

## MRU - moto con bolla d'aria o sferetta nella glicerina

### 1 - MOTO DELLA BOLLA D'ARIA (tratto da una scheda di Flavio Ciprani)

#### Apparecchiatura e materiale utilizzato

- Buretta con tappo non forato;
- Materiale di sostegno;
- Spruzzetta con acqua distillata (eventualmente con un colorante);
- Metro flessibile;
- Smart Phone;
- Foglio elettronico.



#### Procedura

1. Marcare sulla buretta le posizioni di passaggio della bolla, utilizzando alcune linguette adesive colorate: si parte dalla tacca 10 ml, mettendo un traguardo ogni 10 (cm) fino alla tacca 50 ml.
2. Riempire la buretta con acqua, lasciando aria per circa 1 cm dall'imboccatura.
3. Chiudere l'estremo aperto con il tappo non forato.
4. Preparare lo Smartphone per la registrazione dei tempi.
5. Stendere la buretta orizzontalmente con le due mani e "staccare" la bolla d'aria dal tappo, alzando l'estremità con il rubinetto.
6. Rimettere la buretta in posizione orizzontale, evitando che la bolla aderisca nuovamente al tappo.
7. Appoggiare la buretta su un supporto alto 2-3 cm (ad esempio un rotolo di nastro adesivo), in corrispondenza della tacca 50 ml: cercare di mantenerla ad inclinazione costante e ferma, per evitare che ruoti.
8. Azionare il cronometro quando la bolla transita per la tacca 10 ml e registrare il tempo di passaggio ai successivi traguardi.
9. Ripetere la misura almeno 3 volte e calcolare il valore medio del tempo di percorrenza.
10. Compilare la tabella e rappresentare graficamente le misure.

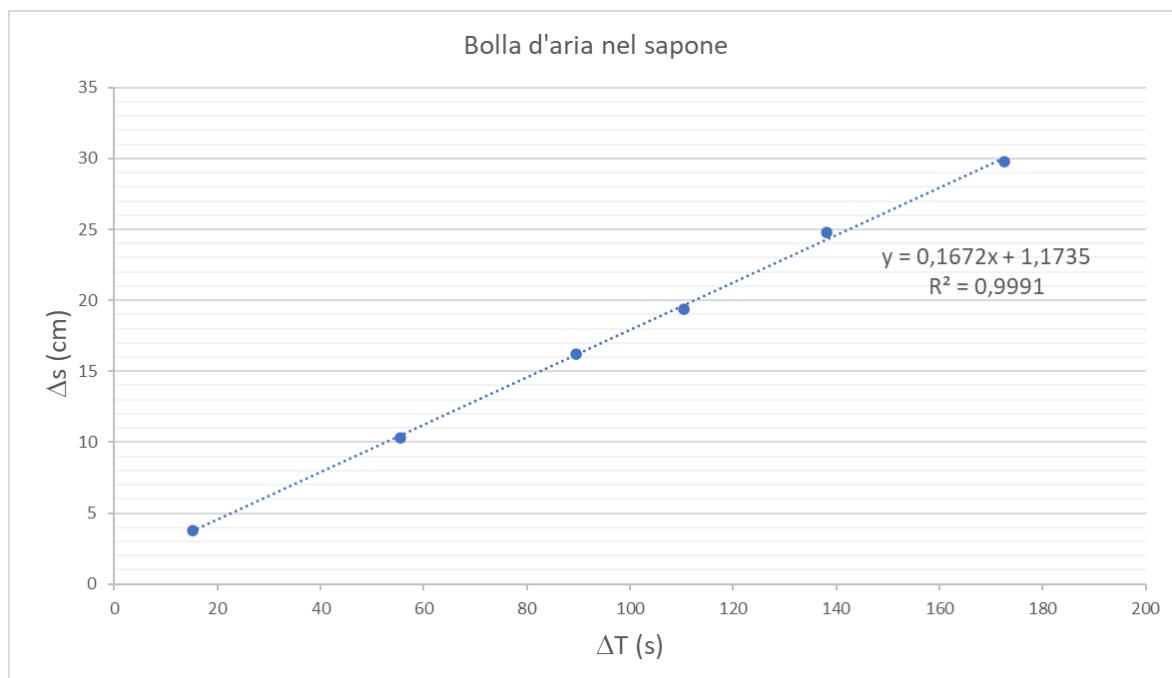
[Video](#)

In modo alternativo è possibile riempire dei tubi trasparenti di plastica di sapone per i piatti o alcool, lasciare una bolla d'aria e procedere come riportato sopra.



### Esempio di raccolta e rappresentazione dati (bolla d'aria nel sapone)

<b><math>\Delta s</math></b>	<b>s</b>	<b><math>\Delta t</math></b>	<b>t</b>	<b>v</b>	<b><math>e_a (v)</math></b>
cm	cm	s	s	cm/s	cm/s
3,8	3,8	15,19	15,19	0,25	0,007
6,5	10,3	40,39	55,58	0,16	0,003
5,9	16,2	33,97	89,55	0,17	0,003
3,2	19,4	21,00	110,55	0,15	0,005
5,4	24,8	27,64	138,19	0,20	0,004
5,0	29,8	34,37	172,56	0,15	0,003
			<b>v<sub>media</sub></b>	0,18	cm/s
			<b>e<sub>a</sub></b>	0,04	cm/s
			<b>e<sub>r%</sub></b>	22	



### Conclusioni

Dal grafico si deduce che la velocità è costante, questo indica che l'equilibrio tra il peso della bolla, la forza di attrito viscoso e la spinta idrostatica genera un moto uniforme di risalita della bolla stessa. Ovviamente il valore della velocità dipende dal volume della bolla d'aria, dal liquido contenuto nella buretta e dalla sua inclinazione.

## 2- SFERA NELLA GLICERINA - analisi con Tracker.

### Richiami di teoria:

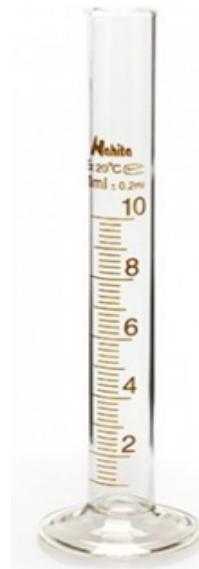
La sfera e il pirottino sono sottoposti alla forza di gravità, alla Spinta di Archimede e all'attrito del fluido viscoso.

In condizioni di equilibrio l'accelerazione è nulla e quindi:

$$6\pi\eta rv = mg - d_f gV$$

$$v = \frac{2r^2}{9\eta} (d_s - d_f)g$$

### Apparecchiatura e materiale utilizzato



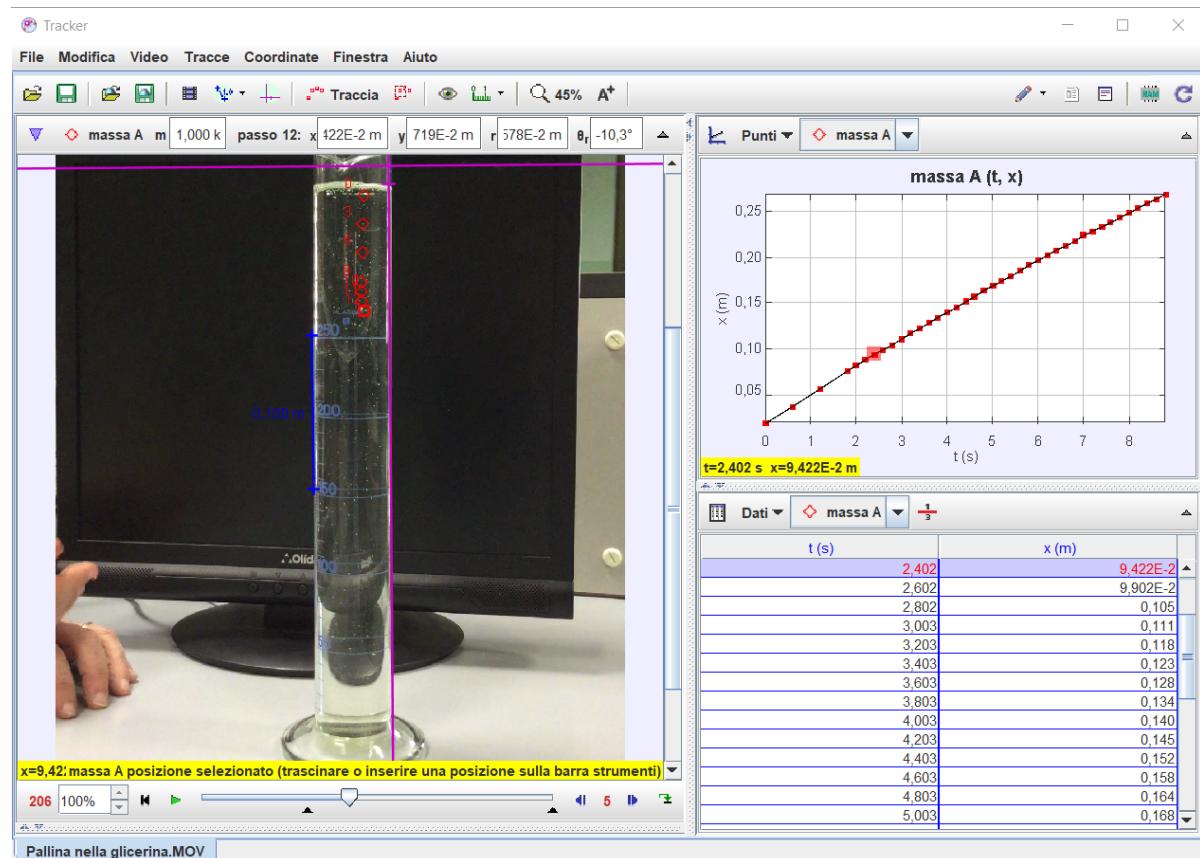
- Cilindro graduato.
- Glicerina (è possibile realizzare l'esperienza anche con shampoo trasparente o sapone dei piatti in un vaso di vetro).
- Sfere di acciaio, pirottini.
- Smartphone per la registrazione di un video.
- Programma Tracker (download gratuito alla pagina <https://physlets.org/tracker/>) per l'analisi del video, Excel o altro foglio di calcolo per la rappresentazione e analisi dei dati.
- Metro a nastro.

### Procedura

1. Dopo aver riempito il cilindro graduato di glicerina, posiziona due indicatori utili per la calibrazione delle immagini (è necessario che un oggetto a dimensione lineare nota compaia nella scena, vedi *asta di misura* in Tracker).
2. Registra un video tenendo lo smartphone fermo e parallelo al cilindro graduato. *La videocamera dovrebbe avere un'elevata velocità di ripresa o il movimento analizzato deve essere alquanto lento: ciò evita un "effetto scia" che comprometterebbe la tracciatura del punto materiale.*
3. Lasciar cadere la sferetta nel fluido.

### Analisi Dati

4. Apri il file video con il programma Tracker (o una App di video analisi). Imposta sui fotogrammi una lunghezza di riferimento. Clicca sull'immagine della sferetta un fotogramma dopo l'altro. Se le immagini delle sferette appaiono "strisciate" prendi come riferimento la parte inferiore della strisciata.
5. Analizza il grafico della posizione verticale dell'oggetto in funzione del tempo (eventualmente importando i dati in un foglio di calcolo tipo Excel) per ricavare la velocità delle sferette.
6. Ricava il valore della velocità costante raggiunta dall'oggetto in caduta.
7. Se inizialmente il moto è accelerato dividi i dati raccolti in due serie e traccia due diverse linee di tendenza.
8. Questo esperimento è ripetibile usando dei pirottini in aria.



## Fit dei dati

