
Laboratorio fisica 1

I.S.I.S. "LEONARDO DA VINCI-PASCOLI"

27/04/2024

Irene Dongmo

Shenghao Lin

Leonardo Puricelli

Valentino Ziglioli



MISURA DELLA PRONTEZZA DEL TERMOMETRO

SCOPO:

Misurare la prontezza del termometro.

STRUMENTI E MATERIALE UTILIZZATO:

-Becker

-Un volume di acqua a scelta

-Termometro con:

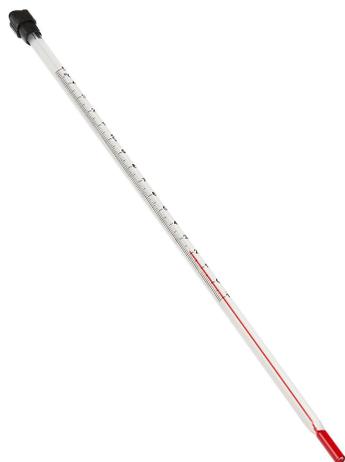
- Sensibilità: 1 grado Celsius
- Portata: 110 gradi Celsius

-Fornello

-Cellulare

-Computer con :

- [Excel](#)
- [SciDAVis](#)



▲ Termometro



▲ Becker



▲ Fornello

PREMESSA TEORICA:

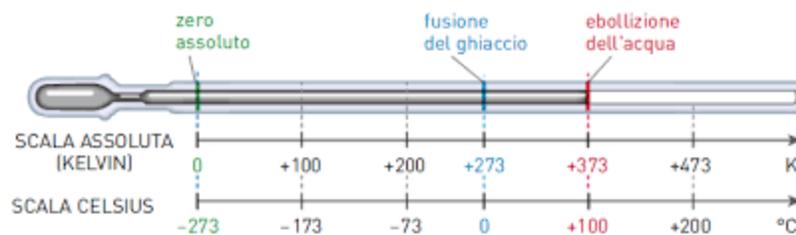
-La temperatura: la temperatura è quella grandezza che si misura con il termometro

-Il termometro: il termometro è lo strumento utilizzato per misurare la temperatura di un corpo o di un ambiente, basato sul fatto che alcune proprietà dei corpi variano al variare della temperatura; è possibile per esempio sfruttare la dilatazione termica, la variazione di pressione, l'effetto termoelettrico o la variazione della resistenza elettrica.

-Il grado Celsius: La scala di temperatura Celsius, precedentemente nota come grado centigrado, prende il nome dall'astronomo svedese Anders Celsius, che l'ha proposta per la prima volta nel 1742 e al giorno d'oggi è l'unità di misura della temperatura più usata nella vita di

tutti i giorni, anche se non appartiene al Sistema Internazionale. Originariamente, la scala di Celsius fissava il punto di ebollizione dell'acqua a 0 °C e il punto di fusione a 100 °C. Tuttavia, dopo la sua morte, avvenuta nel 1744, la scala fu invertita nel 1745 da Linneo o da Daniel Ekström, il produttore dei termometri utilizzati da Celsius. Questa modifica ha portato alla scala di temperatura Celsius comunemente adottata oggi, con il punto di fusione del ghiaccio a 0 °C e il punto di ebollizione dell'acqua a 100 °C.

-Il Kelvin: Il Kelvin è l'unità di misura del Sistema Internazionale (SI) per la temperatura termodinamica, indicata con il simbolo "K". È definito in base alla scala di temperatura assoluta, dove il valore zero assoluto rappresenta lo stato in cui le particelle atomiche cessano ogni movimento termico. In altre parole, il Kelvin è una scala di temperatura assoluta, senza valori negativi, dove il punto di congelamento dell'acqua e il punto di ebollizione dell'acqua corrispondono, rispettivamente, a 273,15 K e 373,15 K, inoltre gli esperimenti mostrano che non è possibile raffreddare un corpo alla temperatura 0 K o al di sotto di essa, di conseguenza il valore 0 K è detto zero assoluto. Per convertire da Celsius a Kelvin, si utilizza la seguente formula dove T è la temperatura in Kelvin e t in Celsius:



$$T = t + 273.15K$$

-Il tempo caratteristico: Il tempo caratteristico del termometro è il tempo richiesto affinché il termometro raggiunga l'equilibrio termico con l'oggetto o l'ambiente che si sta misurando. In altre parole, è il tempo necessario affinché il termometro registri correttamente la temperatura del suo ambiente circostante. Questo tempo dipende da diversi fattori, tra cui il tipo di termometro utilizzato, le dimensioni del sensore di temperatura, la conducibilità termica del materiale del sensore e le condizioni ambientali circostanti. Il tempo caratteristico del termometro è indicato solitamente con il simbolo " τ " (tau), che è una lettera dell'alfabeto greco.

-La prontezza del termometro: la prontezza del termometro è una misura della sua capacità di rispondere rapidamente a variazioni di temperatura. È spesso definita come il tempo richiesto affinché il termometro raggiunga una lettura stabile e accurata dopo essere stato esposto a un cambiamento di temperatura. Questa caratteristica dipende da diversi fattori, tra cui la velocità di trasferimento del calore tra il sensore del termometro e l'oggetto o l'ambiente da misurare, nonché la velocità di risposta del sensore stesso. I termometri con una prontezza elevata sono in grado di fornire letture precise in tempi brevi, mentre quelli con una prontezza più bassa possono richiedere più tempo per stabilizzarsi dopo un cambiamento di temperatura.

-La dilatazione termica: La dilatazione termica è un fenomeno fisico che si verifica quando un corpo registra un aumento di temperatura, causando un conseguente aumento del suo volume. A livello atomico, questo fenomeno può essere spiegato considerando che il riscaldamento di un

corpo porta ad un aumento dell'energia cinetica delle sue molecole. Queste molecole, che non sono mai completamente ferme neanche in un solido, iniziano a muoversi più velocemente, urtandosi e allontanandosi l'una dall'altra. È questo movimento delle molecole che porta alla dilatazione del corpo. Quando si fornisce una grande quantità di calore e, di conseguenza, una grande quantità di energia a un corpo solido, come ad esempio una barretta di metallo, è possibile persino trasformare quel metallo in stato liquido. La dilatazione termica può manifestarsi in tre modi distinti:

1. **Dilatazione lineare:** in questo caso, il corpo si espande in lunghezza. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei corpi che hanno una dimensione dominante nella direzione della lunghezza.
2. **Dilatazione cubica:** in questo caso, il volume del corpo aumenta.

Utilizzando quindi il principio della dilatazione termica per creare un dispositivo di misurazione di base: il termometro. Questo strumento è costituito da un bulbo contenitore sormontato da un tubo trasparente sottile; il bulbo e una porzione del tubo sono riempiti con un liquido appropriato, come ad esempio alcool o olio isolante. Si osserva che quando la temperatura ambiente aumenta, anche il volume del liquido nel termoscopio aumenta, causando un innalzamento del livello del liquido nel tubicino.

-Legge di raffreddamento di Newton: La legge del raffreddamento di Newton è una legge fisica che afferma che la velocità di perdita di calore di un corpo è direttamente proporzionale alla differenza di temperatura tra il corpo e il suo ambiente con formula:

$$T(t) = T_f - (T_f - T_0)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Dove:

t = Tempo

$T(t)$ = Temperatura del corpo al tempo t

T_f = Temperatura ambiente

τ = Costante di tempo che dipende dalla capacità termica, dalla conducibilità termica e dal sistema acqua-recipiente

-Teoria degli errori: Gli errori possono essere classificati in diverse categorie. Ad esempio, ci sono errori sistematici che sono errori prevedibili e ripetibili, e errori casuali che sono imprevedibili e non ripetibili. La teoria degli errori si occupa di identificare e correggere gli errori sistematici, nonché di quantificare l'incertezza associata agli errori casuali

Quando si sommano o si sottraggono le misure che presentano un margine di errore a causa dello strumento, esso andrà sommato al risultato:

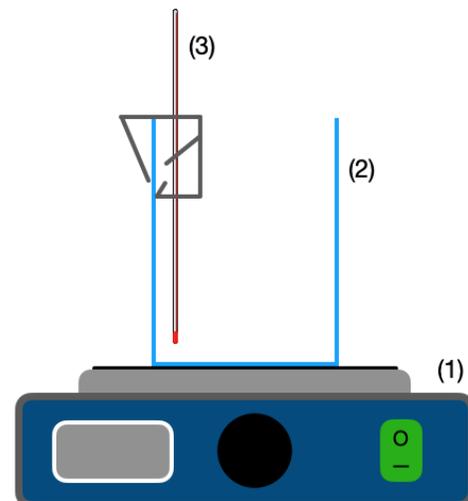
Es. $15 \pm 1 - 5 \pm 1 = 10 \pm 2$

Quando si moltiplica una misura che presenta un margine di errore per uno scalare, anche l'errore andrà moltiplicato per lo scalare:

Es. $2 (10 \pm 1) = 20 \pm 2$

PROCEDIMENTO:

Dopo esserci recati nel laboratorio di fisica 1 dell'I.S.I.S. "LEONARDO DA VINCI-PASCOLI", abbiamo iniziato l'esperienza. Abbiamo preparato il materiale sul banco di lavoro, quindi, abbiamo posizionato il fornello sul tavolo da lavoro (1), lo abbiamo attaccato alla corrente elettrica e lo abbiamo acceso. Abbiamo posizionato il becker (2) con una quantità d'acqua non specifica e abbiamo atteso che si riscaldasse, fino a raggiungere l'ebollizione. Abbiamo registrato la misura della temperatura ambiente. Abbiamo spento il fornello e preso il cronometro del telefono, quindi, stabilito un $\Delta t = 10s$ e misurato la temperatura, tramite il termometro (3), trovando le variazioni della temperatura dell'acqua che diminuisce, avendo spento il termometro. Dopo, abbiamo estratto il termometro dal becker con l'acqua calda e abbiamo determinato, con lo stesso procedimento, il diminuire della temperatura. Abbiamo registrato i dati in delle tabelle e realizzato i grafici tramite Excel e SciDAVis, ma ,per la temperatura fuori dall'acqua, abbiamo dovuto sottrarre alla temperatura registrata dal termometro quell'ambiente.



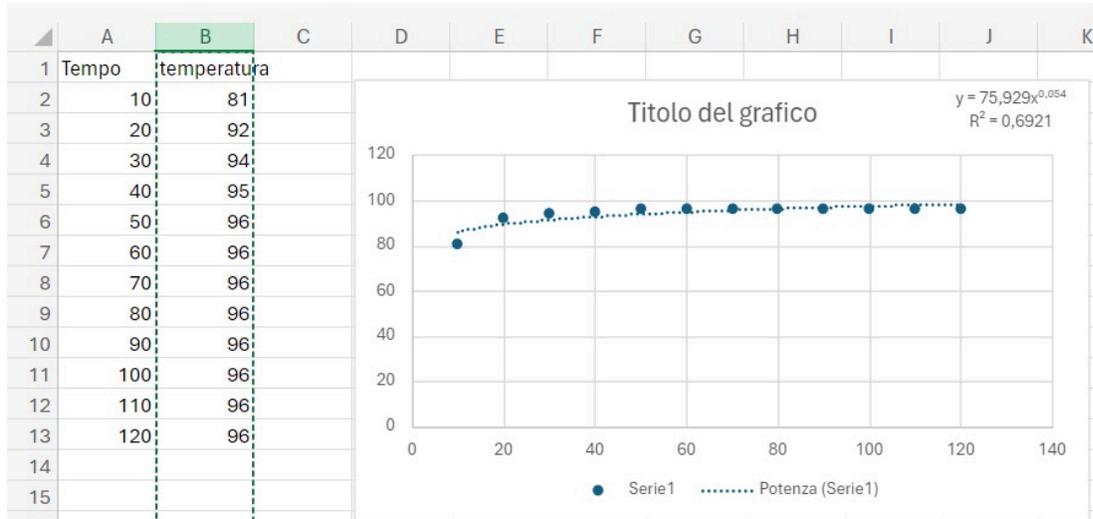
ELABORAZIONE DEI DATI:

Abbiamo raccolto i dati relativi alla temperatura raccolta ogni 10 secondi. Sono riportati tutti i valori misurati con il termometro immerso in acqua scaldata (con annessi gli errori).

#	tempo [s]	temperatura [C°]
1	0±1	19±1
2	10±1	81±1
3	20±1	92±1
4	30±1	94±1
5	40±1	95±1
6	50±1	96±1
7	60±1	96±1
8	70±1	96±1
9	80±1	96±1
10	90±1	96±1

11	100±1	96±1
12	110±1	96±1

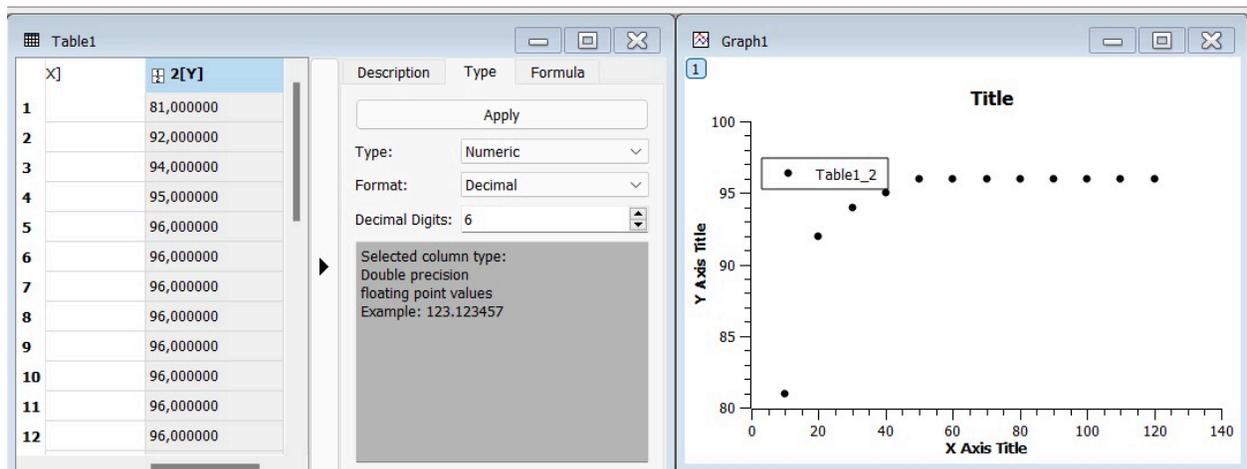
Il rispettivo grafico:



[venerdì 3 maggio 2024 16:48:52 ora legale Europa occidentale Plot: "Graph1"]
 Exponential decay fit of dataset: Table1_2, using function: $y_0 + A \cdot \exp(-x/t)$
 Y standard errors: Unknown
 Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0,0001
 From x = 10 to x = 120
 A (amplitude) = 433.203.060,675044 +/- 0
 t (e-folding time) = 3,76111096926001e-07 +/- 0
 y0 (offset) = 94,1666666666667 +/- 1,37997137204158

Chi^2 = 205,666666666667
 R^2 = 0,998070922517993

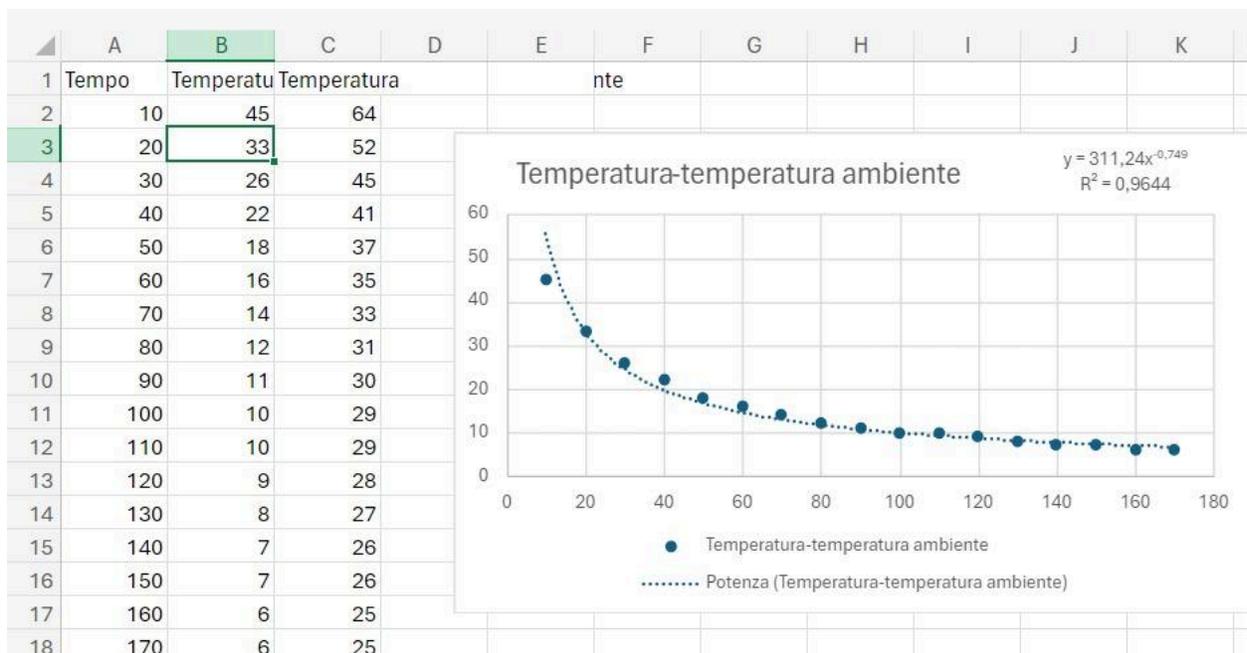
Iterations = 2
 Status = cannot reach the specified tolerance in F



Poi abbiamo raccolto i dati relativi al raffreddamento del termometro, in dei intervalli di tempo sempre di 10 secondi. Qui abbiamo aggiunto anche le differenze delle temperature misurate con quella ambiente che è di 19°C:

#	tempo [s]	temperatura [C°]	T(misurata)-T(ambiente) [C°]
1	0±1	94±1	75±1
2	10±1	64±1	45±1
3	20±1	52±1	33±1
4	30±1	45±1	26±1
5	40±1	41±1	22±1
6	50±1	37±1	18±1
7	60±1	35±1	16±1
8	70±1	33±1	14±1
9	80±1	31±1	12±1
10	90±1	30±1	11±1
11	100±1	29±1	10±1

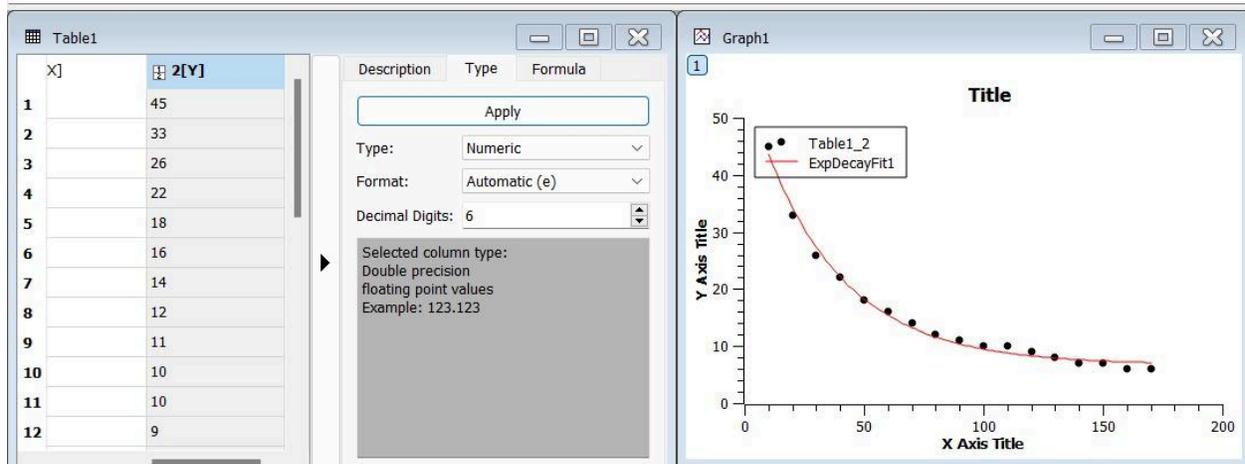
Il rispettivo grafico:



[venerdì 3 maggio 2024 17:40:57 ora legale Europa occidentale Plot: "Graph1"]
 Exponential decay fit of dataset: Table1_2, using function: $y_0 + A \cdot \exp(-x/t)$
 Y standard errors: Unknown
 Scaled Levenberg-Marquardt algorithm with tolerance = 0,0001
 From x = 10 to x = 170
 A (amplitude) = 49,1944479462055 +/- 1,44338158332665
 t (e-folding time) = 34,5265967118203 +/- 0,00157580607603252
 y0 (offset) = 6,74263136672567 +/- 0,466448200137842

Chi² = 12,8594431598035
 R² = 0,997794263608953

Iterations = 32
 Status = success



In seguito abbiamo misurato la prontezza dall'equazione del grafico: $y = y_0 + Ae^{-\frac{x}{\tau}}$, con A che rappresenta l'ampiezza del grafico, e che è l'esponente e la τ che è il tempo caratteristico (tau):

-Nel termometro in acqua calda $y = 94 + 433,203060e^{-(x/4 \cdot 10^{-7})}$, quindi il tau risulta: $\tau = (4 \cdot 10^{-7} \pm 1 \cdot 10^{-7})s$

-Nel termometro fuori dall'acqua: $y = 7 + 49e^{-(x/35)}$, quindi il tau risulta: $\tau = (35 \pm 1)s$

CONCLUSIONE:

In conclusione, possiamo notare che l'esperienza è parzialmente riuscita, come si può constatare dall'osservazione delle equazioni generiche e nei dati riportati dell' R^2 . Si consiglia, d'altro canto, di svolgere l'esperienza con più esperienza nell'utilizzo del software, evitando in tal modo errori nei procedimenti da svolgere o imprecisioni nella rilevazione della costante di tempo. In aggiunta, è funzionale fare uso di strumenti più precisi e con valori di sensibilità più piccoli.