

Esempi di informazioni raccolte dagli allievi

Termometri e temperatura

I primi tentativi di misurare la sensazione di caldo o di freddo risalgono ai tempi di Galileo e dell'Accademia del Cimento. Il primo termometro ad alcool di tipo moderno viene attribuito tradizionalmente all'inventiva del granduca di Toscana Ferdinando II de' Medici. Ma si va affermando la convinzione che il termometro a liquido in capillare chiuso sia stato inventato da altri, e molto prima. Il termometro a mercurio viene attribuito a Gabriel Fahrenheit che introdusse nel 1714 una scala di temperature in uso ancora oggi, mentre un'altra, detta all'epoca scala centigrada, si deve a Anders Celsius nel 1742.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Temperatura> 

Ricerca I

La scala **Celsius** è così chiamata dal nome dell'astronomo svedese **Anders Celsius** (1701-1744), che la propose per la prima volta nel 1742. Essa fissa il punto di congelamento dell'acqua a 0°C e il punto di ebollizione a 100°C.

In origine, invece, la scala fu ideata da Celsius perché il punto di ebollizione dell'acqua fosse a 0°C e il punto di congelamento a 100°C; solo dopo la sua morte, nel 1744, la scala fu modificata in quella oggi di uso comune, ovvero invertita.

La scala **Fahrenheit** è una scala di temperatura così chiamata in onore del fisico tedesco **Gabriel Fahrenheit**, che la propose nel **1724**. È tutt'ora in uso negli **Stati Uniti d'America** e in **Giamaica**. Fahrenheit stabilì che il **punto zero** della sua scala (0°F) doveva essere la temperatura alla quale un'ugual mistura di acqua, ghiaccio e sale si scioglie - la temperatura più bassa raggiungibile in laboratorio a quel tempo -: in quel modo ogni temperatura misurabile sarebbe sempre stata maggiore di zero. Fissò inoltre il **punto di 96°F** alla temperatura del sangue, usando inizialmente del sangue di cavallo (Fahrenheit era veterinario e usava i termometri per misurare la salute dei cavalli). La sua scala conteneva originariamente solo 12 suddivisioni, ma in seguito divise ognuna di queste in 8, dando così un totale di 96 suddivisioni. Osservò successivamente che l'acqua congelava a circa 32°F e bolliva a circa 212°F.

La definizione della scala termometrica basata su mistura di sale e sangue di cavallo non è molto esatta, sia perché diverse miscele di sale hanno temperature differenti sia per la difficoltà di trovare cavalli da portare all'interno di laboratori moderni - nel 1724 i cavalli erano molto più comuni di oggi, essendo le automobili di quel tempo -: inoltre la temperatura di un cavallo

cambia da animale ad animale. Per questo la scala Fahrenheit è stata ridefinita in modo più preciso, associando al **punto di congelamento e al punto di ebollizione dell'acqua rispettivamente 32 gradi e 212 gradi Fahrenheit esatti**, suddividendo così i due estremi in 180 gradi. L'unità di questa scala, il grado Fahrenheit (°F) è 5/9 di un grado Celsius. Il risultato fu che la temperatura di un corpo umano sano passò dai 96°F originari a 98,6°F.

http://www.liceoagnoletti.it/attivita/attivita_professori/fisicafacile/Calore%20e%20Temperatura/Scale%20di%20temperatura.htm

Le scale utilizzate per misurare la temperatura:

<http://digilander.libero.it/meteocastelverde/temperatura.htm>

Ricerca II

Nella scala **Kelvin** la temperatura dello zero assoluto, cioè la temperatura minima teoricamente raggiungibile, è posta a 0 K (Kelvin) ed il punto di fusione del ghiaccio è posto a 273,15 K. L'unità di misura della scala Kelvin è il Kelvin (K), definito come 1/273,16 dell'intervallo di temperatura fra lo zero assoluto e il punto di fusione del ghiaccio a pressione atmosferica standard. Alcuni degli altri punti fissi, misurati con il termometro a gas, sono:

il punto di ebollizione dell'idrogeno (20,28 K);

il punto di ebollizione dell'acqua (373,15 K);

il punto di fusione dello zinco (692,73 K);

il punto di fusione dello dell'oro (1 337,58 K).

William Thomson, dal 1892 Lord Kelvin, Fisico e matematico irlandese (Belfast 26 giugno 1824- Netherhall 17 dicembre 1907) compì studi e ricerche in vari campi della fisica matematica e fu tra i primi fisici a sfruttare industrialmente le sue scoperte. Fece numerose scoperte nel campo della termodinamica. Introdusse la scala assoluta delle temperature, detta poi scala Kelvin. Prende il suo nome (Kelvin) l'unità di misura della temperatura nel Sistema Internazionale (SI).

Fu anche uno degli iniziatori della teoria matematica dei nodi, utilizzata nella fisica moderna nelle varie teorie delle stringhe. In riconoscimento delle sue scoperte venne nominato barone Kelvin su Largs, nella contea di Ayr. Alla sua morte fu sepolto nell'abbazia di Westminster a Londra.

Prima dell'adozione della scala Kelvin furono utilizzate altre scale di temperatura, la più antica delle quali, fu quella ideata nel 1731 dal fisico francese **René Antoine Ferchault de Réaumur** (1683-1757) in cui il punto di fusione del ghiaccio era posto a 0°R (gradi Réaumur) e quello di ebollizione dell'acqua a 80°R. Il grado **Réaumur** corrisponde a 1/80

dell'intervallo di temperatura tra il punto di fusione dei ghiaccio e quello di ebollizione dell'acqua a pressione atmosferica standard. Questa scala è ormai in disuso anche se è possibile trovarla su vecchi termometri a muro di fattura francese, belga o svizzera.

I primi termometri di una certa affidabilità furono costruiti nel 1714 dal fisico tedesco **Daniel Gabriel Fahrenheit** (1686-1736), il quale ideò anche una scala di temperatura che da lui prende il nome. In questa scala gli 0°F (gradi Fahrenheit) corrispondono alla temperatura alla quale coesistono in equilibrio le fasi solide, costituite da ghiaccio e cloruro di sodio (sale da cucina), e la fase liquida, costituita da una soluzione satura di detto sale in acqua, mentre 96°F corrisponde alla temperatura "normale" del corpo umano.

Successivamente si è convenuto di fare coincidere 32°F con il punto di fusione dei ghiaccio e 212°F con quello di ebollizione dell'acqua. In base a queste ultime scelte il **grado Fahrenheit** (°F) è definito come 1/180 dell'intervallo di temperatura tra il punto di fusione dei ghiaccio e quello di ebollizione dell'acqua a pressione atmosferica standard. Questa scala è tuttora di uso comune in molti paesi soprattutto in quelli anglosassoni.

Ricerca III

Daniel Gabriel Fahrenheit nasce a Danzica il 23 maggio 1686. Sviluppa nel tempo una particolare abilità nell'arte di soffiare il vetro, dote che impiegherà per costruire apparecchiature scientifiche.

Costruttore di strumenti scientifici oltre che commerciante, dopo aver viaggiato in Inghilterra, Germania e Francia si stabilisce e passa la maggior parte della sua vita in Olanda, dove approfondisce lo studio della fisica.

Le sue pubblicazioni scientifiche sono per lo più modeste fino a quando la sua fama e la sua notorietà si diffondono nei vari paesi europei per aver inventato nel 1720 un personale sistema per la fabbricazione di termometri. Grazie alle sue scoperte viene eletto membro della Royal Society di Londra nel 1724.

Gli anni seguenti serviranno allo studio e al miglioramento delle sue invenzioni; passa dall'utilizzo dell'alcool nei termometri ad un elemento più preciso (e oggi noto) il mercurio. Il suo nome è legato all'omonima scala termometrica ampiamente utilizzata nei paesi anglosassoni fino agli anni '70, ed oggi ancora ufficialmente usata negli Stati Uniti.

La scala **Celsius**, o centigrada, prende il nome dal fisico e astronomo svedese Anders Celsius che nasce a Uppsala, Svezia, il 27 novembre 1701. Il padre è professore di Astronomia presso gli istituti universitari di Uppsala. Anders Celsius si forma attraverso lo studio delle scienze matematiche e astronomiche, senza tuttavia trascurare la fisica sperimentale che tanto influirà

sulle sue ricerche nel settore della termometria. Seguendo le orme del padre, Anders insegna matematica e, in seguito, astronomia a Uppsala.

Negli anni compresi tra il 1732 e il 1736 compie lunghi viaggi stabilendo contatti personali con altri studiosi e osservando il funzionamento e i metodi organizzativi di vari centri di ricerche astronomiche, quali ad esempio gli Osservatori di Berlino e di Norimberga.

A Parigi conosce P. L. Maupertuis ed entra a far parte del gruppo di studiosi che prepara le celebri misurazioni dell'arco di meridiano, perseguendo lo scopo di definire, in termini di osservazioni sperimentali, l'annosa polemica che vedeva schierati in campi diversi i sostenitori delle concezioni newtoniane e cartesiane sulla forma del globo terrestre. I primi sostenevano che il globo era schiacciato ai poli: le misurazioni sopra accennate avrebbero appunto confermato la validità delle tesi newtoniane.

Le prime indagini concernenti l'interesse di Anders Celsius per i problemi annessi alla misurazione della temperatura risalgono al periodo 1733-1734.

Nel 1733 il suo itinerario europeo tocca anche l'Italia. E proprio dall'Italia gli giungerà l'anno successivo una lettera in cui gli si chiede spiegazioni relative al modo di costruire termometri a mercurio, argomento discusso durante il viaggio italiano. Si sa inoltre che Celsius aveva già compiuto nel 1731 osservazioni barometriche e termometriche servendosi di strumenti di Hauksbee.

Successivamente - come appare sempre dalla sua corrispondenza nonché da alcuni suoi appunti manoscritti - Anders Celsius si serve di un termometro costruito da Nollet conformemente al metodo proposto da R. A. de Réaumur e di un altro termometro dovuto a J. N. Delisle.

Nel 1742 Celsius pubblica una famosa memoria, relativa ai problemi della termometria dove propone di utilizzare una scala centigrada riferita a due punti fissi: quello che corrisponde alla temperatura della neve in fusione e quello riferito alla temperatura dell'acqua in stato di ebollizione.

Tenendo conto della dipendenza del punto di ebollizione dell'acqua dalla pressione, Celsius suggerisce di indicare con 100 la temperatura della neve, e con 0 quella dell'acqua bollente a una pressione atmosferica di 751.16 torr, fornendo altresì una regola per fissare lo zero in corrispondenza di valori differenti della pressione stessa. Un termometro dotato di tale scala rovesciata rispetto alle usuali scale centigrade era in funzione nel dicembre del 1741.

Anders Celsius muore il 25 aprile 1744 nella sua città natale.

Nella sua carriera di astronomo Celsius catalogò oltre 300 stelle. Con il suo assistente Olof Hiorter scoprì le basi magnetiche dell'aurora boreale.

Strumenti con scala centigrada come oggi li conosciamo vennero costruiti, dopo il 1746, da Ekström, abile fabbricante di strumenti scientifici che lavorava a Stoccolma, e da Strömer.

Nella scala Celsius i punti di fusione del ghiaccio e di ebollizione dell'acqua sono rispettivamente posti a 0° C e a 100°C (gradi Celsius). In realtà nella scala originale detti valori erano inversi e cioè 100°C corrispondevano al punto di fusione del ghiaccio e 0° quello di ebollizione dell'acqua. Il grado Celsius (°C) o centigrado è definito come 1/100 dell'intervallo di temperatura tra il punto di fusione del ghiaccio e quello di ebollizione dell'acqua a pressione atmosferica standard (un grado Celsius è un intervallo di temperatura esattamente uguale a un Kelvin). Se si indicano con K, R, F e C le misure di una stessa temperatura rispettivamente nelle scale Keivin, Réaumur, Fahrenheit e Celsius esse risultano legate dalle seguenti relazioni:

$$C = K - 273,15$$

$$C = 5/4 \times R$$

$$C = 5/9 \times (F - 32)$$

Barometro

Ricerca I

Il primo barometro fu costruito da Evangelista Torricelli nel 1643. Questo strumento è costituito da un tubo a fondo cieco lungo non meno di 80 centimetri, riempito di mercurio e rivoltato con il lato aperto verso il basso in una vaschetta contenente altro mercurio.

La colonna di mercurio tende a scendere nella vaschetta lasciando il vuoto dietro di sé. Sulla parte inferiore della colonna agisce però la pressione atmosferica che tende a spingere verso l'alto la colonna. Quando la colonna ha raggiunto un'altezza tale che la pressione esercitata alla base controbilancia perfettamente la pressione atmosferica allora la discesa si interrompe. Misurando l'altezza della colonna si può calcolare la pressione atmosferica. Per questi motivi la pressione è stata storicamente a lungo indicata in millimetri di mercurio (mm Hg) e molti barometri a mercurio ancora ne riportano la scala, anche se attualmente la misura corretta nel sistema internazionale è il pascal. La pressione atmosferica si misura quindi in **ettopascal** (hPa), multiplo del pascal, corrispondente, quanto al valore, al millibar (mb), unità di misura precedentemente accettata a livello internazionale (1 hPa = 100 Pa = 1 mb).

Il barometro aneroide offre una alternativa più pratica ed economica rispetto al barometro a mercurio, ma a scapito di accuratezza e precisione. L'elemento sensibile è costituito da un cilindro appiattito in cui è stato praticato il vuoto.

Le ampie basi sono corrugate in modo da presentare una ampia escursione per effetto della pressione atmosferica agente su di esse. Un sistema di leve ed ingranaggi trasmettono questo movimento ad un indice che visualizza la pressione su una scala graduata.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Barometro> 

Ricerca II

Il barometro è lo strumento che consente di "pesare" l'aria. Il suo funzionamento è simile a quello di una bilancia: la colonna di mercurio è infatti contrappesata dalla pressione esercitata dall'aria sulla vaschetta piena di mercurio. Torricelli scoprì, nel 1644, che il livello della colonna di mercurio contenuto in un tubo, chiuso ad un'estremità, capovolto e rovesciato in una vaschetta di mercurio, si abbassava solo parzialmente perché era controbilanciato dalla pressione dell'aria sulla vaschetta. Egli scoprì anche che l'altezza della colonna di mercurio variava, alla medesima altitudine, al variare della temperatura. Grazie a questa osservazione, fu possibile successivamente mettere a punto il termometro a mercurio. Al livello del mare, alla temperatura di 0°C e alla latitudine di 45°, il livello del mercurio nella colonnina barometrica si mantiene ad una altezza di circa 76 cm, mentre sulla cima di una montagna alta 2500 metri si attesta al livello di soli 57 cm. Nel corso del Settecento e dell'Ottocento il barometro subì numerose modifiche, che ne migliorarono la sensibilità, ne agevolarono la lettura e lo resero facilmente trasportabile. Intorno al 1850, si imposero a scala internazionale i barometri aneroidi, compatti e facili da trasportare.

<http://catalogo.museogalileo.it/multimedia/BarometroBis.html> 

Un grande barometro pubblico progettato da Filippo Cecchi in collaborazione con Giovanni Antonelli e costruito dal meccanico Niccolò Masini fu collocato nel 1860 nella Loggia dei Lanzi in Piazza della Signoria per volontà del Ministro nazionale dell'educazione Cosimo Ridolfi. Lo strumento è del tipo a bilancia: ciò che viene rilevato non è il livello del mercurio, ma il suo "peso". Infatti il tubo barometrico con un manicotto è appeso ad un bilanciante munito di contrappeso. Le variazioni di pressione influiscono sul livello del mercurio nel tubo e le conseguenti variazioni di peso modificano la posizione del bilanciante che è collegato meccanicamente ad una lancetta indicatrice. Lo strumento, che era accompagnato da un grande termometro metallico (oggi scomparso), cessò di funzionare come barometro pubblico intorno al 1930. Il vano che conserva il meccanismo fu murato. Esso fu casualmente ritrovato nel 1993. Il quadrante in vetro è un rifacimento moderno. Quello che resta dei quadranti originali di marmo del barometro e del termometro si trova attualmente collocato lungo la scala di accesso al I piano dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza.

<http://catalogo.museogalileo.it/oggetto/BarometroBilanciaCecchi.html> 

Igrometro

L'igrometro è uno strumento che misura l'umidità relativa dell'aria, ovvero il rapporto tra l'umidità assoluta, definita come la quantità di vapore acqueo presente nell'atmosfera in un dato istante, e l'umidità di saturazione, cioè la quantità massima di vapore acqueo che può essere presente ad una data temperatura e pressione. Entrambe si esprimono in termini di peso del vapore acqueo per unità di volume (kg/m^3), mentre l'umidità relativa, adimensionale, si esprime in percentuale.

L'igrometro a capello, ormai caduto in disuso per via della bassa precisione e della persa competitività nei costi, è stato il primo tipo di igrometro ad essere concepito, la cui invenzione si attribuisce a Cusano. Si basa sulla variazione della lunghezza di un ciuffo di capelli al variare dell'umidità relativa. Il capello umano infatti presenta un allungamento di circa 2,5% fra 0 e 100% di umidità relativa. La variazione non è esattamente proporzionale in modo lineare rispetto all'umidità relativa. La variazione è opportunamente amplificata da un sistema di leve meccaniche e poi è registrata in modo meccanico, grazie ad una punta scrivente ed un congegno ad orologeria (igrografo), o trasformata in impulsi elettrici poi elaborati con strumenti elettronici. Cuore dello strumento è un lungo capello, accuratamente sgrassato ad esempio con etere, montato verticalmente nello strumento per prevenire problemi di accuratezza e stabilità della misura, dovuti ad effetti di sospensione. L'estremità superiore è fissata, tramite una pinzetta, ad una vite di taratura che, regolandone la tensione, permette di calibrare lo strumento. La parte inferiore è avvolta sul tamburo della lancetta dello strumento stesso. In condizioni di bassa umidità, il capello tende ad accorciarsi proporzionalmente ai valori di umidità relativa ambientale, rendendo possibile così la misurazione. L'igrometro a capello, per la sua semplicità e per il costo relativamente basso, viene spesso utilizzato per costruire cassette segnatempo. Lo strumento non è però preciso, e nei modelli esclusivamente meccanici può comportare errori del 5-10% in parte riducibili con opportune tabelle che rendono conto della non linearità della variazione della lunghezza dei capelli. L'errore dipende dalla temperatura a cui si opera (sotto i $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ lo strumento non funziona per niente!) Di tanto in tanto lo strumento va tenuto in aria satura, così si rigenera (se è esposto all'aperto tale rigenerazione avviene normalmente di notte e non pone problemi); inoltre lo si sottopone a taratura. Nei tipi più semplici, la taratura va effettuata sovente mettendo lo strumento per circa mezz'ora in un panno bagnato e regolando l'indice su 95%.

<http://it.wikipedia.org/wiki/Igrometro> 

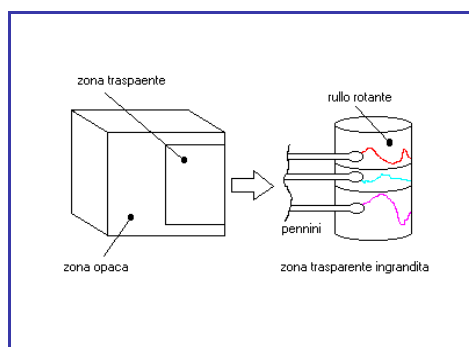
Che cosa è l'UR (Umidità Relativa)? A una certa temperatura una data massa d'aria non può contenere più di una determinata quantità di vapore. Tale quantità è detta di saturazione, poiché un ulteriore apporto di vapore determinerebbe la condensazione di quello eccedente, sotto forma di goccioline visibili come la nebbia o le nubi.

Igrografo

Uno strumento analogo, l'igrografo, misura la variazione dell'umidità in un dato intervallo di tempo. Si compone essenzialmente di un igrometro associato ad un registratore, sia esso meccanico (tipicamente a carta) o elettronico.

Questo strumento è utilizzato nelle applicazioni di misura in campo meteorologico e in ambienti dove vi sono strumenti di trattamento aria che devono mantenere condizioni costanti (ad es. musei, biblioteche).

È costituito da una cassetta metallica con una finestrella che permette l'entrata dell'umidità e da una zona trasparente in cui è situato un tamburo girevole avvolto da un rotolo di carta che verrà frequentemente sostituito, sul quale tre pennini (braccetti meccanici con punta di feltro) lasciano traccia, movimentati rispettivamente da un termometro, da un igrometro a capello, e da un barometro.



È necessario un controllo e una visualizzazione grafica costante nel tempo per la conservazione di materiale particolare (come libri o opere storiche). Per questo il rotolo di carta posto sul tamburo girevole viene controllato in intervalli di tempo molto brevi.

Questo strumento è molto importante anche per quanto riguarda la stratificazione storica dei dati e le statistiche perché l'immediatezza della visualizzazione grafica permette un continuo miglioramento del confort termoigrometrico.

Psicrometro

Lo psicrometro è composto da due comuni termometri a mercurio, uno dei quali ha il bulbo avvolto in un lembo di stoffa che un piccolo serbatoio mantiene costantemente imbevuto d'acqua. Per far evaporare un grammo d'acqua sono necessarie 600 piccole calorie: nello strumento, il termometro a bulbo bagnato è quello che cede calore e pertanto segnerà una temperatura t' inferiore a quella del termometro asciutto t ; la differenza ($t - t'$) sarà tanto maggiore quanto più l'aria sarà secca, in quanto l'intensità dell'evaporazione dell'acqua dipende dal grado di siccità dell'aria. Nel caso di aria satura, l'acqua che imbeve la stoffa non evapora per cui i due termometri avranno stessa temperatura ($t = t'$). La differenza ($t - t'$), detta differenza psicrometrica, risulta dunque una funzione dell'umidità relativa: una serie di tabelle, calcolate da Regnault, danno la tensione del vapore acqueo e l'umidità relativa per tutte le temperature t e t' segnate dai due termometri.

<http://pcfarina.eng.unipr.it/DispenseArch00/ziliotti133253/ziliotti133253.htm> 

I venti

Il vento non è altro che aria in movimento. Lo studio del comportamento delle masse d'aria rinvia automaticamente al vento, non senza porsi alcune domande circa la sua essenza: che cos'è? Perché soffia in questa o in quella direzione? Perché può essere più o meno violento? Perché è più freddo o più caldo? Quale ruolo possono giocare le barriere orografiche nei confronti di una massa d'aria in movimento? Bisogna considerare fin da subito il concetto di pressione atmosferica. E chiaro ormai che la nozione di pressione atmosferica è legata alla nozione di temperatura, essendo chiaro che le masse d'aria possono essere calde o fredde, quindi più leggere o più pesanti. Il peso della colonna d'aria su una data località dipende da temperatura dell'aria stessa. A questo fattore termico si aggiungono i fattori dinamici: rotazione terrestre, movimento delle masse d'aria. Si rileva, in ogni caso, che la pressione può variare sensibilmente da un'ora all'altra, in uno stesso luogo. S'immagina facilmente come essa sia variabile da luogo a luogo.

<http://www.sqtradiometeo.it/images/vento/index.html> 