

XLIII CORSO DI AGGIORNAMENTO IN FISICA - ANNO 2021

Termologia e termodinamica



Associazione per l'Insegnamento della Fisica
Sezione di Pavia

I termometri

Riccardo Govoni



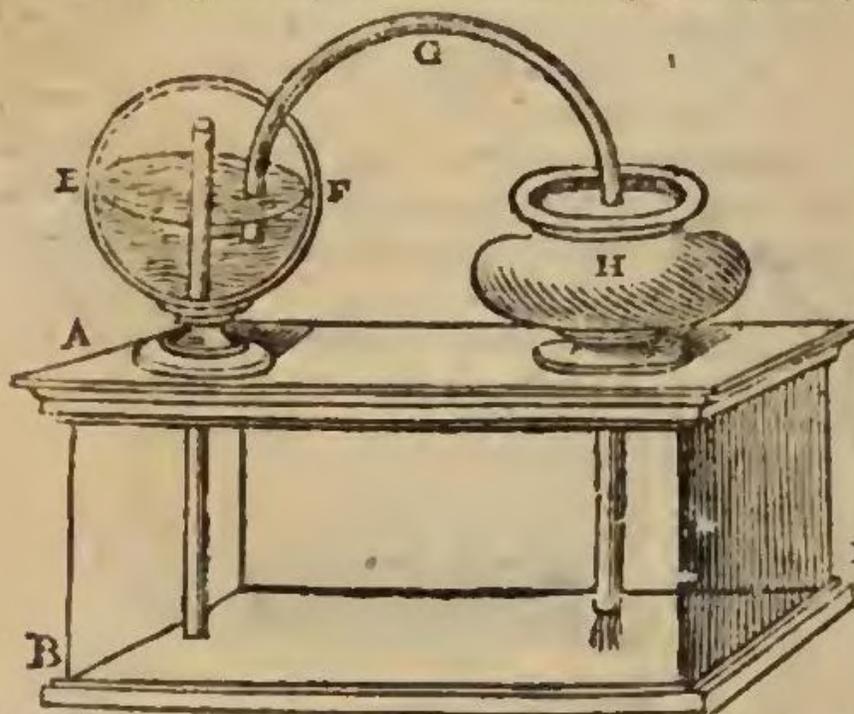
ALKÉMICA Cooperativa sociale Onlus

Ippocrate già nel 400 A.C. insegnava che la mano umana può essere usata per giudicare la presenza di febbre.



CHE A GOCCIA A GOCCIA STILLI L'HUMIDO spinto da penetranti raggi del Sole. Theor. XLVII.

LA base d'ogn' intorno chiusa A. B. C. D. nella quale con la coda pongasi lo infondibulo H ma la estremità di essa coda sia alquanto dal fondo distante tacciafi poi la sphaera, ò vaso E. F. per la quale passi il tubo dal fondo della base,



e dalla parte superiore della sphaera alquanto distare con le sue estremità. Dopo sia posta la inflessa siffone nella sphaera, & ad essa assaldata benissimo con vna gamba, e con l'altra cada nell'infondibulo, sia dopoi imposta acqua nella sphaera, che quando il calore del Sole entrerà nella detta sphaera, che è in esso riscaldato scaccierà l'humido il quale serà portato per la piegata canna G. e per lo infondibulo H. nella base A. B. C. D. Ma quando dall'ombra serà coperta la base (partendo l'aria) il tubo, che è nella sphaera asumerà l'humido, e riempirà il vuoto luogo, e questo tante volte serà quante volte il Sole in essa entrerà.

bra serà coperta la base (partendo l'aria) il tubo, che è nella sphaera asumerà l'humido, e riempirà il vuoto luogo, e questo tante volte serà quante volte il Sole in essa entrerà.

Filone di Bisanzio ed Erone di Alessandria hanno usato la parola "termometro" che deriva dalle parole "θερμο" (thermo), che significa "calore", e "μέτρον", (metro) che significa "misura"; quindi la parola "termometro" significa letteralmente "misurare il calore".

Gli artificiosi, e curiosi moti spiritali di Herone. Tradotti da m. Gio. Battista Aleotti d'Argenta (1647)

Non è chiaro chi per primo abbia inventato il termometro
(termoscopio)

I candidati più probabili sono:

- Galileo (1564-1642)

Nel 1610 Galileo utilizzò il vino al posto dell'acqua.

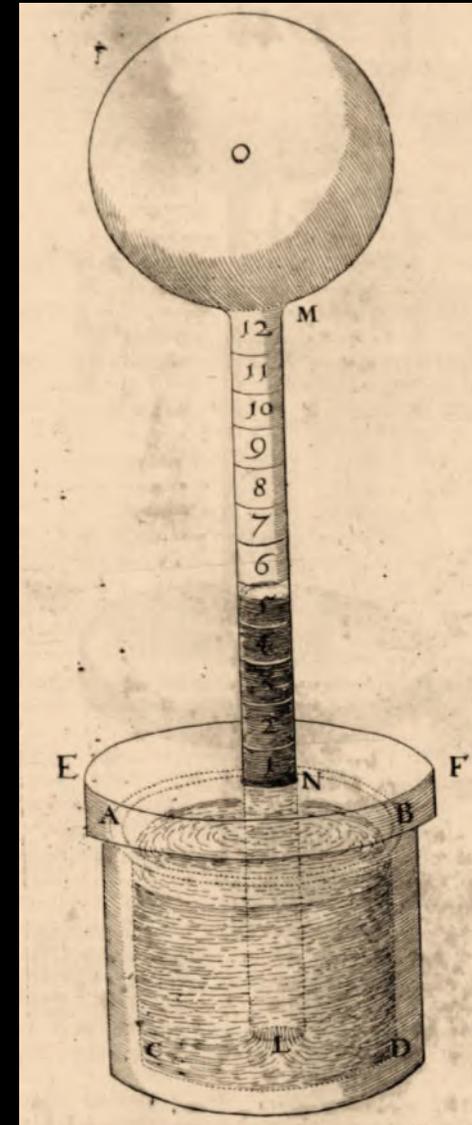
Scoprì che le sfere di vetro riempite con alcol acquoso di diverse densità si alzavano e si abbassavano al variare della temperatura.



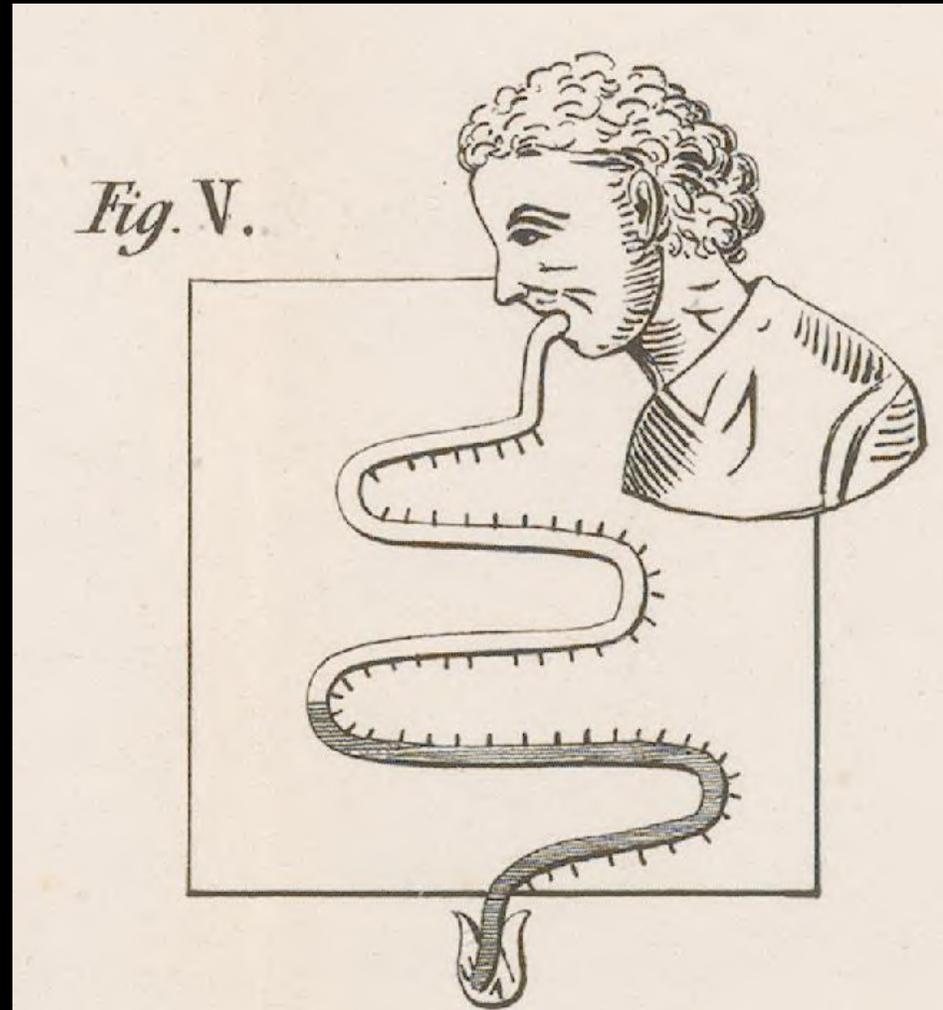
1593



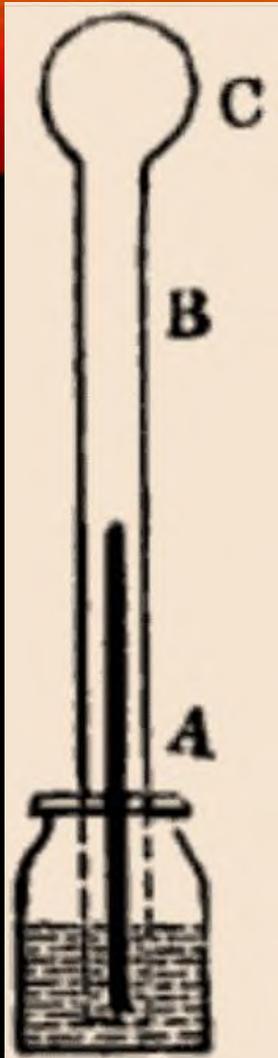
Il gallese **Robert Fludd (1574-1637)**
Applicò i termoscopi soprattutto in
relazione alla meteorologia e contese
per alcuni il primato di Galileo
nell'invenzione del termoscopio.



Santorio Santorio (1561-1636), ha calibrato il tubo e ha continuato a tentare di misurare la temperatura umana con il suo termoscopio. All'estremità del tubo sigillato, fece soffiare un bulbo della dimensione ottimale da inserire in bocca. L'estremità aperta è stata immersa nel fluido.



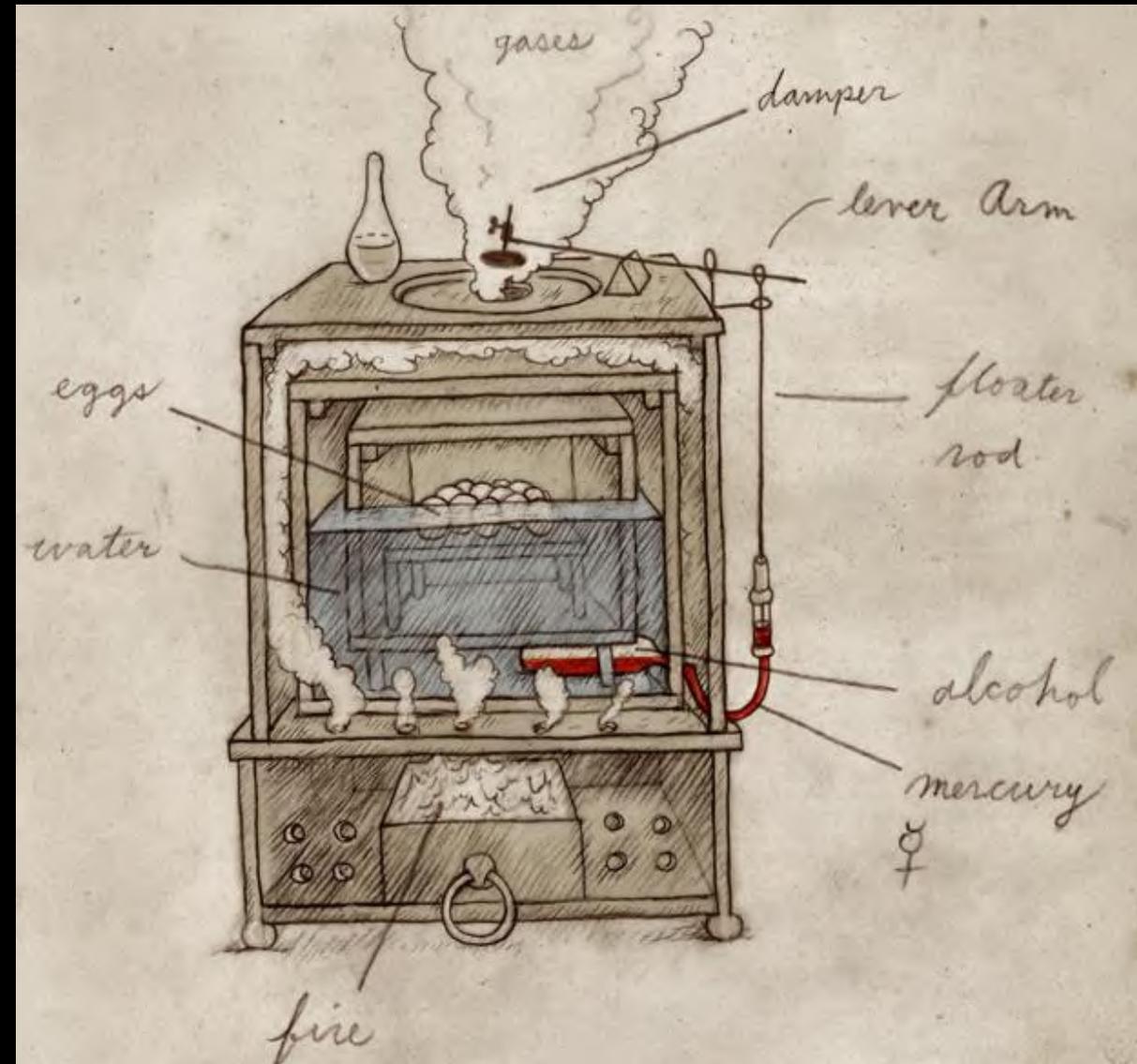
1612



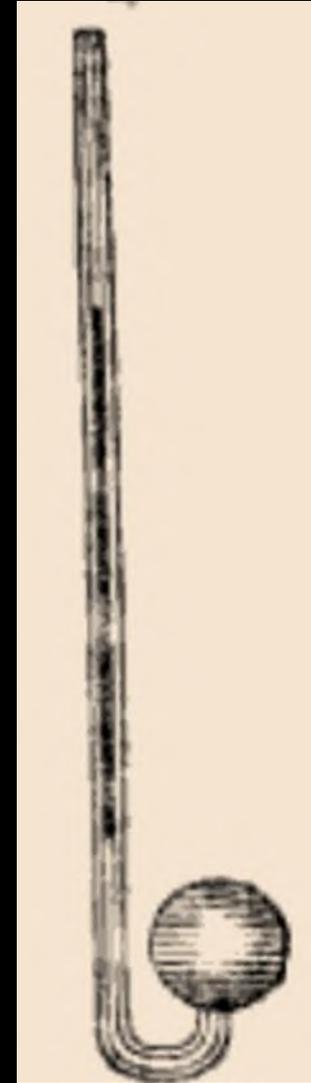
L'olandese **Cornelius Drebbel**
(1572-1633)

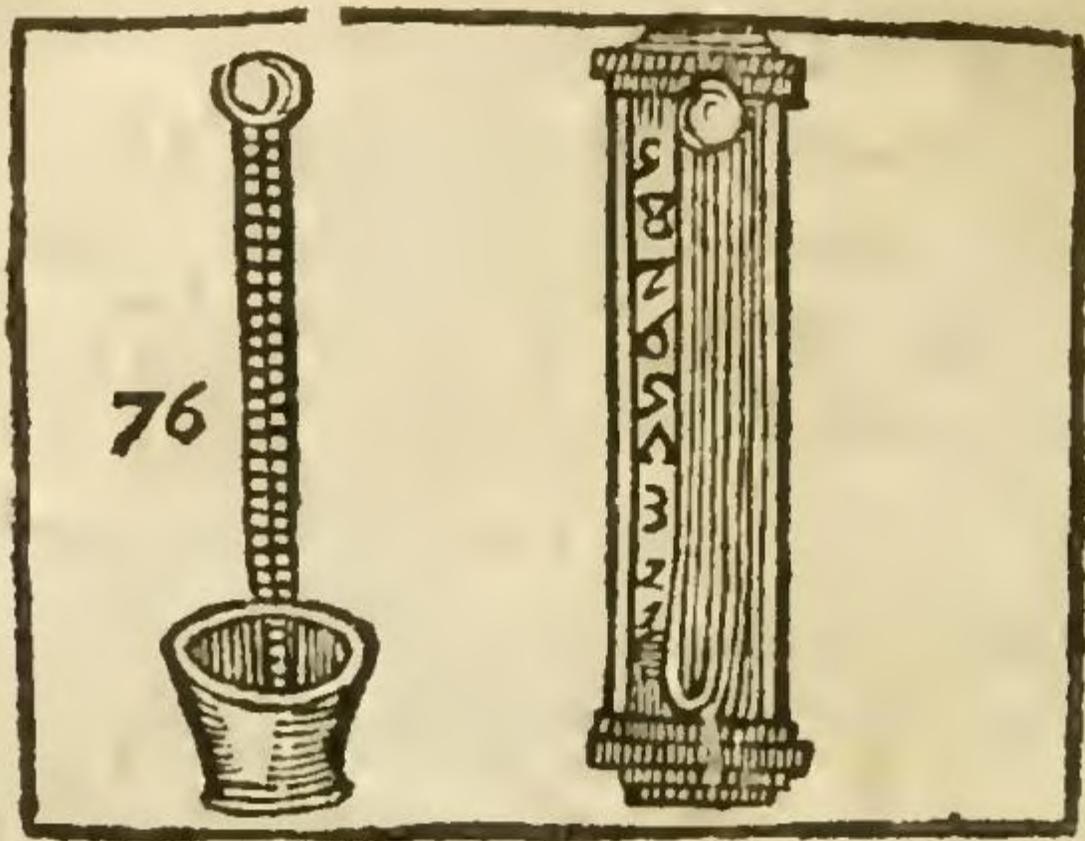
L'aria in esso contenuta nel bulbo
si espanderà e si contrarrà e farà
salire e scendere la colonna di
liquido colorato nel tubo a b,
indicando così i cambiamenti di
temperatura.

Utilizzò questo sistema per un
termostato per forni



Il francese **Guillaume Amontons** (1663 – 1705)
fa costruire un termoscopio a J che diventa
trasportabile





J. Leurechon,
*Récreation
mathématique*, 1626

*Du Thermomettre, ou Instrument pour mesu-
rer les degrez de chaleur ou de froidure
qui sont en l'air.*

1654

Ideati dal **Granduca Ferdinando II de' Medici**, i termometri cinquantigradi erano generalmente impiegati per conoscere le mutazioni del caldo e freddo dell'aria sia all'aperto, sia in locali chiusi.

Il liquido termometrico è colorato con sangue di bue.

Questo termometro è cinquantigrado; è cioè diviso secondo una delle molteplici scale termometriche adottate dall'Accademia del Cimento.



Il primo suggerimento di usare due **termini fixi** per la scala si deve a **Sebastiano Bartolo (1679)** che impiegò per il vecchio termoscopio ad aria la neve e l'acqua bollente, corrispondenti, rispettivamente, al grado di **“freddo massimo”** e di **“calore massimo”** e ritenuti **“punti fixa et ubique immutabilia”**, mentre il grado relativo alla temperatura ambiente (**“communis ambiens”**) e alla temperatura corporea venivano considerati variabili.

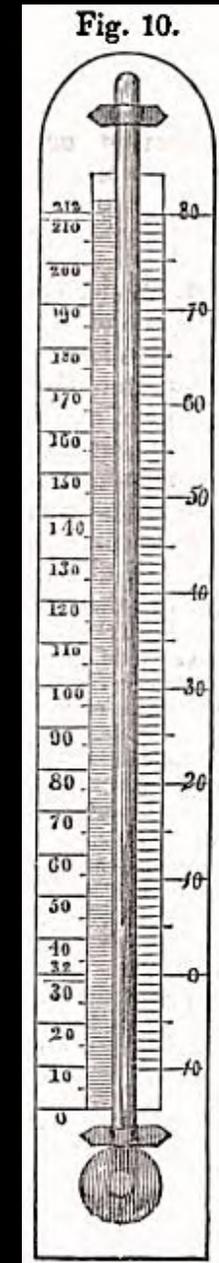


Daniel Fahrenheit fu l'inventore del moderno termometro riempito di mercurio e nel **1724** introdusse la scala Fahrenheit che poteva essere utilizzata per registrare con precisione i cambiamenti di temperatura.

Secondo la tradizione, avrebbe posto lo zero F (cioè $-17,8^{\circ}\text{C}$) in prossimità della temperatura più bassa da lui sperimentata nel suo laboratorio e il 100°F a un valore vicino a quello della temperatura corporea. Questo fa sì che nella scala Fahrenheit il punto di congelamento dell'acqua valga 32°F e che il punto di ebollizione dell'acqua corrisponda a 212°F . **Questa scala ebbe successo forse anche perché l'intervallo delle temperature in cui l'acqua è liquida (tra 32 e 212°F), risulta pari a 180 , cioè un numero divisibile per 60 come le ore e i gradi goniometrici..**



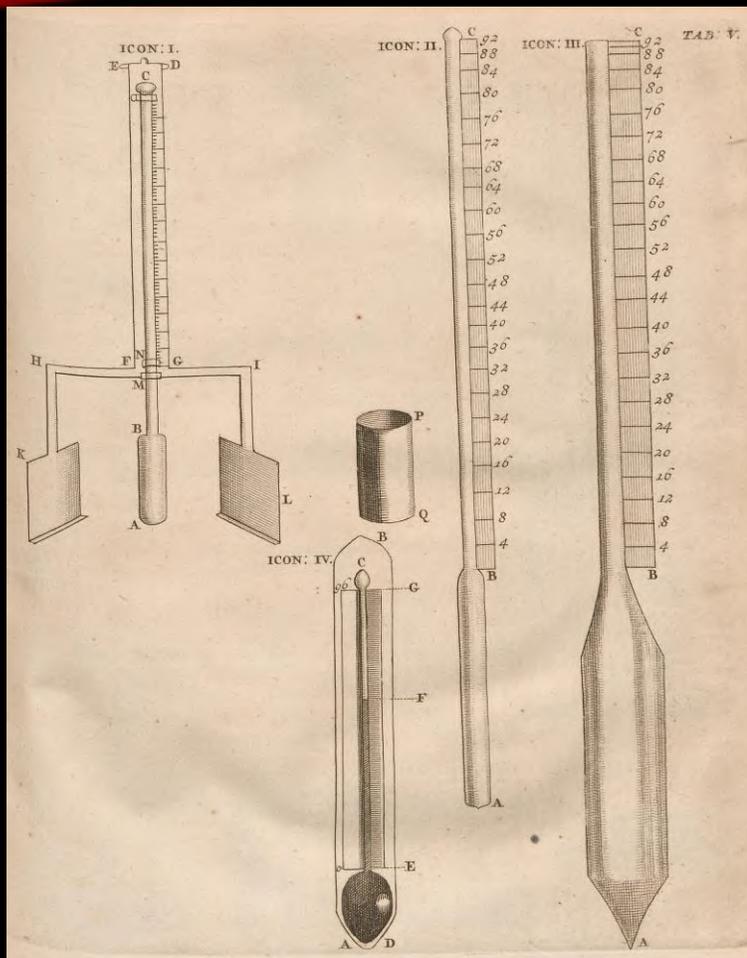
Rene Antoine Ferchault, Seigneur De Reaumur costruiva solo termometri ad alcool. A differenza di Fahrenheit, mise la temperatura del ghiaccio che si scioglie a 0° . Da questo **unico punto fisso** costruì una scala termometrica che misurava l'espansione termica dell'alcol. Era convinto che l'alcol espandesse il suo volume dell' 8‰ quando veniva riscaldato dal punto di congelamento dell'acqua al punto di ebollizione dell'alcol (l'etanolo bolle a $78,3^{\circ}\text{C}$). Ogni grado della sua scala è stato quindi progettato per indicare l'espansione dell'alcol di un millesimo.



L'astronomo svedese **Andres Celsius** (1701-1744), propone una scala centigrada. Inizialmente associava lo 0 alla temperatura dell'acqua bollente e 100° al punto di congelamento dell'acqua.

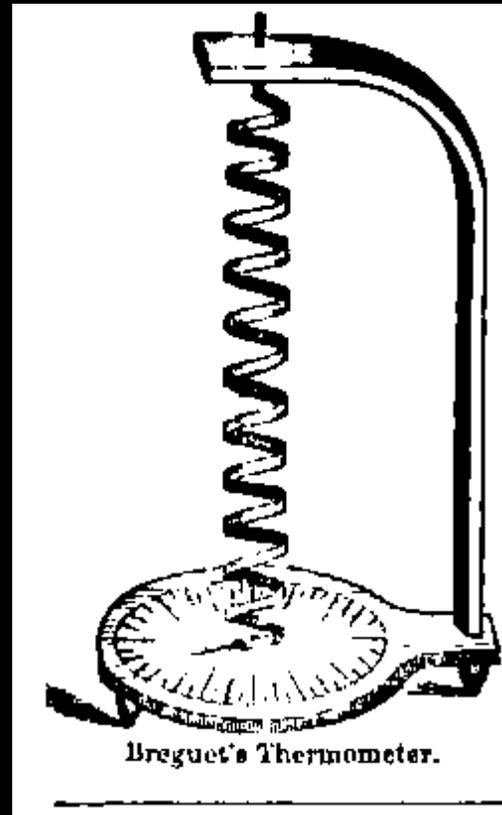
Carl von Linné (1707-1778) invertirà successivamente (1742) i punti della scala che risulterà così come la conosciamo oggi.





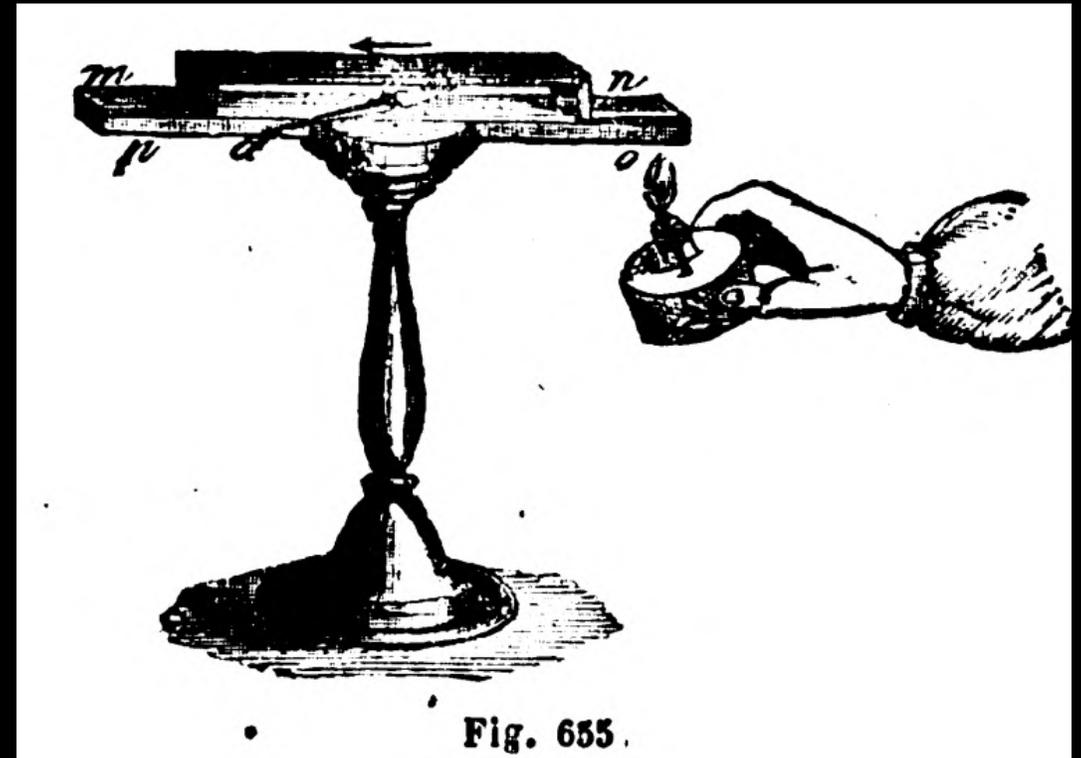
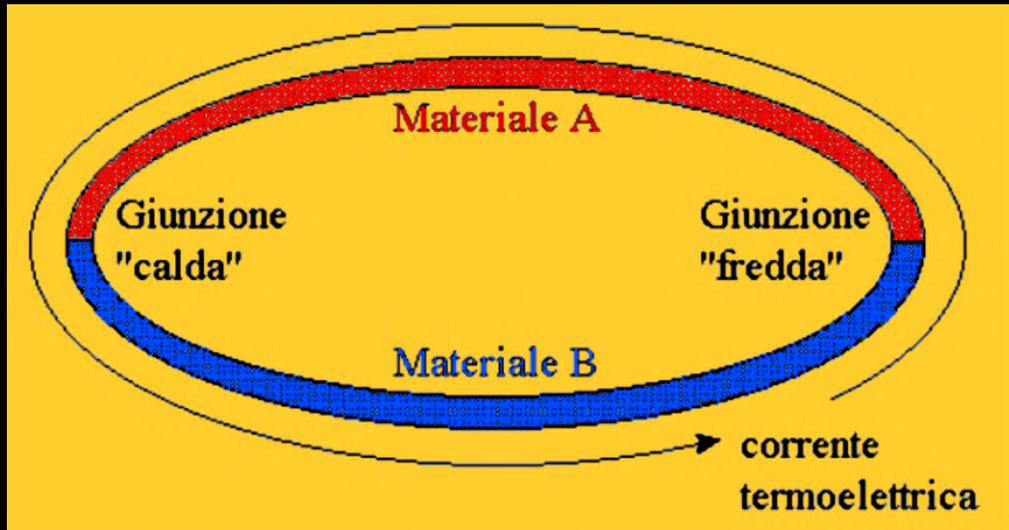
Hermann Boerhaave, Gerard L.B. Van Swieten e Anton De Haen furono primi medici, attorno al 1720 a misurare regolarmente la temperatura dei loro pazienti.

Abraham-Louis Breguet (1747 – 1823), famoso costruttore di orologi svizzero utilizzò il differente coefficiente di dilatazione dei metalli per costruire un termometro molto sensibile. L'elemento termometrico è una sottile lamina, avvolta a spirale cilindrica, ottenuta unendo insieme a pressione **fogli di argento, oro e platino**, ad alta temperatura. Il principio su cui si basa è la differente dilatabilità dei tre metalli che infatti dilatano, nell'intervallo tra $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, rispettivamente secondo i coefficienti $1/524$, $1/661$ e $1/1167$.



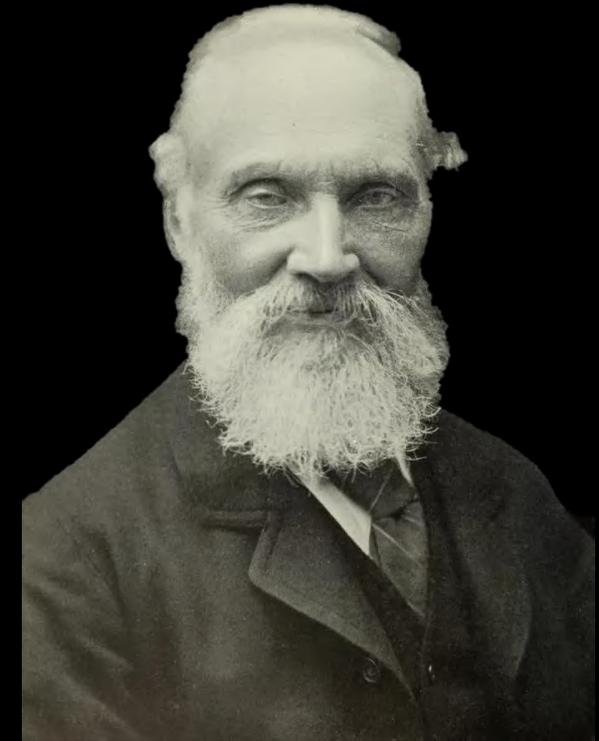
Seebeck, per primo, nel 1821, mostrò che il moto del calore in un circuito metallico produce correnti elettriche.

Si verificano queste correnti mediante una lamina di rame *mn* le cui estremità sono ricurve e saldate ad una lamina di bismuto *op* (fig. 655)*.

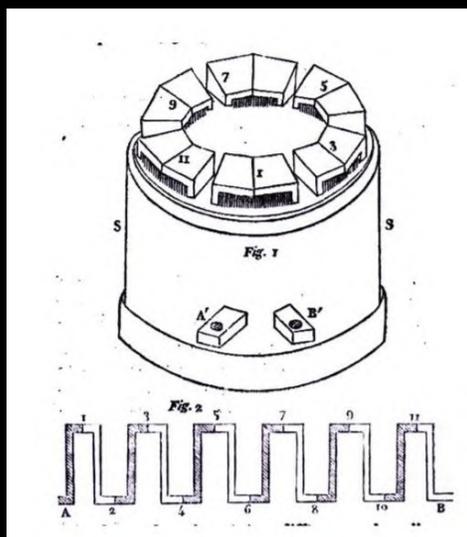


* Adolphe Ganot - *Trattato elementare di fisica sperimentale ed applicata e di meteorologia* - Ed. Francesco Pagnoni, Milano - 1875

La proprietà caratteristica della scala che ora propongo è che tutti i gradi hanno lo stesso valore; cioè che un'unità di calore che scendesse da un corpo A alla temperatura T° di questa scala, ad un corpo B alla temperatura $(T-1)^\circ$, produrrebbe lo stesso effetto meccanico, qualunque sia il numero T. Questa può essere giustamente definita una scala assoluta poiché la sua caratteristica è del tutto indipendente dalle proprietà fisiche di qualsiasi sostanza specifica.



Lord Kelvin



Una novità di rilievo introdotta da **Melloni** nei suoi esperimenti sulla natura del calore radiante, fu rappresentata dalla sostituzione dell'usuale termometro con quello che lo scienziato chiamò **termomoltiplicatore** (1831).

Termometro elettrico di Riess
1838



La resistività di un metallo, per temperature non troppo basse, segue un andamento quasi lineare:

$$r(T) = r_0(1 + aT)$$

Dove $a(T) = (1/r)dr/dt$ è il coefficiente di temperatura, dell'ordine di qualche permille per grado.

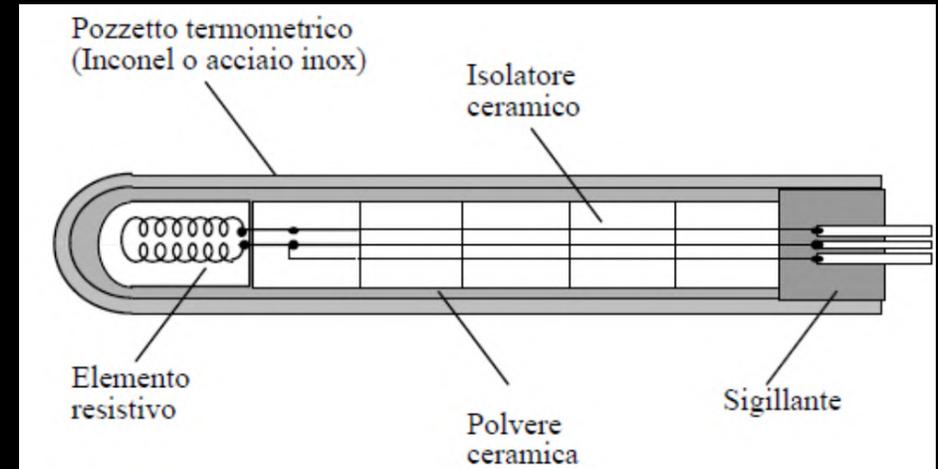
Una interpolazione polinomiale

$$r(T) = r_0(1 + a_1T + a_2T^2 + \dots),$$

può quindi essere troncata al termine del primo ordine. In questa approssimazione il coefficiente a_1 si identifica con il coefficiente di temperatura.

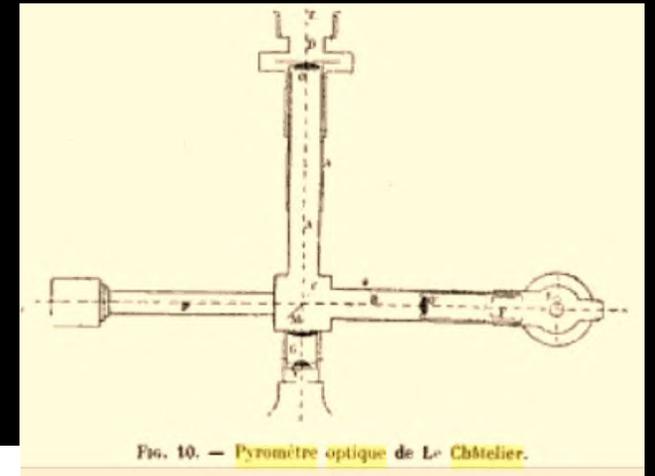
CALENDAR-VAN DUSEN

1885

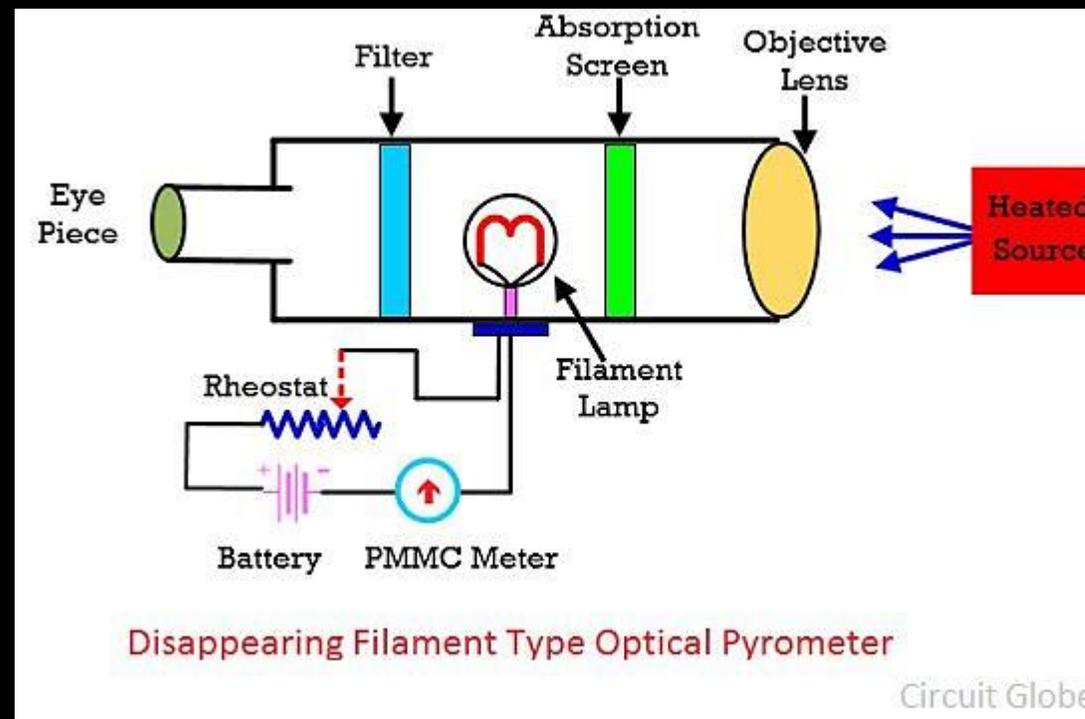


resistance temperature detectors (RTD)

Henry Louis Le Chatelier nel 1892 ha sviluppato un pirometro ottico. Questi dispositivi misurano la temperatura confrontando la luce emessa da oggetti caldi con uno standard noto.



LE GÉNIE CIVIL, Paris 1895



Samuel Ruben (cofondatore della Duracell) inventò il **termistore** nel **1930** e gli venne concesso il brevetto N. 2.021.491 negli Stati Uniti.

I termistori vengono realizzati con un misto di metalli e materiali a base di ossido di metallo.

Il primo termistore **NTC** fu scoperto nel **1833** da **Michael Faraday**. Egli notò che la resistenza del solfuro d'argento diminuiva drasticamente con l'aumento della temperatura.

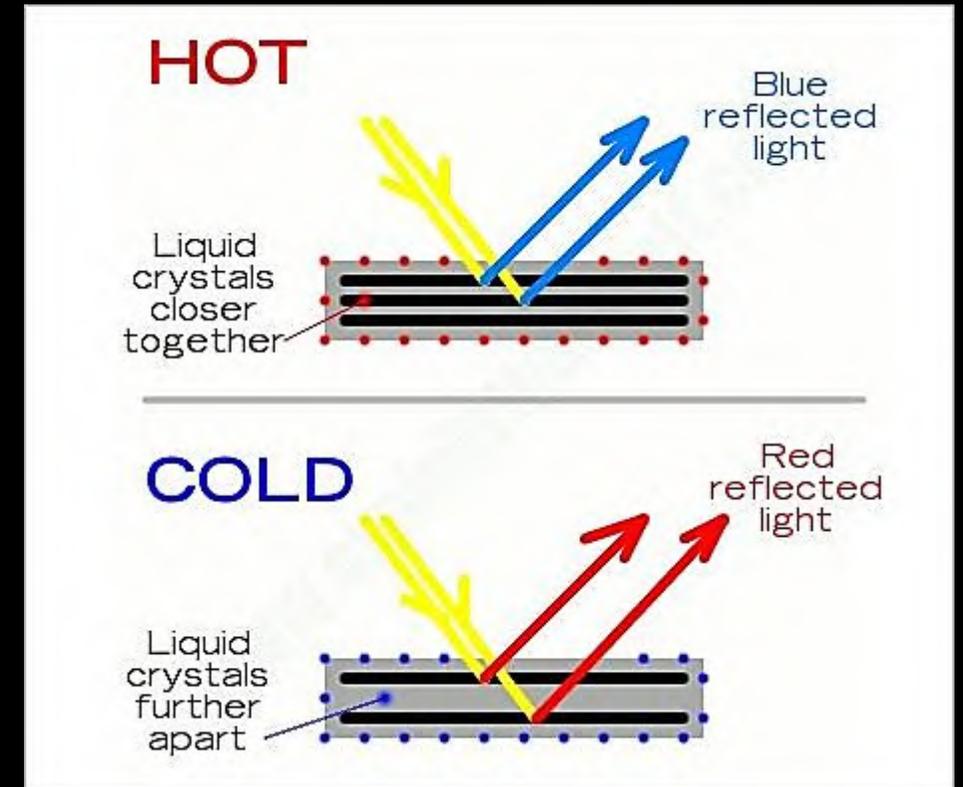


I cristalli liquidi termocromici (anni '70 del novecento)

I cristalli liquidi hanno un colore diverso a seconda della temperatura a cui sono, in quanto i cambiamenti li fanno avvicinare o allontanare (a seconda del materiale).

I cristalli liquidi termocromici forniscono una misurazione relativamente accurata della temperatura all'interno di determinate bande, sono ampiamente utilizzati come termometri a strisce per misurare la febbre, incollati all'interno di un frigorifero o un acquario.

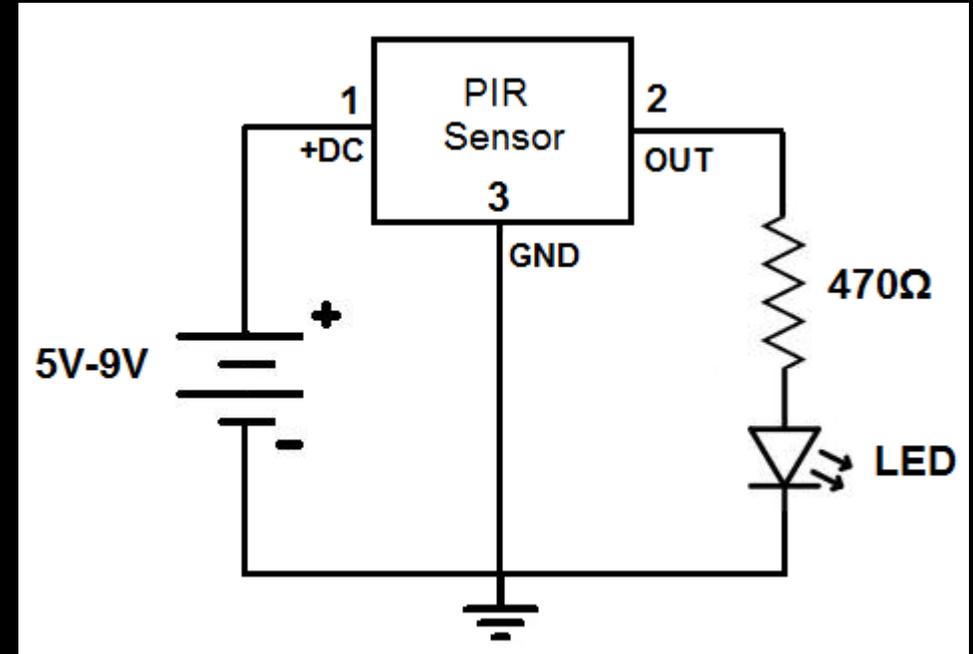
Tipicamente sono fabbricati sotto forma di sfere microscopiche (capsule) incorporate in un polimero di plastica.



PIR sensor, acronimo di Passive InfraRed

I PIR sono fatti con materiali piroelettrici. Solitamente, tali sensori sono dell'ordine delle decine di mm^2 ed hanno la forma di piastrine sottilissime.

I materiali comunemente usati nei sensori PIR includono nitrato di Gallio (GaN), nitrato di Cesio (CsNO_3) e polivinilfluoruro.





Grazie per l'attenzione

ri.gov.mn@gmail.com