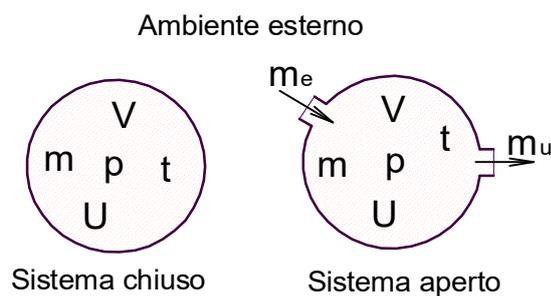


Richiami di termodinamica

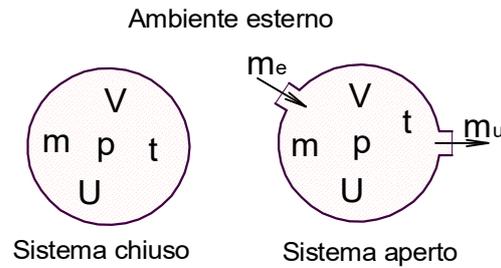
Prof. Carmine Napoli

SISTEMA TERMODINAMICO:



Si definisce sistema termodinamico la zona dello spazio che si desidera studiare.

Può essere qualsiasi spazio ad esempio: un semplice piccolo barattolo, una bottiglia, un locale tipo una stanza, ma anche un palazzo, una intera città, ma anche tutta la terra o il sistema solare ecc.



Il sistema è separato dal resto dell'universo da una superficie di contorno, reale o fittizia, che può permettere o meno lo scambio di materia o di energia con l'esterno.

Il sistema avrà un volume V , al suo interno ci sarà una certa quantità di massa m che si troverà ad una temperatura t e sotto una pressione p , avrà una energia interna U ecc.

Il sistema si dice chiuso se non permette lo scambio di massa, aperto c'è scambio di massa per cui si sarà una massa m_e che entra ed una massa m_u che esce.

Si chiama ambiente esterno tutto ciò che non fa parte del sistema

GRANDEZZA FISICA:

Si definisce grandezza fisica tutto ciò che è misurabile.

Misurare significa confrontare due grandezze (di uguale tipo) per verificare se sono uguali o diverse ed in questo caso tra le due quella più grande.

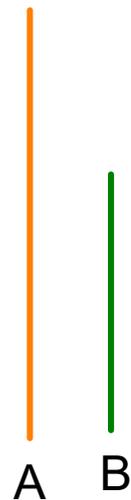
La caratteristica della misura è che **tutti** devono essere d'accordo sul risultato della misura.

Confrontando la lunghezza dei segmenti A e B disegnati a lato tutti si è d'accordo che il segmento A è più lungo del segmento B.

Se dalla misura escono pareri discordanti allora quella grandezza non è una grandezza fisica.

La bellezza, l'eleganza ecc.. non sono grandezze fisiche.

Si possono avere risposte discordanti sulla bellezza di un quadro e non è possibile dire chi ha ragione.



Per convenienza (della operazione misura) per ogni grandezza fisica si definisce una unità di misura, utilizzata per dare un valore numerico alla operazione di misura.

Per ogni grandezza fisica è stata definita una particolare unità di misura, l'insieme di tutte le unità di misura si chiama sistema di unità di misura.

In Italia è utilizzato (per legge) dall'inizio degli anni '80 il Sistema Internazionale detto S.I. utilizzato in tutta Europa

Esistono altri sistemi: quello pratico che si utilizzava fino agli anni '80. In Gran Bretagna e negli Stati Uniti si usa il sistema cosiddetto Imperiale.

GRANDEZZE FISICHE FONDAMENTALI ED UNITÀ DI MISURA :

Ci sono delle grandezze che chiamiamo fondamentali che si prendono come base di tutto il sistema di misura.

Per la termodinamica – meccanica sono: *Massa , Lunghezza, Tempo, Temperatura*

Altre grandezze fondamentali sono *Corrente elettrica, Intensità luminosa, Quantità di materiale.*

L'angolo piano e *l'angolo solido* si definiscono grandezze supplementari in quanto sono adimensionali

Nella tabella sono riportate le grandezze fisiche e le relative unità di misura

Grandezza Fisica	Unità di Misura	Simbolo U.M.
Massa	chilogrammo	m
Lunghezza	metro	kg
Tempo	secondo	s
Temperatura	kelvin	K

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI

Le unità di misura definite in precedenza possono essere in alcune occasioni poco pratiche da utilizzare ad esempio

la larghezza dell'oceano atlantica è 15.000.000 m mentre lo spessore di una moneta da un euro si è 0,00233 m

per ovviare si definiscono dei multipli e dei sottomultipli delle U.M.

Prefisso	Simbolo	Exp	valore	esempio	
giga	G	10^9	1.000.000.000	GW	gigawatt
mega	M	10^6	1.000.000	MW	megawatt
chilo	k	10^3	1.000	km	chilometro
etto	h	10^2	100	hg	ettogrammo
deca	da	10	10	dag	decagrammo
U.M.	---	--	--	--	--
deci	d	10^{-1}	0,1	dm	decimetro
centi	c	10^{-2}	0,01	cm	centimetro
milli	m	10^{-3}	0,001	mm	millimetro
micro	μ	10^{-6}	0,000 001	μm	micrometro
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001	ng	nanogrammo

Si noti che il simbolo K è il simbolo del kelvin, per cui Km significa kelvin-metro e non chilometro!

FORZA:

La forza è quella grandezza fisica che, applicata ad un corpo di massa m ne produce:

- una deformazione (fino alla rottura) se il corpo è vincolato a terra
- lo fa muovere con una accelerazione, proporzionale alla massa, e pari ad a (se il corpo è libero di muoversi)

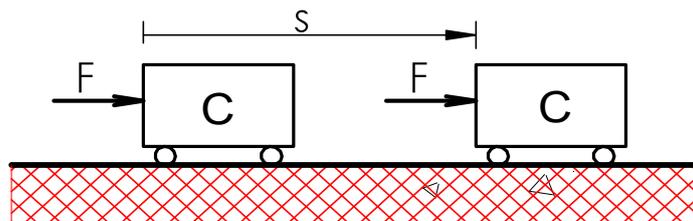
vale la relazione

$$F = m \cdot a$$

L'unità di misura delle forze e il *newton* con simbolo **N**

La forza di un newton è quella che, applicata ad un corpo di massa 1 kg, produce una accelerazione di 1 m/s^2

Sulla terra il peso di un kg è circa 10 N (sulla luna o marte si avrebbero valori diversi)

LAVORO:

Se al corpo C applichiamo una forza F questo si muove spostandosi tra due posizioni distanti s

Si dice che la forza compie un lavoro che dipende dalla forza applicata e dallo spostamento

Il lavoro fatto è il prodotto tra la forza e lo spostamento

$$l = F \cdot s$$

Il lavoro si misura in joule (J) la forza in newton (N) lo spostamento in metri (m)

Il lavoro di un joule è il lavoro fatto dalla forza di 1 newton il cui punto di applicazione si sposta di 1 metro $J = N \cdot m$ nella direzione e nel verso della forza.

Il prefisso k (chilo) significa 1000 quindi $1 kJ = 1.000 J$

Il prefisso M (mega) significa 1000 000 quindi $1 MJ = 1.000.000 J$

POTENZA :

Nella definizione di lavoro non compare il tempo, se consideriamo il tempo t in cui un certo lavoro l viene compiuto si definisce potenza la quantità

$$P = \frac{l}{t}$$

Avendo disponibili due macchine, con potenze diverse, una maggiore dell'altra, la macchina con potenza maggiore eroga una certa quantità di lavoro l in un tempo inferiore.

La potenza si misura in watt (W) il lavoro in joule (J) il tempo in secondi (s)

La potenza di 1 watt corrisponde al rapporto tra il lavoro di 1 joule con il tempo di 1 secondo

$$W = \frac{J}{s}$$

Vale la relazione inversa $l = P \cdot t$

Il lavoro è dato dal prodotto tra potenza e tempo per cui si ha $J = W \cdot s$

per cui il lavoro si misura in $W \cdot s$

questa unità è molto piccola nella pratica quotidiana si utilizza il $kW \cdot h$ (chilowattora) che corrisponde a:

$$P = 1 \text{ kW} \cdot h = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3.600.000 \text{ W} \cdot s = 3.600.000 \text{ J}$$

ricordando che il prefisso M (mega) corrisponde ad 1 milione si ha :

$$P = 1 \text{ kW} \cdot h = 3,6 \text{ MJ}$$

L'energia elettrica si paga per in base ai kWh consumati ed alla potenza installata.

Una potenza di 6 kW porta ad un costo base del kWh consumato più alto.

ENERGIA : capacità che ha un corpo di compiere lavoro.

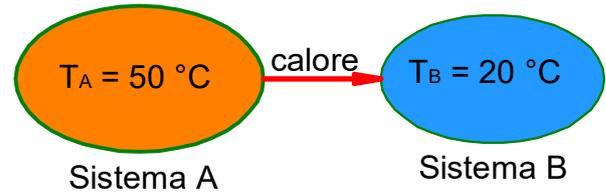
Esistono varie forme di energia come

- chimica che si sviluppa in seguito ad una trasformazione come la combustione;
- elettrica legata al fenomeno della elettricità
- termica quella fornita dal calore
- atomica che si libera in seguito a trasformazioni che avvengono all'interno di un atomo;

CALORE :

Energia scambiata a causa di una differenza di temperature

Il sistema A che si trova ad una temperatura di 50 °C cede calore al sistema B avente una temperatura più bassa



Si noti che il calore è una quantità scambiata , non posseduta

Anche il lavoro deve essere considerata come una energia scambiata.

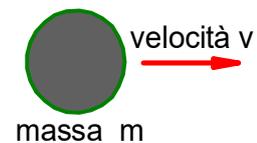
Due sistemi possono scambiarsi energia solo come calore o lavoro non esistono altre forme di energia scambiate

Gli altri tipi di energia sono energia posseduta dal sistema.

ENERGIA CINETICA :

energia posseduta da un corpo di massa m che si muove ad una certa velocità v

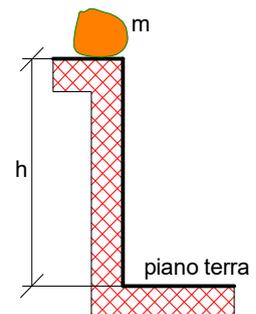
vale la relazione $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$

**ENERGIA POTENZIALE DI POSIZIONE:**

energia posseduta da un corpo di massa m, che rispetto al piano terra, si trova ad una altezza h

vale la relazione $E_p = m \cdot g \cdot h$

g è l'accelerazione di gravità e vale $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

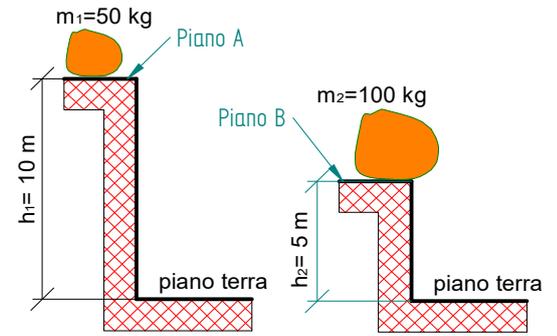


Si nota che una massa di 50 kg posta a 10 metri d'altezza ha una energia

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 50 \cdot 9,81 \cdot 10 = 4905 \text{ J}$$

Una massa di 100 kg posta a 5 metri d'altezza ha una energia

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 100 \cdot 9,81 \cdot 5 = 4905 \text{ J}$$



Le due energia sono numericamente uguali, ma tra le due c'è una differenza di qualità .

La massa m_1 posta sul piano A ad una altezza di 10 metri ha una energia potenziale anche rispetto al piano B, sito ad una altezza di 5 m, cosa che massa m_2 non ha.

C'è quindi una scala di qualità tra le diverse energie. Il calore è qualitativamente inferiore al lavoro

L'acqua di un bacino idroelettrico ha l'energia necessaria per azionare le turbine di una centrale.

Una molla compressa possiede una energia potenziale elastica

ENERGIA POTENZIALE ELASTICA : è l'energia posseduta da una molla compressa; un arco che si tende accumula energia che cederà alla freccia.

ENERGIA INTERNA : è l'energia interna del sistema ed è la somma di tutte le energie (cinetica e potenziale) possedute dagli atomi che compongono la massa del sistema.

La quantità di energia interna posseduta è direttamente legata alla massa del sistema ed alla sua temperatura, più questa è alta maggiore è l'energia interna posseduta.

Un corpo che si raffredda vede diminuire la sua energia interna.

ENERGIA ELETTRICA : è l'energia legata al campo elettrico

ENERGIA NUCLEARE : è l'energia legata ai fenomeni atomici

ENERGIA PIEZOMETRICA : è l'energia legata alla pressione (una lattina di una bevanda gassata possiede una energia certa energia piezometrica)

ENERGIA IDROELETTRICA: energia prodotta immagazzinando l'acqua in bacini.

L'acqua fatta cadere in turbine accoppiate a un generatore, attraverso condotte forzate, produce energia elettrica.

ENERGIA EOLICA è l'energia del vento.

Per sfruttarla si utilizzano i generatori eolici che sono delle grandi eliche di metallo in grado di convertire l'energia meccanica del vento in energia elettrica.

A volte le turbine a vento possono avere impatti ambientali non desiderati, ad esempio rumore, morte di uccelli o impatti di tipo estetico.

ENERGIA DELLE BIOMASSE è una energia legata ai rifiuti

è un'importante fonte di energia in quanto offre la possibilità di recupero dei materiali di scarto riciclabili.

Le biomasse includono il legno, i residui delle coltivazioni, i rifiuti solidi quali carta, metalli, materie plastiche, gomma, scorie industriali.

ENERGIA DELLE MAREE energia legata al movimento del mare

Si sfrutta questa energia in zone in cui le maree presentano un'escursione superiore ai 6-7 metri mediante impianti simili a quelli idroelettrici.

In Italia le maree non hanno un'escursione sufficiente e quindi non è possibile utilizzare questo tipo di energia.

ENERGIA GEOTERMICA sfrutta l'acqua o il vapore che fuoriescono dagli strati profondi della crosta terrestre dopo che si sono riscaldati.

Se il vapore ha una sufficiente pressione si può produrre elettricità tramite l'immissione in turbine, altrimenti si utilizza il calore direttamente per il riscaldamento urbano, di serre e di stalle.

Questo tipo di energia è rinnovabile solo in tempi molto lunghi. Il limite è dovuto al fatto che si deve collocare l'impianto nei pressi della fonte geotermica.

L'Italia è uno dei paesi che potrebbe sfruttare questa fonte in considerazione della natura vulcanica di ampie porzioni di territorio.

ENERGIA NUCLEARE energia prodotta tramite fusione o fissione di nuclei degli atomi.

La fusione avviene tramite l'unione di due nuclei di atomo che formano energia sotto forma di luce e calore.

La fissione avviene tramite la divisione di un nucleo di atomo in due o più parti.

Il primo tipo di energia nucleare è considerato più sicuro ma non è ancora disponibile.

L'energia nucleare da fissione non ha, in assenza di incidenti, un impatto sull'ambiente e sulla qualità dell'atmosfera in quanto le emissioni di gas ad effetto serra sono praticamente assenti.

Essa presenta, però, altri problemi, quali quelli relativi al rischio di proliferazione e alla gestione dei rifiuti radioattivi.

ENERGIA SOLARE è un'energia legata al sole pulita ed inesauribile.

Il calore contenuto dalla radiazione solare può essere utilizzato, attraverso l'uso di pannelli solari, per il condizionamento termico di edifici, la produzione di acqua calda, il riscaldamento di serre e stalle, l'essiccazione di foraggi. Può essere trasformata in energia elettrica attraverso l'uso di materiali che hanno la capacità di trasformare l'energia luminosa in energia elettrica. L'energia solare è la causa prima dello sviluppo della vita sul nostro pianeta ed entra a far parte dei cicli biologici più importanti.

Lo sviluppo della vita vegetale è possibile in quanto, attraverso la fotosintesi clorofilliana, molecole semplici come acqua, sali minerali e anidride carbonica vengono trasformate, utilizzando l'energia del Sole, in zuccheri ed altre molecole che costituiscono le piante. Queste a loro volta diventano materiale nutritivo per gli animali e per l'uomo.

ENERGIA TERMICA DEGLI OCEANI gli oceani sono un enorme sistema di immagazzinamento di energia solare.

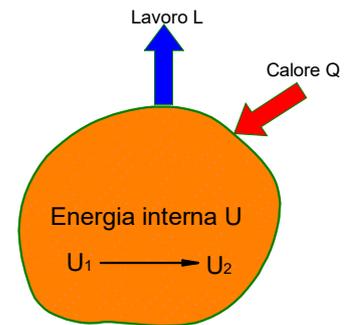
Il Sole riscalda le acque in superficie creando una differenza di temperatura con le acque che si trovano a 600-900 metri. Si sta sperimentando l'uso di questa differenza di temperatura per produrre energia elettrica, anche se esistono difficoltà sulla collocazione degli impianti.

L'utilizzo di questa energia può provocare effetti negativi sul clima sia a livello locale che globale per lo spostamento delle acque degli oceani dalla profondità alla superficie. Questo spostamento produce biossido di carbonio che fuoriesce in atmosfera con lo scaldarsi dell'acqua.

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA:

Si consideri un sistema chiuso al cui interno è presente una massa m ed avente energia interna U .

Il sistema scambia energia con l'esterno: assorbe dall'esterno una quantità di calore Q mentre cede, sempre all'esterno, un lavoro L , la sua energia interna varia passando da U_1 ad U_2 .



Il primo principio è un bilancio di energia ed afferma che

$$U_2 - U_1 = Q - L$$

Ovvero in una trasformazione la quantità totale di energia rimane costante.

In altre parole: la variazione di energia interna è uguale alla somma delle energie scambiate.

Domanda: se per ogni trasformazione l'energia rimane costante cosa significa risparmiare energia?

SECONDO PRINCIPIO DELLA DELLA TERMODINAMICA:

L'energia deve essere valutata oltre per la sua quantità (quanti J è) anche per la sua qualità

Il secondo principio afferma che in ogni trasformazione naturale l'energia perde di qualità (è come un vestito che si logora ogni volta che viene indossato)

L'energia tende a perdere la sua qualità: un masso ad una certa altezza tende naturalmente a cadere giù

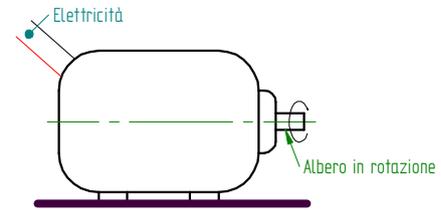
Il calore viene trasferito da un corpo a temperatura più alta ad una a temperatura inferiore.

È possibile migliorare la qualità di una certa quantità di energia, ma il totale dell'energia dell'universo la perde.

MACCHINA: è un insieme di organi fissi e mobili che permettono la trasformazione di energia in genere lavora con l'energia meccanica che corrisponde ad un albero in rotazione

MACCHINA A FLUIDO: macchina che opera su un fluido come pompa, ventilatore, turbina idraulica turbina a gas, compressore, mulino a vento, motore a combustione interna

MACCHINA ELETTRICA: macchina che opera con l'elettricità, un motore elettrico trasforma l'energia elettrica in energia meccanica (albero in rotazione), alternatore dinamo trasformano l'energia meccanica in energia elettrica



Negli impianti idroelettrici, nelle centrali di generazione energia elettrica si trovano accoppiate diverse tipi di macchine

Una turbina idraulica trasforma l'energia potenziale dell'acqua di un bacino in energia meccanica, la turbina mette in moto un alternatore che trasforma l'energia meccanica in elettricità.

RENDIMENTO

Considerando una macchina termica ci sarà sempre (oltre alla macchina stessa) una sorgente termica dalla quale la macchina riceve un calore Q_1 ed un pozzo termico al quale la macchina cede un calore Q_2 .

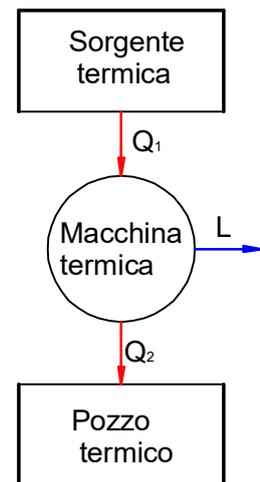
Il lavoro L prodotto dalla macchina è dato dalla differenza tra i due calori

$$L = Q_1 - Q_2$$

In una automobile la sorgente termica è la benzina nel serbatoio, il pozzo termico è l'acqua di raffreddamento posta nel radiatore il radiatore.

Il calore Q_2 ceduto al pozzo termico non potrà essere zero per cui si ha $L < Q_1$

Si definisce rendimento la quantità $\eta = \frac{L}{Q_1}$ il rendimento è sempre inferiore ad 1



ESERCIZI:

Una automobile avente massa di 750 kg viaggia a 50 km/h , calcolare la sua energia cinetica.

Una massa di 50 kg viaggia a 10 volte la velocità del suono (circa 1190 km/h), calcolare la energia cinetica.

Una forza di 50 N sposta il suo punto di applicazione di 50 metri, calcolare il lavoro.

Calcolare la potenza di una macchina che eroga 1 MJ in 10 ore

Una massa di 80 kg si trova ad una altezza di 60 metri calcolare la sua energia potenziale

Un sistema riceve sotto forma di calore 50 kJ e cede sotto forma di lavoro 30 kJ , valutare la variazione e di energia.

Calcolare la energia consumata da un ferro da stiro di potenza 900W che lavora per 40 minuti

Calcolare la energia consumata da una lampadina di potenza 6 W che è accesa per 12 ore

Calcolare il rendimento di una macchina termica che riceve 120 kJ di calore e cede al pozzo termico 20 kJ di calore.