

## Discesa del livello di un liquido

Scopo: osservare la variazione di velocità al passare del tempo

### Strumenti utilizzati:

- Cilindro graduato manualmente con undici livelli di altezza distanti 3cm l'uno dall'altro e forato con punta di trapano (4mm) nell'estremità inferiore
- Bacinella per contenere la fuoriuscita d'acqua
- Acqua (H<sub>2</sub>O)
- Cronometro a mano con sensibilità +/- 0,01s
- Calcolatrice scientifica
- Righello

### DATI DI MISURA

#### Dati cilindro:

Sezione del cilindro: 6cm

Foro cilindro: 4mm

Altezza cilindro: 40cm

Altezza foro-sommità: 36cm

Altezza base-foro: 4cm

#### Altezze :

h1=36 cm	h6=21 cm	
h2=33 cm	h7=18 cm	
h3=30 cm	h8=15 cm	
h4=27 cm	h9=12 cm	
h5=24 cm	h10=9 cm	h11=6 cm



#### Tempi:

esp1	esp2	esp3	esp4	esp5	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>h1</b>
6,27	6,16	6,10	6,30	6,21	<b>h2</b>
12,58	12,62	12,62	12,71	12,54	<b>h3</b>
19,37	19,40	19,43	19,31	19,30	<b>h4</b>
26,46	26,43	26,34	26,35	26,28	<b>h5</b>
33,78	33,92	33,57	33,93	33,68	<b>h6</b>
41,45	41,67	41,28	41,57	41,21	<b>h7</b>
49,93	50,31	49,99	49,98	50,02	<b>h8</b>
59,47	59,96	59,59	59,59	59,36	<b>h9</b>
69,26	70,39	69,62	70,05	69,37	<b>h10</b>
83,29	83,98	82,95	83,20	82,34	<b>h11</b>

# Procedimento

## Esperimento:

1. Suddivisione di un cilindro graduato in 11 altezze diverse a 3cm di distanza ciascuna.
2. Foratura del cilindro con un trapano con punta di 4mm a 4cm dalla base.
3. Posizionare cilindro dentro una bacinella.
4. Versare acqua dentro il cilindro.
5. Misurazione del tempo con cronometro ogni volta che l'acqua raggiunge una delle tacche segnate

## Elaborazione dei dati:

Successivamente alla raccolta dei dati abbiamo provveduto al calcolo della velocità con cui il liquido usciva dal foro situato nella parte inferiore del cilindro graduato.

Il calcolo della velocità è stato possibile tramite la formula di efflusso di Torricelli:

$$V=\sqrt{2*g*h}$$

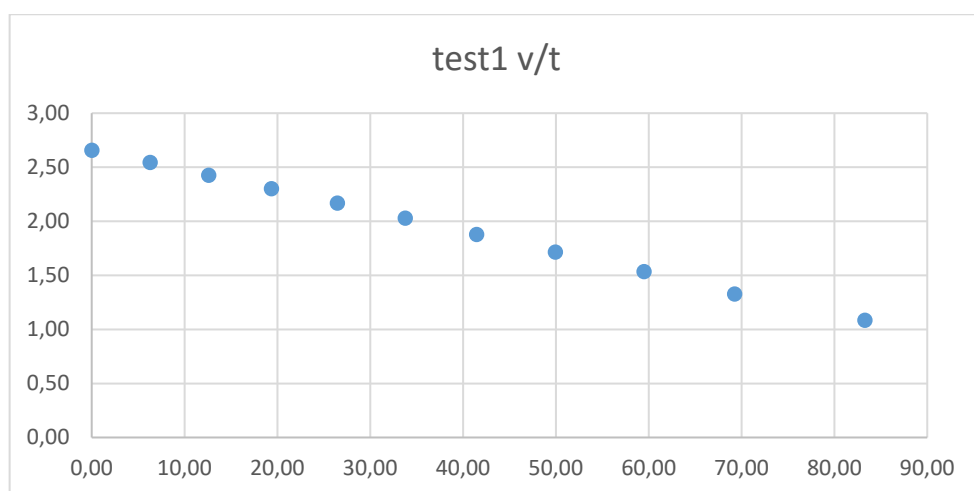
Dove:

- g sta per la costante gravitazionale di newton ( $9,81 \text{ m/s}^2$ )
- h sta per l' altezza in cui si trova il liquido in quel determinato momento.

Questa legge è un caso particolare dell'equazione di Bernoulli.

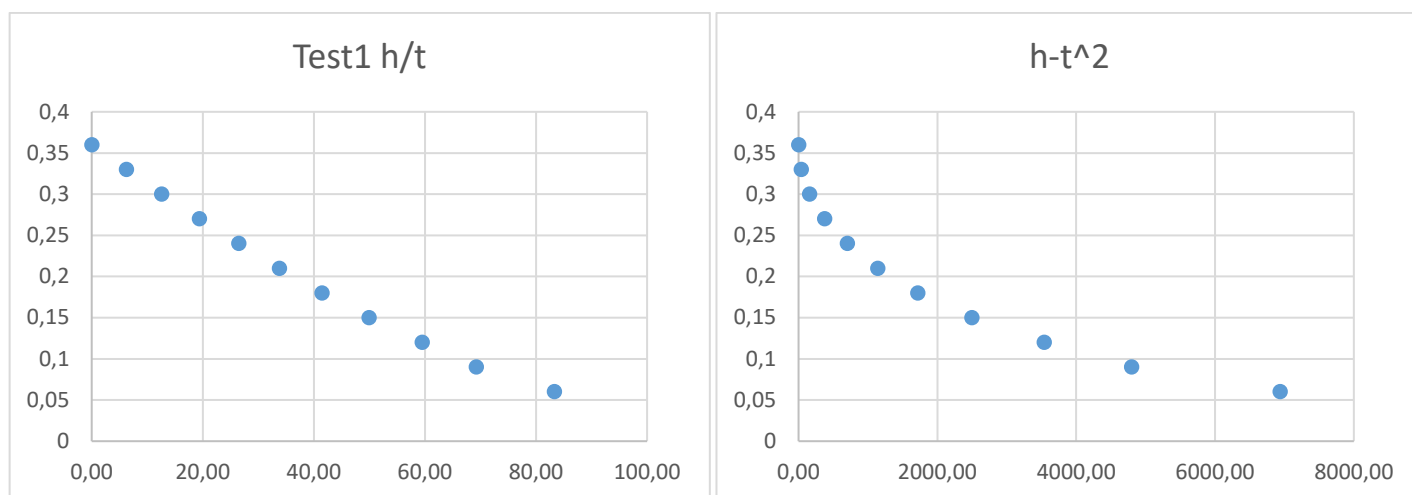
L'utilizzo della formula con le varie altezze stabilite ci ha permesso di costruire dei grafici in modo tale da rendere visibile l'andamento della velocità nel tempo.

## Grafico v/t

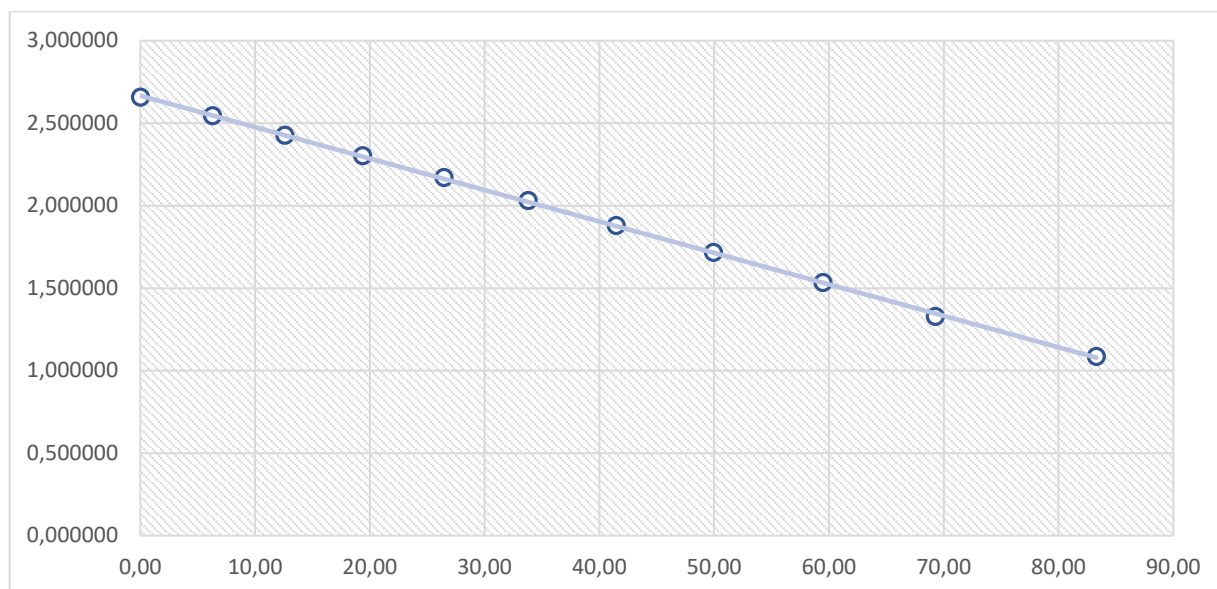


Abbiamo anche costruito dei grafici h-t che rappresentano l'andamento del liquido nel tempo misurato. L'aspettativa era quella di ottenere un grafico rappresentante un andamento iperbolico, cosa che è evidenziata maggiormente facendo lo stesso grafico con  $T^2$  (tempo al quadrato).

## Grafico h/t

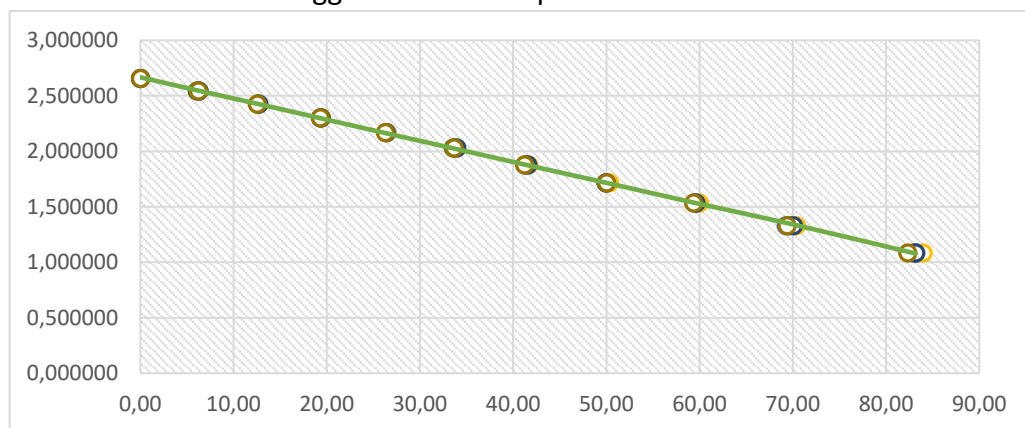


Per un'elaborazione migliore dei dati abbiamo, attraverso l'apposita funzione proposta da excel, svolto la regressione dei dati così da poterli analizzare e utilizzare in maniera migliore. Primo dato fondamentale proposto dalla regressione è l' $R^2$  esso, detto anche coefficiente di determinazione, confronta i valori  $y$  previsti con quelli effettivi e può avere un valore compreso tra 0 e 1. Se è uguale a 1, significa che esiste una correlazione perfetta nel campione, vale a dire, non sussiste alcuna differenza tra il valore previsto e il valore effettivo di  $y$ . Se invece il coefficiente di determinazione è uguale a 0, l'equazione di regressione non sarà di alcun aiuto nella stima di un valore  $y$ . Successivamente, avendo visto che il diagramma di dispersione suggeriva una relazione lineare tra i dati ed inoltre, il valore del coefficiente di correlazione in modulo era prossimo ad uno, anche se tra i dati non esisteva una relazione perfettamente lineare, aveva senso determinare l'equazione di una retta che approssimasse i dati nel "miglior modo", questa retta prende il nome di **Retta di Regressione**. Abbiamo calcolato tale retta attraverso la formula  $y=a+bx$  sostituendo ad "a" il valore dell'intercetta calcolato nella regressione (2,66655825736102), a "b" il valore della variabile  $x_1$  (coeff.angolare = -0,0190599410761385) e sostituito a "x" i valori del tempo che avevamo misurato. Purtroppo nei grafici da noi proposti il distacco delle misure dall'andamento della retta di regressione non è così evidente questo perché le misure da noi riportate quasi coincidono con i valori stimati dalla regressione (infatti  $R^2 = 0,99978249235877$  circa 1).



Poiché i valori della “x” (tempo) sostituiti nell’equazione sono dati sperimentali che soffrono, anche se minimamente, di un imprecisione dovuta al loro rilevamento manuale durante l’esperimento, è stato deciso di calcolare una media dei tempi di tutti gli esperimenti così da calcolare una retta di regressione ancora migliore delle precedenti calcolate sui singoli test.

In sovrapposizione alla retta calcolata abbiamo posto i grafici di tutti gli esperimenti così da sottolineare maggiormente la dispersione.



Nome	Media tempi	y stimata su a (v)
h1	0,00	2,66656
h2	6,21	2,54705
h3	12,61	2,42678
h4	19,36	2,29737
h5	26,37	2,16223
h6	33,78	2,02271
h7	41,44	1,87652
h8	50,05	1,71490
h9	59,59	1,53306
h10	69,74	1,34647
h11	83,15	1,07906

## Conclusioni:

La velocità calcolata non dipende dal tempo trascorso, essa infatti, alle stesse altezze, è uguale in ogni esperimento perché la formula è  $v = \sqrt{2gh}$

Il grafico v/t dei dati raccolti, come da aspettativa, ha evidenziato la linearità dell’andamento delle velocità nel tempo.

Il grafico h/t dei dati raccolti rappresenta un ramo di iperbole come da aspettativa iniziale. Per evidenziare maggiormente il fenomeno è stato costruito il grafico con il tempo quadratico ( $t^2$ ).

Le cause d’errore sono: La poca precisione nell’effettuare il foro da cui usciva il liquido, il quale, internamente occluso da residui di plastica, falsava il suo diametro, la sua sezione e la velocità di efflusso dell’acqua.

L’utilizzo del cronometro che, essendo uno strumento da utilizzare manualmente risentiva dell’errore umano nel momento in cui veniva premuto il tasto che permetteva di misurare il tempo ad ogni altezza.

Per una migliore riuscita dell’esperimento è consigliabile fare attenzione ad alcuni passaggi:

- Effettuare con maggiore precisione il foro alla base del cilindro così che l’acqua fuoriesca senza complicazioni.
- Fare attenzione nel prendere le misure tra altezze.
- Effettuare numerose misure

A cura di

Federico Caramelli

Tommaso Barbugli

Filippo Pascucci

