

CALORIMETRIA

studia i metodi per la misura delle quantità di calore

TRACCE di STORIA

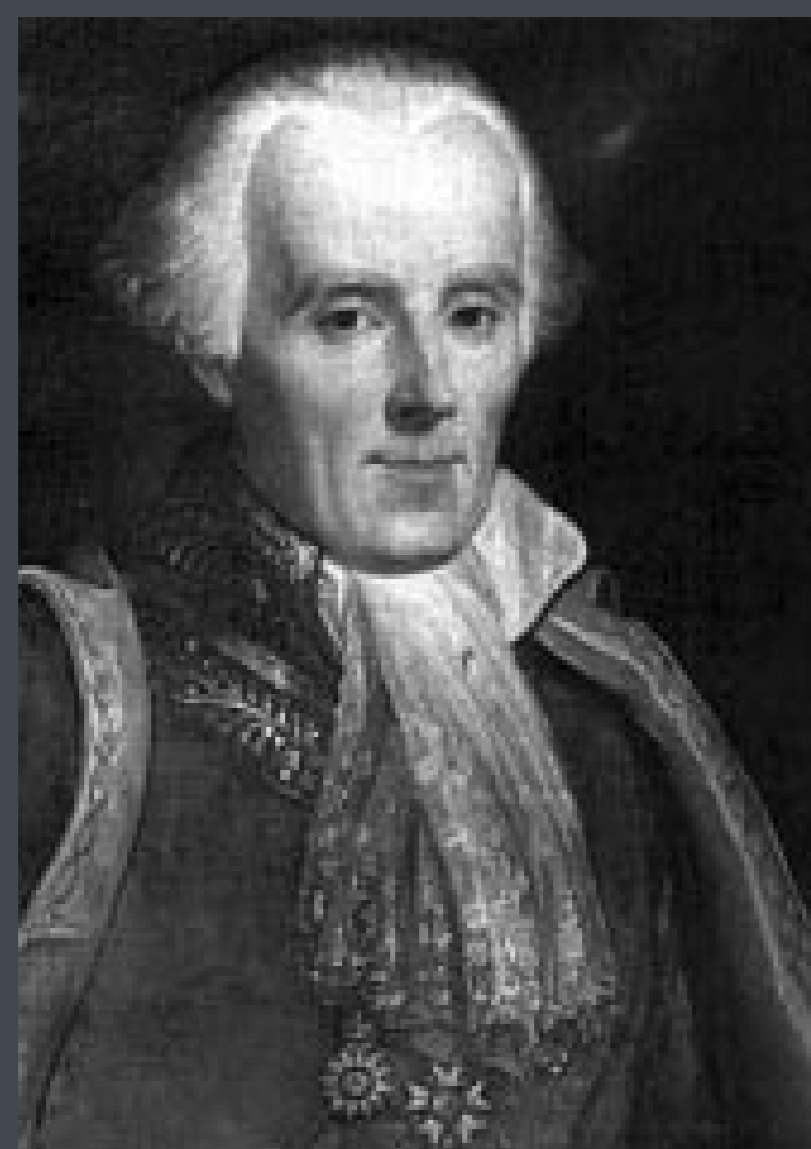
Nell'antichità DEMOCRITO, EPICURO e LUCREZIO considerano il calore un tipo di materia; ERONE inventa macchine che utilizzano il vapore come forza motrice.

XVII secolo. Si costruiscono i primi termometri ma solo alla fine del secolo viene proposta una gradazione (CA1) legata alle temperature del ghiaccio fondente e dell'acqua in ebollizione. STAHL ipotizza l'esistenza del flogisto, una sostanza che si libera sotto forma di calore. BOYLE, CARTESIO e NEWTON considerano il calore legato al moto delle particelle costituenti gli oggetti. Le tradizionali fonti di energia sono insufficienti a soddisfare le esigenze della nascente società industriale; si inizia ad utilizzare il calore per produrre lavoro e PAPIN inventa la pentola a pressione (CA2).

XVIII secolo. BLACK distingue il concetto di calore da quello di temperatura; vengono inventate le prime macchine a vapore che trovano successiva applicazione nelle locomotive (CA3); LAPLACE E LAVOISIER realizzano uno strumento per la misura del calore (CA4) e aderiscono alla teoria del calorico; THOMPSON sperimenta il collegamento tra lavoro meccanico e calore; LESLIE inventa termometri per rilevare piccole variazioni di temperatura (CA5). Si studia la dilatazione dei solidi (CA6) e quella lineare (CA7), nonché la contrazione di materiali in funzione della temperatura (CA8) e la conduzione del calore (CA9).

XIX secolo. CARNOT formula il II principio della termodinamica, poi rielaborato da KELVIN e CLAUSIUS; MAYER avanza l'ipotesi che il calore del corpo sia prodotto dalla digestione; JOULE stabilisce sperimentalmente l'equivalenza tra calore e lavoro meccanico, KELVIN introduce la scala termometrica assoluta. HELMHOLTZ enuncia il I principio della termodinamica che stabilisce la natura del calore come energia meccanica interna. Viene formulato il concetto di entropia ed elaborata la teoria cinetica dei gas con l'introduzione della meccanica statistica.

BIOGRAFIA di un'IDEA: LA NATURA DEL CALORE



LAPLACE

Il calorico è un fluido, diffuso ovunque, che penetra nei corpi in relazione alla temperatura e alla loro tendenza specifica a trattenerlo. Le molecole sono costituite da una massa circondata da un'atmosfera composta di calorico.

Il calorico allo stato libero può distribuirsi nei corpi fino a raggiungere lo stato di equilibrio; quando si combina con essi cessa di agire sul termometro e non si trasmette da un corpo ad un altro.

Le leggi di conservazione del calore valgono per fenomeni puramente termici, ossia quando il sistema non compie o assorbe lavoro. Se si mescolano due sostanze, la quantità totale di calore rimane invariata; se in un cambiamento di stato vi è una diminuzione del calore libero, tale calore riappare integralmente quando la sostanza viene riportata allo stato iniziale.

La forza di interazione tra le particelle di calorico è di tipo repulsivo mentre quella che agisce tra la nuvola di calorico e le molecole o tra le molecole stesse è attrattiva e tende ad avvicinarle.

La struttura della materia è generata dall'equilibrio tra le forze attrattive e repulsive. In un corpo allo stato solido prevale la forza attrattiva ma quando cresce il calorico diminuisce questo effetto e il corpo si dilata. Quando la crescita è tale da rendere piccolissimo l'effetto attrattivo, il corpo assume lo stato liquido. Le molecole diventano mobili, ma l'attrazione reciproca e quella con il calorico mantiene il tutto entro lo stesso spazio. Se il calorico cresce ulteriormente prevale la forza repulsiva, le molecole si allontanano e si ha il passaggio allo stato gassoso.

Durante tali passaggi di stato non si osserva un cambiamento di temperatura poiché esistono due tipi di calorico, il libero e il latente. Il calorico libero è rilevabile con un termometro, quello latente sfugge alla misurazione. Durante i passaggi dallo stato solido a quello liquido e poi a quello di vapore, il calorico assorbito diventa latente; realizzatasi la transizione esso resta libero e fa nuovamente crescere la temperatura. Il calore latente viene recuperato durante il ritorno del vapore allo stato liquido e nel passaggio di quest'ultimo allo stato solido. In tale modo il calore totale di un corpo risulta essere la somma tra il calorico libero e quello latente.

THOMPSON,
CONTE DI RUMFORD



Il calore può essere ottenuto senza limitazione da un corpo isolato o prodotto dal nulla in fenomeni legati all'attrito; non è, quindi, una sostanza materiale. Si può dimostrare il suo legame con il moto vibratorio delle particelle.

Gli studi sul potere conduttivo del calore sono stimolati da necessità quotidiane, come la ricerca di un tessuto ottimale per trattenerlo il calore durante l'inverno o della migliore forma di un camino al fine di ottimizzare i costi del combustibile e non danneggiare la salute.

È possibile porsi domande sulla natura del calore anche in situazioni insolite, ad esempio osservando l'alesatura di cannoni di ottone e valutando l'intenso aumento di temperatura, superiore a quello dell'acqua bollente, sia del pezzo da artiglieria sia dei trucioli metallici prodotti durante la foratura.

La teoria del calorico può giustificare il calore che viene liberato durante la tornitura presupponendo che i corpi ne posseggano in maggior misura quando sono in blocchi di grandi dimensioni rispetto a quando sono ridotti in piccoli frammenti.

L'osservazione mostra che non si produce nessuna modificazione di questo tipo. Prendendo pesi uguali di trucioli e di sottili fettine dello stesso blocco di metallo e immergendo gli uni e le altre, raggiunta la temperatura di ebollizione, in quantità eguali di acqua fredda, quest'ultima si scalda allo stesso modo nei due casi. E ancora se si pesa un corpo sia quando è caldo sia quando si è raffreddato, il peso resta invariato e, quindi, il calore non si è disperso.

È possibile eseguire un esperimento che stimi la quantità di forza meccanica richiesta per produrre una certa quantità di calore. Occorre utilizzare un congegno messo in rotazione, all'interno di un contenitore pieno di acqua a zero gradi, dalla forza di due cavalli per rendere meno faticoso il lavoro. Se la quantità di acqua è di circa dodici chili, occorrono due ore e mezzo per generare e accumulare, grazie all'attrito, calore sufficiente a portare il liquido in ebollizione.

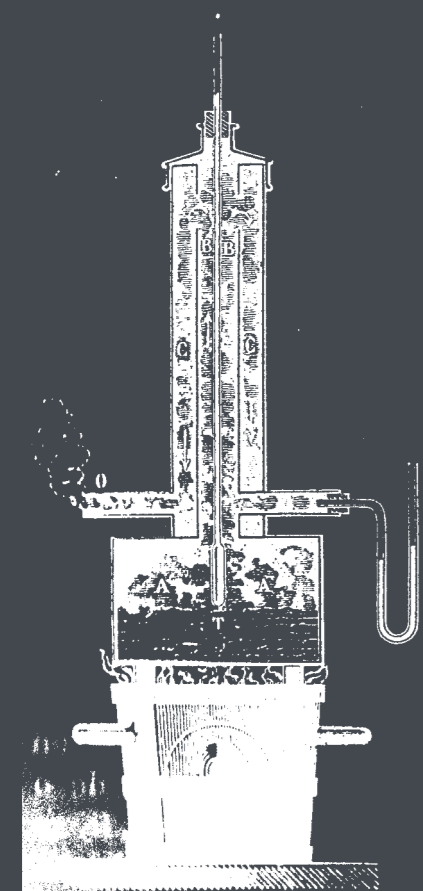
In conclusione è difficile, per non dire impossibile, pensare che il calore sia generato e comunicato durante gli esperimenti da qualcosa che non è il moto.

CALORIMETRIA

OGGETTI e STRUMENTI

CA1

STUFA DI REGNAULT

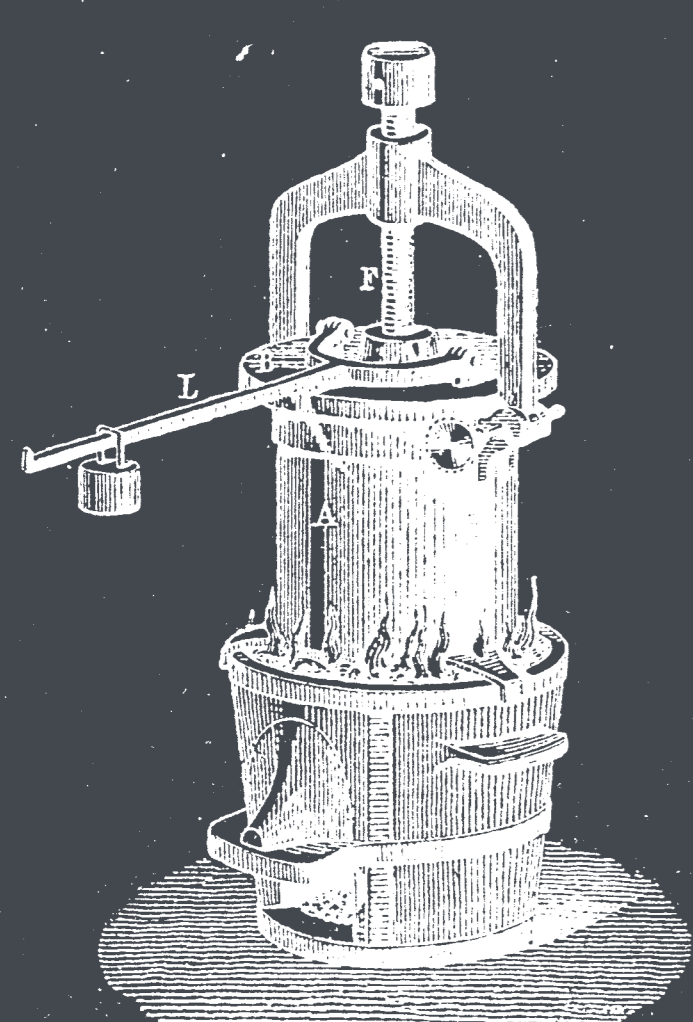


Strumento che serviva per la determinazione del punto fisso superiore del termometro centigrado. È formato da una caldaia di ottone che si può smontare completamente, per mostrarne la composizione interna. È provvisto di un manometro laterale di vetro, di un tubo di scarico e di un treppiede in ferro. Se si riempie il recipiente di acqua e la si porta ad ebollizione, utilizzando un

fornelletto sistemato sotto il treppiede, il vapore circola nella doppia parete della caldaia ed esce da un tubo posto nella parte inferiore del sistema; il termometro da tarare viene collocato nella camera interna e quando il mercurio si ferma si segna con un tratto il punto raggiunto; questo corrisponde alla temperatura di 100° centigradi.

CA2

PENTOLA DI PAPIN



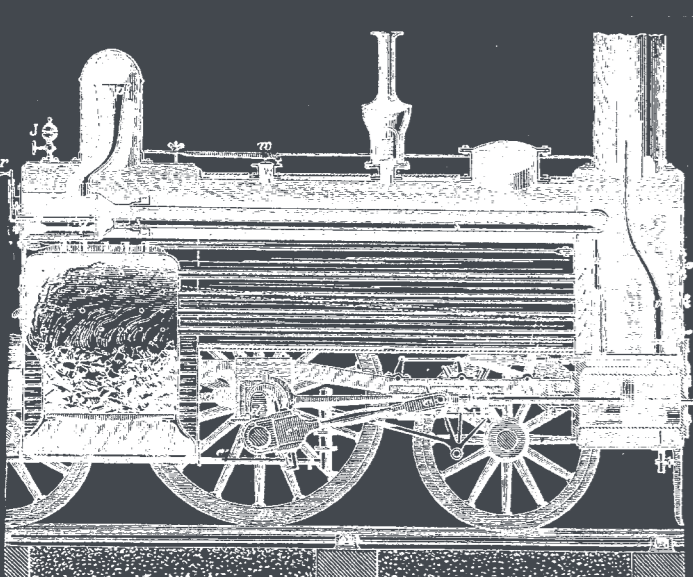
È noto che un aumento di pressione eleva la temperatura di ebollizione dell'acqua. La pentola, che prende il nome dal suo costruttore, il medico e naturalista francese Papin, si basa su questo principio. È costituita da un vaso cilindrico di bronzo dalle pareti molto resistenti, la cui parte superiore è chiusa da un coperchio, premuto da una vite. Se si pone all'interno dell'acqua e si mantiene il vaso su un fornello, la tempera-

tura nell'apparecchio si eleva sempre più. Anche la pressione aumenta notevolmente e, di conseguenza, l'acqua bolle a temperature superiori ai cento gradi centigradi.

Papin, per evitare incidenti per la forte pressione, aggiunse una valvola di sicurezza, che è costituita da un foro nel coperchio della pentola tenuto chiuso da una leva, caricata con dei pesi opportuni.

CA3

LOCOMOTIVA A VAPORE

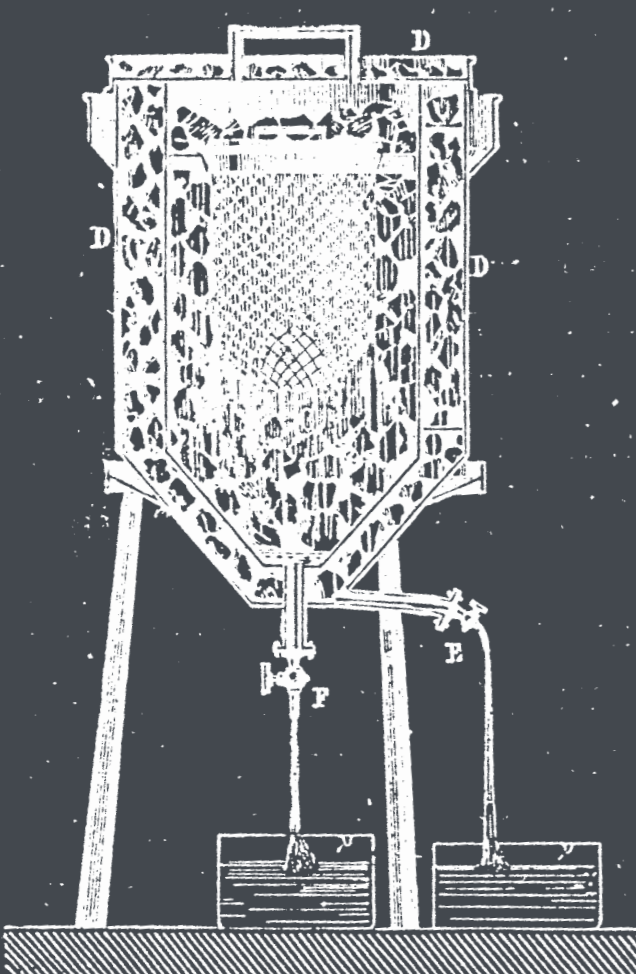


Lo strumento è una locomotiva a vapore in miniatura; è formato da due parti distinte: la caldaia e l'apparecchio motore nel quale la forza espansiva del vapore viene utilizzata per produrre lavoro. La caldaia è costituita da un recipiente di robusta lamiera, contenente acqua, che per mezzo del calore prodotto dalla combustione del liquido inserito in un recipiente munito di stoppino, si con-

verte in vapore. La parte meccanica è formata da un cilindro scorrevole in uno stantuffo: il vapore proveniente dalla caldaia, per mezzo dell'apparato di distribuzione, agisce sullo stantuffo, che, muovendosi alternativamente avanti indietro per mezzo di un'asta snodata, si trasforma in moto rotatorio delle ruote. È munita di un piccolo tratto di binari.

CA4

CALORIMETRO DI LAVOISIER-LAPLACE A GHIACCIO



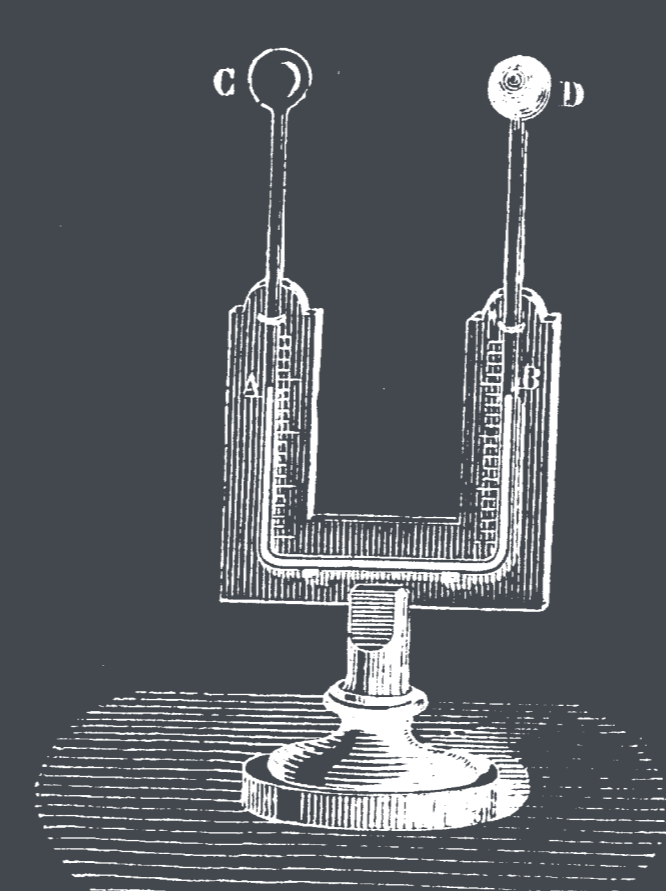
Strumento utilizzato per misurare la quantità di calore assorbita o ceduta da un corpo.

Il calorimetro di Lavoisier-Laplace è costituito da tre recipienti concentrici di metallo; in quello più esterno si pone del ghiaccio tritato, che serve per impedire lo scambio di calore tra l'ambiente esterno ed il secondo recipiente, utilizzato per

la misura calorimetrica e contenente anch'esso ghiaccio; nel terzo, il più interno, si colloca il corpo. Due tubicini servono l'uno, per lasciar uscire l'acqua che si forma nel primo recipiente e l'altro per raccogliere l'acqua prodotta dalla fusione del ghiaccio, acqua che viene raccolta in un cilindro graduato, determinando così la quantità di calore ceduta o assorbita.

CA5

TERMOMETRI DIFFERENZIALI DI LESLIE



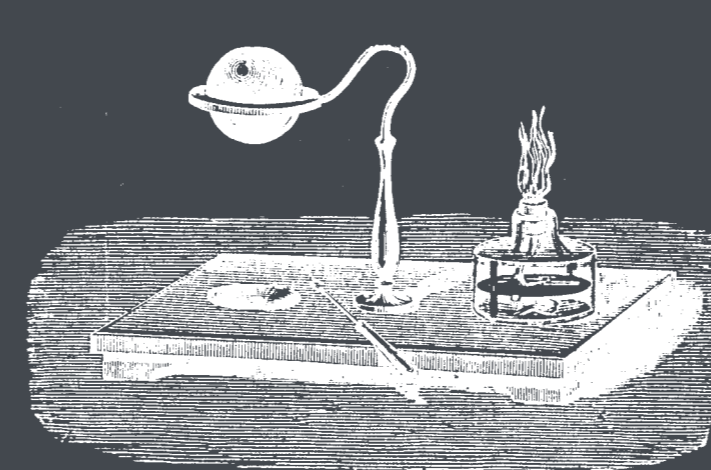
Il termometro differenziale, che misura piccole variazioni di temperature, fu ideato da J. Leslie alla fine del Settecento. È formato da un tubo piegato due volte ad angolo retto che termina con due bocce uguali, piene di aria. Il tutto è fissato ad un sostegno di legno che porta due scale graduate.

Una colonna di acido solforico colorato occupa la parte inferiore orizzontale e,

quando le temperature nelle bocce sono uguali, ha lo stesso livello nei due rami e raggiunge due punti segnati con lo zero. Se si avvicina una sorgente di calore ad uno dei due globi, l'aria in esso contenuta si dilata e fa abbassare la porzione di liquido contenuta nel capillare. Il termometro differenziale è molto sensibile e venne utilizzato da Leslie per determinare il calore raggiante dei corpi caldi.

CA6

ANELLO DI GRAVESANDE



È costituito da un anello, da una sfera e da un fornello in ottone ad alcool.

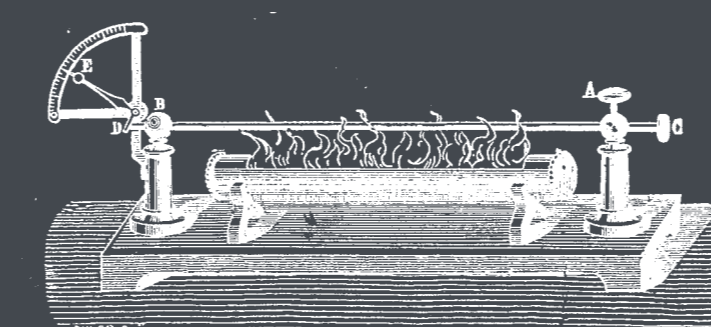
L'anello, a temperatura ambiente, ha un diametro leggermente superiore a quello della sfera, per cui questa può attraversare l'anello; se si scalda la sfera, essa si dilata e non passa più; il suo volume è perciò aumentato; se la si raffredda

immergendola nell'acqua, passa di nuovo per l'anello; se, mantenendo calda la sfera, venisse scaldato anche l'anello, questa passerebbe ancora attraverso il cerchio.

Questo apparecchio fu inventato all'inizio del 1700 dal fisico olandese Willem's Gravesande.

CA7

APPARECCHIO PER LA DILATAZIONE LINEARE



Lo strumento è costituito da una sbarra metallica che ha un'estremità fissa e l'altra a contatto con un indice che si può muovere su una scala graduata. Sotto al sistema vi è un lampada orizzontale che viene accesa, dopo aver imbevuto lo stoppino di alcool.

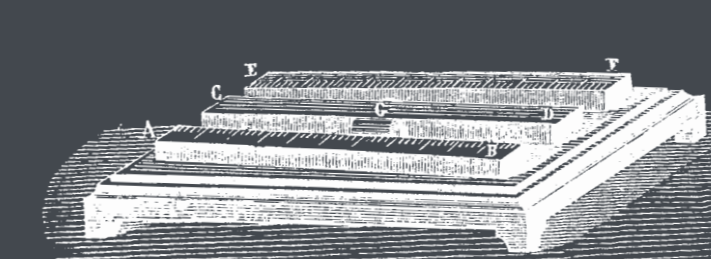
All'aumentare della temperatura la sbarra si

dilata facendo ruotare l'indice che permette di rilevarne l'allungamento. Una volta spenta la fiamma l'indice retrocede e la sbarra tornerà alla stessa lunghezza iniziale.

L'apparecchio è fornito di due sbarrette di metallo di uguale lunghezza, una di ottone e l'altra di ferro, per mostrare la dilatazione lineare di metalli diversi.

CA8

PIROMETRO DI WEDGWOOD



Il funzionamento del pirometro di Wedgwood si basa sul principio che le argille, scaldandosi, subiscono una contrazione. Questo strumento veniva utilizzato per misurare la temperatura dei forni.

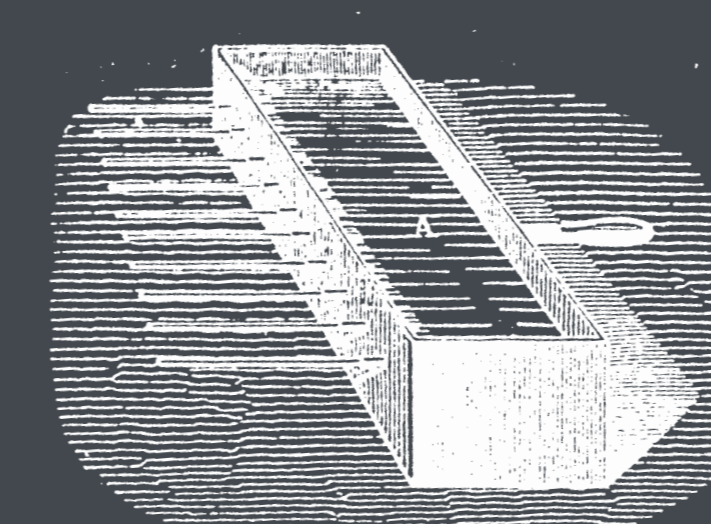
Esso è costituito da due guide metalliche graduate lievemente convergenti; per determinare la temperatura di un forno, si preparano dei piccoli cilindretti di argilla e si inseriscono in prossimità dello zero

della scala; successivamente si pongono nel forno dove subiscono una contrazione e in tali condizioni vengono nuovamente inseriti tra le guide del pirometro. A seconda che l'argilla scaldata scorra più o meno tra esse, si deduce la maggiore o minore temperatura del forno.

Questo pirometro fornisce solo una idea approssimativa della temperatura, ma non è preciso.

CA9

APPARECCHIO DI INGENHOUSZ



Strumento che serve per confrontare la conducibilità termica di differenti metalli. È composto da una cassetta rettangolare di ottone a cui sono fissate alcune sbarre di materiali diversi. Dopo aver posto sul-

le sbarrette della cera che fonde a circa 65° e aver riempito di acqua bollente il recipiente, si nota che la cera fonderà più o meno rapidamente a seconda della conducibilità termica dei materiali.