

# Mescolamento di acqua a diverse temperature

## Scopo dell'esperienza

Si vuole verificare che la temperatura di equilibrio quando si mescolano masse di acqua a diverse temperature è pari alla media "pesata" delle temperature di partenza

## Apparecchiatura e montaggio:

Contenitori con acqua calda o fredda, LabPro + PC con programma Logger Pro 3, 2 Sensori di temperatura per LabPro I contenitori devono avere piccola capacità termica (ad es. bicchieri di plastica sottile)

Il LabPro va alimentato e collegato al PC con il cavo Usb. I sensori di temperatura vanno inseriti negli ingressi CH1 e CH2 del LabPro

## Esecuzione

Si predispongono il sistema per effettuare il [confronto](#) tra temperature

Si versano uguali quantità di acqua in due bicchieri, fino quasi a metà del volume; in uno l'acqua sarà inserita calda, nell'altro a temperatura ambiente

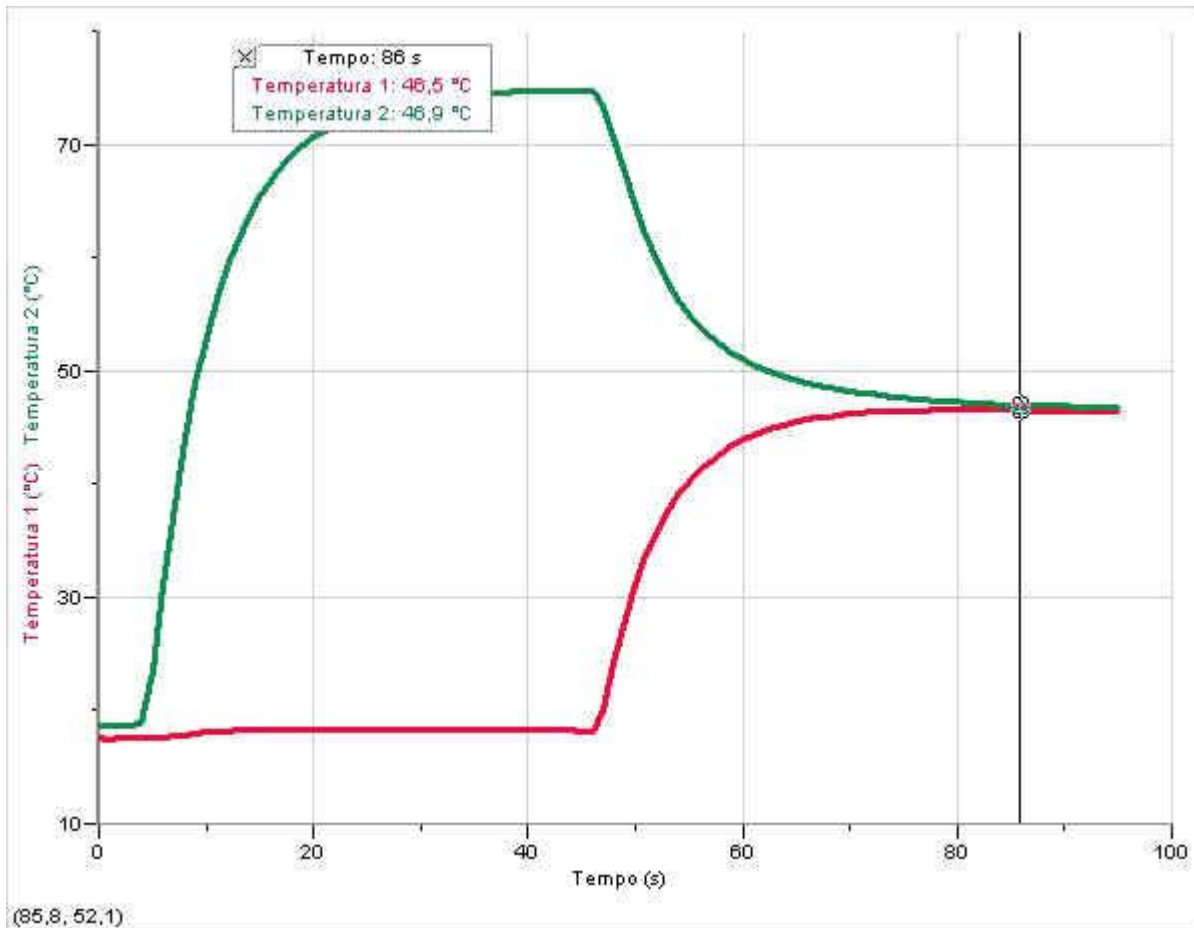
Si inseriscono i due sensori di temperatura nei due bicchieri e si dà inizio al rilevamento cliccando sul tasto MISURA!.

Appena si stabilizza la temperatura registrata dai due sensori si versa l'acqua fredda nel bicchiere contenente l'acqua calda e si trasferisce in questo anche il sensore rimasto nel bicchiere vuoto.

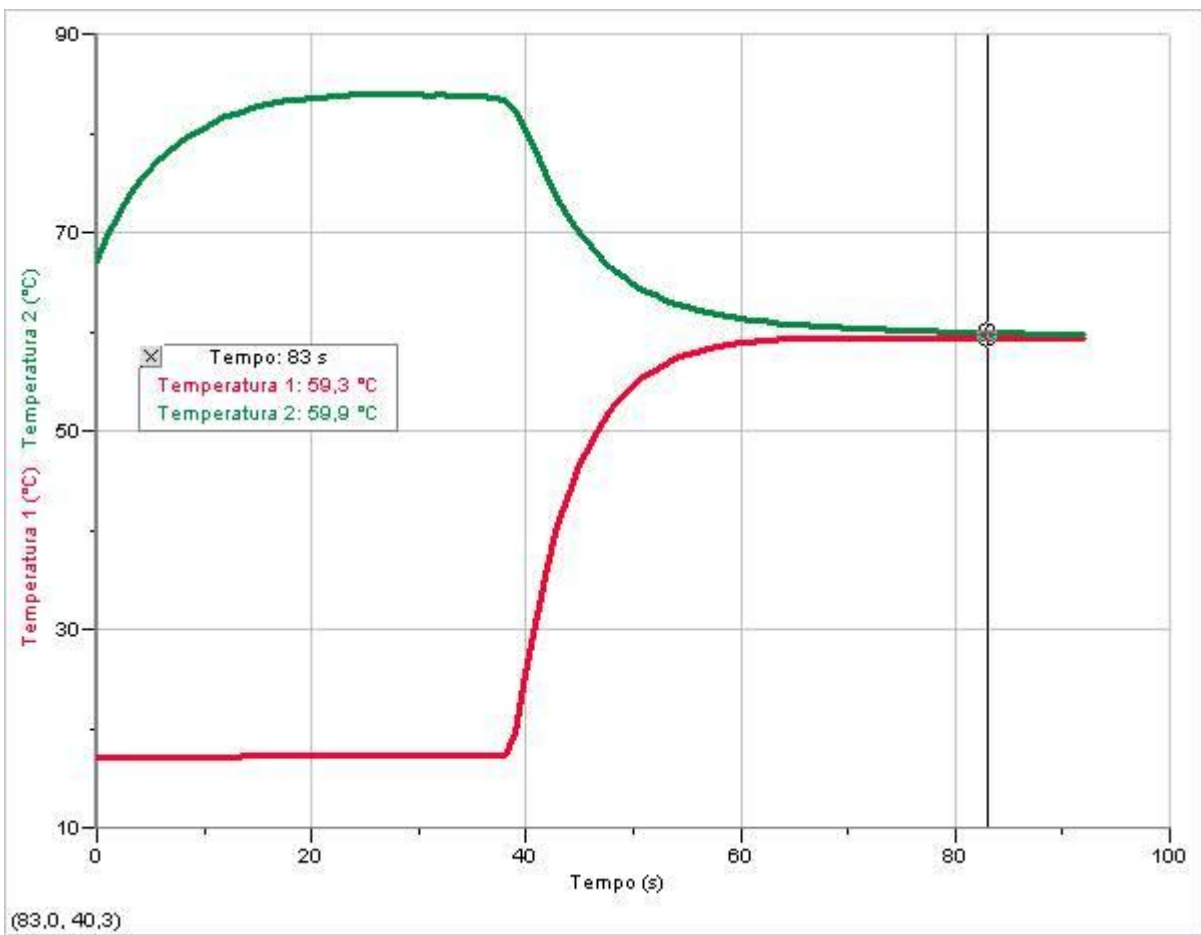
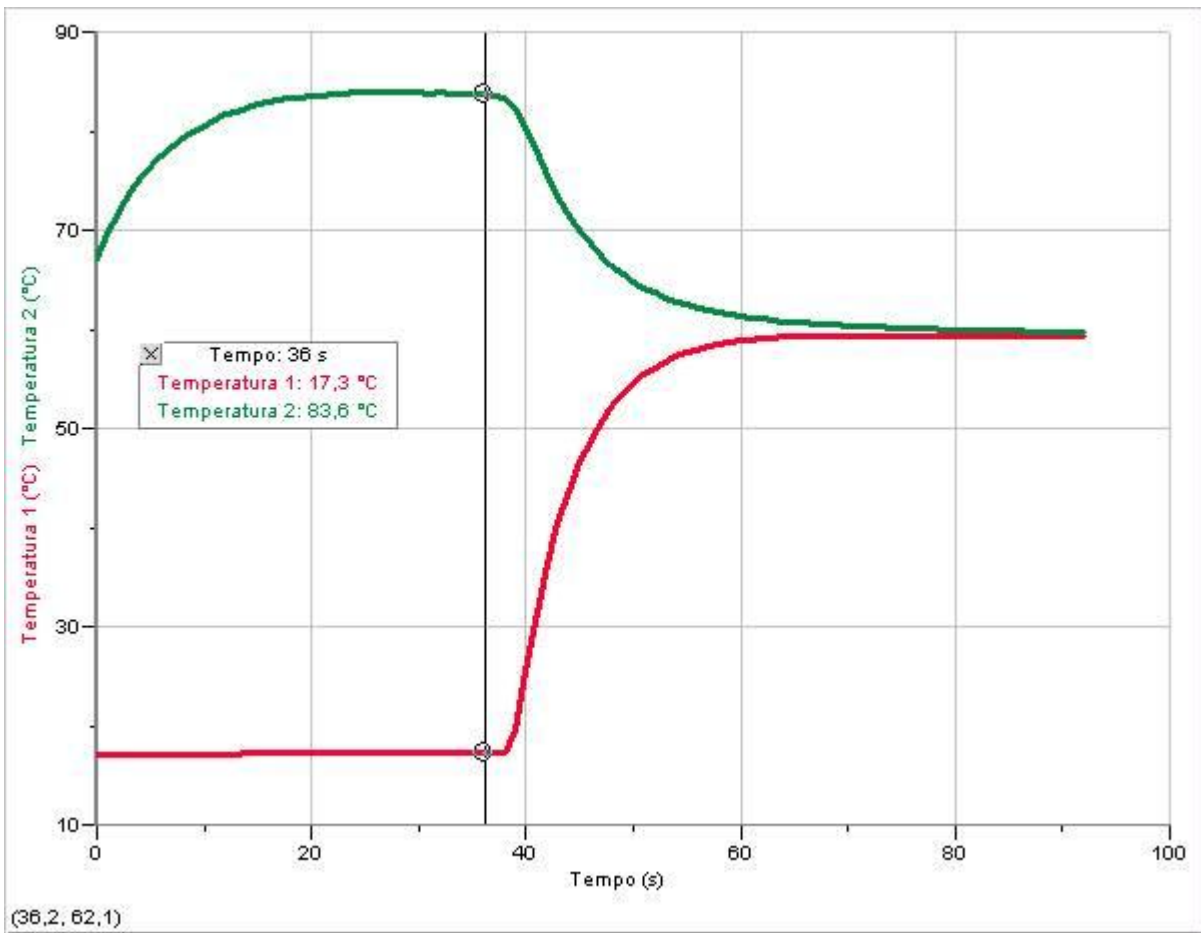


Quando i due termometri registrano praticamente la stessa temperatura, segno che l'equilibrio è stato raggiunto, si interrompe la misura cliccando sul tasto STOP

Si migliora la [visualizzazione](#) del grafico e si [esaminano](#) i valori di temperatura raggiunti prima e dopo il mescolamento



Si ripete il procedimento versando nei due bicchieri quantità diverse di acqua. I grafici riportati di seguito sono stati ottenuti con una quantità di acqua calda pari al doppio dell'acqua fredda



## Calcoli e considerazioni finali

Riportiamo i valori numerici fino alla III cifra decimale, ma l'ultima cifra non è del tutto significativa come si può rilevare spostandosi con il cursore sui grafici.

Nel I caso le temperature iniziali

$$T_1 = 18.4 \text{ }^\circ\text{C}, T_2 = 74.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

La temperatura finale della massa totale di acqua

$$T_3 = 46.7 \text{ }^\circ\text{C}$$

corrisponde alla temperatura media

$$T_m = (T_1 + T_2)/2 = 46.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Nel II caso

$$T_1 = 17.3 \text{ }^\circ\text{C}, T_2 = 83.6 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 59.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Già dall'osservazione del grafico si può rilevare il risultato atteso che la temperatura della miscela è più vicina a quella della massa maggiore di acqua.

Se si indica con  $m$  la massa di acqua fredda, il risultato teorico atteso è

$$T_m = (mT_1 + 2mT_2)/3m = (T_1 + 2T_2)/3$$

Sostituendo i dati numerici si ottiene

$$T_m = 61.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Anche in questo caso l'accordo con il risultato ottenuto è molto buono. La differenza di  $2^\circ\text{C}$  tra valore teorico e valore sperimentale va attribuita sia all'incertezza della misura, ma, soprattutto in questo secondo caso, alla capacità termica delle due sonde di temperatura. Questa non influiva nel I caso (le due sonde "pesavano" allo stesso modo nel calcolo finale e potevano essere trascurate), mentre nel II caso l'influenza relativa della sonda "fredda" è maggiore rispetto a quella della sonda "calda".

# Isolamento

## Scopo dell'esperienza

Si usa l'attrezzatura on line per visualizzare e confrontare l'andamento della temperatura di un liquido caldo in diverse situazioni

- confronto tra un recipiente non isolato e un recipiente isolato.

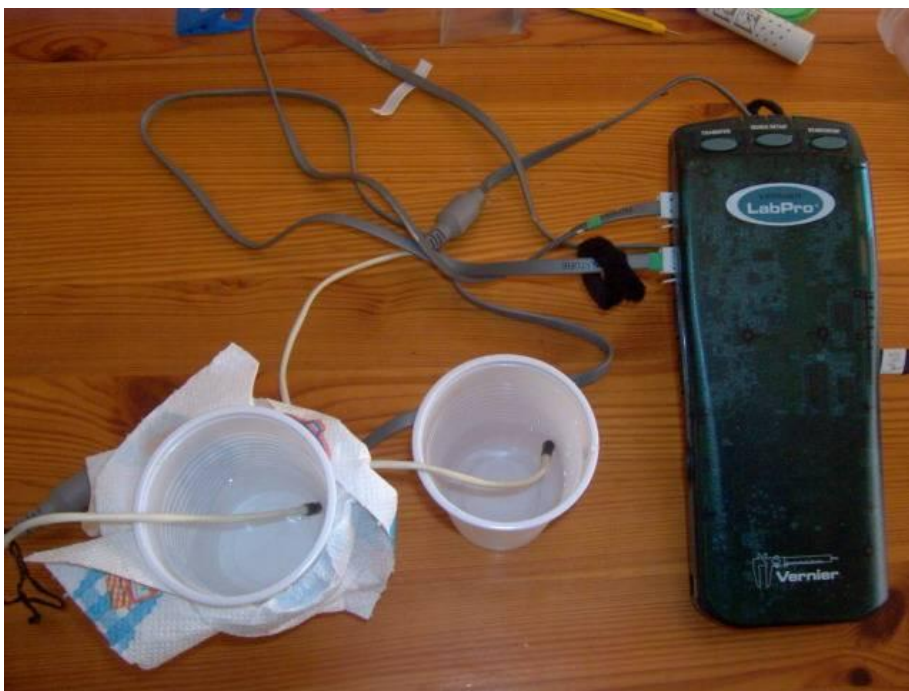
-acqua calda in un thermos

## Apparecchiatura e montaggio:

Thermos con acqua calda, bicchieri, LabPro + PC con programma Logger Pro 3, Due sensori di temperatura per LabPro

Il LabPro va alimentato e collegato al PC con il cavo Usb. I due sensori di temperatura vanno inserite negli ingressi CH1 , CH2 .. del LabPro

Per ridurre i tempi di rilevamento è conveniente usare piccole quantità di acqua (circa 50 g in ogni bicchiere) e tenere i bicchieri appoggiati su una superficie non isolante (marmo o metallo)



## Esecuzione

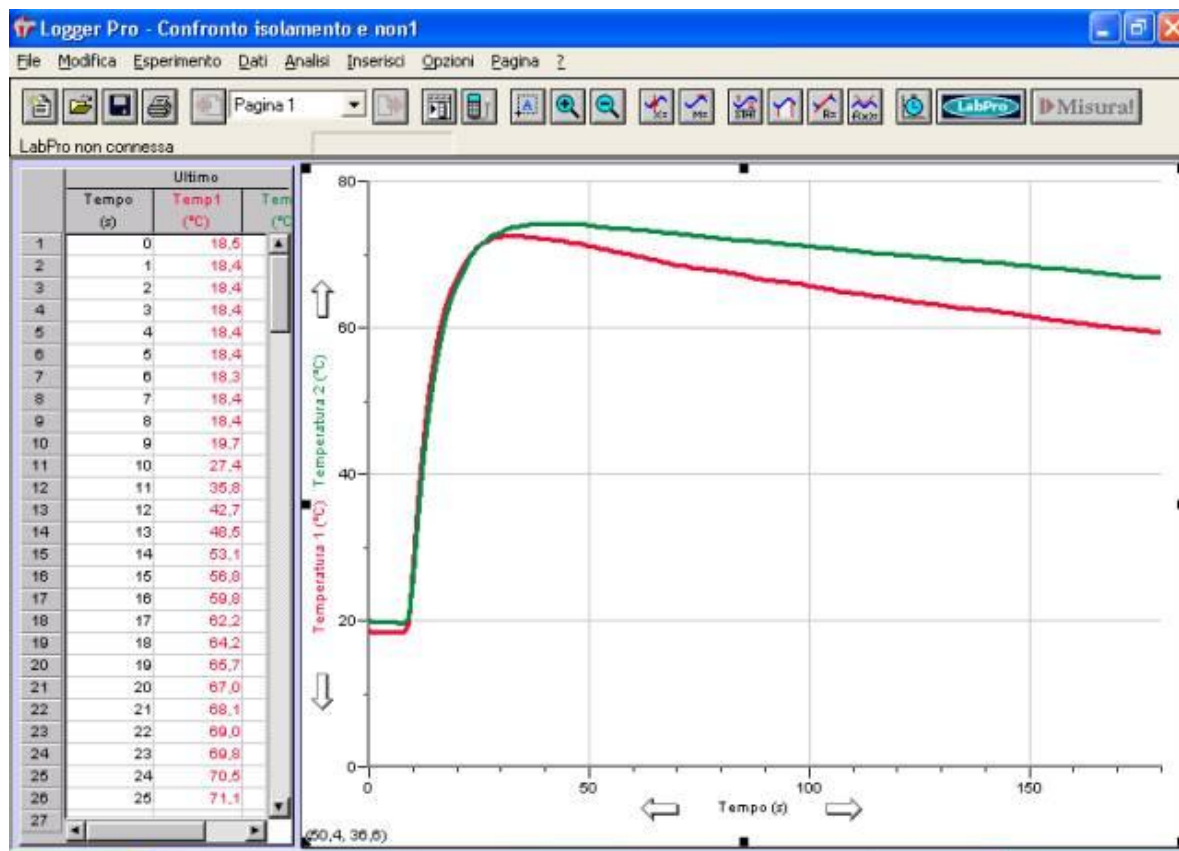
Si predispose il sistema per effettuare il [confronto](#) tra temperature

Si versa la medesima quantità di acqua calda in due bicchieri; uno dei due viene lasciato semplicemente così, l'altro viene inserito in un terzo bicchiere foderato all'interno da un tovagliolo di carta

Si inseriscono i due sensori di temperaturai e si dà il via al rilevamento cliccando sul tasto MISURA!.

Eventualmente, anche dopo che la misura è già avviata, si può [prolungare](#) la durata del rilevamento

Nel tempo previsto per la misura si vedono le due curve distinguersi nettamente:



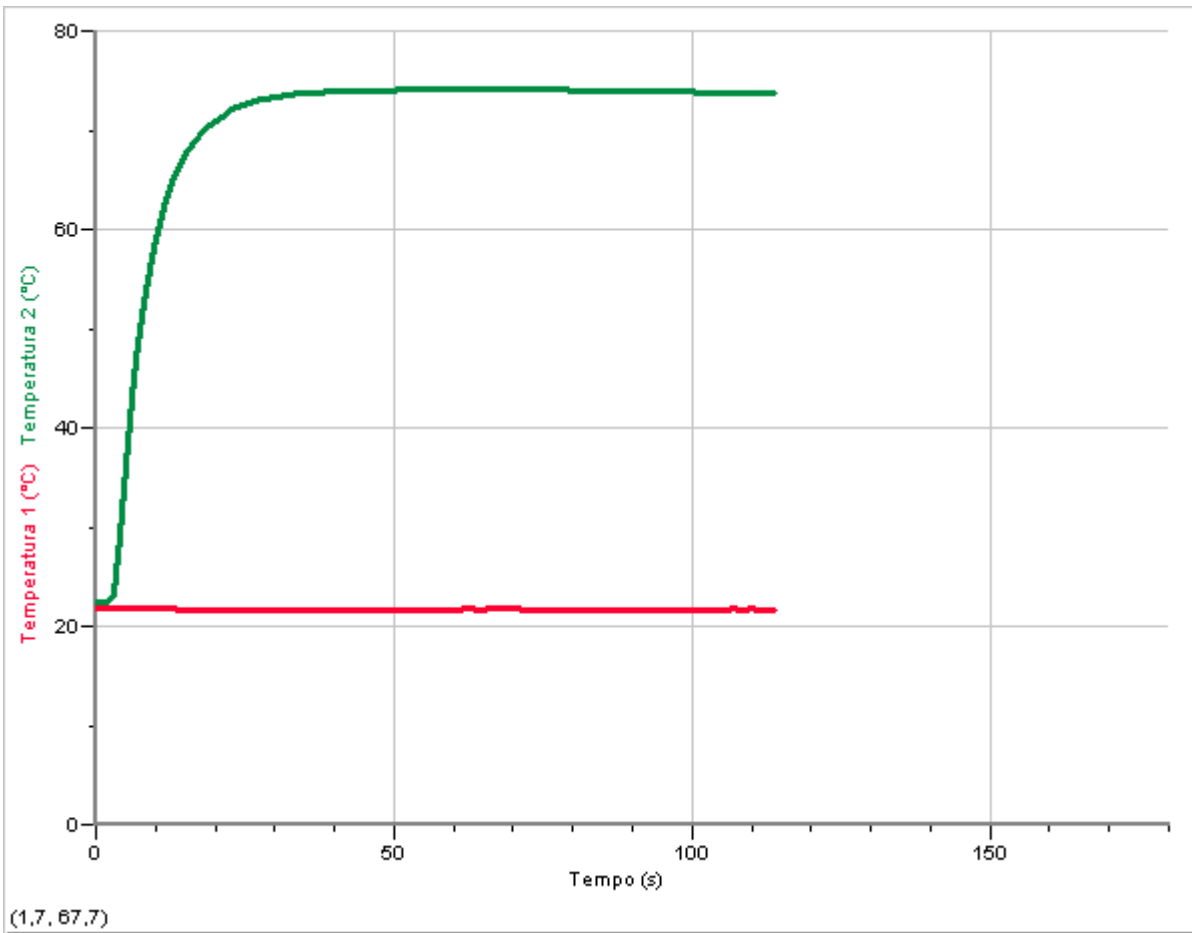
Osservazioni:

La curva verde corrisponde al bicchiere con il migliore isolamento. Si osserva che la pendenza della curva è minore e la temperatura rimane alta più a lungo.

Si nota accostando un righello alla curva che, soprattutto per la curva rossa, dove il raffreddamento procede più in fretta, la pendenza va gradatamente diminuendo.

Si può anche osservare che questo è tipico di tutte le curve che descrivono il raggiungimento dell'equilibrio termico per contatto, compreso quello tra i due sensori di temperatura ed il liquido in cui sono immersi

L'importanza dell'isolamento risulta particolarmente significativa per l'acqua contenuta nel thermos. Infatti, a completamento dell'esperienza si inserisce il sensore di temperatura nel Thermos e si rileva come il raffreddamento proceda molto lentamente. La seconda curva del grafico rappresenta in questo caso la temperatura dell'ambiente registrata dal sensore lasciato all'esterno del thermos





# Evaporazione

## Scopo dell'esperienza

Si usa l'attrezzatura on line per visualizzare e confrontare l'andamento della temperatura di un liquido caldo se il recipiente in cui è contenuto è coperto oppure scoperto

## Apparecchiatura e montaggio:

Thermos con acqua calda, bicchieri, LabPro + PC con programma Logger Pro 3, Due sensori di temperatura per LabPro , un foglio di carta o di alluminio per coprire uno dei due bicchieri

Il LabPro va alimentato e collegato al PC con il cavo Usb. I due sensori di temperatura vanno inserite negli ingressi CH1 , CH2 .. del LabPro

Per ridurre i tempi di rilevamento è conveniente usare piccole quantità di acqua (circa 50 g in ogni bicchiere)



## Esecuzione

Si predispose il sistema per effettuare il [confronto](#) tra temperature

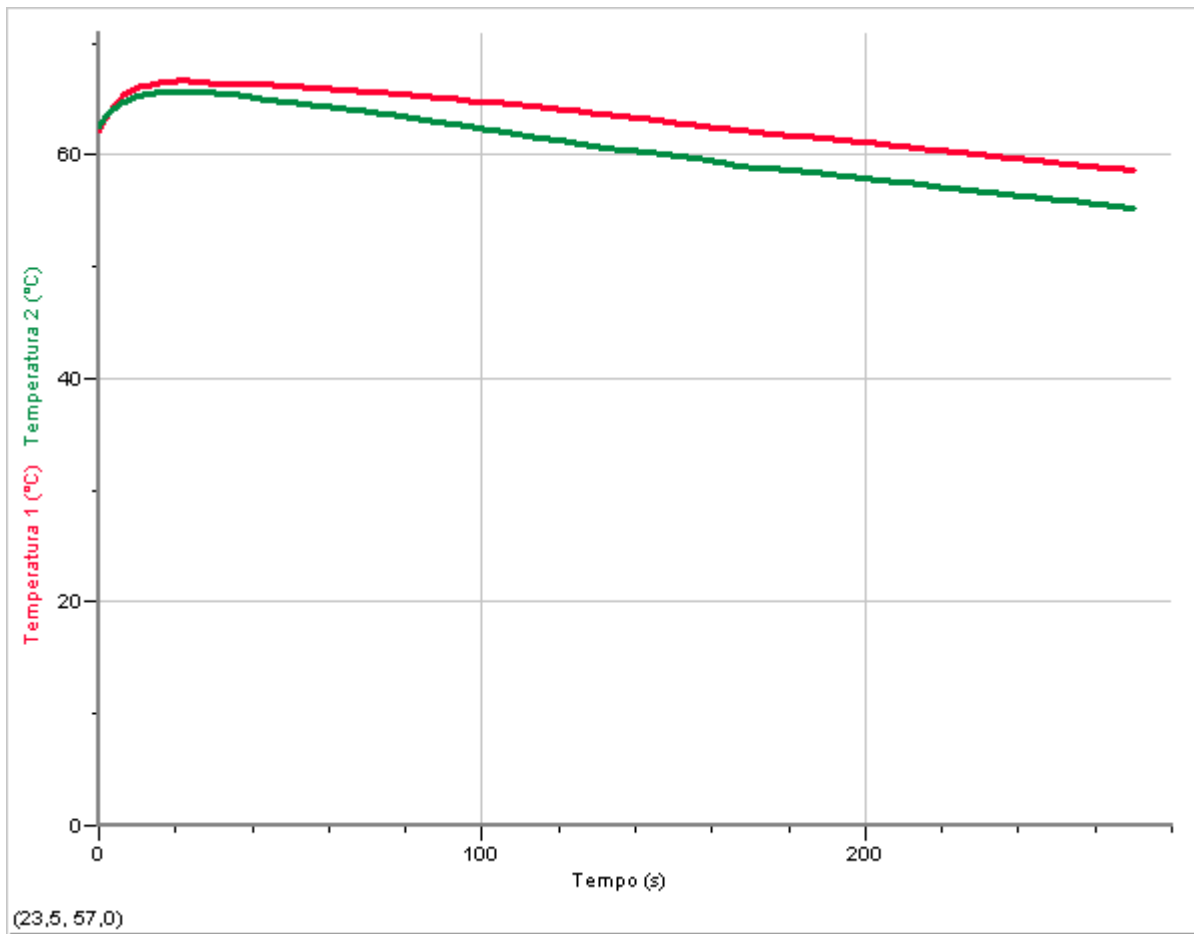
Si versa la medesima quantità di acqua calda in due bicchieri.

Si inseriscono i due termometri e si dà il via al rilevamento cliccando sul tasto MISURA!.

Uno dei due viene lasciato scoperto, sull'altro si appoggia un pezzo di carta o sdi alluminio per ridurre l'evaporazione.



Eventualmente, anche dopo che la misura è già avviata, si può [prolungare](#) la durata del rilevamento



Si nota che la presenza della copertura (curva rossa) riduce il raffreddamento.

# Calore specifico

## Scopo dell'esperienza

Determinare il calore specifico del materiale di cui sono composti oggetti omogenei di uso comune (posate, schiaccianoci, monete, biglie di vetro..)

## Apparecchiatura e montaggio

Thermos con acqua calda, oggetti di composizione omogenea e di massa nota, LabPro + PC con programma Logger Pro 3, 2 Sensori di temperatura per LabPro

Il LabPro va alimentato e collegato al PC con il cavo Usb. I sensori di temperatura vanno inseriti negli ingressi CH1 e CH2 del LabPro

## Esecuzione

Descriviamo in particolare il procedimento seguito per determinare il calore specifico di uno schiaccianoci. La misura non ha pretese di precisione, ma serve piuttosto come "problema dal vero"

Si predispose il sistema per effettuare il [confronto](#) tra temperature

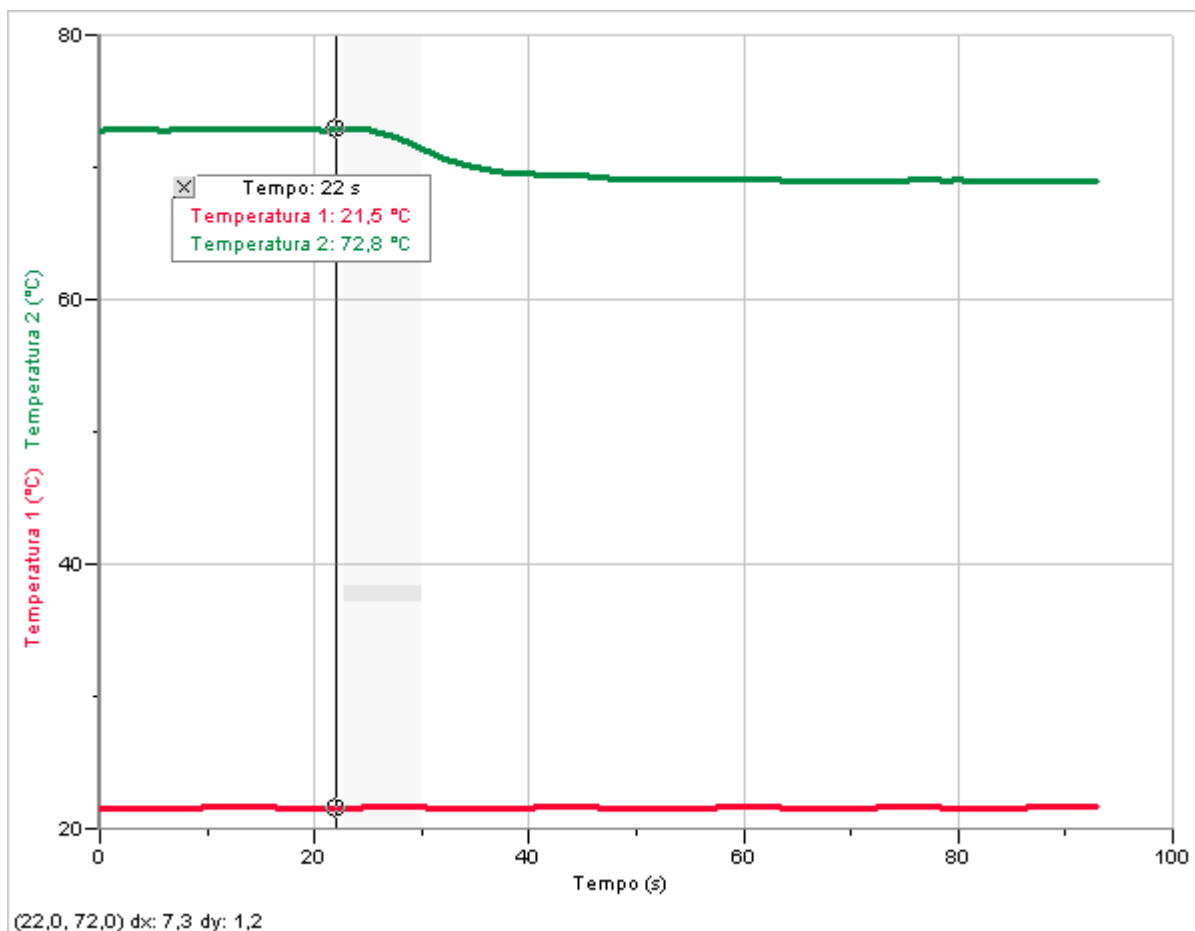
In un termos contenente una massa di acqua calda nota si immerge uno dei due sensori; l'altro sensore è lasciato libero in aria per individuare la temperatura ambiente

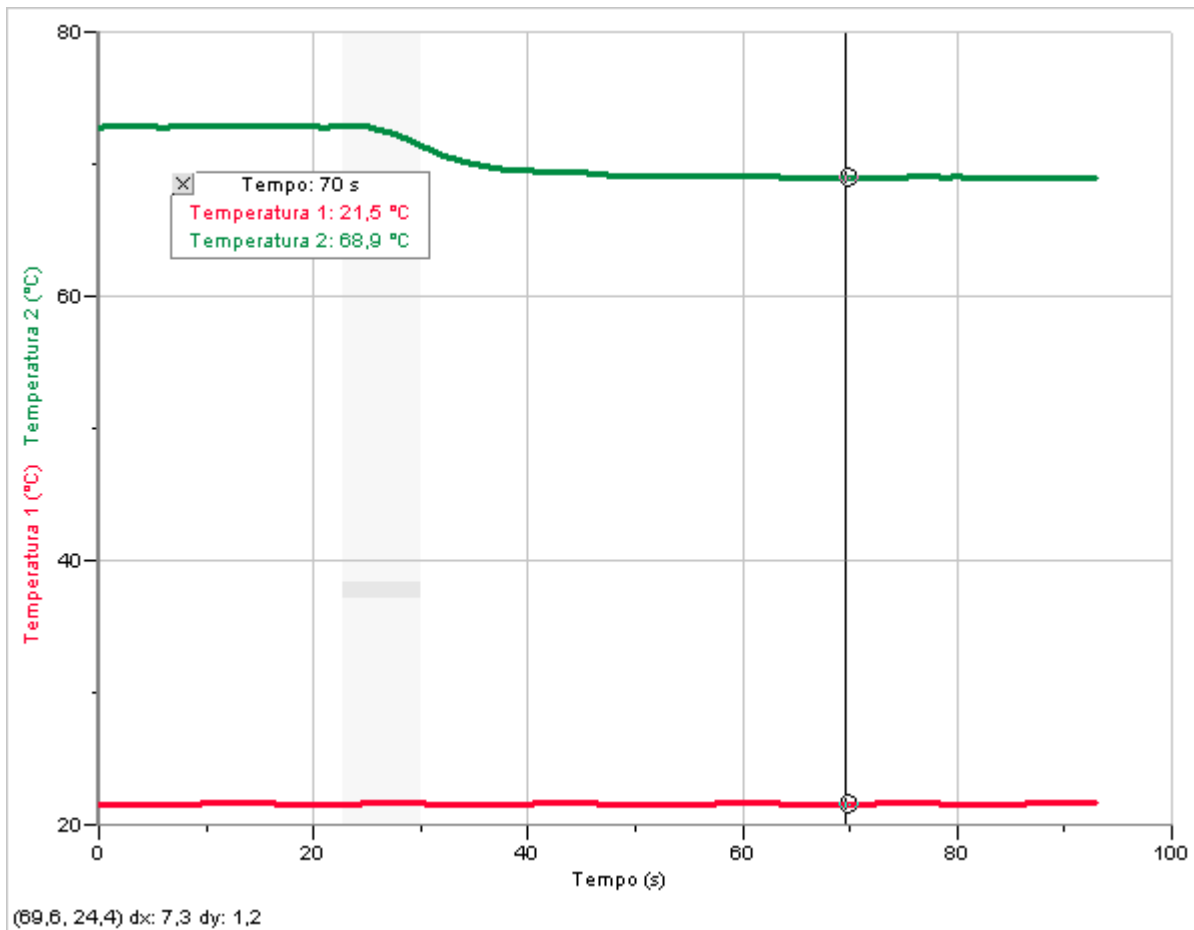


Quando le due temperature che appaiono sullo schermo si sono stabilizzate si dà il via al rilevamento cliccando sul tasto MISURA!

Si lascia passare una decina di secondi e si immerge lo schiaccianoci nel thermos. Si aspetta un tempo sufficiente perché la temperatura del thermos si stabilizzi di nuovo e si interrompe la misura premendo sul tasto STOP.

Dal grafico ottenuto possiamo [esaminare](#) i valori della variazione di temperatura dell'acqua e dello schiaccianoci





## Elaborazione dei risultati

Conosciamo le masse di schiaccianoci  $m_1$  e acqua  $m_2$

$$m_1 = 150\text{g} , m_2 = 230\text{g}$$

Le temperature iniziale e finale dell'acqua ( $72.8\text{ }^\circ\text{C}$  e  $68.9\text{ }^\circ\text{C}$ ) e quella iniziale e finale dello schiaccianoci ( $21.5$  e  $68.9$ ) sono rilevate dai grafici

Indichiamo con  $Dt_1$  e  $Dt_2$  rispettivamente le variazioni di temperatura di schiaccianoci e acqua e con  $c_{s1}$  e  $c_{s2}$  i loro calori specifici.

Dall'equazione

$$c_{s1}m_1Dt_1 = -c_{s2}m_2Dt_2$$

otteniamo

$$c_{s1} = 0,12 c_{s2}$$

in buon accordo con il rapporto tra calore specifico dell'acciaio e quello dell'acqua.