

LEZIONI 5

16/10/20

CALORE SPECIFICO DEI SOLIDI

QUANDO SI PARLA DI CALORE SPECIFICO PER SOLIDI E LIQUIDI IN GENERALE SI INTENDE IL CAL. SPEC. A P COSTANTE (COME VEDREMO PIU' AVANTI NON E' FACILE MANTENERE COSTANTE IL VOLUME DI CORPI (OLO COMPRESSIBILI))

MASSA ATOMICA	CAL. SPEC. DI MASSA J/K	CAL. SPEC. MOLEARE $J/mole K$
Al (27)	$0.897 + 27 J/mole$	24
Fe (56)	$0.449 + 56 J/mole$	25
Au (197)	0.129	25
H ₂ O	4.2	76

8.3 $\frac{J}{mole K}$

$3R$

LEGGE DULONG & PETIT
CALORE SPEC. SOLIDI

ES. USANDO LA LEGGE DI DULONG & PETIT STIMARE IL CALORE SPECIFICO DEL RAME ($\mu = 63 \mu$)

$$C = \frac{25 \frac{J}{mole K} \cdot \mu}{63 g} = 0.396 \frac{J}{g K}$$

0.385 (VALORE Sperimentale)

NOTA:

LEGGE DULONG & PETIT

$$C \sim 3R\mu$$

$$\mu = \frac{C}{3R}$$

CON LA SOLA MISURA DI CAPACITA' TERMICA POSSO CONTARE IL NUMERO DI ATOMI IN UN SOLIDO!

ENERGIA INTERNA E CALORE SPECIFICO DEL GAS IDEALE

NON DIPENDE
DALLA TRASF.

DIPENDONO
DALLA TRASF.

$$\Delta U = Q - L \quad (\text{I PRINCIPIO})$$

FUNZIONE
DI STATO

IL VALORE DI U È FISSATO
UNA VOLTA SPECIFICATO LO STATO
DI EQUILIBRIO ATTRAVERSO **2 COORD.**

$$U(V, T)$$

$$U(P, T)$$

$$U(V, P)$$

SE IL NUMERO
DI MOLE NON
CAMBIA
ALTRIMENTI
E. $U(n, V, T)$

IN MECCANICA STATISTICA POSSIAMO
CALCOLARE U DA PRINCIPI PRIMI.

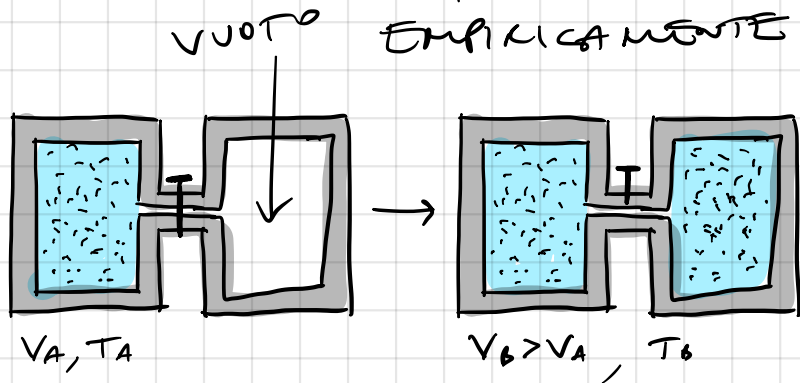
IN PRATICA LA DEFINIZIONE TERMODINAMICA
DI U FORNISCE UNA PROCEDURA PER
LA DETERMINAZIONE EMPIRICA DELLA FUNZIONE U

$$U(V_B, T_B) - U(V_A, T_A) = \int_A^B dW = \int_A^B \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV + \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V dT$$

IN GENERALE
FUNZIONI DI V, T
DETERMINATE
EMPIRICAMENTE

X IL GAS IDEALE :

$$1) \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = 0$$



$$\Delta T = T_B - T_A < 0$$

$$\lim_{P \rightarrow 0} \Delta T = 0 \Rightarrow T_B = T_A$$

ADIABATICO

PARETI RIGIDE e NON COMPIE LAVORO SULL'AMBIENTE

$$\Delta U = Q - L$$

$$U(V_A, T_A) = U(V_B, T_A)$$

$$V_B \neq V_A \quad \forall V_A, V_B, T_A$$

$$U(V, T) = U(T) \Rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = 0$$

ANALOGAMENTE POICHE' ANCHE $P_B \neq P_A$ E $\Delta U = 0$

IL PRINCIPIO X IN TRATTO INFINITESIMO DI UNA TRASF. QUASI STATICA

$$\left(\frac{\partial U}{\partial P} \right)_T = 0$$

$$2) \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$$

$$dU = \delta Q - \delta L = \delta Q - P dV$$

$$(dU)_V = (\delta Q)_V \rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_V = \mu_C \leftarrow \text{CALORE SPECIFICO MOLARE}$$

X GAS IDEALI SI TROVA

CALORE SPECIFICO (MOLARE) DEI GAS

- MONATOMICO
(He, Ne, ...)

$$C_V = \frac{1}{n} \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_V = \frac{3}{2} R \leftarrow \text{NON DIPENDE DA T}$$

MISURATO A VOLUME COSTANTE

METÀ DI QUELLO DEI SOLIDI (DULONG-PETIT)

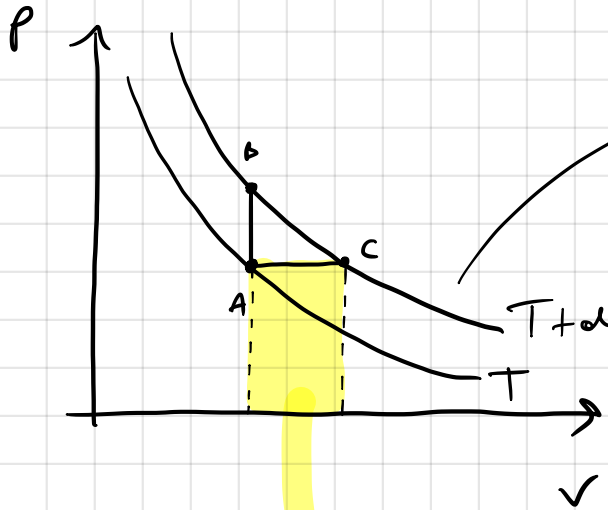
- BIATOMICO
(ARIA, N₂, O₂, H₂, ...)

$$C_V = \frac{5}{2} R$$

COSTANTE A T BASSA
POI CRESCE

$$U(T_B) - U(T_A) = \int_A^B \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T dV + \underbrace{\left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V}_{nC_V} dT = nC_V (T_B - T_A)$$

$nC_V \rightarrow$ SE COSTANTE
 TRA T_A E T_B



ISOTERME DEL GAS IDEALE
 SONO ANCHE ISO-U

$T + dT \cdot A \rightarrow B$

$$dW = \delta Q - \delta L = \delta Q - P dV$$

$$nC_V dT = (\delta Q)_V$$

• $A \rightarrow C$

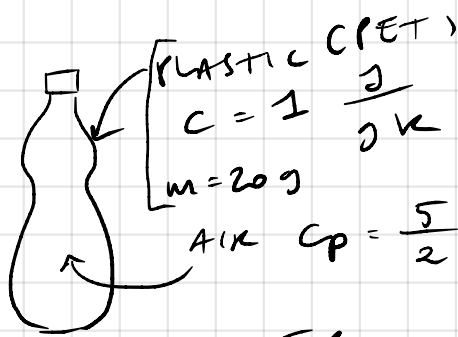
$$dW = nC_V dT = (\delta Q)_P - P dV$$

A PARITÀ DI dW
 DEVO ASSORBIRE
 + CALORE $(\delta Q)_P > (\delta Q)_V$

$$PV = nRT \rightarrow d(PV) = \cancel{dP} V + P dV = nR dT$$

$$(\delta Q)_P = nC_V dT + nR dT = n(C_V + R) dT$$

$$C_P = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_P = C_V + R = \begin{cases} \frac{5}{2} R & \text{MONATOMICO} \\ \frac{7}{2} R & \text{BIATOMICO} \end{cases}$$



PLASTIC (PET)
 $c = 1 \frac{J}{g \cdot K}$
 $m = 20 g$

AIR $c_p = \frac{5}{2} R$

$V = 0.5 L$

CALCOLARE CAPACITA' TERMICA BOTTIGLIA VUOTA

AIR
 80% N_2 → MISCELA DI GAS BIATOMICI
 20% O_2
 ...

$C_1 = C_b + C_A$

$C_b = mc = 1 \frac{J}{g \cdot K} \cdot 20 g = 20 \frac{J}{K}$

$C_A = \frac{5}{2} R n = \frac{5}{2} \frac{PV}{T} = \frac{5}{2} \frac{10^5 Pa \cdot 10^{-3} m^3}{300 K} = \frac{5}{12} \frac{J}{K} = 0.4 \frac{J}{K}$

↳ $PV = nRT$ ↵

ACQUA ?

$C_w = mc = 500 g \cdot \frac{4 J}{g \cdot K} = 2000 \frac{J}{K} = 2 \frac{kJ}{K}$

A PARITA' DI VOLUME $C_w \gg C_A$
 ↓

POSSO TRASCURARE ARIA NEGLI SCAMBI TERMICI CHE AVVENGONO NEL CALORIMETRO