

TERMODINAMICA

Quando ho un sistema complesso, non posso descrivere il moto di ogni singola particella!

In un corpo fluido, per esempio, posso descrivere P , V , ecc.

$T = \text{TEMPERATURA} \cong \text{MISURA DELL'ENERGIA CINETICA MEDIA DI OGNI PARTICELLA CHE COMPONE IL SISTEMA.}$

(in un SOLIDO viene chiamata AGITAZIONE TERMICA) \rightarrow sono gli scontri tra le particelle!

La VARIAZIONE della temperatura, cambia le proprietà fisiche del mio sistema!

GAS:



V, P

$P \cdot V =$ energia che ha il nostro sistema

\downarrow
è proporzionale, quindi, a T (anche T è un'energia)

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

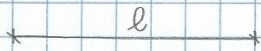
LIMITE di T : allo 0 ASSOLUTO, ho energia cinetica = 0, cioè quando "tutto è fermo" $\rightarrow T [0 \rightarrow \infty]$

PRINCIPIO ϕ → EQUILIBRIO TERMICO

“Due corpi messi a contatto ^{CONTATTO TERMICO (mi permette scambio di energia)} tra loro, raggiungono un EQUILIBRIO TERMICO”

N O N O N O N O N

DILATAZIONE TERMICA



$$\Delta l = l \cdot c \cdot \Delta T \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta l}{l} = c \cdot \Delta T$$



c = coefficiente di dilatazione termica
(dipende dal materiale)

● $c_{\text{Alluminio}} = 51 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$c_{\text{calcestruzzo}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$c_{\text{Invar}} = 0,7 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$c_{\text{acciaio}} = 11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

} molto importante per le costruzioni!

Esempio :

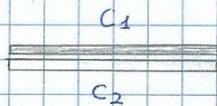
Prendiamo un ponte di calcestruzzo e acciaio!

$l = 50 \text{ m}$ $\Delta T = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta l = ?$

CLS $\Delta l = l \cdot c \cdot \Delta T = 50 \cdot 12 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = 0,03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$

● Acc $\Delta l = l \cdot c \cdot \Delta T = 50 \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot 50 = 0,0275 \text{ m} = 2,75 \text{ cm}$

N O N O N O N O N



→ quando $c_2 < c_1$

IL CALORE

Si può pensare come qualcosa che viene ceduto da un corpo all'altro quando c'è uno scambio di energia.

CALORIA (Cal) → energia necessaria per far passare 1g di H₂O dalla temperatura di 14,5°C a 15,5°C

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ joule}$$

CAPACITÀ TERMICA (C) RELATIVO A UN CORPO

$$Q = C \cdot \Delta T \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T} \quad [J/^{\circ}K] \text{ u.d.m.}$$

↳ quantità di calore

CALORE SPECIFICO (c) RELATIVO A UNA SOSTANZA OMOGENEA

$$Q = c \cdot \Delta T \cdot m \rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad 1 [J/Kg^{\circ}K] \text{ u.d.m.}$$

↳ quantità di calore

ESEMPI DI c :	1	2
Ghiaccio =	2220	0,530
Acqua =	4190	1,000
Vetro =	840	0,200
Alcool =	2430	0,580
Alluminio =	900	0,215

$$2 [1 \text{ cal/g}^{\circ}C]$$

CAPACITÀ TERMICA

$$= c \cdot m \quad \text{CALORE SPECIFICO} \times \text{MASSA}$$

TRANSIZIONI DI FASE

Una sostanza può essere solida, liquida o gassosa: ha, quindi, la possibilità di avere 2 transizioni di fase.

Quando ha una transizione di fase, la TEMPERATURA rimane COSTANTE.

l'energia ceduta o assorbita durante una transizione di fase si chiama **CALORE LATENTE**

CALORE LATENTE (L)

Energia necessaria per far avvenire una transizione di fase. Negativa o positiva.

$$Q = L \cdot m \rightarrow L = \frac{Q}{m} \quad [KJ/kg]$$

ESEMPI :

	Liquificazione (o fusione)		Evaporazione
		L > 0	373°K
H ₂ O	273°K	L < 0	L = 2256 KJ/kg
	L _F = 333 KJ/kg		
		L > 0	
Piombo	601°K	L < 0	2017°K
	L _F = 23,2 KJ/kg		L = 858 KJ/kg

Esempio:

Quanto calore occorre per portare 720 g di ghiaccio da $T = -10^\circ\text{C}$, fino alla fase liquida con $T = +15^\circ\text{C}$

- $Q_1 \rightarrow$ porto il ghiaccio da -10°C a 0°C

$$Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 2220 \cdot 0,72 \cdot 10 = 15 \cdot 984 \text{ J}$$

- $Q_L \rightarrow$ il ghiaccio deve fondere

$$Q_L = L_f \cdot m = 333 \cdot 10^3 \cdot 0,72 = 239 \cdot 760 \text{ J}$$

- $Q_2 \rightarrow$ porto l'acqua da 0°C a $+15^\circ\text{C}$

$$Q_2 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4190 \cdot 0,72 \cdot 15 = 45 \cdot 252 \text{ J}$$

$$- Q_{TOT} = Q_1 + Q_L + Q_2 = 15 \cdot 984 + 239 \cdot 760 + 45 \cdot 252 = 300 \cdot 996 \text{ J}$$

Esempio:

Portare 1 Kg di H_2O da 20°C a 100°C e poi far evaporare 150 g di H_2O

$$- Q_1 = c \cdot m \cdot \Delta T = 4190 \cdot 1 \cdot 80 = 335 \cdot 200 \text{ J}$$

$$- Q_2 = L \cdot m = 2256 \cdot 10^3 \cdot 0,15 = 338 \cdot 400 \text{ J}$$

$$- Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 = 335 \cdot 200 + 338 \cdot 400 = 673 \cdot 600 \text{ J}$$

Possiamo notare che per riscaldare di 80°C 1 Kg di H_2O mi occorre quasi la stessa energia che uso per farne evaporare solo 15 g.

I GAS

Quando, però, parliamo di gas, le cose si fanno più complicate. Quando, infatti, dà energia ad un gas, può reagire in 2 modi:

- aumentare la sua energia interna;
- COMPIERE UN LAVORO

COME SI PUÒ DESCRIVERE QUESTO LAVORO?

$$d\mathcal{L} = \vec{F} \cdot d\vec{s} = \frac{F}{S} \cdot S \cdot ds$$

$$= P \cdot dV \rightarrow \text{Ho un CAMBIAMENTO di VOLUME}$$

$$\mathcal{L} = \int_{V_{iniziale}}^{V_{finale}} P \cdot dV$$

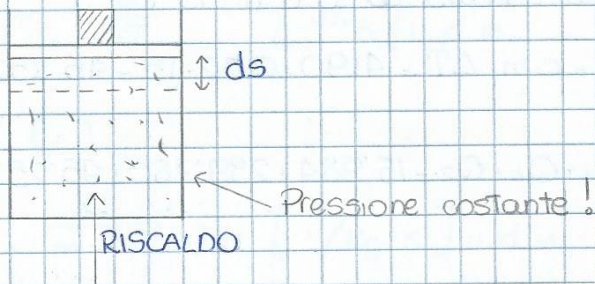


Grafico:

$P \uparrow$

Se il volume NON varia, $\mathcal{L} = 0$



PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

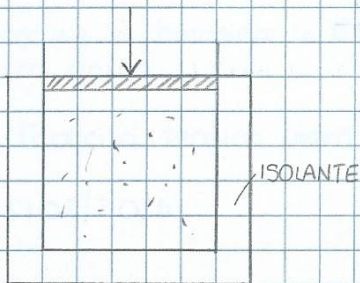
- Il calore assorbito da un corpo, meno il lavoro fatto, è pari alla variazione di energia interna.

$$Q - \mathcal{L} = \Delta E_{\text{interna}}$$

- ① Per un solido, un liquido, o un gas a volume costante

$$\Delta E_{\text{interna}} = Q, \text{ perché il } \mathcal{L} = 0$$

- ② TRASFORMAZIONE ADIABATICA



Posso comprimere il gas, fino a farlo scaldare, senza però far scambiare calore con nessun corpo

$$Q = 0 \Rightarrow \Delta E_{\text{int}} = -\mathcal{L}$$

- ③ TRASFORMAZIONE CICLICA

Trasformazione dove: stato finale = stato iniziale

$$\Delta E_{\text{int}} = 0 \Rightarrow Q = \mathcal{L}$$

NONO NONO NONO

ENERGIA INTERNA = somma dell'energia di ogni atomo che compone il corpo!

TEMPERATURA di EQUILIBRIO TERMICO

Qual'è la temperatura di equilibrio tra tanti corpi a contatto?

CAPACITÀ TERMICA $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ $T_{fin} = ?$
TEMPERATURA $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$

→ la somma dei calori scambiati è pari a 0, perché qualcuno riceve e qualcuno dona!

$Q_i = C_i (T_{fin} - T_{iniz})$ → calore scambiato corpo i -esimo

$$\sum Q_i = 0 \Rightarrow C_1(T_{fin} - T_1) + C_2(T_{fin} - T_2) + \dots + C_n(T_{fin} - T_n) = 0$$

$$T_{fin} (C_1 + C_2 + \dots + C_n) = C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n$$

$$T_{fin} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + \dots + C_n T_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n}$$

14/05/2012

Esempio:

Un'una pentola di alluminio → $T = 15^\circ\text{C}$; $m = 500\text{ g}$; $c_{Al} = 900$

hb: H_2O → $T = 10^\circ\text{C}$; $m = 750\text{ g}$; $c_{\text{H}_2\text{O}} = 4190$

bicchiere di vetro → $T = 300^\circ\text{C}$; $m = 300\text{ g}$; $c_{\text{vetro}} = 840$

Qual'è la TEMPERATURA DI EQUILIBRIO?

- CALORE ASSORBITO = $c \cdot m \cdot \Delta T$

$$\rightarrow c_{Al} \cdot m_{Al} \cdot (T_{fin} - T_{iniz})_{Al} + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot (T_{fin} - T_{iniz})_{\text{H}_2\text{O}} + c_{\text{vetro}} \cdot m_{\text{vetro}} \cdot (T_{fin} - T_{iniz})_{\text{vetro}} = 0$$

$$T_{fin} = \frac{c_{Al} \cdot m_{Al} \cdot T_{Al} + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot T_{\text{H}_2\text{O}} + c_{\text{vetro}} \cdot m_{\text{vetro}} \cdot T_{\text{vetro}}}{c_{Al} \cdot m_{Al} + c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} + c_{\text{vetro}} \cdot m_{\text{vetro}}}$$

$$= \frac{900 \cdot 0,5 \cdot 15 + 4190 \cdot 0,75 \cdot 10 + 840 \cdot 0,3 \cdot 300}{900 \cdot 0,5 + 4190 \cdot 0,75 + 840 \cdot 0,30}$$

$$= 29,60^\circ\text{C}$$

Esempio : con TRANSIZIONE DI STATO!

- Bicchiere di vetro $m = 200 \text{ g}$
 - Vengono versati 330 g di H_2O
-] si trovano entrambi a $T = 28^\circ\text{C}$

Vengono poi aggiunti cubetti di ghiaccio ($m = 40 \text{ g}$) a $T = -8^\circ\text{C}$

$$T_{\text{fin}} = ?$$

- 1) Porto il ghiaccio da $T = -8^\circ\text{C}$ a T_{fusione}
- 2) Fondo il ghiaccio
- 3) Porto il ghiaccio da T_{fusione} a $T_{\text{finale eq.}}$

Siccome il bicchiere e l' H_2O sono in equilibrio, posso considerarli come un corpo unico

$$\begin{aligned} \text{- Capacità termica vetro + H}_2\text{O} &= C_{\text{vetro}} \cdot m_{\text{vetro}} + C_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m_{\text{H}_2\text{O}} \\ &= 840 \cdot 0,2 + 4190 \cdot 0,33 = 1550,7 \end{aligned}$$

$$1) Q = C_{\text{ghiaccio}} \cdot m_{\text{ghiaccio}} \cdot \Delta T = 2220 \cdot 0,04 \cdot 8 = 710,4 \text{ J}$$

In questa fase, porto $T_{\text{bicchiere} + \text{H}_2\text{O}}$ ad una temperatura + bassa!

$$\Delta T \cdot C_{\text{bicchiere} + \text{H}_2\text{O}} = Q \rightarrow \Delta T = \frac{Q}{C} = \frac{710,4}{1550,7} = 0,46^\circ\text{C} \text{ ABBASSAMENTO TEMPERATURA}$$

$$T_1 = 28 - 0,46 = 27,54^\circ\text{C}$$

$$2) Q = L_{\text{fusione}} \cdot m_{\text{ghiaccio}} = 333 \cdot 10^3 \cdot 0,04 = 13320 \text{ J}$$

$$\Delta T = \frac{Q}{C} = \frac{13320}{1550,7} = 8,59^\circ\text{C} \text{ ABBASSAMENTO TEMPERATURA}$$

$$T_2 = T_1 - \Delta T = 27,54 - 8,59 = 18,95^\circ\text{C}$$

$$3) T_{\text{fin}} = \frac{T_2 \cdot C + T_{\text{'ghiaccio'}} \cdot m_{\text{'ghiaccio'}} \cdot C_{\text{'ghiaccio'}}}{C + m_{\text{'ghiaccio'}} \cdot C_{\text{'ghiaccio'}}}$$

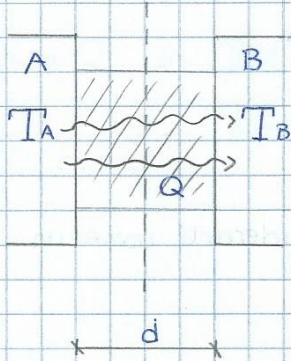
ORA È H_2O !

$$= \frac{18,95 \cdot 1550,7 + 0 \cdot 0,04 \cdot 4190}{1550,7 + 0,04 \cdot 4190} = 17,10^\circ\text{C}$$

LA TRASMISSIONE del CALORE

Avviene attraverso 3 modi :
CONDUZIONE TERMICA
CONVEZIONE
IRRAGGIAMENTO

1) LA CONDUZIONE TERMICA AVVIENE A LIVELLO MICROSCOPICO



distanza = d

sezione = Σ

la cosa importante è la QUANTITÀ DI CALORE CHE PASSA NELL'UNITÀ DI TEMPO:
non parliamo più di energia, ma di POTENZA!

$$W = \frac{Q}{t} = \frac{k \cdot \Sigma}{d} \cdot \Delta T$$

k = conducibilità termica
(dipende dal materiale)

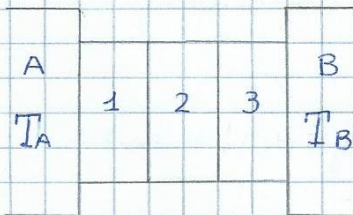
$$\left[\frac{W}{m^2 K} \right] \text{ u.d.m.}$$

A volte viene usato un altro parametro, la RESISTENZA TERMICA

$$R = \frac{d}{k} \Rightarrow$$

$$W = \frac{\Sigma}{R} \cdot \Delta T$$

$$\left[\frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W} \right] \text{ u.d.m.}$$



$$W = \frac{\Sigma (T_A - T_B)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

ESEMPI DI CONDUZIONE TERMICA DI ALCUNI MATERIALI:

Alluminio : 210

Ana : 0,026 (Ferma)

Argento : 420

Vetro : 0,5 ÷ 1

Legno : 0,1 ÷ 0,3 (Asciutto)

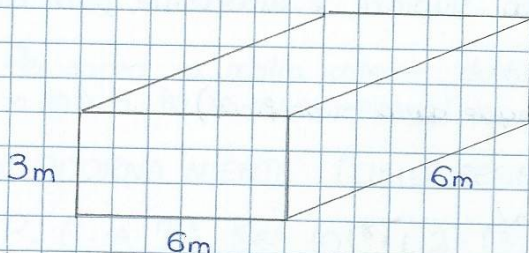
Muratura : 1,4 ÷ 2,4

Neve : 0,1

Ferro : 50

Marmo : 2 ÷ 3

Esempio :



$$T_{\text{interna}} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{esterna}} = -18^{\circ}\text{C}$$

$$\bar{W} = \frac{k \cdot \Sigma \cdot \Delta T}{d}$$

d = spessore della parete

$$\Sigma = [(6 \cdot 3) \cdot 4] + (6 \cdot 6) \text{ (NON CONSIDERO IL PAVIMENTO)} = 108 \text{ m}^2$$

$$\Delta T = 43^{\circ}\text{C}$$

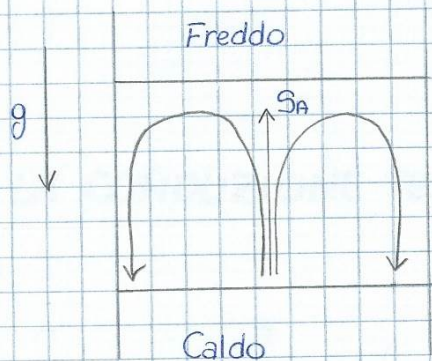
- MURO DI 40 cm : $\bar{W} = \frac{1,5 \cdot 108 \cdot 43}{0,4} = 17.415 \text{ Watt}$ È NECESSARIA UNA STUFA DA 17 KW

- LEGNO DI 20 cm : $\bar{W} = \frac{0,2 \cdot 108 \cdot 43}{0,2} = 4.644 \text{ Watt}$

Una soluzione molto efficace sarebbe fare 2 muri con all'interno dell'aria !

2) LA CONVEZIONE AVVIENE A LIVELLO MACROSCOPICO

In questo caso ho a che fare con dei corpi FLUIDI



S_A = spinta di Archimede \rightarrow il fluido, riscaldandosi, si dilata!

$\rho = \rho(T) \rightarrow$ la DENSITA' DIPENDE DALLA TEMPERATURA

CONVEZIONE NATURALE

La convezione naturale è molto difficile da studiare, è importante, però, che:

$$\frac{Q}{t} = \alpha \cdot E \cdot \Delta T \rightarrow \text{(dipende comunque dalla superficie)}$$

N O N O N O N O N

CONVEZIONE FORZATA

il fluido è messo in movimento da qualcosa di meccanico!

Per esempio quando voglio raffreddare qualcosa soffiandoci sopra, oppure quando per raffreddare un motore faccio circolare un liquido!

15/05/2012

3) L'IRRAGGIAMENTO

Emissione da parte di un corpo caldo di onde elettromagnetiche (LUCE), che permettono il trasporto di energia.

$$P_{irr} = \tilde{G} \cdot \epsilon \cdot A \cdot T^4$$

\rightarrow VANNO USATI GRADI KELVIN!

$$\tilde{G} = \text{costante} = 5,67 \cdot 10^{-8}$$

$$\epsilon = 0 \div 1 \text{ (noi } \approx 1)$$

A = superficie corpo

v. d. m. $P = [\text{Watt}]$

v. d. m. $\tilde{G} = \left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \right]$

LEGGE DI WIEN :

$$T \cdot \lambda_{\text{max}} = \text{costante} = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

Man mano che la temperatura si alza, il colore della luce passa da INFRAROSSO \rightarrow ROSSO \rightarrow GIALLO \rightarrow BU ...

Se io sono in grado di vedere il colore, posso capire la temperatura di un corpo!

CORPO NERO = corpo che emette e riceve radiazioni, è in equilibrio quando le radiazioni emesse e ricevute sono uguali.

È definito dal solo parametro della TEMPERATURA e il suo colore varia in base alla LEGGE DI WIEN!

Esempio: Potenza irradiata di un essere umano!

$$T_{umana} = 34^{\circ}\text{C} \rightarrow 34 + 273 = 307^{\circ}\text{K}$$



A_{umana} = in approssimazione = $h \cdot \text{giro vita}$

$$= 1,70 \cdot 0,7 = 1,19 \text{ m}^2 \approx 1,2 \text{ m}^2$$

Per sapere la nostra potenza dobbiamo tener conto dell'ambiente, perché in natura ho le nuvole, ecc che mi fanno ritornare le radiazioni...

- NON RITORNA NIENTE (CIELO SERENO)

$$P = \sigma \cdot A \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1,2 \cdot (307)^4 \approx 604 \text{ W}$$

- STANZA (RITORNO RADIAZIONI DALLE PARETI)

$$T_{pareti} = 24^{\circ}\text{C} \rightarrow 24 + 273 = 297^{\circ}\text{K}$$

$$P = P_{irr} - P_{ricevuta}$$

$$P = (\sigma \cdot A_{umana} \cdot T_{umana}^4) - (\sigma \cdot A_{umana} \cdot T_{stanza}^4) = \sigma \cdot A_{umana} \cdot (T_{umana}^4 - T_{stanza}^4) \\ = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 1,2 \cdot (307^4 - 297^4) = 74 \text{ W}$$

Esempio: legge di Wien

$$\lambda_{max,umana} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T_{umana}} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{307} = 9,44 \cdot 10^{-6} \text{ m} \rightarrow \text{COLORE INFRAROSSO} \\ \stackrel{!}{=} 9,44 \mu\text{m}$$

TERMODINAMICA dei GAS

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$n = \# \text{ moli}$

$$N_A = 6 \cdot 10^{23}$$

$$R = 8,31 \text{ J/moli K}$$



$$P \cdot V = K \cdot N \cdot T$$

← $N = n \cdot \text{tot. molecole} = N_A \cdot n$

$K = \text{costante di Boltzman} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

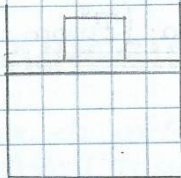
Siccome $P \cdot V = \text{ENERGIA}$, questa formula mi dice che DATA UNA CERTA T ,
HO UNA CERTA QUANTITÀ DI ENERGIA CINETICA.

$$\text{Energia Interna} = \frac{1}{2} K \cdot T \cdot \text{gradi di libertà di movimento}$$

N O N O N O N O N O N O N

TRASFORMAZIONI TERMODINAMICHE

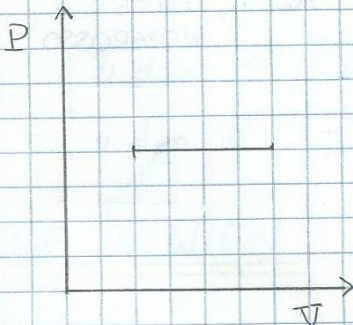
- TRASFORMAZIONE ISOBARA ($P = \text{costante}$)



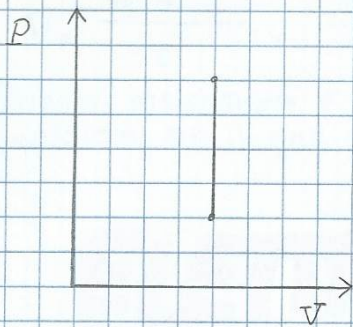
variazione energia
interna

$$\Delta E_{in} = Q - \mathcal{L}$$

$$d\mathcal{L} = P \cdot dV \Rightarrow \mathcal{L} = P (\bar{V}_{fin} - \bar{V}_{iniz})$$



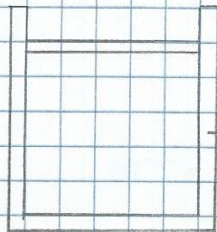
- TRASFORMAZIONE ISOCORA o ISOVOLUMICA ($V = \text{costante}$)



$$\mathcal{L} = 0$$

$$\Delta E_{in} = Q$$

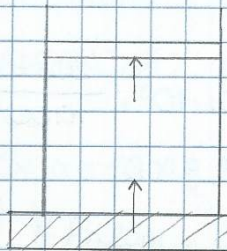
- TRASFORMAZIONE ADIABATICA



$$Q = 0$$

$$\rightarrow \text{ISOLANTE} \quad \Delta E_{in} = -\mathcal{L}$$

- TRASFORMAZIONE ISOTERMICA



$$\Delta E_{in} = 0$$

$$Q = \mathcal{L}$$

\rightarrow sorgente di calore
con $T = \text{costante}$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\mathcal{L} = \int_{V_i}^{V_f} P \cdot dV = \int_{V_i}^{V_f} \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \cdot dV$$

\downarrow

$$\mathcal{L} = n \cdot R \cdot T \cdot \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right)$$

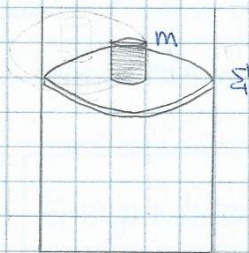
Esempio :

Una mole di H si espande da $V_1 = 12 \text{ l}$ a $V_2 = 30 \text{ l}$ alla $T = 400 \text{ K}$ costante.

$L_{\text{gas}} = ?$

$$L = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right)$$
$$= 1 \cdot 8,31 \cdot 400 \cdot \ln \left(\frac{30}{12} \right) = 3045,75 \text{ J}$$

Esercizio : PER CASA



$$\Sigma = 100 \text{ cm}^2 \rightarrow = 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$
$$m = 20 \text{ Kg}$$

$$T_i = 270^\circ \text{ K} ; T_f = 350^\circ \text{ K}$$
$$\text{inizialmente } V_i = 1 \text{ l} \rightarrow V_i = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

1) n° di moli di gas = ?

2) lavoro fatto da T_i a $T_f = ?$

~~1) $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$~~

~~$P = \frac{F}{S} = \frac{20 \cdot 9,8}{0,01} = 19 \cdot 600 \text{ Pa}$~~

~~$\Rightarrow P \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow 19600 \cdot 1 = n \cdot 8,31 \cdot 270$~~

~~$\rightarrow n = \frac{19600}{8,31 \cdot 270} = 8,74 \text{ moli}$~~

NO!

CORREZIONE :

TRASFORMAZIONE ISOBARA $\rightarrow P$ costante $\rightarrow P = P_{\text{atm}} + \frac{m \cdot g}{\Sigma} = 101 \cdot 10^3 + \frac{20 \cdot 9,8}{100 \cdot 10^{-4}}$

\downarrow

$= 218,7 \text{ kPa}$

$$L = P \cdot dV \rightarrow L = P (V_f - V_i) \quad P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

1) $n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T_i} = \frac{218,7 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 270} = 0,097 \text{ moli}$

2) $V_f = \frac{n \cdot R \cdot T_f}{P} = \frac{0,097 \cdot 8,31 \cdot 350}{218,7 \cdot 10^3} = 0,00129 \text{ m}^3 \rightarrow 1,29 \text{ l}$

$$L = P (V_f - V_i) = 218,7 \cdot 10^3 (0,00129 - 0,001) = 63,423 \text{ J}$$

CURIOSITA' :

16/05/2012

Alla P_{atm} , 1 mole in che volume sta?

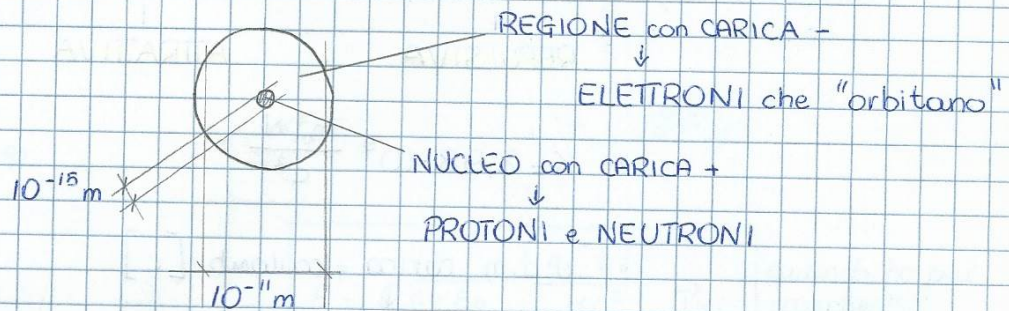
$$\bar{V} = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1 \cdot 8,31 \cdot 300}{101 \cdot 10^3} = 0,0247 \text{ m}^3 \rightarrow 24,7 \text{ l}$$

Questa dimensione è irrilevante per quanto riguarda il tipo di gas: qualsiasi sia il gas, il volume di 1 mole è sempre lo stesso!

ELETTROMAGNETISMO

COM'È FATTA LA MATERIA?

ATOMO : il più piccolo elemento di una sostanza che la caratterizza!



PROTONE : massa = $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$ carica = + carica elementare ($+q_e$)

NEUTRONE : massa \cong " carica = 0

ELETTRONE : massa = $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ carica = - carica elementare ($-q_e$)

Se prendo 1g di sostanza (10^{-3} Kg), quanti protoni ci sono?

$$\# \text{ Protoni} = \frac{10^{-3}}{1,67 \cdot 10^{-27}} = 6 \cdot 10^{23} \rightarrow \text{NUMERO DI AVOGADRO!}$$

OGNI ATOMO

È DEFINITO

DA z e A

CARICA DEL NUCLEO (z) = # Protoni (# di q_e + nel nucleo)

MASSA (A) = # Protoni + # Neutroni

↓

ISOTOPI = stesse proprietà ma peso diverso!