

L'ENERGIA TERMICA

Questa forma di energia richiede definizioni molto precise perché per essa si usano nomi di origine storicamente stratificata, fo forti confusioni.

L'energia termica è legata alla "agitazione" delle molecole costituenti qualsiasi corpo (solido, gassoso o liquido).

Questo stato di agitazione è espresso con una grandezza chiamata temperatura; all'aumentare della temperatura i corpi si dilatano, la misura di questa dilatazione ci da la misura della temperatura (nel termometro il mercurio o l'alcole si dilatano più del vetro).

La scala di temperatura usata oggi è quella dei gradi centigradi; si è presa come zero la temperatura di solidificazione (ghiacciamento) dell'acqua e si è presa come 100 la temperatura di trasformazione dell'acqua dallo stato liquido a quello gassoso (ebollizione); questi gradi sono indicati con la lettera C in onore di Celsius, scienziato svizzero, con il cerchietto al lato per indicare che si tratta di gradi.

Abbassando la temperatura fino a -273°C si ha l'arresto del movimento delle molecole, questa temperatura è definita lo zero assoluto; si può prendere questo zero come inizio della scala della temperatura, si hanno allora i gradi Kelvin, abbreviati in K. Nelle formule i gradi Kelvin sono indicati con la T maiuscola per non confondersi con la t minuscola che indica il tempo. I paesi anglosassoni usano scale differenti, espressa in gradi Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$); 0°C corrispondono a 32°F E 100°C corrispondono a 220°F .

Per variare la temperatura di un corpo occorre fornire o togliere energia, energia termica o calore. L'unità di calore è chiamata caloria (Cal), essa è pari all'energia termica necessaria per aumentare di 1°C la massa di 1 Kg massa di acqua.

Le diverse sostanze hanno diverse caratteristiche termiche, quindi richiedono, a parità di massa, differenti quantità di calore per aumentare di 1°C la loro temperatura, questa caratteristica è chiamata calore specifico; l'acqua ha quindi calore specifico 1, il più alto di tutte le altre sostanze.

Le diverse sostanze hanno una diversa capacità di condurre calore, si passa da quelle buone conduttrici (i metalli) a quelle buone isolanti (i gas e le ceramiche).

I gas (ad esempio l'aria) conducono poco il calore ma lo trasportano mediante il movimento delle particelle; abbiano così i moti convettivi naturali (cioè provocati dall'aria che scaldatasi, sale verso l'alto) o forzati (da una pompa o da un ventilatore).

Quando le sostanze cambiano di stato o di fase (da solido a liquido o da liquido a vapore o gas) assorbono molta energia termica (ad esempio 1 Kg d'acqua, chiede circa 550 Cal per passare allo stato di vapore), il fenomeno opposto, la condensazione, comporta la cessione del calore assorbito.

La fonte di energia termica più comune è costituita dall'uso dei combustibili, sostanze composte da principalmente da carbonio ed idrogeno.

La combustione è costituita dalla reazione di carbonio ed idrogeno con l'ossigeno dell'aria, con formazione di CO₂ (anidride carbonica) ed H₂O (acqua). Ricordando che nell'aria ci sono 4 molecole di azoto N₂ per ogni molecola di ossigeno O₂, si ha $(O_2 + 4N_2) + C \rightarrow CO_2 + 4N_2$; se bruciamo carbonio, mentre abbiamo $(O_2 + 4N_2) + 2H_2 = 2H_2O + 4N_2$ se bruciamo idrogeno; infine bruciando metano (CH₄) si ha $2(O_2 + 4N_2) + CH_4 = CO_2 + 2H_2O + 8N_2$

La combustione di 1m³ di gas povero (gas da gasogeno ad aria) genera circa 1100 Cal, la combustione di 1 Kg di carbon fossile genera circa 6000 Cal, quella di 1m³ di metano circa 8100 Cal, quella di 1 Kg di petrolio circa 10.000 C. Con 1 Kg di petrolio si può perciò scaldare di 10 gradi centigradi 1000 Kg d'acqua cioè un metro cubo.

È allora possibile usare, per unità di misura dell'energia termica, il peso di un combustibile; abbiamo il "tep" tonnellata equivalente di petrolio, toe in inglese; come multiplo si usa il Mtep, megatep o milione di tep, un cubo di 100 metri di lato. Una petroliera VLCC (Very Large Crude Carrier) lunga 300 metri larga 40 e profonda 40 metri trasporta circa 0,3 Mtep.

La potenza termica di un apparecchio è definita come l'energia scambiata o generata nell'unità di tempo, tipicamente Calorie/ora o Cal/h; un fornello da cucina ha la potenza di 1÷2000 Cal/h, una caldaia a gas monofamiliare ha la potenza di 20.000 Cal/h, una caldaia da ospedale ha la potenza di 2÷10.000.000 di Cal/h una grande caldaia di una centrale elettrica ha la potenza di 1÷2 miliardi Cal/h pari a 1÷200 ton/h di petrolio.

Nel trasferimento del calore dalle fiamme della combustione al fluido di processo (ad esempio l'acqua dei termosifoni) nasce un rendimento di scambio, o rendimento di primo principio (conservazione dell'energia), funzione sia dell'eccesso d'aria nella combustione che della temperatura dei fumi scaricati al camino.

L'energia termica e l'energia meccanica sono diverse forme della stessa entità, allora nasce la domanda del rapporto delle unità di misura l'energia meccanica (joule e kWh) rispetto all'unità di misura del calore la "Cal", unità definite in maniera indipendente con criteri diversi.

Fu Joule verso il 1850 a realizzare il confronto sperimentale; agitò una quantità ben misurata d'acqua in un bicchiere ben coibentato, misurando il lavoro assorbito, poi misurò di quanto si era scaldata in gradi l'acqua e concluse che 1 Cal è la stessa quantità di energia di 4180 Joule (inizialmente si utilizzavano piccole calorie per cui il fattore di conversione era di 4,18).

Si può così sapere a quanto combustibile corrisponde l'unità classica di misura dell'energia meccanica,



Con la stessa procedura 1Tera Joule o TJ equivale a 0,022 Mtep.

Come già indicato l'energia termica di un corpo è misurata in Cal e dipende dalla temperatura del corpo e dalla sua massa; 1m³ d'acqua per raggiungere una temperatura di 1°C superiore a quella

ambiente richiede $1000 \times 1 = 1000$ Cal, così 10 Kg d'acqua per raggiungere una temperatura di 100°C superiore a quella ambiente richiede $10 \times 100 \times 1 = 1000$ Cal. Le due quantità di energia termica sono uguali, ma hanno anche lo stesso valore?

Se l'uso che dobbiamo fare è scaldare l'ambiente le due energie avranno la stessa funzione anche se in tempi molto diversi, se invece si vuole trasformare energia termica in energia meccanica le cose si complicano.

L'energia termica può ovviamente trasformarsi in lavoro meccanico. Ad esempio se scaldiamo l'aria contenuta in un recipiente chiuso questa scaldandosi si espanderebbe, non potendo espandersi sale di pressione. L'energia fornita a quest'aria permette poi di muovere un pistone facendo lavoro meccanico. Dopo l'espansione rimane aria ancora un po' calda, ormai alla pressione ambiente, quindi l'energia sotto forma termica senza più capacità di compiere lavoro meccanico.

Risulta così che mentre da una parte l'energia si conserva costante (primo principio della termodinamica), quando si vuole passare da una forma ad un'altra questo è possibile con un rilevante limite sulla reversibilità dei fenomeni, l'energia meccanica può essere trasformata completamente in calore, il calore può essere trasformata solo in parte in energia meccanica.

L'energia termica si può convertire in energia meccanica tramite un fluido che evolve compiendo un ciclo fra due temperature; viene fornito calore alla temperatura T_1 la più alta del ciclo, mentre dopo compiuto il lavoro, il fluido scarica calore all'ambiente esterno alla temperatura T_2 . La percentuale di calore trasformato in energia meccanica è detta rendimento del ciclo. Il secondo principio della termodinamica indica che il rendimento (η) sarà sempre inferiore al rapporto tra il salto di temperatura e la temperatura assoluta (K) massima del ciclo, relazione messa a punto Carnot.

$$\eta < \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

La temperatura nelle combustioni ha limiti tecnologici negli impianti, nei materiali che contengono il fluido e nel fluido stesso, esse avvengono fra gli 800 e i 1500°C , mentre la temperatura di scarica del calore residuo dipende dal tipo di macchina. I rendimenti della conversione del calore in energia meccanica possono essere di poco superiori al 10% per piccole macchine a vapore, sono attorno al 25% per le automobili mentre arrivano al 60% per i cicli combinati di grandissima potenza >300 MW.

Se il calore scaricato può avere un suo utilizzo come riscaldamento, allora si ha un impianto di cogenerazione o di produzione combinata di energia meccanica e di calore che realizza elevati rendimenti sia nella conservazione dell'energia (primo principio) che nella conversione (secondo principio).