

TEORIA CINETICA DEL CALORE

(teoria cinetica molecolare)

- PREMESSA

Tutte le sostanze sono composte da PARTICELLE chiamate atomi. Questi a volte sono organizzati singolarmente in un reticolo regolare o disordinato (in questo caso si parla di “sostanze atomiche”, per esempio i sali, i metalli...), a volte si aggregano in gruppi chiamati molecole: in tal caso si parla di “sostanze molecolari” (per esempio l'acqua H₂O, il gas metano CH₄ ...)

Quando una sostanza è aeriforme (gas o vapore), gli atomi o le molecole sono liberi di spostarsi e di allontanarsi l'uno rispetto all'altro: pertanto i gas non hanno né forma né volume proprio. Quando la sostanza è liquida le particelle possono spostarsi l'una rispetto all'altra ma non allontanarsi: la distanza tra le particelle è pressoché quella che hanno nel solido; un liquido ha, pertanto, un volume proprio ma la forma è quella del recipiente che lo contiene. Nei solidi le particelle sono stabilizzate in uno schema rigido, generalmente ordinato, detto reticolo cristallino. Alcuni solidi (pochi) hanno uno schema disordinato, “amorfo”; i solidi cristallini sono opachi, quelli amorfi sono trasparenti o traslucidi.

Tutte le particelle che compongono una sostanza sono in MOVIMENTO, o di traslazione (liquidi e gas) o di oscillazione (solidi).

Nessuna sostanza è composta da atomi o molecole immobili.

In altre parole a livello atomico LA QUIETE NON ESISTE.

Per esempio, nell'aria di questa stanza le molecole di ossigeno e di azoto si spostano, colpendo tutte le superfici, alla velocità di circa 1700 km/h. Nell'aria calda dentro il forno, a circa 200 °C, le molecole hanno una velocità di circa 2500 km/h. La somma delle innumerevoli forze d'urto determina la “pressione” sulla superficie, che si somma, nelle superfici orizzontali, alla pressione dovuta al peso.

L'effetto complessivo degli urti sulla nostra pelle è quasi impercettibile, sia a causa della massa ridotta delle particelle sia perché il nostro cervello ha sviluppato una specie di “assuefazione”.

- TEORIA CINETICA

Fino al diciannovesimo secolo gli scienziati pensavano che, quando un corpo “caldo” riscaldava un corpo “freddo”, tra il primo ed il secondo passasse un “fluido” invisibile, sconosciuto, denominato “calorico”.

Questo fluido in realtà non esiste. Immaginiamo di essere nell'universo, completamente vuoto, privo di materia, e di strofinare le mani. Esse si riscaldano ma ci possiamo chiedere: da dove arriva l'ipotetico “calorico” che le riscalda, visto che al di fuori delle mani non c'è nulla? In altre parole la “creazione” di calore per attrito non è spiegabile con la “teoria del calorico”. Ciò che genera calore è il movimento delle mani.

Il calore è un concetto semplice: il calore è l'ENERGIA DEL MOVIMENTO, ma non del movimento del corpo tutto insieme, organizzato, bensì del movimento di traslazione e di oscillazione degli atomi o delle molecole che lo compongono. Il calore viene chiamato energia termica.

Il calore contenuto in una certa quantità di sostanza è la somma dell'energia cinetica ($\frac{1}{2}mv^2$) di tutte le particelle che la compongono. Più sono numerose le particelle, più hanno massa, più sono veloci, maggiore risulta il calore presente nella sostanza.

Questa interpretazione del calore è stata confermata da numerosi esperimenti e riesce a spiegare con coerenza tutti i fenomeni termici. Pertanto essa è la teoria oggi comunemente accettata.

IN SINTESI, la teoria afferma che:

- Le particelle hanno un moto vibratorio, nei solidi, di traslazione nei liquidi e negli aeriformi;
- Il **CALORE**, o **ENERGIA TERMICA**, è la somma dell'energia cinetica di tutte le particelle che costituiscono una certa massa; questa energia dipende dal numero di particelle, dalla loro massa e dalla loro velocità.

Il calore o energia presente internamente al corpo viene chiamato ENERGIA INTERNA (è una specie di deposito, di riserva di energia), mentre quello trasmesso da un corpo all'altro viene chiamato propriamente CALORE. Il "calore", propriamente detto, è quindi la quantità di energia QUANDO VIENE SCAMBIATA, mentre l'ENERGIA INTERNA è la quantità di energia che "RISIEDE" dentro un corpo.



- La **TEMPERATURA** invece è una grandezza legata alla la velocità media e alla massa delle singole particelle; la temperatura, cioè, indica l'energia cinetica media della singola particella: a parità di sostanza, cioè a parità di massa atomica, maggiore temperatura significa maggiore velocità delle particelle e maggiore energia cinetica; minore temperatura significa minore velocità e minore energia cinetica della singola particella.
- Il cosiddetto "zero assoluto" (non ancora raggiunto in laboratorio), cioè $-273,16\text{ }^{\circ}\text{C}$, è la situazione nella quale le particelle che compongono un corpo sono immobili: velocità nulla, energia cinetica nulla. Questa situazione è fino ad oggi ancora teorica. Esiste una specie di competizione tra i laboratori di fisica per avvicinarsi quanto più possibile allo zero assoluto. Si è giunti fino a qualche milionesimo di grado.

Qualsiasi causa in grado di aumentare la velocità di vibrazione/spostamento delle particelle di una sostanza ne causa il riscaldamento (o meglio l'aumento di temperatura). I fenomeni più comuni sono la combustione e l'attrito.

NOTA

Calore e temperatura sono grandezze fisiche molto simili e tra loro dipendenti, ma sono essenzialmente diverse. Il calore è energia totale di tutte le particelle, la temperatura è energia cinetica di una singola particella. La temperatura inoltre è legata alla sensazione che noi proviamo quando tocchiamo una determinata sostanza.

Fornire la stessa quantità di calore alla stessa massa di sostanze diverse (per esempio un chilogrammo), significa aumentare la loro temperatura in misura diversa. Analogamente fornendo la stessa quantità di calore a quantità diverse della stessa sostanza, si nota pure un diverso aumento di temperatura.

Questi fatti sono perfettamente spiegati dalla teoria cinetica molecolare.

1. Esempio: la stessa quantità di calore fornita ad un chilogrammo di acqua e ad un chilogrammo d'olio provoca aumenti di temperatura diversi.

Infatti le due quantità di sostanza, pur essendo uguali in massa, contengono un numero diverso di molecole perché le molecole d'acqua e le molecole d'olio sono formate da atomi diversi; la stessa energia si distribuisce in entrambi i casi in un Kg di sostanza, ma in un diverso numero di molecole

perché acqua e olio hanno molecole di massa diversa; pertanto, a parità di calore fornito l'energia cinetica di ciascuna particella aumenta in modo diverso, a seconda che si tratti di acqua o di olio, e, di conseguenza, anche la temperatura aumenta in misura diversa.

2. La medesima quantità di calore fornita ad un chilogrammo d'acqua o a due chilogrammi d'acqua provoca aumenti di temperatura diversi.

Infatti due chilogrammi d'acqua hanno un numero di molecole doppio di un chilogrammo. La medesima energia cinetica si distribuisce quindi in un numero doppio di molecole e ciascuna di esse subisce un incremento d'energia dimezzato. Sarà dimezzato, quindi, anche l'aumento di temperatura.

“ORDINE” e “DISORDINE”

Il calore è, dunque, la somma dell'energia cinetica di tutte le particelle presenti in una sostanza: è energia non visibile, “nascosta” all'interno della materia.

Che cosa lo differenzia dall'energia cinetica della stessa materia durante il movimento ?

Che differenza c'è, per esempio, tra il calore contenuto in una palla di cannone immobile ma “calda” e l'energia cinetica della stessa palla di cannone, “fredda” durante il volo ?

Nulla: in teoria è sempre energia cinetica; ma nel primo caso l'energia è distribuita in modo disordinato tra tutte le particelle, nel secondo caso l'energia è più ordinata, in quanto le particelle hanno ancora l'energia della loro oscillazione ma possiedono anche l'energia cinetica (uguale per tutte) del comune movimento di traslazione, del movimento, cioè, che tutte possiedono nella stessa direzione e con lo stesso verso. Il livello di disordine viene chiamato in fisica “ENTROPIA”.

In altre parole.

Un corpo “caldo”, in quiete, è dotato al suo interno di energia cinetica, dovuto all'agitazione termica che corrisponde alla sua energia interna. Il medesimo corpo “freddo”, sempre in quiete, è dotato di minore energia cinetica interna. Quando esso è in movimento, all'energia cinetica interna si somma quella del movimento: gli atomi oltre a vibrare si spostano, tutti insieme.

La differenza è la seguente:

1. L'energia del movimento della palla di cannone durante il lancio è ORDINATA ; tutte le traiettorie sono parallele e il movimento è VISIBILE. Colpendo un oggetto l'effetto è distruttivo in quanto l'energia è COERENTE.
2. L'energia del movimento di vibrazione, cioè il calore interno, è DISORDINATO; le vibrazioni avvengono in tutte le direzioni e si compensano; la palla appare ferma; il movimento interno è INVISIBILE, ma l'energia c'è. Non c'è alcun effetto distruttivo in quanto l'energia è INCOERENTE. Può solo avere effetti termici, che sono tuttavia rari.

Esempio:

Un formicaio da lontano appare come una massa scura, immobile, priva di energia cinetica. Ha una massa ma non si sposta e non ha una velocità complessiva (....a meno che non sia in corso una migrazione di tutta la sua popolazione).

Tuttavia esso possiede internamente energia cinetica, che è la somma delle energie del movimento di tutte formiche, che si spostano continuamente in modo casuale.

- Gli insetti, come atomi di un gas contenuto in una bombola, sono in movimento DISORDINATO nell'area occupata dal formicaio. Il movimento, quindi l'energia, sono invisibili ad uno sguardo macroscopico.
- Quando le formiche migrano insieme tutta la massa è in movimento ORDINATO; movimento ed energia cinetica divengono visibili.

TRASMISSIONE DEL CALORE

Attraverso la teoria cinetica del calore si comprende facilmente la trasmissione del calore per contatto e per attrito senza necessità di spiegazioni misteriose.

- La trasmissione del calore da un corpo all'altro corrisponde al trasferimento di energia cinetica, cioè di movimento vibratorio, dalle particelle di una sostanza a quelle dell'altra
- Il trasferimento dell'energia avviene per contatto, o meglio per "urto", tra le particelle delle due sostanze; alcune particelle rallentano, altre accelerano: le prime si "raffreddano", le seconde si "riscaldano"

Esempio: strofinando due corpi (per es. le mani) uno sull'altro, le superfici si riscaldano perché il movimento trasferisce, per urto, velocità vibrazionale, cioè calore, alle molecole delle superfici. Per mantenere il movimento occorre energia, cioè bisogna produrre lavoro (forza x spostamento)

Esempio: un corpo in movimento nell'aria viene rallentato perché i suoi atomi urtano le molecole dell'aria e aumentano la loro velocità di vibrazione, trasferendo velocità e quindi energia: l'aria si riscalda (spesso di pochissimo) e il corpo rallenta (*fenomeno dell'attrito fluido o viscoso*)

- Il trasferimento di energia cinetica avviene sempre dalle particelle più veloci ("corpo caldo") verso quelle più lente ("corpo freddo"), perché nell'urto in natura le particelle veloci rallentano e quelle lente accelerano

Per questo motivo il calore si trasmette dal corpo a temperatura più alta a quello a temperatura più bassa e mai viceversa.

QUALITÀ DELL'ENERGIA

L'energia cinetica ORDINATA è di qualità elevata in quanto si può trasformare (il lavoro diventa facilmente calore). Il calore, energia cinetica DISORDINATA, è energia di bassa qualità in quanto non si riesce a trasformare in energia ordinata.

- Una importante legge naturale, finora non contraddetta, afferma che in natura si osserva sempre la degenerazione spontanea dall'ordine al disordine, mai il contrario. Il moto ordinato tende spontaneamente a trasformarsi in moto disordinato, cioè calore (è il secondo principio della termodinamica). Il motivo non ci è noto.

Ogni fenomeno naturale contribuisce ad aumentare il disordine ed è un disordine irreversibile.

Nell'astrofisica si prevede per l'universo la cosiddetta "morte termica"; tutta la materia che lo compone si troverà in uno stato di moto caotico uniforme, simile ad un "oceano" di atomi avente temperatura ovunque costante. Non vi sarà più alcuna differenza della velocità delle particelle e di conseguenza nessun cambiamento sarà più possibile.

