

**FISICA SPERIMENTALE I – PROF. DALLERA**

**Laboratorio di Solidi e Liquidi**

Tutors di Laboratorio: Marta Mroz

Tersilla Virgili

- 1. Leggi della calorimetria - misura del calore specifico di un corpo solido**
  - A. Calorimetria**
  - B. Calore specifico**
- 2. Bilancia di Archimede**

## **INTRODUZIONE:**

Per quest'attività di laboratorio da effettuare a casa, vi si chiede di eseguire entrambi gli esperimenti proposti in questo manuale, o una versione modificata di essi.

Il manuale serve da guida generale per comprendere l'esperimento. L'esperimento non deve essere necessariamente riprodotto in maniera identica a come viene presentato nel seguente manuale. Al contrario, vi si chiede di utilizzare fantasia e sperimentazione per costruire voi un esperimento con la strumentazione di cui disponete a casa. L'obiettivo finale deve essere comunque coincidente con quello dichiarato nella sezione “Obiettivo” dell'esperimento selezionato. Infine le strategie da utilizzare per analizzare i dati possono essere molteplici. Qui ne proponiamo una per esperimento, e vi suggeriamo alla fine del manuale altri possibili approcci.

# Esperimento A - calorimetria

## **OBBIETTIVO DELL'ESPERIMENTO:**

Il primo esperimento consiste nel mescolamento di due quantità  $m_1$  e  $m_2$  di acqua, a temperature note  $T_1$  e  $T_2$ , e nella misura della temperatura finale  $T$ , verificando la legge della calorimetria:

$$Q_{\text{ass}} = -Q_{\text{ced}}$$
$$c^*m_1(T-T_1) + c^*m_2(T-T_2) = 0$$

quindi:

$$T = (m_1T_1 + m_2T_2)/(m_1 + m_2)$$

## Gli elementi da utilizzare

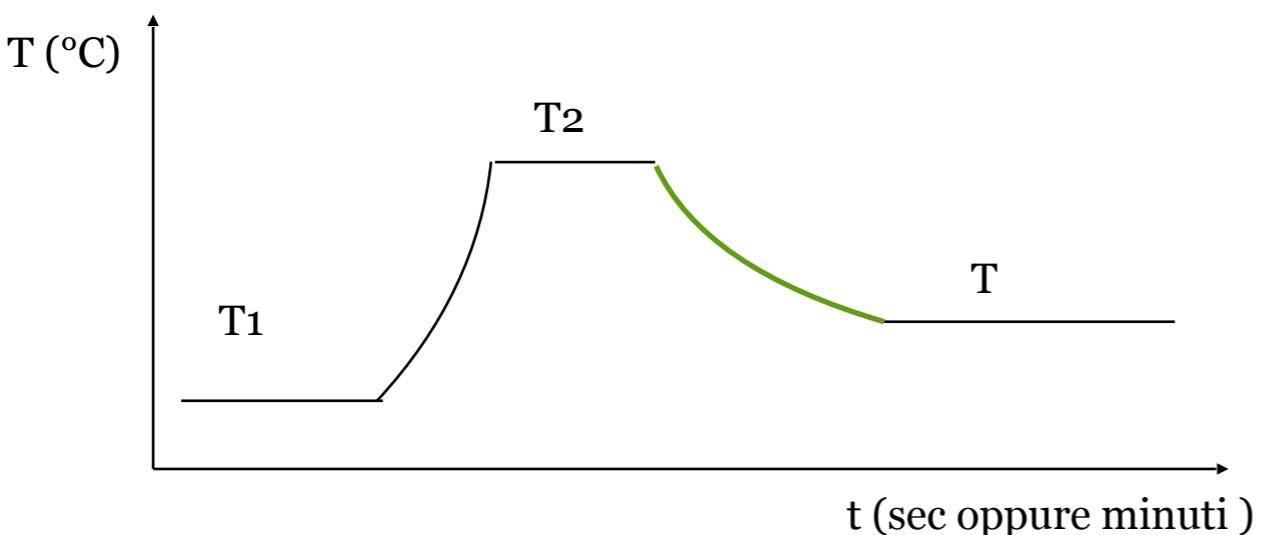
Gli elementi da utilizzare sono:

- bollitore d'acqua o un pentolino nel quale porteremo l'acqua ad ebollizione (assumiamo  $100^\circ\text{C}$ ).
- Termometro da cucina, da esterni o alimentare.
- Contenitore resistente al calore (ad esempio: un bicchiere di min. 200 ml, un contenitore graduato)
- Bilancia
- cronometro (ad esempio del telefono)



## SVOLGIMENTO DELL'ESPERIMENTO:

1. Mettiamo a bollire l'acqua nel bollitore oppure nel pentolino (il bollitore deve essere sempre acceso durante tutto l'esperimento per essere sicuri che l'acqua sia sempre alla temperatura di  $100^{\circ}\text{C}$ )
2. Sulla bilancia posiamo un contenitore graduato, impostiamo la TARA e aggiungiamo una quantità nota di acqua  **$m_1$**  a temperatura ambiente  **$T_1$** . Misuriamo la temperatura  **$T_1$**  con un termometro per qualche istante per essere sicuri che la misura sia corretta.
3. Quando l'acqua nel bollitore ha raggiunto il punto di ebollizione (la temperatura di ebollizione sarà  **$T_2=100^{\circ}\text{C}$** , NON MISURARLA COL TERMOMETRO!!!) versiamone nel recipiente sulla bilancia una piccola quantità ( **$m_2$** , leggiamo il valore sulla bilancia,  $m_2=\text{massa letta} - m_1$ ) e rimisuriamo la temperatura finale  **$T$**  per qualche istante.
4. Usiamo il cronometro per misurare il tempo  **$t$**  durante le misurazioni delle temperature  **$T_1$**  e  **$T$** , attendendo il tempo necessario per ottenere l'equilibrio della temperatura dopo aver aggiunto la massa  **$m_2$** .
5. Confrontiamo il risultato sperimentale con il calcolo, discutiamo il risultato.
6. Riportiamo i risultati nella tabella e sul grafico temperatura ( **$T$** ) vs. tempo ( **$t$** ).
7. Ripetiamo la misura altre 2 volte, partendo dalla  **$T$**  finale del primo esperimento come  **$T$**  iniziale del secondo e così via.



T<sub>1</sub> - termometro in acqua a temp.  
ambiente  
T<sub>2</sub> - temperatura dell'acqua in  
ebollizione  
T - temperatura di equilibrio

# Esperimento B - calore specifico

## OBBIETTIVO DELL'ESPERIMENTO:

La seconda parte dell'esperimento consiste nella stima del calore specifico di un corpo solido, partendo sempre dalla legge della calorimetria:

$$Q_{\text{ass}} = -Q_{\text{ced}}$$

Dove:  $Q_{\text{ass}}$  è il calore assorbito dall'oggetto che assorbe il calore e  $Q_{\text{ced}}$  è quello ceduto dall'oggetto che cede il suo calore

$$c_{\text{ogg}} * m_{\text{ogg}}(T - T_1) + c_{\text{H}_2\text{O}} * m_{\text{H}_2\text{O}}(T - T_2) = 0$$

quindi:

$$c_{\text{ogg}} = (m_{\text{H}_2\text{O}} * (T - T_2)) / (m_{\text{ogg}}(T_1 - T)) * c_{\text{H}_2\text{O}}$$



## Gli elementi da utilizzare

Gli elementi da utilizzare sono:

- bollitore d'acqua o un pentolino nel quale porteremo l'acqua a ebollizione (assumiamo 100°C).
- Termometro da cucina, esterni , alimentare...
- Contenitore resistente al calore (contenitore graduato, bicchiere min. 200 ml)
- Bilancia
- materiali solidi con calore specifico noto, ad esempio: chiavi di casa (ottone), biglie di vetro, oggetti di: argento, alluminio, ceramica, cubetto di ghiaccio... (due a scelta tra tutti i materiali che avete a disposizione a casa).
- Filo da cucito

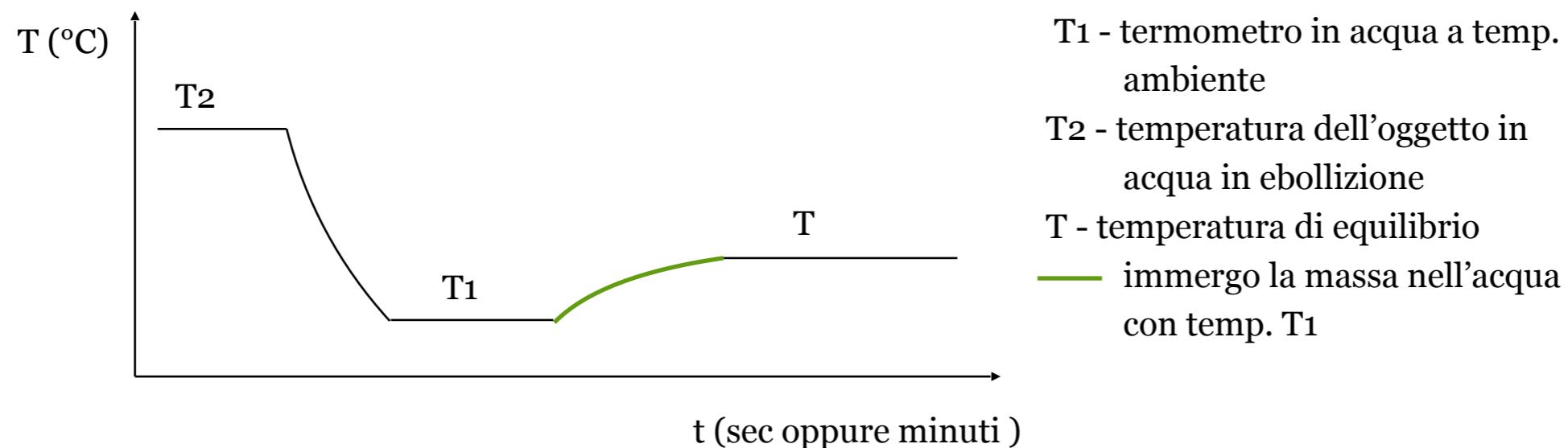


## SVOLGIMENTO DELL'ESPERIMENTO:

1. Leggiamo il peso dell'oggetto scelto per l'esperimento e ricaviamo la massa  $\mathbf{m_2}$ .
2. Mettiamolo nel pentolino o bollitore d'acqua. Nel secondo caso ricordiamoci che nel bollitore elettrico l'oggetto non deve toccare il fondo (lo si può mantenere sospeso tramite un filo che abbia una estremità annodata all'oggetto stesso e l'altra estremità annodata ad una bacchetta/cucchiaio di legno da appoggiare al bordo del bollitore). Mettiamo a bollire l'acqua assieme all'oggetto.
3. Sulla bilancia posiamo un contenitore graduato, impostiamo la TARA e aggiungiamo una nota quantità di acqua  $\mathbf{m_1}$  a temperatura ambiente  $\mathbf{T_1}$ . Misuriamo la temperatura  $\mathbf{T_1}$  con un termometro per qualche istante per essere sicuri che la misura sia corretta.
4. Quando l'acqua raggiunge il punto di ebollizione facciamola bollire per altri 1-2 minuti. A quel punto saremo sicuri che anche l'oggetto avrà la stessa temperatura di ebollizione  $\mathbf{T_2}$ .
5. A questo punto trasferiamo l'oggetto nel recipiente sulla bilancia e rimisuriamo la temperatura finale  $\mathbf{T}$  per qualche istante, finché il sistema non raggiunga l'equilibrio. Misuriamo anche le temperature intermedie per capire l'andamento, misurando anche il tempo.



6. Usiamo il cronometro per misurare il tempo  $t$ : effettuiamo la misurazione della temperatura  $T_1$  e  $T$  per il tempo necessario per ottenere l'equilibrio della temperatura dopo aver aggiunto la massa  $m_2$ .
7. Riportiamo i risultati nella tabella e sul grafico della temperatura ( $T$ ) vs. tempo ( $t$ ).
8. Confrontiamo il risultato sperimentale ottenuto per il calore specifico con quelli tabulati per i rispettivi materiali (si trovano facilmente online). Discutere il risultato ottenuto.
9. Ripetere la misura con un diverso materiale.



**NOTA:** è importante, per entrambi gli esperimenti A e B, avere in mente che esiste una dispersione di calore attraverso le pareti e l'imboccatura del recipiente. È bene quindi monitorare costantemente la temperatura e cercare di effettuare l'esperimento in un tempo ragionevole. Per limitare la dispersione potete isolare il recipiente, usare contenitori di vetro (o plastica resistente al calore) invece di quelli di metallo, e con un'imboccatura non troppo larga (eventualmente coprire il recipiente). Il calore disperso chiaramente non è misurabile e porterà ad un (piccolo) errore di misura.

Nel primo esperimento è importante tenere l'acqua sempre in ebollizione per mantenere costante la temperatura  $T_2$ .

# Principio di Archimede

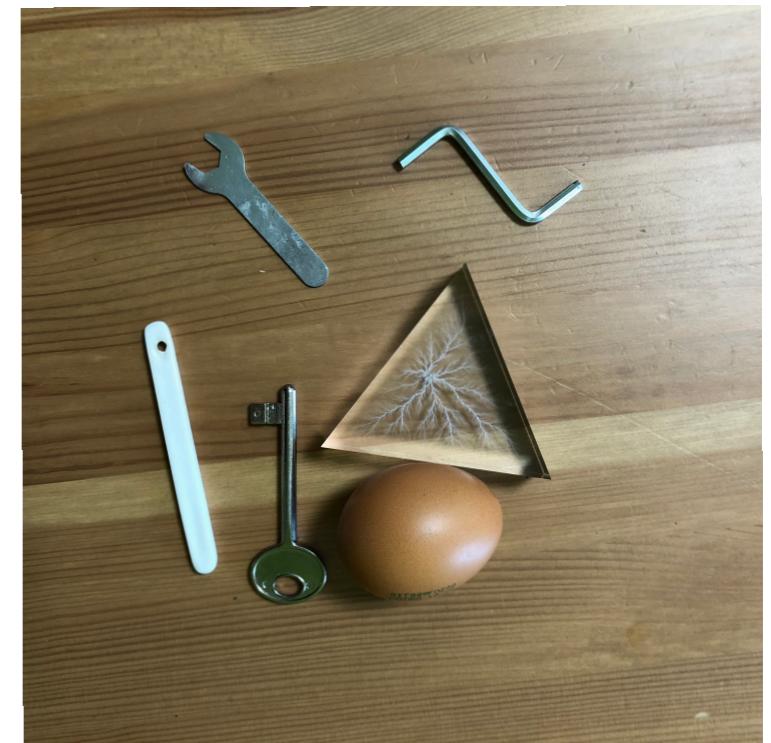
Con questo esperimento verificheremo la legge di Archimede, cioè che ogni corpo immerso in un fluido riceve da questo una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del fluido spostato.

Lo scopo finale dell'esperimento è quello di sfruttare il principio di Archimede per effettuare una misura (indiretta) del volume e della densità di un oggetto (immerso).

## Gli elementi da utilizzare

Gli elementi da utilizzare sono:

- Contenitore meglio se trasparente (ad esempio: un contenitore graduato, un bicchiere da min. 200 ml)
- Bilancia
- materiali solidi con densità nota: chiavi di casa (ottone), biglie di vetro, uovo, oggetti di forma semplice (possibilmente con le superfici piatte) di: argento, alluminio, ceramica,...
- È importante che gli oggetti scelti abbiano una densità maggiore di quella dell'acqua.
- Filo da cucire.



Con tre pesate di un contenitore d'acqua in cui si immerge l'oggetto si possono misurare il volume e la densità dell'oggetto stesso.

Le tre pesate da effettuare sono:

- solo acqua ( $m_0$ )
- acqua con l'oggetto sospeso nell'acqua ( $m_{\text{arch}}$ )
- acqua con l'oggetto appoggiato sul fondo ( $m_{\text{ogg}}$ )

Ad ogni pesata la bilancia misura una massa ( $m_0$ ,  $m_1$  e  $m_2$ ) che va moltiplicata per l'accelerazione di gravità  $g$  al fine di ottenere le reali forze peso misurate ( $P_0$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ):

$$1^{\text{a}} \text{ pesata: } P_0 = m_0 * g$$

$$2^{\text{a}} \text{ pesata: } P_1 = m_1 * g = m_0 * g + m_{\text{arch}} * g$$

$$3^{\text{a}} \text{ pesata: } P_2 = m_2 * g = m_0 * g + m_{\text{ogg}} * g,$$

Da questo sistema, note  $m_0$ ,  $m_1$  e  $m_2$ , è possibile ricavare  $m_{\text{arch}}$  e  $m_{\text{ogg}}$  e quindi la densità e il volume cercati.

Dalle misurazioni di peso possiamo ottenere il peso di  $m_{\text{ogg}}$  e  $m_{\text{arch}}$ :

$$\begin{aligned} m_1 - m_0 &= m_{\text{arch}} \\ m_2 - m_0 &= m_{\text{ogg}}, \quad (*) \end{aligned}$$

Sapendo che:

$$m_{\text{ogg}} = \rho * V \quad \text{e} \quad m_{\text{arch}} = \rho_{\text{H}_2\text{O}} * V$$

Riusciamo ricavare la densità:

$$\rho = (m_{\text{ogg}} / m_{\text{arch}}) * \rho_{\text{H}_2\text{O}}. \quad (\$)$$

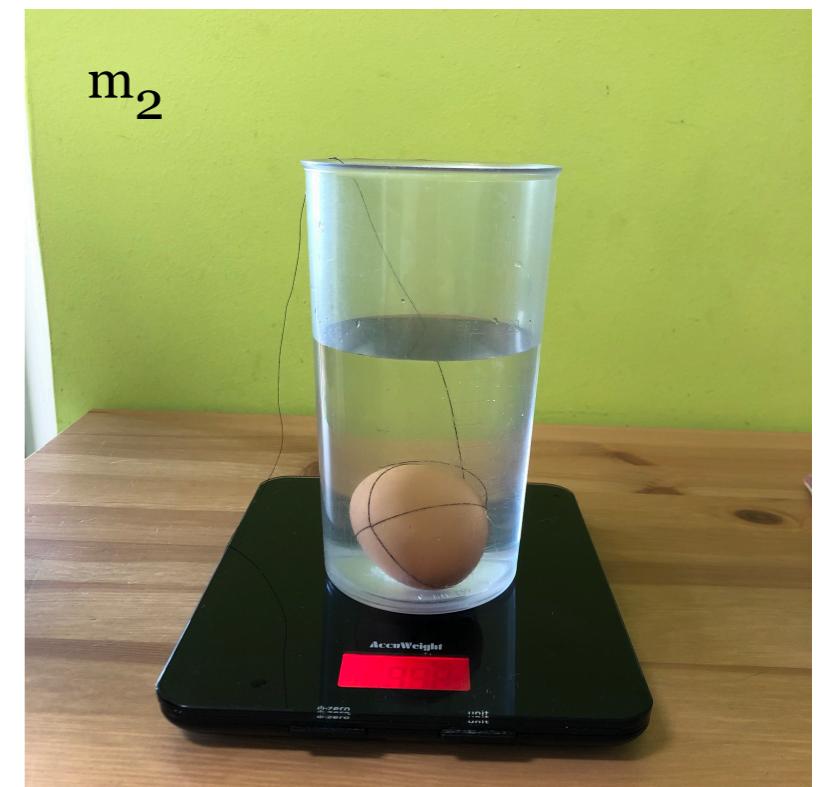
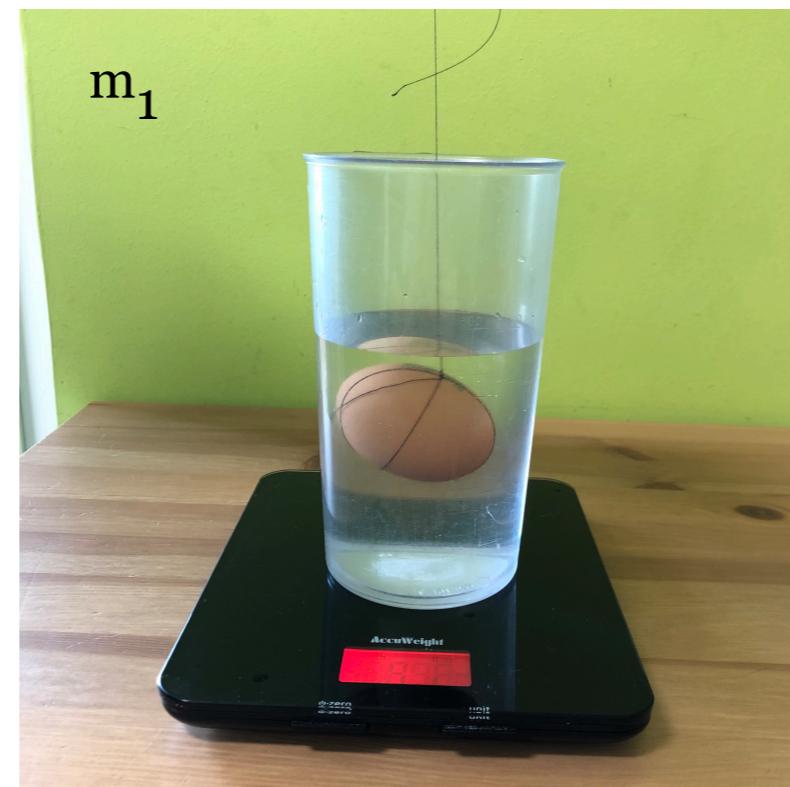
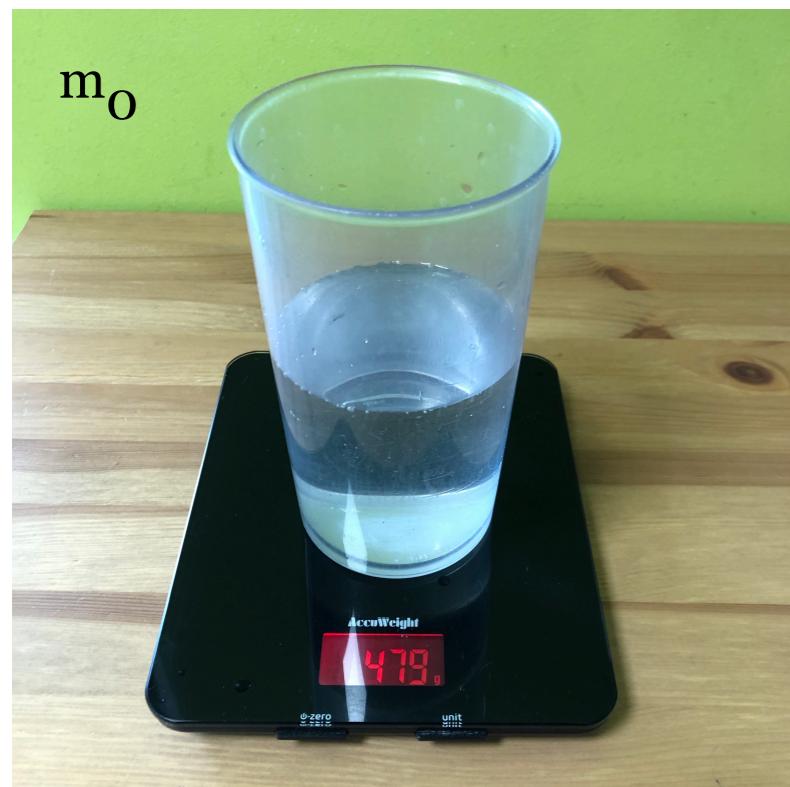
Quindi sostituendo le (\*) nelle (\\$) otteniamo la densità e di conseguenza anche il volume dell'oggetto:

$$\rho = ((m_2 - m_0) / (m_1 - m_0)) * \rho_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$V = (m_2 - m_0) / \rho \quad \text{oppure} \quad V = (m_1 - m_0) / \rho_{\text{H}_2\text{O}}$$

## SVOLGIMENTO DELL' ESPERIMENTO:

1. Sulla bilancia posiamo un contenitore graduato, impostiamo la TARA e aggiungiamo un quantità di acqua di massa  $m_0$  a temperatura ambiente. Leggiamo il peso sulla bilancia e ricaviamo la massa ( $m_0$ ).
2. Immergiamo l'oggetto nell'acqua tenendo lo sospeso con un filo. Ci assicuriamo che l'oggetto non tocchi le pareti e il fondo ma sia tutto immerso nell'acqua. Leggiamo il peso sulla bilancia e ricaviamo la massa ( $m_1$ ).
3. Infine lasciamo poggiare l'oggetto sul fondo del contenitore e rileggiamo il nuovo peso e ricaviamo la massa ( $m_2$ ).
4. Riportiamo i risultati di densità  $\rho$  e di volume  $V$  nella tabella per ogni oggetto misurato.
5. Confrontiamo il risultato sperimentale per la densità  $\rho$  con i valori tabulati.
6. Discutere i risultati ottenuti.



## LA RELAZIONE:

La relazione deve essere non più lunga di due pagine. Deve essere strutturata nel seguente modo:

1. Disegno/schema dell'apparato sperimentale e foto del setup.
2. Grafico/grafici della misura, in particolare
  - A. per l'esercizio A e B deve essere presente almeno un grafico della temperatura in funzione del tempo per una delle tre misure;
3. Tabella dei risultati. Qui potete riportare:
  - A. per l'esperimento 1 (A e B) riportare i valori delle masse e delle temperature (sia misurate che calcolate).
  - B. Per l'esperimento 2 riportare i valori di densità (sperimentale e tabulato) e di volume (sperimentale)
4. Descrizione della strumentazione utilizzata (massimo 80 parole)
5. Descrizione dell'esperimento e dei risultati ottenuti. (massimo 240 parole)

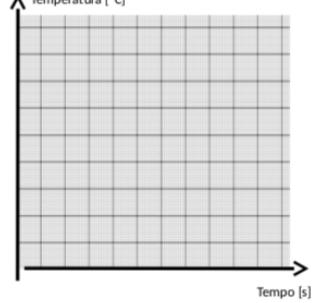
Questo manuale non è un facsimile della vostra relazione. La relazione deve essere un riassunto dei vostri risultati, e il focus maggiore deve essere sull'esecuzione dell'esperimento, sull'analisi e sulla discussione dei risultati e delle possibili discrepanze ottenute rispetto ai valori noti dalle tabelle. Un modello della relazione è riportato qui in calce oppure la trovate anche su Beep nei vari formati. Sentitevi liberi di modificarlo, rispettando comunque il limite di pagine e il limite di parole richiesti.

Fisica Sperimentale I – prof. Dallera a.a. 2018-2019	Squadra	Data
Nome Cognome	Matr.	Firma

## LEGGI DELLA CALORIMETRIA

### Disegno dell'apparato sperimentale e Strumentazione Utilizzata

### Dati raccolti e Grafico dei Risultati

EQULIBRIO TERMICO TRA MASSE DI H <sub>2</sub> O						
	MISURE					Grafico temporale misura no _____
	1	2	3	4	5	
M <sub>1</sub> [kg]						 <p style="text-align: center;">Temperatura [°C]</p> <p style="text-align: center;">Tempo [s]</p>
T <sub>1</sub> [0C]						
M <sub>2</sub> [kg]						
T <sub>2</sub> [0C]						
T <sub>eq</sub> [0C]						
Formule Utilizzate:						

EQULIBRIO TERMICO TRA H <sub>2</sub> O E OTTONE: CALCOLO DEL CALORE SPECIFICO DELL'OTTONE C <sub>OTT</sub>					
M <sub>H2O</sub>	T <sub>H2O</sub>	M <sub>ott</sub>	T <sub>tott</sub>	T <sub>eq</sub>	Grafico temporale misura no _____
calore specifico ottone c <sub>OTT</sub> [J/gK] =					
Formule Utilizzate:					

## **Descrizione della strumentazione utilizzata** (max 80 parole)

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec bibendum vulputate lacus, et mollis velit accumsan ut. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Mauris tempor id nulla sed aliquet. Aenean posuere non risus ac iaculis. Nulla nec eros pulvinar, vehicula orci sit amet, laoreet massa. Fusce placerat ac diam ut lobortis. Nulla varius luctus ligula nec congue. Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. In hac habitasse platea dictumst. Integer ultricies.

## **Descrizione dell'esperimento e risultati ottenuti** (max 240 parole)

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sodales at est in, malesuada auctor sapien. Pellentesque et ipsum facilisis, varius turpis nec, dictum libero. Nunc risus eros, pellentesque eget condimentum sed, maximus non arcu. Proin vel dui non ante eleifend hendrerit. Sed rhoncus eu sapien quis convallis. Suspendisse potenti. Nunc iaculis tempus enim, sed egestas ante vehicula euismod. Nulla facilisi.

  Integer viverra accumsan ligula, iaculis pellentesque dui ultrices at. Duis eleifend ullamcorper interdum. Donec tempor lorem finibus malesuada varius. Quisque convallis massa massa, a elementum neque eleifend interdum. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Phasellus ac dapibus arcu, eu eleifend mi. Vivamus vitae condimentum justo. Vestibulum accumsan sit amet massa ut vestibulum. Quisque semper, turpis feugiat sagittis consequat, justo nisi pretium massa, at tincidunt arcu ex sit amet nisl. Integer molestie ullamcorper erat non ullamcorper.

  Nulla massa erat, condimentum eget enim vitae, auctor dapibus metus. Duis elementum magna velit, et consequat velit euismod id. Curabitur non mauris purus. Donec interdum eros ligula, ut feugiat enim fringilla non. Sed lacus augue, posuere at lectus non, mattis tincidunt nisl. Integer sit amet quam est. Sed dapibus, sem a rutrum egestas, urna sem tempor nisi, quis scelerisque elit sapien eget leo. Quisque tristique mauris eu nulla vulputate suscipit. Fusce nec nunc eu eros lacinia fermentum et. Sed dapibus, sem a rutrum egestas, urna sem tempor nisi, quis scelerisque elit sapien eget leo. Quisque tristique mauris eu nulla vulputate suscipit.

Non modificare margini, tavole, e font del documento. Attenersi al massimo numero di parole consentito.  
Non saranno corrette le relazioni che non rientrano nei suddetti limiti di lunghezza.

<b>Fisica Sperimentale I – prof. Dallera a.a. 2018-2019</b>	Squadra	Data
Nome Cognome	Matr.	Firma

## **BILANCIA DI ARCHIMEDE**

### **Disegno dell'apparato sperimentale**

### **Dati raccolti e risultati**

materiale	massa H <sub>2</sub> O	misura con oggetto sospeso	misura con oggetto appoggiato	volume dell'oggetto	densità
	m <sub>0</sub> [kg]	m <sub>1</sub> [kg]	m <sub>2</sub> [kg]	V [m <sup>3</sup> ]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]

## **Descrizione della strumentazione utilizzata** (max 80 parole)

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec bibendum vulputate lacus, et mollis velit accumsan ut. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Mauris tempor id nulla sed aliquet. Aenean posuere non risus ac iaculis. Nulla nec eros pulvinar, vehicula orci sit amet, laoreet massa. Fusce placerat ac diam ut lobortis. Nulla varius luctus ligula nec congue. Orci varius natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. In hac habitasse platea dictumst. Integer ultricies.

## **Descrizione dell'esperimento e risultati ottenuti** (max 240 parole)

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Sodales at est in, malesuada auctor sapien. Pellentesque et ipsum facilisis, varius turpis nec, dictum libero. Nunc risus eros, pellentesque eget condimentum sed, maximus non arcu. Proin vel dui non ante eleifend hendrerit. Sed rhoncus eu sapien quis convallis. Suspendisse potenti. Nunc iaculis tempus enim, sed egestas ante vehicula euismod. Nulla facilisi.

  Integer viverra accumsan ligula, iaculis pellentesque dui ultrices at. Duis eleifend ullamcorper interdum. Donec tempor lorem finibus malesuada varius. Quisque convallis massa massa, a elementum neque eleifend interdum. Interdum et malesuada fames ac ante ipsum primis in faucibus. Phasellus ac dapibus arcu, eu eleifend mi. Vivamus vitae condimentum justo. Vestibulum accumsan sit amet massa ut vestibulum. Quisque semper, turpis feugiat sagittis consequat, justo nisi pretium massa, at tincidunt arcu ex sit amet nisl. Integer molestie ullamcorper erat non ullamcorper.

  Nulla massa erat, condimentum eget enim vitae, auctor dapibus metus. Duis elementum magna velit, et consequat velit euismod id. Curabitur non mauris purus. Donec interdum eros ligula, ut feugiat enim fringilla non. Sed lacus augue, posuere at lectus non, mattis tincidunt nisl. Integer sit amet quam est. Sed dapibus, sem a rutrum egestas, urna sem tempor nisi, quis scelerisque elit sapien eget leo. Quisque tristique mauris eu nulla vulputate suscipit. Fusce nec nunc eu eros lacinia fermentum et. Sed dapibus, sem a rutrum egestas, urna sem tempor nisi, quis scelerisque elit sapien eget leo. Quisque tristique mauris eu nulla vulputate suscipit.

Non modificare margini, tavole, e font del documento. Attenersi al massimo numero di parole consentito.  
Non saranno corrette le relazioni che non rientrano nei suddetti limiti di lunghezza.