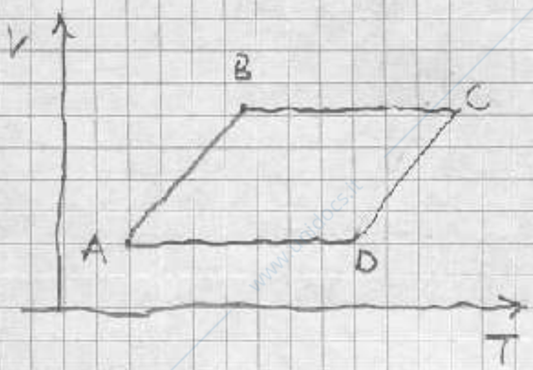
$= \frac{7}{2}(p_B V_B - p_A V_A) = \frac{7}{2}\,p_A\,(V_C - V_D)$

$Q_{DA} = n\,c_v\,(T_A - T_D) = 5/2\,(p_A V_A - p_D V_D) = 5/2\,V_D\,(p_A - p_D)$

$Q_{ass} = \frac{1}{2}\{7p_A(V_C - V_D) + 5V_D(p_A - p_D)\} = \frac{1}{2}\{42 + 10\} = 26\,l \cdot atm$

$\eta = \frac{W}{Q_{ass}} = 3/26$

$p = kost \Rightarrow V = kost\,T$



una massa $m = 100g$ di gpma subisce una espansione isoterma reversibile per effetto della quale il volume del gas triplica. Sapendo che l'energia termica del gas è $U = 8000 J$ e che la variazione di entropia nella trasformazione è pari a $\Delta S = 5\ cal/k$ calcolare:

- la quantità di calore Q scambiata dal dal gas con l'esterno durante la trasf
- la temp a cui avviene la trasf
- il peso molecolare del gas

Dato che la trasf è isoterma $dU = 0 \Rightarrow \delta Q = \delta L = pdV$

$$Q = \int p dV = nRT \int \frac{dV}{V} = nRT \ln V_2/V_1 = nRT \ln 3$$

$$U = n C_v T = n\, 3/2\, R T = 3/2\, nRT$$

$$nRT = 2/3\, U \qquad Q = 2/3\, U \ln 3 = 2/3 \ln 3\ 8 \cdot 10^3 J = 5850.7 J$$

per sapere T e n separatamente usiamo il dato $\Delta S = 5\ cal/k$

$$dS = \frac{\delta Q}{T} = \frac{dU + pdV}{T} = n C_v \frac{dT}{T} + nR \frac{dV}{V}$$

$$\Delta S = n C_v \ln T_2/T_1 + nR \ln \frac{V_2}{V_1} \underset{\text{nel nostro}}{=} nR \ln 3$$

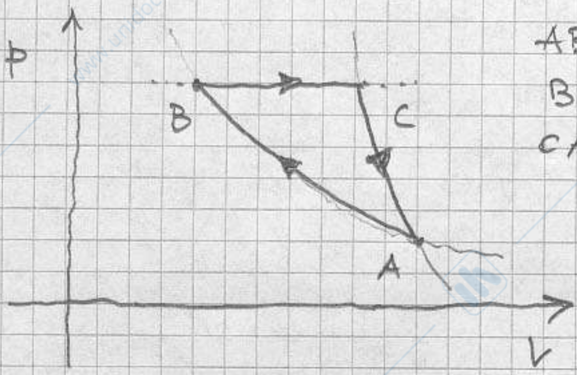
$$\boxed{n = \frac{\Delta S}{R \lg 3}}$$

però è anche $Q = T \Delta S \Rightarrow T = \frac{Q}{\Delta S} = \frac{5850.7}{5 \cdot 4.18} = 280 K$

$$pM = \frac{m}{n} = \frac{m}{\Delta S} \cdot R \lg 3 = \frac{10 \cdot 8.31 \lg 3}{5 \cdot 4.18} = 43.6$$

$\boxed{CO_2}$

1 mole di gp biatomico compie il ciclo in figura. Calcolare il rendimento del ciclo sapendo che



AB isoterma
BC isobara
CA adiabatica

$T_B = 10°C$
$T_C = 30°C$
$V_B = 2\ell$

AB è una isoterma $\Delta U = 0$ e $Q = W$, dato che V diminuisce il lavoro è fatto sul sistema (negativo) e dunque il calore è ceduto dal sistema

BC V cresce a p kost $\Rightarrow$ T cresce $\Rightarrow$ calore assorbito

CA adiabatica

Riassumendo
$$\left.\begin{array}{l} W = Q_{TOT} = Q_{AB} + Q_{BC} \\ Q_{ass} = Q_{BC} \end{array}\right\} \eta = 1 + \frac{Q_{AB}}{Q_{BC}}$$

$$Q_{AB} = W_{AB} = nRT_A \ln \frac{V_B}{V_A} \qquad Q_{BC} = n\, c_p (T_C - T_B)$$

tutto è noto salvo V_A

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \qquad \begin{cases} T_A = T_B & \text{AB isot} \\ \frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C} & \text{BC isobara} \quad V_C = V_B\left(\frac{T_C}{T_B}\right) \end{cases}$$

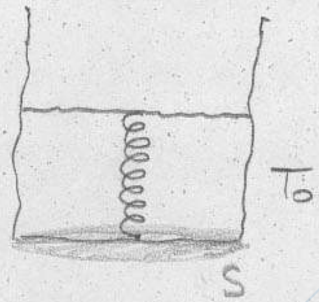
$$V_A^{\gamma-1} = T_C/T_B \cdot V_B^{\gamma-1} \cdot \left(\frac{T_C}{T_B}\right)^{\gamma-1} = V_B^{\gamma-1}\left(\frac{T_C}{T_B}\right)^{\gamma}$$

$$V_A = \dots \qquad \frac{V_B}{V_A} = \left(\frac{T_B}{T_C}\right)^{\gamma/\gamma-1} \qquad \gamma/\gamma-1 = 7/5 \,/\, 2/5 = 7/2$$

$$Q_{BC} = \frac{7}{2}R \cdot 20 = 70R \qquad Q_{AB} = RT_A \cdot \frac{\gamma}{\gamma-1} \ln \frac{T_B}{T_C} = \frac{7}{2}R \cdot 283 \cdot \ln \frac{283}{313}$$

$\eta = \dots$

Un pistone di massa trascurabile scorre senza attrito in un cilindro ed è collegato al fondo del cilindro stesso da una molla. Quando si introduce nel cilindro 1 mole g.p. m.a. a temperatura $T_0 = 20°C$ il pistone sale alla quota h_0. A quale temperatura si deve scaldare il gas per far salire il pistone a una quota $h_1 = 2h_0$.



Alla temp. T_0 il gas occupa $V_0 = S h_0$ $S =$ sezione cilindro e vale $P_0 V_0 = nRT_0$

Quando lo si scalda a T_1 $P_1 V_1 = nRT_1$ con $V_1 = h_1 S = 2h_0 S = 2V_0$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \qquad T_1 = 2T_0 \frac{P_1}{P_0}$$

le pressioni sono quelle esercitate sulla molla cioè deve essere $P_1 \cdot S = k h_1$ $P_0 S = k h_0$

$$T_1 = 2T_0 \cdot \frac{k h_1}{k h_0} = 4T_0 = 80°C$$

Come è cambiata l'entropia?

$$S = n\left[C_V \lg \frac{T_1}{T_0} + R \lg V_1/V_0\right] = R\left[3/2 \lg 4 + \lg 2\right] =$$

$$= 4R \lg 2 \simeq 4 \times 8.31 \times 0.693 \ J/K$$

rem $dS = \left(\frac{\delta Q}{T}\right)_{rev} = \frac{nC_V dT + p dV}{T} = nC_V \frac{dT}{T} + nR \frac{dV}{V}$ ....