

TEMPERATURE .2

di Ledo Stefanini

LA TEMPERATURA NON SI MISURA CON LE MANI

- Era nota ai filosofi presocratici la fallibilità delle mani nella stima della temperatura e sono note le prove che stanno a dimostrarla. Ciò che misuriamo con i sensi non è la temperatura degli oggetti che tocchiamo, ma la rapidità con cui scambiamo energia

IL CONTATTO CON CONDUTTORI E ISOLANTI



- I sedili delle vecchie seggiovie erano di nudo metallo; mentre oggi sono rivestiti di legno o altro materiale termicamente isolante. Chiunque ne abbia fatto esperienza sa come questi ultimi risultino più caldi al contatto.
- E tuttavia, un sedile di legno e uno di metallo hanno la stessa temperatura dell'ambiente; come si può verificare mediante un termometro.

- Ciò è dovuto al fatto che il legno ha una conducibilità termica molto bassa per cui il calore trasmesso dal corpo dello sciatore rimane confinato nello strato immediatamente a contatto della pelle; mentre, nel caso del metallo, si diffonde a tutto il sedile.
- Gli oggetti costituiti da materiali ad alta conducibilità termica (generalmente i metalli, ma anche il marmo) appaiono più freddi.

In una giornata fredda, le dita delle mani e dei piedi, se non adeguatamente protette, si raffreddano rapidamente.



- La potenza perduta per conduzione attraverso la pelle è proporzionale alla sua superficie; mentre la riserva di energia è proporzionale alla massa.
- Il rapporto *massa/superficie* diminuisce in proporzione alla prima potenza delle dimensioni e, di conseguenza, è sfavorevole per le dita che sono piccole rispetto alle braccia o alle gambe.



- In presenza di vento la potenza perduta attraverso l'epidermide è maggiore; di conseguenza è minore la temperatura percepita.

Una formula empirica per il potere di raffreddamento del vento

- PR è la potenza perduta (in kcal/ora) , per unità di superficie (m²), u è la velocità del vento (m/s), T_p la temperatura della pelle (di solito 33°C) e T_a quella dell'aria.

$$PR = (A + B\sqrt{u} + Cu)(T_p - T_a)$$

$$A = 10,45 \quad B = 10,00 \quad C = -1,00$$

TEMPERATURA DI WIND CHILL

$$T_{wc} = 33 - \frac{10,45 + 10\sqrt{u} - u}{22}(33 - t)$$

Umidità

- Un liquido che evapora si raffredda. La quantità di calore che assorbe 1g di acqua che passa dalla fase liquida alla gassosa è molto grande : 2,25 kJ.
- Se si ricopre il bulbo del termometro con uno strato di tessuto bagnato, la temperatura che indica lo strumento è inferiore a quella che indicherebbe senza il rivestimento umido: si chiama *temperatura di bulbo umido*.

- La temperatura di bulbo umido dipende dall'umidità relativa dell'aria in cui il termometro è immerso, oltre che dalla temperatura dell'ambiente. Se si conoscono le due temperature – di bulbo secco e di bulbo umido – si può determinare l'umidità dell'aria.
- Analogamente al termometro a bulbo umido, le mani bagnate inducono a stimare una temperatura inferiore a quella reale.

Il termometro a mercurio

- Alla base del classico termometro a mercurio vi è l'assunto che sussista una relazione lineare tra l'aumento *percentuale* di volume del materiale adottato e l'aumento di temperatura :

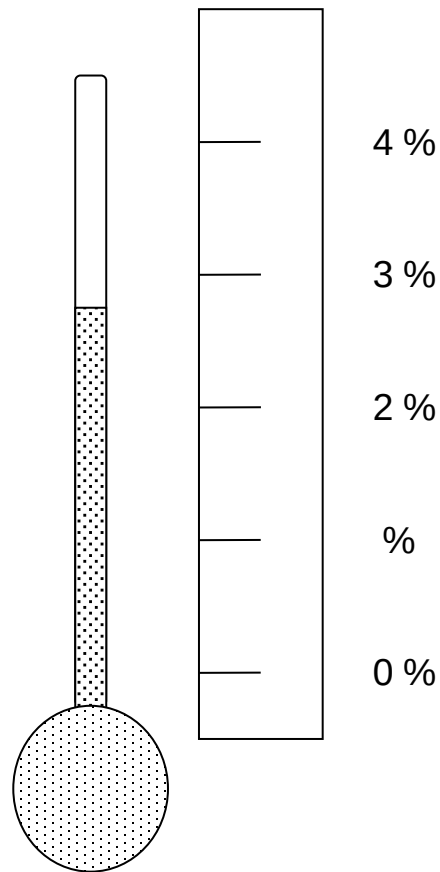
$$\Delta t \propto \frac{\Delta V}{V}$$

- Sarebbe altrettanto legittimo assumere che
- Ciò che si richiede è solo che la funzione sia crescente

$$\Delta t \propto \left(\frac{\Delta V}{V} \right)^2$$

- Allo scopo di associare un numero alla misura, è necessario assumere che la temperatura di una miscela di acqua e ghiaccio (granita) sia indipendente da altri parametri fisici: la quantità di acqua e ghiaccio, la pressione, ecc.

Una scala termometrica



- Per sostituire i gradi alle percentuali è necessario stabilire un secondo stato di riferimento: la temperatura dell'acqua bollente.

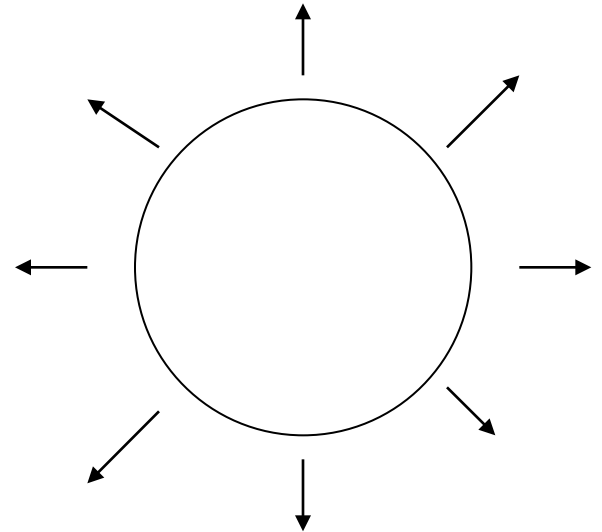
Caratteristiche del nostro termométro

- Fornisce una risposta indipendente dalle caratteristiche costruttive (volume del mercurio, forma del bulbo)
- Identifichiamo la risposta con la temperatura del bulbo;
- Quando è messo a contatto con un corpo (sufficientemente grande) la temperatura del termometro diventa uguale a quella del corpo.
- La risposta serve solo a dare, una risposta oggettiva alla domanda: “quale tra due corpi è il più caldo?”
- La risposta non ha nessun significato fisico, cioè non ci dice nulla sulla natura fisica del concetto intuitivo di *temperatura*.

CHE COSA MISURA UN TERMOMETRO

- Irraggiamento. Legge di Stephan-Boltzmann

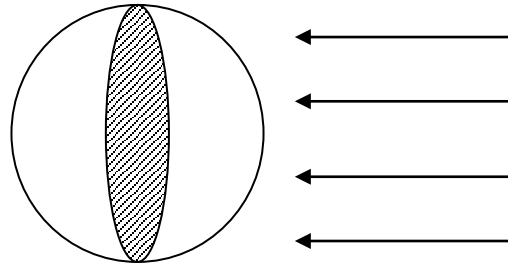
$$B = \sigma T^4$$



Costante di Stephan-Boltzmann

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \times K^4}$$

- Portiamo un termometro al limite dell'atmosfera e lo esponiamo al Sole. Che temperatura indicherà?



- La potenza solare che si intercetta sull'unità di superficie sulla Terra è nota e si chiama *costante solare*. Il suo valore è

$$S = 1400 \frac{W}{m^2}$$

- Se assimiliamo il bulbo del termometro ad un radiatore ideale, la potenza che intercetta è

$$W_{in} = AS$$

- Contemporaneamente il termometro irradia energia da tutta la sua superficie s , e secondo la legge di Stephan-Boltzmann,

$$W_{irr} = s \sigma T^4$$

- Il sistema raggiunge l'equilibrio termico quando la potenza assorbita diventa pari a quella irradiata e ciò avviene quando

$$AS = s \sigma T^4$$

- Se il bulbo è sferico,
- $s = 4 A$, per cui
- Il termometro indica una temperatura

$$T = \sqrt[4]{\frac{S}{4 \sigma}}$$

$$T \cong 280 \text{ K}$$

- Se il bulbo fosse cilindrico, il rapporto tra la superficie laterale e la sezione sarebbe π , e la temperatura indicata dal termometro circa 300 K.
- La temperatura indicata non dipende dalle dimensioni del bulbo, ma dalla sua forma.

- Perché, nell'uso normale, la risposta di un termometro è indipendente sia dalle sue dimensioni che dalla forma?