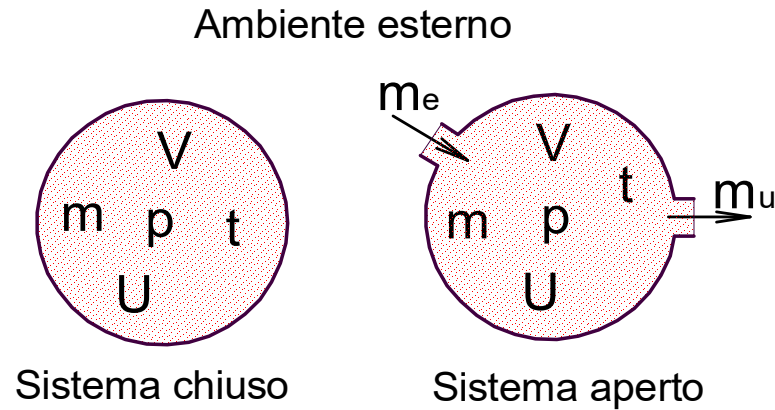


Richiami di termodinamica

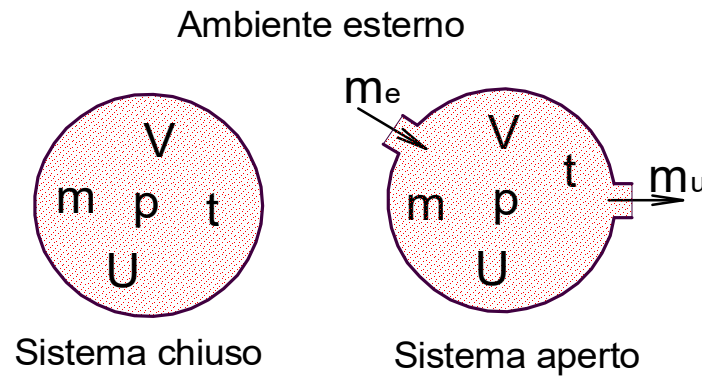
Prof. Carmine Napoli

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

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

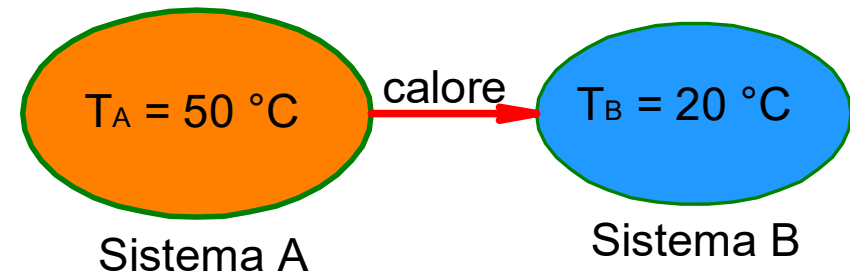
Il sistema A che si trova ad una temperatura di $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ cede calore al sistema B avente una temperatura più bassa

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 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, morie 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 .

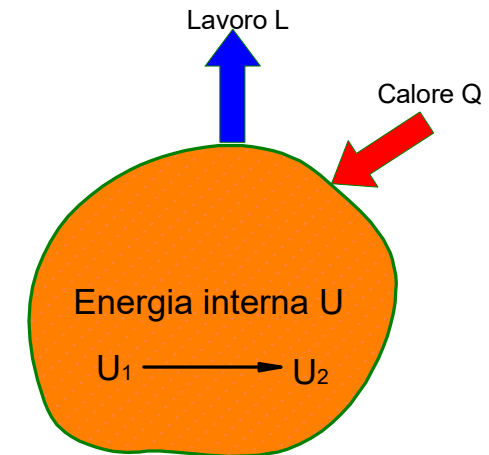
Il primo principio è un bilancio di energia ed afferma che

$$U_2 - U_1 = Q - L$$

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.

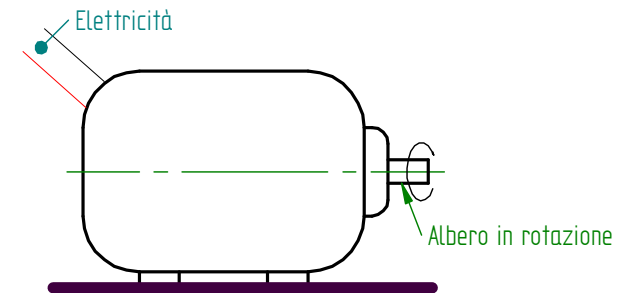
MACCHINA: è un insieme di organi fissi e mobili che permettono la trasformazione di energia in genere lavora con l'energia meccanica che corrisponde ad un albero in rotazione

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 TERMICO

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

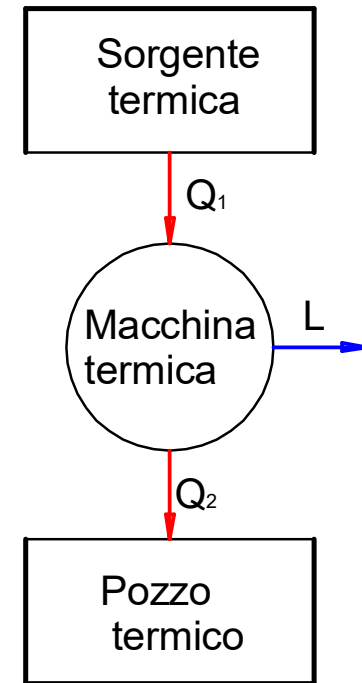
$$L = Q_1 - Q_2$$

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



TRASFORMAZIONI TERMODINAMICHE

Un sistema si dice in equilibrio se al suo interno non ci sono né scambi di energia né di massa.

Un sistema in equilibrio sarà caratterizzato da un solo valore di temperatura, pressione, volume specifico ecc.

Il passaggio da uno stato di equilibrio iniziale ad uno stato di equilibrio finale si definisce trasformazione termodinamica.

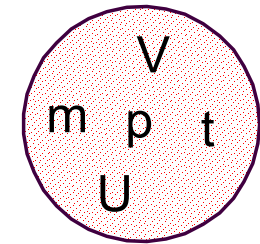
Esistono alcune particolari tipi di trasformazione :

Si chiama Isobara una trasformazione che avviene a pressione costante

Si chiama Isotermica una trasformazione che avviene a temperatura costante

Si chiama Isocora una trasformazione che avviene a volume specifico costante

Si chiama Adiabatica una trasformazione che avviene senza scambi di calore



Sistema chiuso

$$p = \text{cost}$$

$$t = \text{cost}$$

$$v_s = \text{cost}$$

$$Q = 0$$

CICLO TERMODINAMICO

Si definisce ciclo termodinamico un insieme di trasformazioni che hanno l'equilibrio finale coincidente con l'equilibrio finale.

Tutte le macchine termiche lavorano secondo un ciclo termodinamico.

SCHEMA IMPIANTO A VAPORE

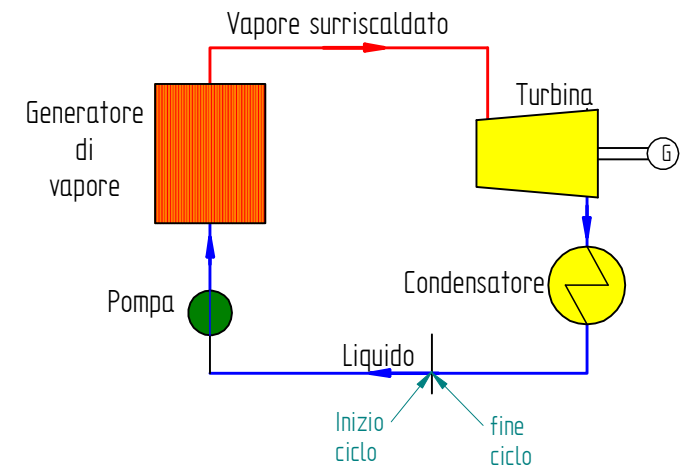
Un impianto a vapore lavora secondo un ciclo a vapore detto ciclo Rankine.

Il fluido che evolve lungo il ciclo è acqua.

Ad inizio ciclo il fluido si trova ad una certa pressione ed allo stato liquido.

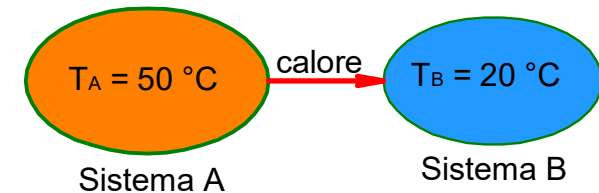
Il fluido

- Muovendosi passa attraverso una pompa dove la sua pressione aumenta anche a valori molto alti,
- attraversa un generatore di vapore dove passa dallo stato liquido allo stato di vapore saturo ed allo stato di vapore surriscaldato (temperature ben al di sopra di 100 °C)
- arriva alla turbina, ne produce il movimento generando energia meccanica che mediante un generatore elettrico genera energia elettrica, la pressione e la temperatura diminuiscono
- lascia la turbina e va in un condensatore dove si condensa diventando liquido ritornando nelle condizioni i di pressione e temperatura che aveva all'inizio del ciclo.



TRASMISSIONE DEL CALORE

Per trasmissione di calore si intende il passaggio naturale di energia termica da un corpo ad una certa temperatura ad un altro avente una temperatura inferiore



Ci sono tre modalità di trasmissione

- per conduzione, quando la trasmissione di calore avviene senza trasporto di molecole come ad esempio nei solidi
- per convezione, quando la trasmissione avviene con spostamenti di molecole, ciò avviene nei liquidi e negli aeriformi
- per irraggiamento, quando l'energia si trasmette utilizzando le onde elettromagnetiche, il sole trasmette energia alla terra con questa modalità

CONDUZIONE

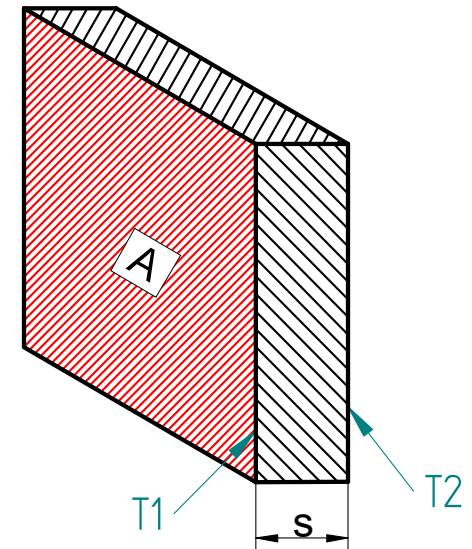
Considerando un muro avente superficie A e spessore s le cui pareti si trovano a temperature T_1 e T_2 con $T_1 > T_2$ si ha

$$\dot{Q} = \frac{\lambda}{s} \cdot A (T_1 - T_2)$$

il coefficiente λ detto coefficiente di conduzione termica dipende dal materiale di cui è fatta la parete.

Le unità di misura di λ sono $\frac{W}{m^\circ C}$

Per il cemento $\lambda = 1,3$, per la lana di vetro $\lambda = 0,05$, per il vetro $\lambda = 0,9$



CONVEZIONE

Considerando una parete avente superficie A temperatura T_2 , lambita da un fluido (ad esempio aria) alla temperatura T_1 ipotizzando che T_1 sia maggiore di T_2

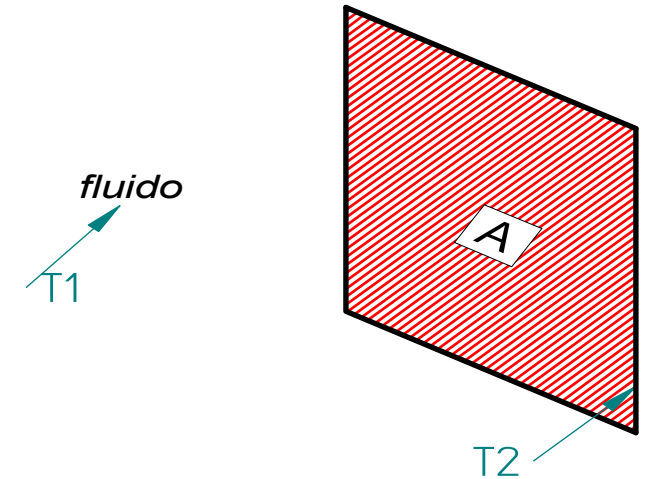
Tra il fluido e la parete c'è uno scambio termico per convezione dato dalla relazione

$$\dot{Q} = \alpha \cdot A \cdot (T_1 - T_2)$$

il coefficiente α detto coefficiente di convezione termica dipende dal fluido dallo stato della superficie della parete dalla velocità del fluido

Le unità di misura di α sono $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Il calcolo di α non è semplice, ma esistono dei valori predefiniti per i casi più comuni.



IRRAGGIAMENTO

Considerando un corpo ideale (detto corpo nero) che si trova ad una temperatura T , esso emette , per ogni metro quadrato, una potenza pari a

$$\dot{Q} = \sigma \cdot T^4$$

σ è una costante detta di Stefan-Boltzmann e vale $5,77 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$

La T è la temperatura del corpo espressa in kelvin

Il potere emissivo di un corpo reale è inferiore a quello di un corpo nero.

Si chiama fattore di emissività e di un corpo reale il rapporto tra il potere emissivo del corpo ad una certa temperatura e lunghezza d'onda e quello del corpo nero alla stessa temperatura e lunghezza d'onda.

Per il vetro $e = 0,9$, per una parete d'acciaio lucidata $e = 0,10$

TRASMISSIONE DI CALORE TRA DUE AMBIENTI

Considerando due ambienti a temperatura T_2 e T_1 con $T_2 > T_1$, separati da una parete.

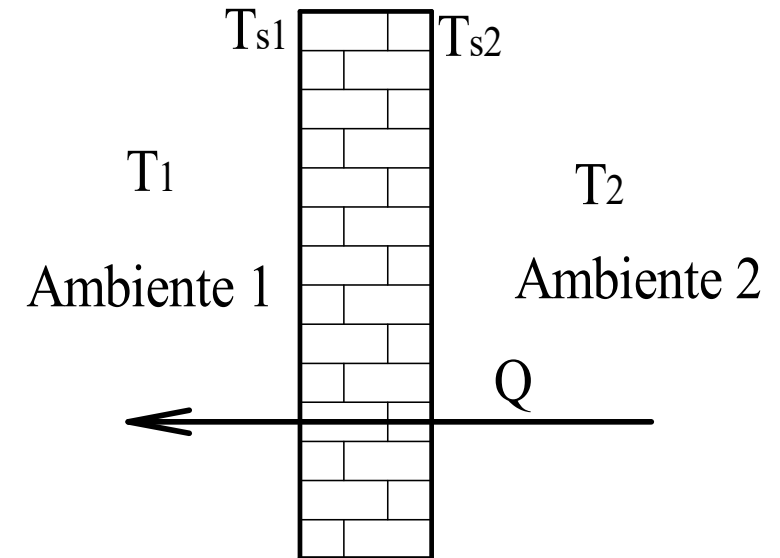
Tra i due ambienti ci sarà un flusso di calore Q che va dall'ambiente caldo a quello freddo.

La quantità di calore scambiate è:

$$Q = \frac{A \cdot (T_2 - T_1)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

se T_{s1} e T_{s2} sono rispettivamente le temperature delle superfici 1 e 2

vale la relazione $T_2 > T_{s2} > T_{s1} > T_1$



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.