Alcuni esercizi da fare a casa ci sono

Ripasso

$$PV = nRT$$

m^3 $\quad$ Pa $\qquad$ $\dfrac{1\,atm \cdot 22{,}4\,L}{273{,}15 \cdot mol}$ $\quad$ 1 mol di gas a P e T occupa 22,4L

$$R = 0{,}08206 \ \frac{L \cdot atm}{k \cdot mol}$$

$$R = 8{,}3145 \ \frac{J}{k \cdot mol} = 8314{,}5 \ \frac{J}{kmol \cdot K}$$

$PV = nRT \longrightarrow$ eq. di stato di gas ideali

$$P\frac{V}{n} = RT \rightarrow P v = RT$$

v volume molare specifico $\left[\dfrac{m^3}{mol}\right]$

$$n = \frac{M}{M_m} \qquad PV = \frac{MRT}{M_m} \qquad \frac{PV}{M} = \frac{R}{M_m} T$$

$$P v^* = R^* T$$

v^* Volume Massico → Dopo questa esercitazione si useranno solo il kg

$$v^* = \frac{1}{\rho}$$

quindi togliamo *

$$\boxed{\frac{P}{\rho} = R^* T}$$

He = 4 kg/mol
H_2 = 2 kg/mol ← si possono chiedere le masse molari

<u>Legge di Mayer / Relazione di Mayer</u>

$c_p = c_v + R$

$c_v = \frac{3}{2}R$ per gas monoatomici

$c_v = \frac{5}{2}R$ per gas biatomici o poliatomici lineari

$c_v = 3R$ x poliatomici non lineari

	MONO	BI o POLI LIN	POLI NON LIN
c_v	$3/2\,R$	$5/2\,R$	$3R$
c_p	$5/2\,R$	$7/2\,R$	$4R$

<u>Esercitazione 1</u>

$PV = nRT$

$V_{freezer} = 0{,}125\ m^3$

Area = 0,25 m^2

$T_1 = -18C = 255,15\,K$ $\quad T_{AMB} = 25°C = 298,15°C$

↑ Tutto chiuso

$\boxed{M_m = 28,96\ g/mol}$

$$P_r = \frac{nRT}{V} \qquad \frac{m}{M_m}$$

$P_r =$

$$R^* = \frac{R}{M_m} = 287,05\ \frac{J}{mol\,k}$$

$$\frac{P}{\rho} = R^* T$$

$$PV = MR^* T$$

$$M_1 = \frac{P_{atm} \cdot Volume}{R_{ARIA} \cdot T_1} = 0,1729\ kg$$

Ipotizziamo $T_2 = -15°C > T_1$

$$M_2 = \frac{P_{atm} \cdot Volume}{R^* \cdot T_2} = 0,1709\ kg < M_1$$

$$P_3 = \frac{M_2 \cdot R^* T_1}{V} = 100\,147,5\ Pa$$

$\Delta P = P_2 - P_{atm} = -1177{,}5\ Pa$

$Forza = \Delta P \cdot Area = 1177{,}5\ Pa \cdot 0{,}25\ m^2 = 294\ N \downarrow 30\ kg\ f$

Ultimo Esercizio negli appunti:

$P_{AMB} = 101325\ Pa$

$T_{AMB} = 293{,}15\ K$

$M_{tot} = 300\ kg$

↳ con pallone vuoto, con carico

$V = 1000\ m^3$

? T_{ARIA}

Mongolfiere funzionano per il $\overbrace{\text{principio di archimede}}^{\text{buoyancy}}$

$S_{pinta} = V \cdot \rho_{aria} \cdot g$

↳ ρ fluido spostato, ma quello che galleggia

$$\frac{P_{ATM}}{\rho_{aria}} = R^{*}_{ARIA} \cdot T_{AMB} \rightarrow \rho_{ARIA} = \frac{101325\ Pa}{287\ \frac{J}{kg} \cdot 293{,}15\ K} = 1{,}204\ \frac{kg}{m^3}$$

$$S_{pinta} = F_{peso}$$

$$F_{peso} = M_{TOT} \cdot g + V \cdot \boxed{\rho_{\substack{aria \\ pallone}}} \cdot g$$

$$\rho_{\substack{ARIA \\ PALLONE}} = \frac{Spinta - M_{TOT}\, g}{V \cdot g} = \rho_{AMB} - \frac{M_{TOT}}{V} = 0{,}904 \frac{kg}{m^3}$$

$= P_{AMB}$ perchè se no esplode o cade

$$T_{\substack{ARIA, \\ INTERNA}} = \frac{P_{ARIA,INT}}{\rho_{ARIA,INT} \cdot R^{*}_{ARIA}}$$

$$= \frac{101\,325\ Pa}{0{,}904 \frac{kg}{m^3} \cdot 287 \frac{J}{kg \cdot K}} = 390{,}54\ K$$

↳ 117,39°C

BILANCIO ENERGIA

$$\Delta E_{TOT} = \Delta E_T = \underbrace{\Delta E_p + \Delta E_c}_{\text{macroscopico}} + \underbrace{\Delta U}_{\text{microscopico}}$$

ΔE_p = variazione di energia potenziale
ΔE_c = " " " cinematica
} dipendono dal sistema di riferimento

ΔU = variazione di energia interna
- ↳ energia cinematiche microscopiche
- ↳ energia di legame tra atomi e tra molecole

↳ energia chimica

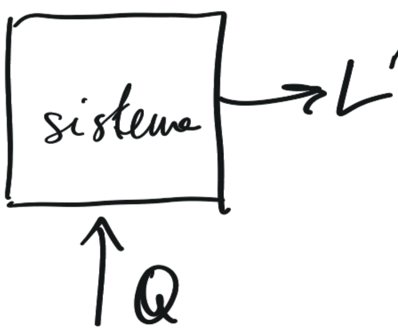
↳ energia nucleare

→ The focus per questo corso

$$\Delta E_T = Q + L$$

Q ↓ calore

L ↳ tutte le forme di lavoro



positivo uscente

Entrante

Uscente

$$\Delta E_T = Q^{\leftarrow} - L^{\rightarrow}$$

$$\boxed{\Delta E_T = \Delta E_p + \Delta E_c + \Delta U = Q^{\leftarrow} - L^{\rightarrow}}$$

[J] [J] [J] [J] [J] [J]

$$\frac{dE}{dT} = \sum_{in-out} \dot{Q}_{in-out} - \sum_{out-in} \dot{L}_{out-in} = \sum \dot{Q}^{\leftarrow} - \sum \dot{L}^{\rightarrow}$$

$$\frac{dE}{dt} = \sum \dot{m}\, e^{\leftarrow} + \sum \dot{Q}^{\leftarrow} - \sum \dot{L}^{\rightarrow}$$

energia portata dalla massa

$$\frac{dm}{dt} = \sum \dot{m}^{\leftarrow}$$

BILANCIO ENTROPICO

dovuta a processi irreversibili

$$\Delta S = S_{fin} - S_{in} = \overleftarrow{S} + S_{IRR}$$

$$= S_q + S_{gen}$$

S dal calore scambiato

↳ S generata

perché

$\overleftarrow{S}$ = entropia scambiata con l'ambiente esterno, esiste solo se $\delta Q \neq 0$ con l'ambiente

↳ $\neq 0$ se e solo se $\overleftarrow{Q} \neq 0$

S_{IRR} = entropia generata dal processo

prima non c'era $\Rightarrow S_{IRR} \geq 0$

Sistema Adiabatico: $\overleftarrow{Q} = 0 \Rightarrow \overleftarrow{S} = 0$

Sistema Reversibile: $S_{IRR} = 0$

Processo Isoentropico: $\Delta S = 0$

PROCESSO ADIABATICO E REVERSIBILE = PROCESSO ISOENTROPICO

0 perché adiabatico

0 perché reversibile

perché $\Delta S = \cancel{\overleftarrow{S}} + \cancel{S_{IRR}}$

Un altro sistema isoentropico è dove $\overleftarrow{S} = -S_{IRR}$

SISTEMA ISOLATO $\rightarrow \overleftarrow{Q} = 0$ e $\overrightarrow{L} = 0$

PROCESSO è impossibile $S_{IRR} < 0$

possibile $\rightarrow$ REV $S_{IRR} = 0$

$\rightarrow$ IRREV $S_{IRR} > 0$

INDETERMINABILE S_{IRR}? se non si sa $\overleftarrow{S}$

$S_{IRR} \geq \emptyset$ S_{IRR} non può esser $< \emptyset$

I conti si fanno su S_{IRR} non ΔS

$\Delta S = \overleftarrow{S} + S_{IRR}$ si usa per trovare S_{IRR}

Equazioni di stato

$$\Delta U = U_{fin} - U_{in} = M c_v^* (T_{fin} - T_{in})$$ gas perfetti

$$= M c (T_{fin} - T_{in})$$ liquidi e solidi

$$\Delta S = S_{fin} - S_{in} = M \left(c_v^* \ln \frac{T_2}{T_1} + R^* \ln \frac{V_2}{V_1} \right)$$

$$= M \left(c_p^* \ln \frac{V_2}{V_1} + c_v^* \ln \frac{P_2}{P_1} \right)$$

$$= M \left(c_p^* \ln \frac{T_2}{T_1} - R^* \ln \frac{P_2}{P_1} \right)$$

gas perfetti

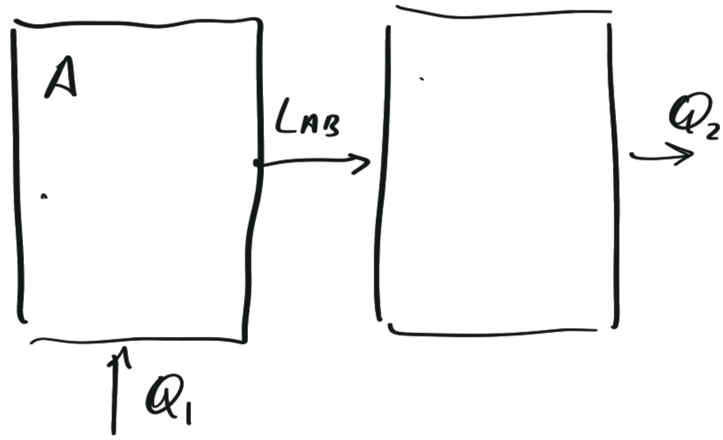
$T_1 = T_{in}$

$T_2 = T_{fin}$

$\Delta S = M c^* \ln \frac{T_2}{T_1}$ per liquidi e solidi

Esercitazione 3

4)



$\Delta U_A = 200\,kJ$

$Q_1 = 1200\,kcal \cdot 4{,}186\,\frac{J}{kcal} = 5023{,}2\,MJ$

$\Delta U_B = 3700\,MJ$

? B è adiabatico ($\overleftarrow{Q}_B = 0$) ? $\overleftarrow{Q}_B$

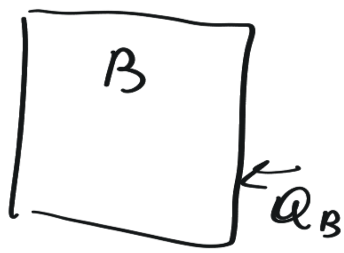
Ipotesi da capire: $\Delta E_p = \Delta E_c = 0$

$$\Delta U_A = \overleftarrow{Q}_A - \overrightarrow{L}_A = Q_1 - L_{AB}$$

$$L_{AB} = Q_1 - \Delta U_A = 4823{,}2\,kJ$$

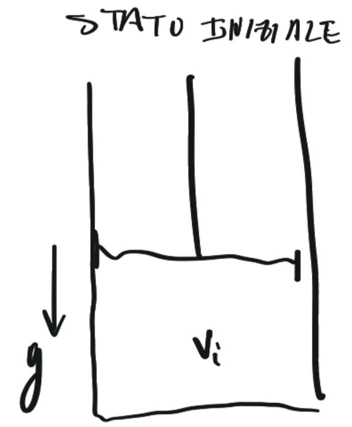
$$\Delta U_B = \overleftarrow{Q}_B - \overleftarrow{L}_B = Q_B + L_{AB}$$

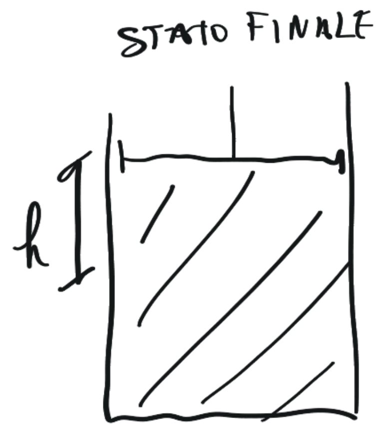
$$Q_B = \Delta U_B - L_{AB} = -1123{,}2\,kJ$$



B non è adiabatico

5





$V_i = 9{,}5\,L = 0{,}095\,m^3$

$\rho_i = 158\,g/dm^3 = 158\,kg/m^3$

$\Delta U = 50\,kcal \cdot 4{,}186\,\frac{kJ}{kcal} = 209{,}3\,kJ$

$\Delta h = 500\,mm = 0{,}5\,m$

$Q = 450\,kJ$

$?\,L^{\rightarrow}$

Ipotesi: massa pistone nulla

$\Delta E_c = 0$ perchè sistema fermo

- gas distribuito uniformemente

Massa gas: $\rho_i \cdot V_i = 0{,}095\,m^3 \cdot 158\,kg/m^3 = 1{,}5\,kg$

E_p aumenta perchè il baricentro si muove

non Δh, h generico

$\Delta E_p = mgh = 1{,}5\,kg \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot \underbrace{0{,}25\,m}_{\frac{\Delta h}{2}} = 3{,}68\,J$

come scrivere sempre bilancio di energia

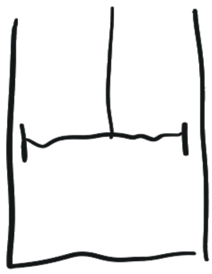
$\cancelto{0}{\Delta E_c} + \Delta E_p + \Delta U = Q^{\leftarrow} - L^{\rightarrow}$

$$L^{\rightarrow} = Q^{\leftarrow} - \Delta U - \Delta E_p = 480\,kJ - 209,3\,kJ - \underbrace{3,68 \times 10^{-3}\,kJ}_{\text{trascurabile in cilindro pistone}}$$

$$= 240,7\,kJ$$

Ha senso perché compie lavoro quindi deve essere positivo

7| 99% aria è biatomica, trattiamo con biatomico



$M = 30g = 0,03\,kg$

$M_m = 32\,kg/kmol$

GAS BIATOMICO $\rightarrow C_p = 7/2\,R$

Ipotesi: Gas perfetto

$T_1 = 373,15\,K$

$P_1 = 2\,bar = 2 \cdot 10^5\,Pa$

$P_2 = 10\,bar = 10^6\,Pa$

$T_2 = 323,15\,K$

1->2 compressione irreversibile ?ΔS

$$\Delta S = S_2 - S_1 \overset{\text{x gas perfetto}}{=} M\left[C_p^* \ln \frac{T_2}{T_1} - R^* \ln \frac{P_2}{P_1}\right] =$$

$$\Delta S = 0,03\,kg \left[\frac{7}{2} \frac{8,3145\,\frac{J}{kmol}}{0,032\,kg/mol} \ln\left(\frac{323,15\,K}{373,15\,K}\right) - \frac{8,314\,\frac{J}{kmol}}{0,032\,kg/mol} \ln\left(\frac{10^6\,Pa}{2 \cdot 10^5\,Pa}\right)\right]$$

$$= -16,5\,\frac{J}{K} \rightarrow \text{calore è ceduto}$$