

C- CALORE / LAVORO / PRIMO PRINCIPIO

SISTEMA TERMODINAMICO

SISTEMA IL CUI COMPORTAMENTO PUO' ESSERE DETERMINATO E DESCRITTO PER MEZZO DI POCHE GRANDEZZE GLOBALI (PRESSIONE, TEMPERATURA, ECC.), SENZA CONOSCERE LO STATO DI MOTO DI TUTTE LE SUE PARTICELLE

EQUILIBRIO TERMODINAMICO DI UN SISTEMA

1. LE FORZE MECCANICHE CHE SI ESERCITANO SULLE VARIE PARTI SONO IN EQUILIBRIO
2. ASSENZA DI MOTO MACROSCOPICO FRA LE VARIE PARTI
3. STESSA TEMPERATURA IN TUTTE LE PARTI
4. LE REAZIONI CHIMICHE HANNO RAGGIUNTO L'EQUILIBRIO
5. I CAMBIAMENTI DI STATO HANNO RAGGIUNTO L'EQUILIBRIO

VARIABILI DI STATO

SI DIVIDONO IN INTENSIVE (IL LORO VALORE NON DIPENDE DALLE DIMENSIONI DEL SISTEMA) ED ESTENSIVE

LE VARIABILI DI STATO INDIPENDENTI SONO UNA PER OGNI MANIERA CON LA QUALE E' POSSIBILE FORNIRE ENERGIA AL SISTEMA

IN TERMODINAMICA SI STUDIANO LE TRASFORMAZIONI DI CALORE IN LAVORO E VICEVERSA, CIOE' DUE FORME DI ENERGIA, PER CUI LE VARIABILI DI STATO INDIPENDENTI SONO DUE

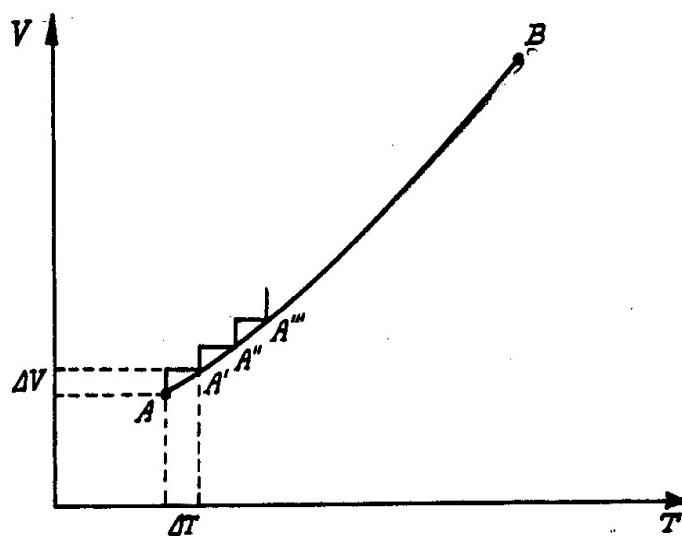
EQUAZIONI DI STATO

FISSANO DEI LEGAMI FRA LE VARIABILI DI STATO INDIPENDENTI E QUELLE DIPENDENTI

TRASFORMAZIONI

TRASFORMAZIONE QUASISTATICA

E' UNA SUCCESSIONE DI STATI INTERMEDI DI EQUILIBRIO



TRASFORMAZIONE REVERSIBILE

- E' QUASISTATICA
- NON E' ACCOMPAGNATA DA PROCESSI DISSIPATIVI
- EVENTUALI SCAMBI DI CALORE AVVENGONO CON SORGENTI ALLA STESSA TEMPERATURA DEL SISTEMA AL MOMENTO DELLO SCAMBIO

SISTEMA TERMODINAMICO CHIUSO

SISTEMA TERMODINAMICO CHE PUO' ESSERE RACCHIUSO
ENTRO UNA SUPERFICIE DI CONTROLLO ATTRAVERSO LA
QUALE NON PUO' AVVENIRE UN FLUSSO DI MASSA

IL SISTEMA PUO' SCAMBIARE CALORE E LAVORO COL MONDO
ESTERNO

LA MASSA E' COSTANTE

LE ALTRE GRANDEZZE (PRESSIONE, TEMPERATURA, ECC.)
POSSONO VARIARE NEL TEMPO

SISTEMA TERMODINAMICO APERTO

SISTEMA TERMODINAMICO RACCHIUSO ENTRO UNA SUPERFICIE DI CONTROLLO ATTRAVERSO LA QUALE AVVIENE UN FLUSSO DI MASSA

IL SISTEMA PUO' SCAMBIARE MASSA, CALORE E LAVORO COL MONDO ESTERNO

LA MASSA NON E' COSTANTE

ANCHE LE ALTRE GRANDEZZE (PRESSIONE, TEMPERATURA, ECC.) POSSONO VARIARE NEL TEMPO

LAVORO

LAVORO = FORZA x SPOSTAMENTO

NEI FLUIDI LE FORZE SONO ORIGINATE DALLA PRESSIONE:

$$F = p \times A$$

E GLI SPOSTAMENTI SONO DOVUTI ALLE DEFORMAZIONI DEL FLUIDO STESSO

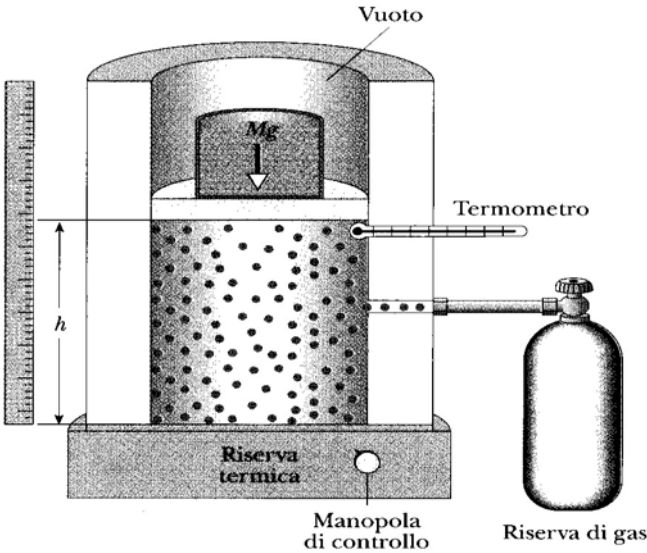
$$dL = F \times dS = p \times A \times dS = p \times dV$$

SI CONSIDERA POSITIVO IL LAVORO FATTO DALL'AMBIENTE ESTERNO SUL SISTEMA TERMODINAMICO E NEGATIVO QUELLO COMPIUTO DAL SISTEMA TERMODINAMICO

ALLE TRASFORMAZIONI CHE AVVENGONO CON AUMENTO DI VOLUME E' ASSOCIATO UN LAVORO NEGATIVO (LAVORO COMPIUTO DAL SISTEMA SULL'AMBIENTE ESTERNO) MENTRE IN CASO DI RIDUZIONE DI VOLUME SI VERIFICA UN LAVORO POSITIVO (COMPIUTO DALL'AMBIENTE ESTERNO SUL SISTEMA)

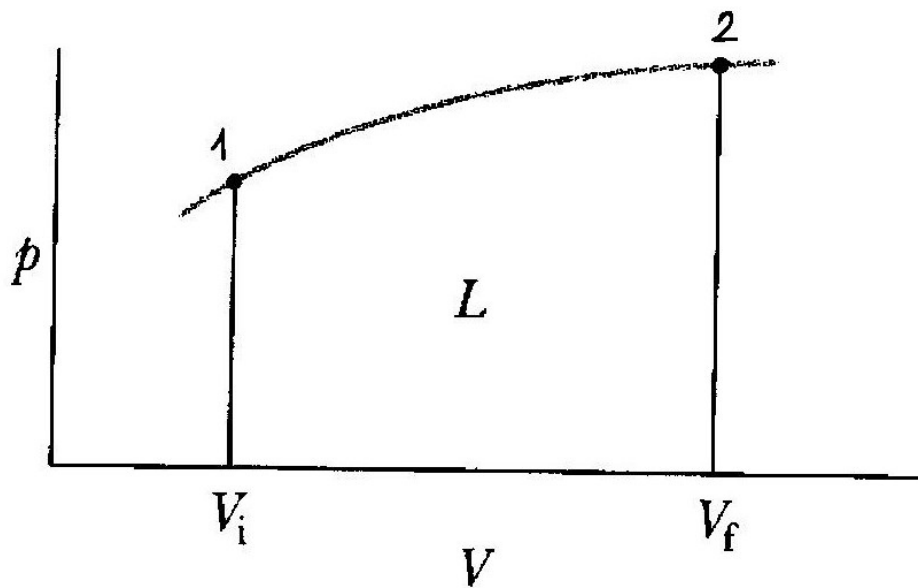
$$dL = - p \times dV$$

LAVORO IN UN SISTEMA TERMODINAMICO



LAVORO IN UN SISTEMA TERMODINAMICO

$$L = \int F dx = - \int p dV$$



IL LAVORO E' DATO DALL'AREA SOTTESA DALLA TRASFORMAZIONE
NEL PIANO p-V E DIPENDE DAL CAMMINO SEGUITO NELLA
TRASFORMAZIONE

CALORE

E' L'ENERGIA SCAMBIATA FRA UN SISTEMA E L'AMBIENTE CIRCOSTANTE A CAUSA DELLA LORO DIVERSA TEMPERATURA

LA QUANTITA' DI CALORE NECESSARIA PER PORTARE UN CORPO DALLA TEMPERATURA T_1 ALLA TEMPERATURA T_2 E' L'ENERGIA NECESSARIA PERCHE' I MOTI DELLE SUE PARTICELLE PASSINO DA QUELLI CARATTERISTICI DEL PRIMO STATO A QUELLI DEL SECONDO

SI CONSIDERA POSITIVO IL CALORE CEDUTO DALL'AMBIENTE ESTERNO AL SISTEMA TERMODINAMICO E NEGATIVO QUELLO CEDUTO DAL SISTEMA TERMODINAMICO

UNITA' DI MISURA

ENERGIA

$$1 \text{ Joule} = 1 \text{ N} \times \text{m}$$

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ Joule}$$

$$1 \text{ kWh} = 3.600.000 \text{ Joule}$$

ORIGINARIAMENTE LA CALORIA ERA STATA DEFINITA (SPERIMENTALMENTE) COME UNITA' DI MISURA DEL CALORE ED E' DATA DALLA QUANTITA' DI CALORE NECESSARIA PER INNALZARE DI 1°C (DA 14.5°C A 15.5°C) LA TEMPERATURA DI 1 g DI ACQUA

POTENZA

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s}$$

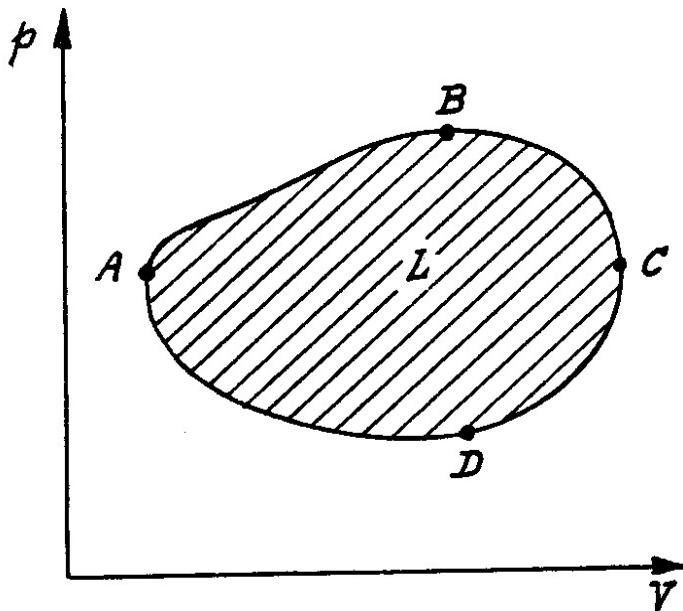
$$1 \text{ W} = 0.860 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \text{ kcal/h}$$

CICLO TERMODINAMICO

E' COSTITUITO DA UN INSIEME DI TRASFORMAZIONI TALI CHE IL PUNTO DI ARRIVO COINCIDE COL PUNTO DI PARTENZA

IL LAVORO IN UN CICLO E' DATO DALL'AREA RACCHIUSA DAL CICLO ED E' POSITIVO SE IL CICLO E' PERCORSO IN SENSO ANTIORARIO



PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

IN OGNI TRASFORMAZIONE TERMODINAMICA TRA DUE STATI DI EQUILIBRIO, L'ENERGIA RICHIESTA PER PORTARE IL SISTEMA DALLO STATO INIZIALE A QUELLO FINALE NON DIPENDE DAI PASSAGGI INTERMEDI, NE' DALLE FORME CON CUI E' SCAMBIATA L'ENERGIA ED ASSUME SEMPRE LO STESSO VALORE, CHE DIPENDE SOLO DAI DUE PUNTI INIZIALE E FINALE CONSIDERATI

E' UN'ESPRESSIONE PARTICOLARE DEL PRINCIPIO GENERALE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

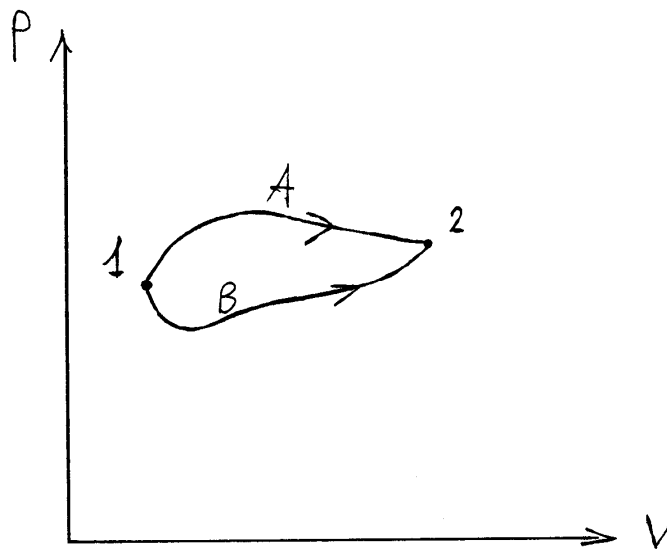
VALE PER LE TRASFORMAZIONI REVERSIBILI E PER QUELLE IRREVERSIBILI

POICHE' IN TERMODINAMICA SI CONSIDERANO SOLO SCAMBI DI ENERGIA SOTTO FORMA DI CALORE Q O LAVORO L , L'ENERGIA TOTALE DA FORNIRE AL SISTEMA E' DATA DA $Q + L$

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

LA QUANTITA' $Q + L$ MANTIENE SEMPRE LO STESSO VALORE PER OGNI PERCORSO FRA DUE STATI DI EQUILIBRIO. QUESTA QUANTITA' E' UGUALE ALLA VARIAZIONE DI UNA FUNZIONE DI STATO, DETTA ENERGIA INTERNA

$$Q + L = \Delta E$$



$$Q_A + L_A = Q_B + L_B = E_2 - E_1$$

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

L'ENERGIA INTERNA E' UNA FUNZIONE DI STATO, CIOE' LA SUA VARIAZIONE FRA DUE PUNTI DIPENDE SOLO DAI PUNTI CONSIDERATI E NON DAL PERCORSO SEGUITO PER LO SPOSTAMENTO

CALORE E LAVORO NON SONO FUNZIONI DI STATO, MA LA LORO SOMMA $Q+L$ LO E'

L'ENERGIA INTERNA PUO' ESSERE VISTA COME IL VALORE DEL LIVELLO ENERGETICO A CUI SI TROVA IL SISTEMA. PER PASSARE DA UN PUNTO A MINORE LIVELLO ENERGETICO AD UN ALTRO CON MAGGIORE LIVELLO ENERGETICO, BISOGNA FORNIRE L'ENERGIA CORRISPONDENTE ALLA DIFFERENZA FRA I DUE LIVELLI, CIOE' DE