

CALDO O FREDDO?

TEMPERATURA, CALORE, SENSAZIONI TERMICHE

PERSONAGGIO STORICO: JOHN LOCKE

Ludwig Eduard Boltzmann (Vienna, 20 febbraio 1844 - Duino, Trieste, 5 settembre 1906)) è stato uno dei più grandi fisici teorici di tutti i tempi. La sua fama è dovuta alle ricerche in termodinamica e meccanica statistica (l'equazione fondamentale della teoria cinetica dei gas e il secondo principio della termodinamica). Diede anche importanti contributi anche in meccanica, elettromagnetismo, matematica e filosofia. Fu un personaggio controverso e le sue idee innovative (sull'atomismo, l'irreversibilità, ecc.) furono spesso fraintese e osteggiate. (testo e foto tratte da Wikipedia, l'enciclopedia libera)



OBIETTIVO

Comprendere la differenza tra calore e temperatura attraverso attività in cui si manipolano oggetti e si confrontano le sensazioni termiche con le misure ottenute utilizzando i sensori di temperatura.

BREVE DESCRIZIONE

Questa semplice esperienza porta lo sperimentatore alla consapevolezza che le sensazioni di caldo e freddo rilevate dai nostri sensi non dipendono soltanto dalla temperatura degli oggetti ma anche dalla temperatura iniziale del nostro corpo. Aiuta a chiarire la differenza tra calore e temperatura.

ALCUNI ASPETTI TEORICI

Calore e temperatura sono concetti che ricorrono frequentemente nel nostro linguaggio quotidiano e che vengono spesso confusi proprio perché sono legati a percezioni sensoriali. Fin dalla sua origine il concetto di calore è stato associato, confuso, sostituito con quello di temperatura ed ancora oggi il linguaggio comune ci induce in errore; per esempio quando parliamo di un oggetto caldo ci riferiamo alla temperatura e non alla quantità di calore: una giornata calda è una giornata in cui la temperatura è elevata.

Il calore è una forma di energia, o meglio una forma di trasferimento di energia. Ovviamente esiste una relazione tra calore e la temperatura: il calore passa da un corpo all'altro per effetto della differenza di temperatura.

La temperatura viene invece interpretata come indice del grado di agitazione termica delle molecole del corpo. Il legame tra la proprietà macroscopica (la temperatura) e le proprietà microscopiche della materia è oggetto di studio della meccanica statistica.

Il legame tra energia cinetica media delle molecole e temperatura assoluta può essere ricavato anche dalla teoria cinetica dei gas ed è espresso dalla relazione:

$$\frac{1}{2}m\bar{v}_m^2 = \frac{3}{2}k_B T$$

dove

m = massa

\bar{v}_m^2 = velocità quadratica media

T = temperatura assoluta

k_B = costante di Boltzmann

La temperatura assoluta può essere interpretata come misura di quanto è grande l'energia cinetica media delle molecole.

ASPETTI SPERIMENTALI

In questa esperienza confronterai le sensazioni termiche delle tue dita per capire che sono sensazioni soggettive e che non dipendono solamente dalla temperatura dell'oggetto.

Prepara tre contenitori: due bottigliette di plastica da mezzo litro ed un bicchiere di plastica andranno benissimo.

Metti in una delle bottigliette dell'acqua di rubinetto e tienila per un po' di tempo in frigorifero.

Riempi il bicchiere con dell'acqua di rubinetto.

Metti nella seconda bottiglietta dell'acqua calda. Se sei a casa puoi prenderla dal rubinetto, facendo attenzione che non sia troppo calda (attenzione a non bruciarti!); se sei in laboratorio riscaldala con un riscaldatore elettrico e portala a circa 60° C.

Avrai così tre sistemi a temperature diverse:

- nella prima bottiglietta acqua fredda (circa 2°C - 5°C)
- nella seconda bottiglietta acqua calda (circa 50°C- 60°C)
- nel bicchiere acqua a temperatura ambiente (15°C-20°C)

Immergi un dito di una mano nell'acqua calda e un dito dell'altra nell'acqua fredda, tienili immersi circa un minuto, poi mettili entrambi nell'acqua tiepida.

Concentrati sulle sensazioni termiche delle tue dita, osserverai che sono differenti, anche se si trovano immerse in uno stesso liquido a temperatura uniforme.

Scrivi le tue osservazioni e cerca di rispondere a questa domanda: perché le sensazioni termiche delle dita immerse nell'acqua del bicchiere sono diverse?



Ora riproduci l'esperienza utilizzando delle sonde di temperatura. Questo ti aiuterà a rispondere in modo più preciso alla domanda precedente.

L'apparato sperimentale che noi abbiamo usato è così composto:

- Calcolatrice grafica (TI-84 Plus)
- Interfaccia CBL2
- programma DataMate
- 3 sonde per la temperatura ad asta rigida
- acqua calda, fredda e tiepida
- tre contenitori per l'acqua

- (un bicchieri e due bottiglie di plastica)

Puoi usare anche altre calcolatrici o altri sistemi di acquisizione. E' preferibile avere tre sonde, ma si può lavorare anche con due.

Prepara tre contenitori come per la prova precedente

- nella prima bottiglietta acqua fredda (circa 2°C - 5°C)
- nella seconda bottiglietta acqua calda (circa 50°C - 60°C)
- nel bicchiere acqua a temperatura ambiente (15°C - 20°C)

Utilizzando le sonde di temperatura si può simulare la situazione nella quale si sono trovate le tue dita. Ripeti ciò che hai fatto con le tue dita utilizzando le sonde.



Metti la prima nell'acqua calda, la seconda nell'acqua tiepida, la terza nell'acqua fredda ed inizia l'acquisizione. (se non sai come predisporre l'esperimento vai alla guida)

Lasciale così un minuto e poi mettile tutte e tre nel bicchiere con l'acqua, continuando ad acquisire i dati. La misura dura in tutto tre minuti. Abbiamo acquisito le temperature ogni 3 secondi per 60 volte.

Come è venuto il tuo grafico?

Se vuoi confrontarlo col nostro; (click qui o vai in fondo ai suggerimenti per l'insegnante) se non hai la possibilità di fare l'esperimento puoi utilizzare i nostri dati (data sample).

Discuti con i compagni e con l'insegnante sul significato di questa esperienza e verbalizza le conclusioni.

L'insegnante può trovare alcuni suggerimenti nella parte relativa alle considerazioni didattiche.

GUIDA PASSO-PASSO ACQUISIZIONE DATI CON TI84 E DATAMATE

Acquisizione dati (TI84)

In questo esperimento misuriamo istante per istante le tre temperature rilevate dalle sonde.

Le misure possono essere impostate utilizzando il programma DataMate.
Per saper come caricarlo sulla calcolatrice si può vedere la finestra d'aiuto.

La procedura sperimentale consiste di due parti: preparazione ed acquisizione dati.

Preparazione:

- Connetti tutti i cavi:
 - la calcolatrice all'interfaccia con il cavo nero (foto)
 - le tre sonde ai tre ingressi CH1, CH2, CH3 (foto)
- Sistema i materiali:
 - riempi la prima bottiglia con acqua calda (circa 50°C)
 - riempi la seconda bottiglia con acqua fredda (2°C - 5°C)
 - riempi il bicchiere con acqua tiepida (15°C - 20°C)

- Lancia il programma DataMate
compare la scritta CHECKING SENSOR
si legge CH 1: TEMP (C) - CH 2: TEMP (C) - CH3: TEMP (C)
vicino all'indicazione del canale si legge la temperatura rilevata dalla sonda collegata

Adesso occorre impostare la misura
Scegli 1:SETUP digitando 1
dal menu' scegli MODE:TIME GRAPH col cursore, poi ENTER
dal MENU' SELECT MODE scegli 2:TIMEGRAPH
scegli 2:CHANGE TIME SETTINGS
compare ENTER TIME BETWEEN SAMPLE digita 3
compare ENTER NUMBER OF SAMPLES digita 60 quindi ENTER
per confermare scegli 1:OK digitando 1

inserisci le sonde nei tre contenitori
ed inizia la misura scegliendo 2:START
dopo un minuto trasferisci le sonde dalle bottigliette al bicchiere facendo attenzione che non si tocchino

mentre avviene la misura il sistema mostra il grafico della temperatura delle tre sonde in tempo reale; al termine della misura il grafico viene riscaldato.

i dati di nostri interesse sono registrati nelle liste

- L1 tempo
- L2, L3, L4 temperatura

Per vedere il grafico che abbiamo ottenuto fai un click qui o vai al documento EXCEL sul foglio graphic.

DATI CAMPIONE

I dati raccolti sono stati ottenuti con

- Calcolatrice grafica TI84 Plus SI
- Interfaccia CBL2 (foto)
- Programma DATAMATE, disponibile sul sito (download)
- Tre sonde di temperatura (foto)
- Cavo di collegamento tra interfaccia e calcolatrice (foto)

Per i collegamenti col Personal Computer (opzionale)

- Cavo TI-GRAPH LINK TM (foto)
- software TI ConnectTM – descritto sul sito TI all'indirizzo
<http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/features/software.html> and
download: <http://education.ti.com/us/product/accessory/connectivity/down/download.html>

I dati originali raccolti con la calcolatrice TI84-plus si trovano nelle liste

- L1 gli istanti di tempo, in secondi
- L2, L3, L4, le temperature in °C

I dati in formato EXCEL si trovano nel documento dati.xls

ANALISI ED ELABORAZIONE DATI CON LA CALCOLATRICE

Questo esperimento non richiede elaborazione dei dati sperimentali ma solo un'analisi del grafico ottenuto ed una riflessione sull'intera attività che è una combinazione tra delle osservazioni di tipo qualitativo (sensazioni termiche) e i dati raccolti.

Volendo si può fare un'analisi più approfondita modellizzando il fenomeno, ma conviene utilizzare trasferire i dati su PC e lavorare con software specifico.

ANALISI ED ELABORAZIONE DATI CON MS Excel™

La visualizzazione e l'analisi dei dati può essere fatta utilizzando programmi specifici di elaborazione dati ma anche con il foglio di calcolo MS Excel™.

Trasferimento dati al PC

Dopo che la misura è completata i dati sperimentali possono essere trasferiti dalla calcolatrice grafica al PC attraverso il cavo TI GRAPH LINK™ utilizzando il software TI Connect che permette di esporre il contenuto della calcolatrice (TI DEVICE EXPLORER) e di editare i dati (TI DATA EDITOR).

I dati si trovano nelle liste della calcolatrice

- la lista L1 contiene i tempi
- le liste L2, L3, L4 le temperature

Le istruzioni passo-passo per effettuare il trasferimento dei dati dalla calcolatrice al PC sono disponibili nella finestra di aiuto.

All'interno del programma TI Connect™ - usando l'opzione TI DEVICE EXPLORER - si possono salvare le liste della calcolatrice sul PC.

Si può visualizzare e modificare il contenuto delle liste usando TI DATA EDITOR.

Da qui, coi comandi Copia ed Incolla si possono portare all'interno di un foglio MS Excel™. Per la versione italiana è necessario cambiare i punti con le virgole.

Il documento MS Excel™ con i dati campione è disponibile qui.

Isolando i dati relativi al raffreddamento della prima sonda ed al riscaldamento della seconda si possono sovrapporre ai dati sperimentali modelli matematici di tipo esponenziale (analogamente a quanto riportato nell'esperimento sulla legge di Lambert-Beer).