

6.04 - Misura della Temperatura

6.04.a) Termometro a Liquido

Abbiamo visto nel paragrafo precedente che la *Misura della Temperatura*, basata sul raggiungimento dell'*Equilibrio Termico* si effettua valutando la *Variazione di una Proprietà della Materia* in funzione della *Temperatura*. Il *Termometro a Liquido* è costituito da un *Bulbo di Vetro* contenente un *Liquido*. Fino a poco tempo fa in genere si utilizzava il *Mercurio*, perché come nel 1714 notò **Gabriel Daniel Fahrenheit**, esso rimane *Liquido* alle più alte *Temperature Estive*, come alle più basse *Temperature Invernali*.



Altro liquido comunemente usato è l'*Alcool* entrambi si dilatano all'aumentare della *Temperatura* molto più del vetro che li contiene. Il *Bulbo* è collegato con un *Tubo Capillare* che viene chiuso all'altro estremo dopo aver estratto l'*Aria*. Poiché il *Volume del Liquido* varia al variare della *Temperatura T* a cui si trova lo strumento, anche l'*Altezza h della Colonnina di Liquido nel Capillare* è una *Funzione della Temperatura*.

6.04.b) Proprietà Termometrica

Una ben determinata *Proprietà Fisica* legata alla *Temperatura* da una ben precisa *Relazione Matematica* si dice **Proprietà Termometrica**. Il nome deriva dal fatto che essa può essere sfruttata nei *Termometri* per poter misurare la *Temperatura*.

Esempio

In un *Termometro a Liquido* la *Proprietà Fisica* valida come *Proprietà Termometrica* è la *Relazione Matematica* che lega la *Temperatura* all'*Altezza h della Colonnina di Liquido nel Capillare* mediante una *Relazione di Proporzionalità Diretta*.

6.04.c) Scala Termometrica

Si definisce **Scala Termometrica** la *Scala del Dispositivo di Misura* tarata utilizzando la relazione che lega la *Temperatura* alla *Proprietà Fisica* scelta (*Proprietà Termometrica*).

Esempio

Nel *Termometro a Liquido* ad ogni *Altezza h della Colonnina di Liquido* si associa così un preciso *Valore Numerico della Temperatura T*. Ciò si può ottenere stabilendo **Due Temperature Fisse di Riferimento** facilmente riproducibili per convenzione, le *Temperature di Riferimento* sono quelle del *Ghiaccio Fondente* e dei *Vapori di Acqua Bollente*, entrambe alla *Pressione* di 1 atm.

6.04.d) La Scala Celsius

Nella scala proposta dallo svedese Anders Celsius nel 1742 si assegna il valore $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Zero Gradi Celsius*) alla *Temperatura del Ghiaccio Fondente* e $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Cento Gradi Celsius*) alla *Temperatura di Ebollizione dell'Acqua*.

6.04.e) Taratura Del Termometro a Liquido

Per *Tarare un Termometro*, lo si immerge in una *Miscela di Acqua e Ghiaccio* e si contrassegna con $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ il *Livello* dove si arresta il *Liquido Termometrico* dopo che è raggiunta la condizione di *Equilibrio Termico*. Successivamente si pone il *Termometro* a *Contatto Termico* con i *Vapori di Acqua Bollente* e si segnano $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ al *Livello di Equilibrio del Liquido*. L'*Intervallo Tra i Due Livelli* viene poi suddiviso in *100 Parti Uguali* ognuna delle quali corrisponde alla *Variazione di Temperatura di $1\text{ }^{\circ}\text{C}$* detto Grado Celsius o Grado Centigrado. La graduazione della scala può essere continuata in modo proporzionale al di sotto di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e al di sopra di $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.04.f) Scala Fahrenheit

In questa scala, usata soprattutto negli Stati Uniti, si fa la seguente assegnazione:

Temperatura del Ghiaccio Fondente	}	Intervallo Suddiviso in 180 Parti Uguali
$0\text{ }^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 32\text{ }^{\circ}\text{F}$		
Temperatura Vapori di Acqua Bollente		
$100\text{ }^{\circ}\text{C} \leftrightarrow 212\text{ }^{\circ}\text{F}$		

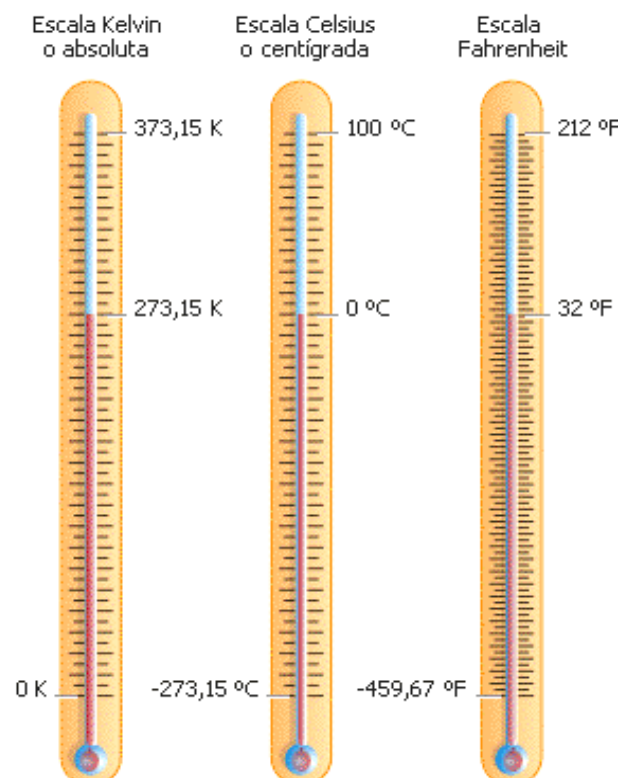
La proporzione di conversione da *Gradi Celsius* a *Gradi Fahrenheit* è data dalla seguente relazione:

$$\frac{T(^{\circ}\text{C})}{100} = \frac{T(^{\circ}\text{F}) - 32}{180}$$

6.04.g) Scala Kelvin e Temperatura Assoluta

Nel *Sistema S.I.* la scala utilizzata è detta Scala di Temperatura Assoluta o Scala di Kelvin, nella quale l'*Intervallo di Temperatura Unitario* è detto Grado Kelvin (K), e uguale a un Grado Celsius ($^{\circ}\text{C}$), ma come *Punto di Fusione del Ghiaccio* viene assunto il valore $273,15\text{ K}$. Il *Punto Zero della Scala Assoluta* corrispondente a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ e chiamato Zero Assoluto, rappresenta la *Più Bassa Temperatura Raggiungibile*.

La temperatura misurata nella *Scala Assoluta* è detta Temperatura Assoluta. Vale che:



$$T(\text{K}) = [T(^{\circ}\text{C}) + 273,15] \text{ K}$$

6.04.h) Inconveniente dei Termometri a Liquido

I *Termometri* fin qui descritti presentano il grave inconveniente di dare risultati che dipendono dalla natura del *Liquido Termometrico* nel senso che, al variare della *Temperatura*, il *Volume*, e quindi anche l'*Altezza Raggiunta nel Tubo Capillare* variano in modo diverso da liquido a liquido. Addirittura *Termometri con Sostanze Diverse* possono avere scarti anche di diversi *Gradi Celsius*, specie per *Temperature* di molto inferiori a 0°C o molto superiori a 100°C . È dunque opportuno scegliere sostanze che si comportano in modo identico al variare della *Temperatura*, come ad esempio *Gas Molto Rarefatti* (i cosiddetti **Gas Perfetti**). Dunque i migliori *Termometri* sono i **Termometri a Gas** che costituiscono anche un sistema di riferimento utile per tarare tutti gli altri tipi di *Termometri*.

6.04.i) Breve Storia del Termometro

Il **Termometro** fu inventato in Italia, intorno al 1600. Sin dagli inizi della sua attività lo scienziato *Galileo Galilei* compì una serie d'esperienze memorabili, da cui ebbero origine, per esempio, la *Bilancia Idrostatica* e l'*Orologio a Pendolo*, che dovevano rivoluzionare la concezione di scienza. *Galileo* si dedicò anche ad *Esperienze di Termoscopia*, costruendo un rozzo strumento per determinare la *Temperatura di un Liquido*. Fu quello il primo abbozzo del moderno *Termometro*.

Lo *Strumento di Galileo* consisteva in un piccolo recipiente dal collo lungo e sottile, che veniva riscaldato tenendolo tra le mani. Quindi era collocato in un vaso d'acqua. Il *Livello dell'Acqua del Vaso* saliva al raffreddarsi del piccolo recipiente.

Le successive *Esperienze di Termoscopia* vennero condotte dall'*Accademia del Cimento*, fondata nel 1657 dal *Granduca di Toscana, Leopoldo II De Medici*. Lì furono realizzati vari strumenti tra i quali celebri *Termometri*, presi a modello da tutto il mondo, a *Colonna di Vetro* o *Spiraliformi*, contenenti *Mercurio* o *Alcol*.

Un *Termometro* curioso era il "**Termometro a Rana**", che veniva applicato al braccio del malato. Nel *Liquido Freddo dell'Apparecchio* galleggiavano alcune palline di vetro di diversa *Densità*, a mano a mano che la *Temperatura* saliva, le *Palline più Dense* andavano a fondo. Dal loro numero si poteva ricavare un'indicazione sullo stato febbrile del paziente.

Oggi esistono svariati tipi di *Termometri*, per svariati usi, indispensabili sia nella *Termologia* sia alla ricerca scientifica. *Termometri a Gas* sono impiegati, per esempio in misurazioni scientifiche. I più comuni sono impiegati per la misurazione della *Temperatura* degli ambienti e in ricerche di laboratorio o in ambito sanitario. Esistono *Termometri a Resistenza Elettrica* o a *Coppia Termoelettrica*, usati nell'industria. Vi sono infine modelli speciali, come i *Termometri Regolatori*, i *Termometri Avvisatori* o i *Termometri Clinici*. Di uso domestico comune sono: i *Termometri a Liquido* o i *Termometri a Mercurio*. Questi ultimi però in *Italia* (ed in *Europa*) sono andati in pensione nel 2009 a causa di un

decreto ministeriale dell'anno precedente che recepiva una [Direttiva CE](#). Questa saggia decisione, non è motivata come spesso accade da una scelta maggiormente efficace, ma da motivi ambientali. Si vuole infatti evitare che i *Termometri* finiscano tra i rifiuti e così pure il *Mercurio*, con danni all'ambiente e, a lungo termine, alla salute umana. Una interessante alternativa domestica è il [Termometro a Contatto con Galinstan](#). Si tratta di un *Termometro in Vetro* che contiene all'interno del *Capillare* una lega di *Gallio*, *Indio* e *Stagno* chiamata "[Galinstan](#)". Questo composto si presenta come un *Metallo Fluido* a *Temperatura Ambiente* e con caratteristiche simili al *Mercurio* per quanto riguarda la *Dilatazione* al variare della *Temperatura*. Non è tossico e risulta quindi sicuro per l'ambiente, tanto che può essere smaltito con i normali rifiuti domestici. Il *Termometro a Galinstan* è in grado di effettuare misure accurate della *Temperatura* nelle diverse sedi corporee (ascellare, anale, orale) in circa 3 minuti, tempo necessario al liquido per risalire il *Capillare*, un *Tempo* ritenuto ragionevole per gli impieghi normali di questo tipo di *Termometri*. I costi sono paragonabili a quelli del vecchio *Termometro a Mercurio*.