

5 - Liquidi Reali

Sunday, 24 October 2021 12:45

INCOMPRESIBILITÀ $\beta = \text{COST}$

TUTTE LE TRASFORMAZIONI AVENGONO A β COSTANTE

NON HA SENSO DEFINIRE C_P, C_V

ISOBATA = ISOBARA (VIOLOMICA)

CALORE SPECIFICO

$$C_P = C_V = C$$

$$C = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = \frac{dU}{dT}$$

$$C = f(T)$$

ENERGIA INTERNA

$$\Delta U = U - U_0 = \int_{T_0}^T C(T) dT$$

$$U = f(T)$$

To di riferimento
per acqua usiamo il PUNTO TRIPLO come convenzione

ENTALPIA

$$H = U + PV \rightarrow \Delta H = \Delta U + V \Delta P + P \Delta V$$

$$\Delta H = H - H_0 = \int_{T_0}^T C(T) dT + V(P - P_0)$$

$$H = f(T, P)$$

IL CONTENUTO DI PRESSIONE VALE SOLO PER ΔP ELEVATE,
NORMALMENTE IL CONTENUTO DI T è MAGGIORE

ENTROPIA

$$TdS = dU + PdV \quad dS = \frac{dU}{T} = \frac{C(T) dT}{T}$$

$$S = f(T)$$

$$\Delta S = S - S_0 = \int_{T_0}^T \frac{C(T) dT}{T}$$

Liquidi Ideali (Incompresibili)

$$H = f(T, P)$$

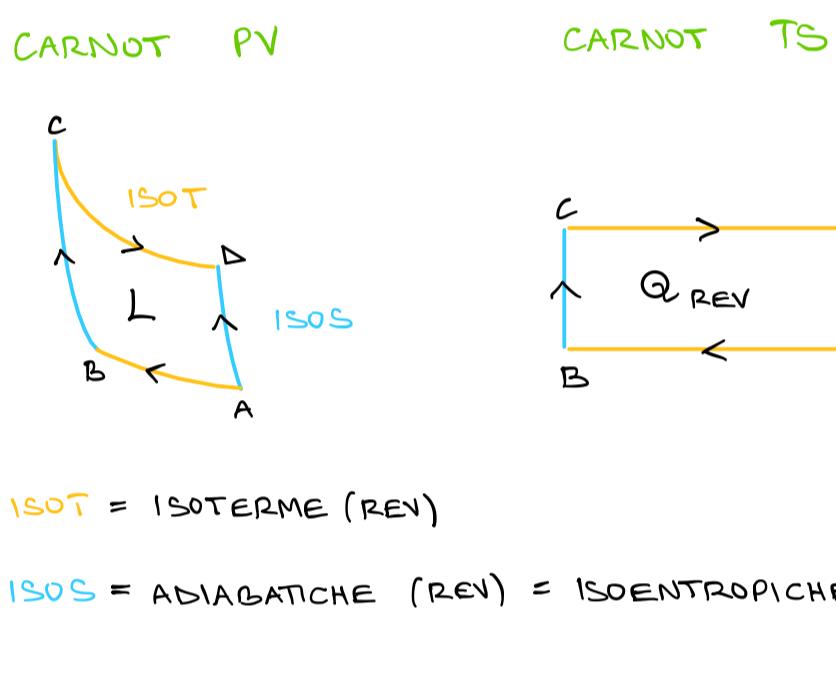
$$S = f(T)$$

Gas Ideali (anefatti)

$$H = f(T)$$

$$S = f(T, P)$$

Liquido Ideale



TUTTE LE ISOBANE COLLASSANO SU UNA STESSA LINEA (T-S)

$S = S(T)$ NON DIPENDE DA T

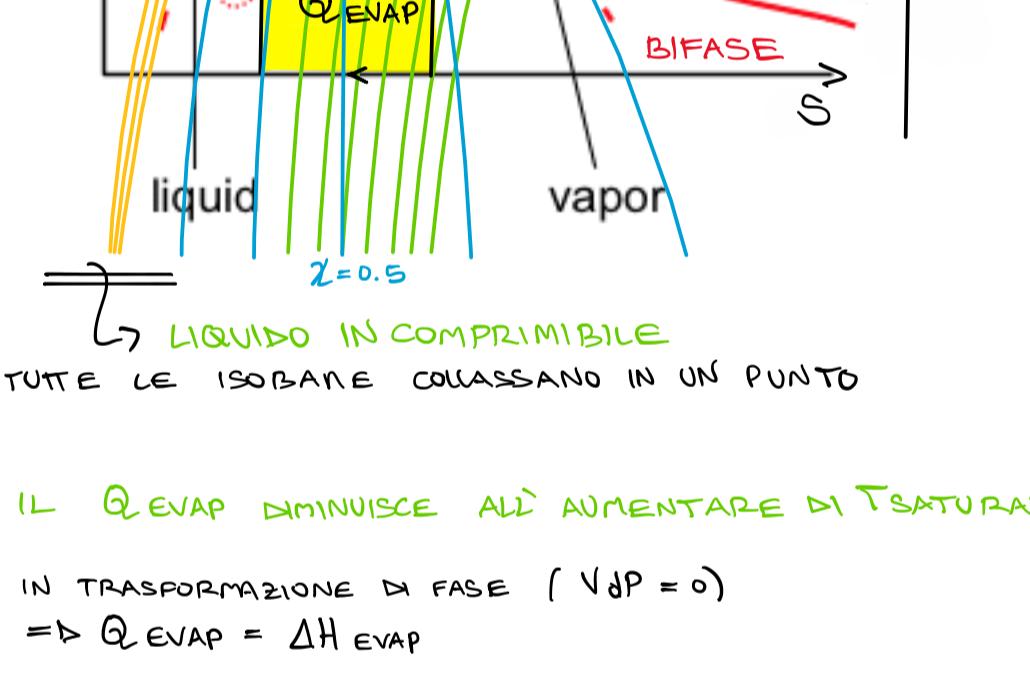
LE ISOBANE SI DISTANZIANO TUTTI LOSSI (H-S)

$$H = H(T, P)$$

L'ACQUA NON È ESATTAMENTE UN LIQUIDO IDEALE
PERÒ TUTTE LE ISOBANE TENDONO A COLLASSARE
VERSO UNA SINGOLA LINEA (TENDE AL CASO IDEALE) T-S

IN H-S VEDEMO INVECE UNA DISTANZA MAGGIORNE

GAS IDEALE



CURVE ESPONENZIALI LA CUI PENDENZA DIPENDE DA C_P

H-S STESSA FORMA T-S MA DILATATA

SOLIDO - LIQUIDO IDEALE \rightarrow INCOMPRESIBILE

FLUIDO REALE (2 VARIABILI)

$$V(T, S) \quad H(P, T) \quad S(V, T)$$

$$F(V, T, P) = 0 \quad \text{FUNZIONE DI STATO}$$

PER SCOPI PRACTICI È SCOMODO

SCOPI PRACTICI

- DIA GRAMI SU PIANI SPECIFICI
- SOFTWARE
- TALELE

DIAGRAMMI

FORNISCONO VISUALIZZAZIONE DELLE PROPRIETÀ
PECULIARI DEL FLUIDO IN FUNZIONE DI CENTE
VARIAZIONI CARATTERISTICHE

PIANO CARTESIANO (ISO-LINEE)

DA $F(V, T, P)$ SUPERFICIE 3D A PIANO 2D

DIAGRAMMI CARATTERISTICI DEL FLUIDO

1) DIAGRAMMI PT (FASE)

ANALISI STATI E AGGREGAZIONE DEL FLUIDO
PERO INFORMAZIONI SU COMPOSIZIONE E VOLUME

(X LIQUIDO E VAPORE ?)

TUTTE LE ZONE DI COMPRESENZA DI STATI
COLLASSANO SU UNA SINGOLA LINEA

NON MOLTO USATO PER I SISTEMI ENERGETICI
(IMPORTANTE IN CHIMICA)

2) DIAGRAMMI TS (ENTROPICI)

$$\frac{dS}{dT} = \frac{C_P}{T} \quad Q_{REV} = \int_{T_1}^{T_2} T(S) dS$$

$$TdS = dH - VdP \quad Tds = dU - C_V dT$$

$$\frac{dT}{dS} = \frac{C_P}{C_V}$$

POTREBBE $C_P > C_V$ (MEYER)
VALE IN GENERALE ANCHE PER I GAS REALI
LA PENDENZA $ISO_V > ISO_P$

3) DIAGRAMMI HS (ENTALPICI)

LETTURA ENTALPIA (H) IMMEDIATA
IMPORTANTE STORICAMENTE

H UTILE IN SISTEMI APERTI (P COST)

4) DIAGRAMMA PH (REFRIGERANTE)

UTILIZZATO IN CICLI FRIGORIFERI

DIAGRAMMA DI SATURAZIONE

CLAPEYRON, ANDREWS, CURVA DI SATURAZIONE

LUOGO DEI PUNTI ANGOLOSI CHE FORMANO LE ISOLINE APPENA HO UNA TRANSIZIONE DI FASE

(IN GENERALE) NON SONO CURVE SIMMETRICHE

EVAPORAZIONE \rightarrow CONDENSAZIONE

$$TdS = dH - VdP \quad Tds = dU - C_V dT$$

$$\rightarrow T = \frac{dH}{dS} \quad \text{SEGMENTI RETTILINEI A PENDENZA VARIABILE}$$

$$ISO_T = ISO_H \quad \text{A GAS IDEALE}$$

$$TANGENZA PCRT = TANGENZA TCRT$$

STESSE INFORMAZIONI, CAMBIA
SOLO LA FAMIGLIA DI CURVE

DIAGRAMMA TS H₂O CIRCA SIMMETRICA

IMPORTANTE I PUNTI DI RIFERIMENTO DEL GRAFICO

LAVORO DI PULSIONE

$$L + Q = m \cdot \Delta (H + \frac{V^2}{2} + g z) \quad [W]$$

$$L + Q + m (H_2 + \frac{V_2^2}{2} + g z_2) = m (H_1 + \frac{V_1^2}{2} + g z_1) \quad [W]$$

$$H = U + PV \quad \text{LAVORO DI PULSIONE}$$

LAVORO NECESSARIO A MUovere IL FLUIDO TRA S₁ E S₂
MOVIMENTO ATTIVATO ∇ DI CONTROLLO

1 → 2 APPO VALVOLA ED ASPIRA

2 → 3 CHIUDI VALVOLA E COMPRESO
RAGGIUNGONO CONDIZIONI DESIDERATE

3 → 4 ESPULSIONE DA ∇ DI CONTROLLO

1 2 3 4

ASPIRAZIONE → ESPULSIONE → COMPRESIONE

$$L_{1 \rightarrow 2} = -P_2 V_2$$

$$L_{2 \rightarrow 3} = CV (T_3 - T_2)$$

$$L_{3 \rightarrow 4} = +P_3 V_3$$

SONO PIÙ PENDENTI LE ISO-P O ISO-V?

$$(\frac{\partial T}{\partial S})_P \quad ISO-P \quad (\frac{\partial T}{\partial S})_V \quad ISO-V$$

$$TdS = dH - VdP \quad Tds = dU - C_V dT$$

$$TdS = dH - VdP \quad Tds = dU - C_V dT$$

$$\frac{dT}{dS} = \frac{C_P}{C_V} \quad \frac{dT}{dS} = \frac{T}{S}$$

$$POTREBBE C_P > C_V \quad (MEYER)$$

VALE IN GENERALE ANCHE PER I GAS REALI
LA PENDENZA ISO_V > ISO_P

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO-S / ISO-P / ISO-V

ISO-T / ISO-H / ISO