

FISICA

TECNICA

AMBIENTALE

Prof. Francesco Leccese
assistente Giacomo Salvadori

giacomo.salvadori@unipi.it

Verede: esercitazione progettuale applicativa

↳ alla fine → relazione di calcolo sintetica

↳ in PDF entro il primo appello d'esame

5 TEMI dell'esercitazione

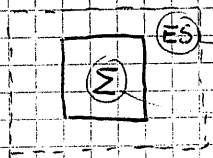
- Analisi termica e acustica di una parete esterna di un edificio esistente o in progetto e verifica normativa (come è fatta una parete)
- Analisi dei fenomeni di condensa in una parete opaca esterna di un edificio esistente o in progetto e verifica normativa
- Analisi storica dei dati climatici di una località scelta sul territorio regionale e confronto con dati di normativa
- Analisi dell'illuminazione naturale di un ambiente interno e verifica normativa (come sfruttare al meglio la luce naturale)
- Valutazione dell'accuratezza di misure di livelli sonori attraverso smartphone e confronto con misure fonometriche certificate
 - acquisire le caratteristiche del microfono dello smartphone
 - verificare esistenza app che trasformano il microfono in misuratore di livelli sonori → FONOMETRI
 - elenco dei modelli di smartphone; nomi app e caratteristiche
 - cos'è un fonometro? come funziona? quali sono le sue caratteristiche operative?
 - livelli sonori tipici

Controllo fisico-tecnico dell'ambiente costruito

Valutazione ^{oggettiva} dei parametri necessari a definire le prestazioni di COMFORT dell'ambiente → abitativo
 ↳ lavorativo

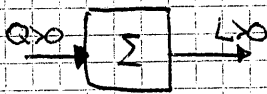
↳ termico
 ↳ igrometrico
 ↳ acustico
 ↳ luminoso

TERMODINAMICA (glossario)



ESTERNO SIGNIFICATIVO: parte dell'esterno che è in condizioni di interazione in qualche modo con il sistema

SISTEMA: corpo o insieme di corpi sui quali si vuole operare per raggiungere scopi determinati



- il calore è positivo se lo scambio termico è entrante
- il calore è negativo quando esce, ovvero quando c'è dispersione termica

1° PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

↳ espressione quantitativa della conservazione dell'energia

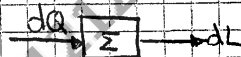
... Sistemi chiusi ...

✓ sistema esiste una grandezza E, funzione di stato, detta Energia Totale

Per un sistema chiuso le variazioni di E nel tempo dt sono

(1) $dE = dQ - dL$

$\underbrace{dQ}_{\text{scambio termico nell'intervallo } dt}$
 $-\underbrace{dL}_{\text{scambio dinamico nell'intervallo } dt}$



segue che $\frac{dE}{dt} = \frac{dQ}{dt} - \frac{dL}{dt} = \dot{Q} - \dot{L}$

\downarrow POTENZA TERMICA scambiata con l'esterno
 \downarrow POTENZA DINAMICA scambiata con l'esterno

Se un sistema è isolato $dQ = dL = 0 \rightarrow dE = 0$ e quindi l'energia totale si conserva

$$(2) \quad E = E_c + E_p + U$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{energia cinetica} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{termini energetici macroscopici}$$

$$E_p = m g z \quad \text{energia potenziale}$$

U energia interna \rightarrow dipende solo dalla struttura interna del sistema
(funzione di stato)

se $U = f(\text{variabili termodinamiche}) \rightarrow$ la U si dice energia interna termodinamica

Da (1) e (2) segue: $(3) \quad dU + dE_c + dE_p = dQ - dL$

\hookrightarrow espressione del 1° principio della termodinamica

Se $dE_c \approx dE_p \approx 0 \rightarrow (4) \quad dU = dQ - dL$

Per un sistema isolato e in quiete: $dU = 0$

Se il sistema chiuso descrive un ciclo $\rightarrow \oint dE = \oint dQ - \oint dL$

[se F è una funzione di stato $\oint dF = 0$]

\hookrightarrow ma $\oint dE = 0$

$\hookrightarrow \oint dQ = \oint dL$

principio di equivalenza tra calore e lavoro

$$\underline{Q = L} \quad (5)$$

Riassumendo:

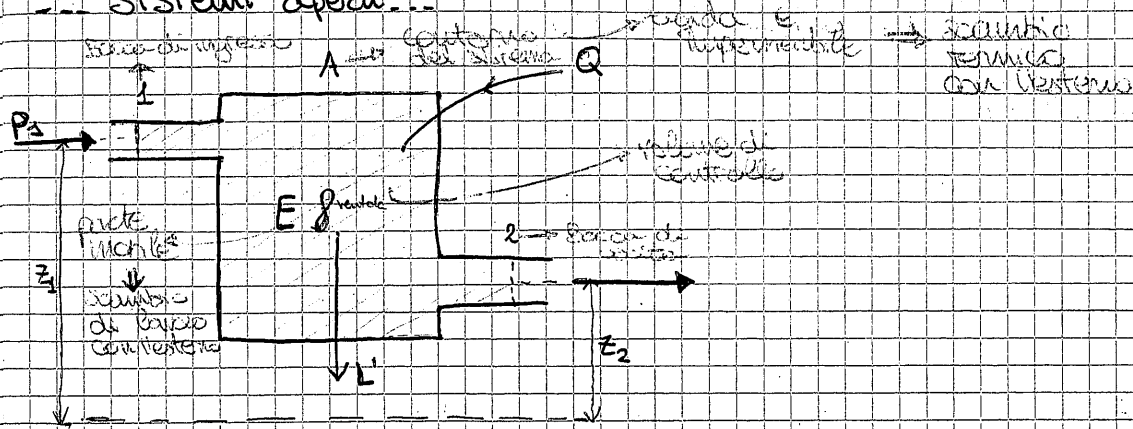
- 1° principio \rightarrow energia interna U (nuova funzione di stato)
- metodo per calcolare le variazioni di dU tramite la (3)
- la (3) non consente il calcolo del valore assoluto di U , definita a meno di una costante additiva

Osservazioni:

- nella (3) U, E_c, E_p, Q, L sono tutte grandezze energetiche, normalmente riferite all'unità di massa ($\frac{J}{kg}$)
- dU : variazione infinitesima $dU =$ differenziale esatto
- $\Delta U = \int_1^2 dU = U_{(2)} - U_{(1)} \rightarrow$ dipende solo dagli stati iniziale 1 e finale 2 e non dalla particolare trasformazione eseguita
- dQ e dL : quantità infinitesime
- Q e L non sono funzioni di stato, dipendono anche dalla particolare trasformazione eseguita

$$Q_{12} = \int_1^2 dQ \quad L_{12} = \int_1^2 dL$$

Sistemi aperti...



1 - BILANCIO IN MASSA

Siano t variabile temporale ; $M = M(z) \rightarrow$ massa contenuta nel volume di controllo

dM : dm_1, dm_2 una massa dm_1 entra attraverso 1 e una massa dm_2 esce attraverso 2
 \rightarrow massa scartata all'esterno

$dM = dm_1 - dm_2$

$$\frac{dM}{dt} = \frac{dm_1}{dt} - \frac{dm_2}{dt} = G_1 - G_2 = -(G_2 - G_1)$$

$\left[\frac{kg}{s} \right] - \left[\frac{kg}{s} \right] \rightarrow$ PORTATE IN MASSA

- le portate in uscita si sottraggono POSITIVE
- le portate in entrata si sottraggono NEGATIVE

(1) $\frac{dM}{dt} = -\sum_i G_i$

Per un sistema in condizioni stazionarie / a regime:

$\rightarrow \frac{dM}{dt} = 0$ $M = \text{costante}$, anche se continuamente rinnovata

\Downarrow
 $\sum_i G_i = 0$

2 - LAVORO DI PULSIONE (Scambio dinamico)

$dL ; dz$

$dL = dL_{netto} + dL_p$

LAVORO NETTO

LAVORO DI PULSIONE

Lavoro scambiato attraverso la parte mobile del contorno del sistema (E)

Lavoro scambiato attraverso le sezioni 1 e 2

(1)

MASTER COPY

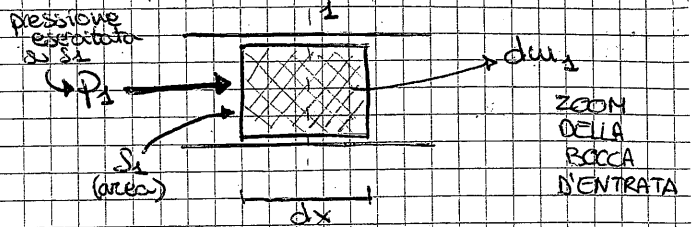
TEL. 011 8112126
 TEL. 011 8112145

$$(dL_p)_1 = P_1 S_1 dx = P_1 V_1 du_1$$

$$S_1 dx = V_1 du_1$$

$$(dL_p)_2 = P_2 V_2 du_2$$

volume specifico del fluido all'uscita
 $\left[\frac{m^3}{kg} \right]$



3 - BILANCIO ENERGETICO

$$(2) dE = dE_e - dE_u$$

variazione dell'energia del sistema

energia entrante

energia uscente

$$(3) dE_e = (U_1 + E_{c1} + E_{p1}) du_1 + dQ + P_1 V_1 du_1$$

$$dE_u = (U_2 + E_{c2} + E_{p2}) du_2 + dL' + P_2 V_2 du_2$$

$$U_i; E_{c_i} = \frac{1}{2} w_i^2$$

$$E_{p_i} = g z_i$$

(in questo caso $i=1,2$)

2 nuove funzioni di stato: (riferite all'unità di massa)

ENTALPIA $I = U + pV$

ENTALPIA AL RISTAGNO $H = I + E_c + E_p (= dV + U + E_c + E_p)$

Dalle (3) \rightarrow

$$dE_e = H_1 du_1 + dQ \quad (4)$$

$$dE_u = H_2 du_2 + dL'$$

Posso sostituire le (4) nella (2)

$$(*) dE = H_1 du_1 - H_2 du_2 + dQ - dL'$$

$$(5) \frac{dE}{dt} = H_1 G_1 - H_2 G_2 + \dot{Q} - \dot{L}$$

\dot{Q} potenza termica scambiata dal sistema
 \dot{L} potenza meccanica netta

$$(6) \frac{dE}{dt} = -\sum G_i H_i + \dot{Q} - \dot{L} \rightarrow \text{espressione assai generale del 1° principio della termodinamica per un sistema aperto con un numero qualsiasi di bocche}$$

Alla (6) va unito il bilancio in massa (1)

Nota 1:

Per un sistema chiuso: $G_i = 0$

dalla (5) $\Rightarrow \frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{L}$

dalla (1) $\Rightarrow \frac{dm}{dt} = 0 \Rightarrow H = \text{costante}$