

Energia e Calore

1-Energia e calore

Benjamin Thompson (USA, 1753-1814) Conte RUMFORD: «il calorico è prodotto per attrito» «il calore è una forma di movimento»

James Joule (UK, 1818-1889): «il calore ottenuto è proporzionale al lavoro compiuto» $[J]=[Nm]=[Kg\ m^2/s^2]$

Temperatura assoluta e temperatura centigrada o Celsius (Sw, 1701-1744) $x^{\circ}C = x + 273.15\ K$

Equivalente meccanico della caloria: $1\ Cal = 4.180\ J$

1 grande caloria o Kcal o Cal è l'energia necessaria per scaldare di $1^{\circ}C$, 1 KG d'acqua (tra $14,5^{\circ}C$ e $15,5^{\circ}C$)

-Es.1 si fa più lavoro meccanico a scaldare con un mulinello di Joule un litro di acqua di $10^{\circ}C$ oppure ad alzare di 10m un corpo di 100kg?

$$L_1 = 10\ Cal = 4180 \cdot 10\ J = 41.800\ J$$

$$L_2 = F \cdot s = m \cdot g \cdot h = 100\ Kg \cdot 9,8\ m/s^2 \cdot 10\ m = 9.800\ J$$

-Es.2 supponendo che la quantità di calore prodotta dalla cascata di acqua sia uguale alla diminuzione di energia potenziale gravitazionale, calcolare la differenza di temperatura tra gli estremi di una cascata alta 50m.

$$E_n = U = m \cdot g \cdot h = 1\ Kg \cdot 9,8\ m/s^2 \cdot 50\ m = 490\ J$$

$$1\ Cal = 4180\ J\ \text{allora}\ 490\ J / 4180\ J = 0,117^{\circ}C$$

-Es.3. un corpo di 1kg scende per 1m mettendo in moto un mulinello di Joule immerso in 5kg di acqua. Quante volte deve scendere il peso perché la temperatura dell'acqua aumenti di $0,5^{\circ}C$?

$$E_n = U = m \cdot g \cdot h = 1\ Kg \cdot 9,8\ m/s^2 \cdot 1\ m = 9,8\ J, \text{ per aumentare la temperatura di } 1\ Kg \text{ di acqua di } 0,5^{\circ}C \text{ servono } 4180/2\ J = 2090\ J.$$

Quindi sono necessari $2090 \cdot 5\ (Kg\ acqua) = 10450\ J$;

$$10.450\ J / 9,8\ J = 1066,32 \text{ volte occorre far cadere il peso.}$$

2-Le macchine a vapore, James Watt (UK, 1736-1819) e la rivoluzione industriale

	Anno	Potenza
m. di Savery	1702	0,7 KW
m. di Newcomen	1732	9 KW
m. di Watt	1778	10 KW
prima locomotiva	1804	
prima turbina	1884	

Potenza=rapporto tra quantità di lavoro e tempo impiegato

$$P = \frac{L}{\Delta t} \quad [W] = \left[\frac{J}{sec} \right]$$

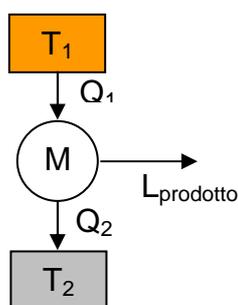
-es.4. uno sciatore di massa 70kg viene tirato da uno skilift, la potenza trasmessa dal motore è di 140W. Trascurando ogni attrito, di quanto il motore può alzare lo sciatore in 500s? (r.102m)

3-Il rendimento delle macchine termiche Sadi Carnot (Fr, 1796-1832)

il rendimento di una macchina è dato dal rapporto tra il lavoro utile prodotto e l'energia assorbita

$R = \frac{L}{Q}$ espresso in percentuale (è un numero, non ha dimensioni). Si osservi che: $0 < R < 1$. se $L=0$

anche $R=0$; è impossibile $R=1$ perché tutto il calore sarebbe convertito in lavoro senza sprechi.



Carnot: «il rendimento è molto inferiore a 1»;

Teorema di Carnot: «il rendimento dipende solo dalle temperature tra cui funziona la macchina ($T_1 < T_2$)»

si può dimostrare che: $R = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ dove T è espressa in K

per avere $R=1$ occorre $T_2=0$, ma lo zero assoluto non è raggiungibile
 Q_2 rappresenta gli sprechi di calore e quindi di energia

-Es.5 due motori assorbono 100J. Il motore A riesce a spostare una forza di 5N di 10m nella sua direzione in 10s. il motore B solleva all'altezza di 20m un corpo di massa 0,2kg in 5s. calcola potenza e rendimento dei due motori.

$$P_A = \frac{L}{\Delta t} = \frac{F \cdot s}{\Delta t} = \frac{5N \cdot 10m}{10s} = 5W$$

$$P_B = \frac{L}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t} = \frac{0,2Kg \cdot 9,8m/s^2 \cdot 20m}{5s} = 7,84W$$

$$R_A = \frac{L}{Q_1} = \frac{5N \cdot 10m}{100J} = 0,5 \rightarrow 50\%$$

$$R_B = \frac{L}{Q_1} = \frac{39,2J}{100J} = 0,39 \rightarrow 39,2\%$$

-Es.6 confrontare i rendimenti di una centrale che produce vapore a $600K$ con quello di una centrale che produce vapore a $750K$, le due centrali sono raffreddate ad acqua a $290K$, ammettendo per esse un rendimento pari al 70% di una macchina di Carnot che operi tra le stesse temperature

$$R_{CN} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{600 - 290}{600} = 0,52 \rightarrow 52\%; \quad \text{ridotto del } 70\%: \quad 0,52 \cdot 0,70 = 0,36 \rightarrow 36\%$$

$$R_{CN} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{750 - 290}{750} = 0,61 \rightarrow 61\%; \quad \text{ridotto del } 70\%: \quad 0,61 \cdot 0,70 = 0,43 \rightarrow 43\%$$