

Gruppo 2: Giulia Cafaro, Eleonora Caponetto, Sergio Cibecchini, Camilla Cica

Esperienza: Discesa del livello di un liquido

Scopo dell'esperienza: determinazione della velocità di efflusso V con la legge di Torricelli e verifica dei liquidi con i quali è valida.

Materiale utilizzato:

- cilindro graduato forato in fondo (1000:10 ml);
- cronometro (sensibilità 1/100 s);
- riga (sensibilità: 1/10 cm);

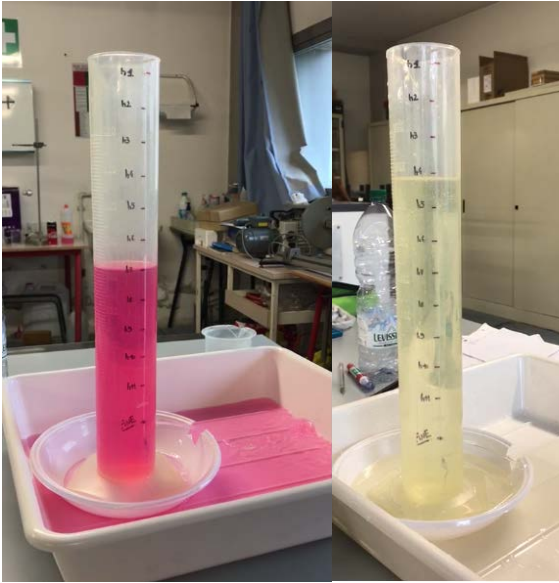
Liquidi utilizzati:

- acqua;
- olio di semi di girasole;
- alcool;

Procedimento



Il cilindro è diviso in tacche distanziate di $3 \pm 0,1$ cm; presenta un foro a 6,2 cm da terra. Il cilindro viene riempito di liquido fino a h_1 e viene lasciato confluire fino a quando arriva ad h_2 . La distanza percorsa è $30 \pm 0,1$ cm. Con l'utilizzo del cronometro, osserviamo il tempo di efflusso da una tacca all'altra. Questo procedimento viene seguito per i tre liquidi.



Riportiamo la media dei tempi presi:

Altezze	Tempi acqua (s)	Tempi alcool (s)	Tempi olio (s)
h1 0,36 m	0	0	0
h2 0,329 m	6,14	6,16	8,33
h3 0,299 m	12,15	12,43	17,16
h4 0,269 m	18,9	19,78	27,42
h5 0,24 m	25,74	26,92	37,58
h6 0,208 m	32,91	34,23	48,95
h7 0,178 m	40,34	42,48	59,73
h8 0,148 m	48,7	51,49	74,63
h9 0,118 m	58,06	61,26	90,92
h10 0,089 m	67,97	71,75	108,25
h11 0,059 m	80,49	85,12	133,62

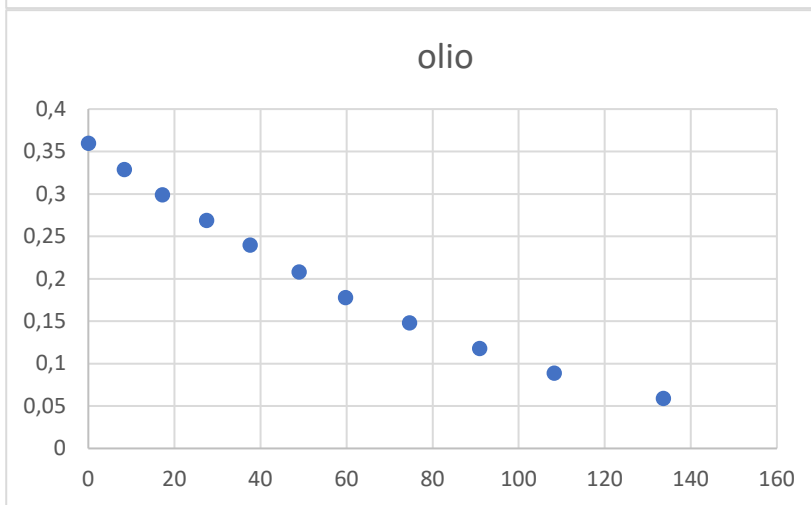
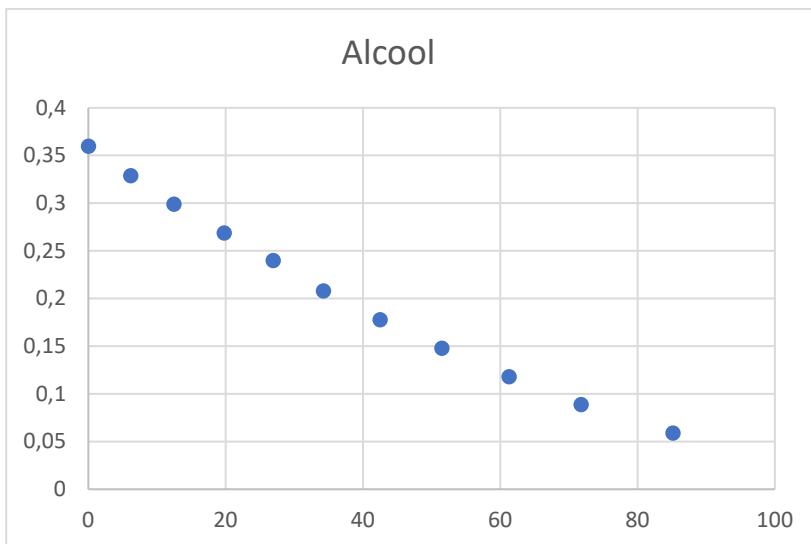
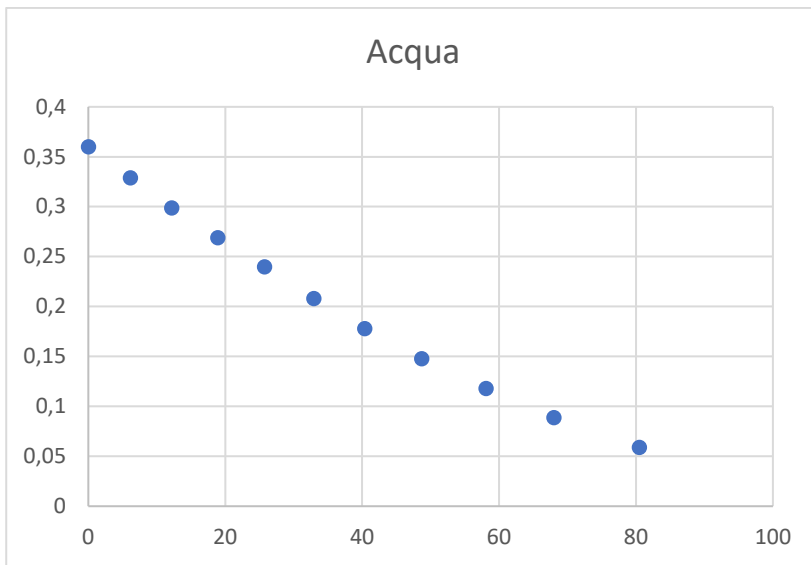
Le altezze riportate in tabella sono state misurate con una riga dalla tacca interessata al foro. Il loro errore è $\Delta h = 0,1 \text{ cm} = 0,001 \text{ m}$.

Come possiamo notare dai valori riportati, il liquido man mano che scende impiega più tempo per passare da una tacca all'altra. Questo si può vedere maggiormente nell'esperienza effettuata con l'olio.

I tempi dell'alcool sono simili a quelli dell'acqua: quasi identici fino ad altezza 0,269 m; iniziano poi a discostarsi, con un massimo di circa cinque secondi di differenza nell'ultima misura rilevata. Considerando che acqua e alcool percorrono la stessa distanza in tempi simili, è verosimile che la legge di Torricelli sia valida anche per l'alcool, che è un liquido con densità diversa dall'acqua ma con viscosità trascurabile.

I tempi dell'olio invece, notiamo come già dalla prima misura siano differenti da quelli dell'acqua, tanto che arriviamo ad avere una differenza di circa trenta secondi nell'ultima misura rilevata. Dunque per l'olio, che al contrario dell'alcool non ha una viscosità trascurabile, non è valida la legge di Torricelli.

Grafico: h-t, l'andamento risulta quadratico.



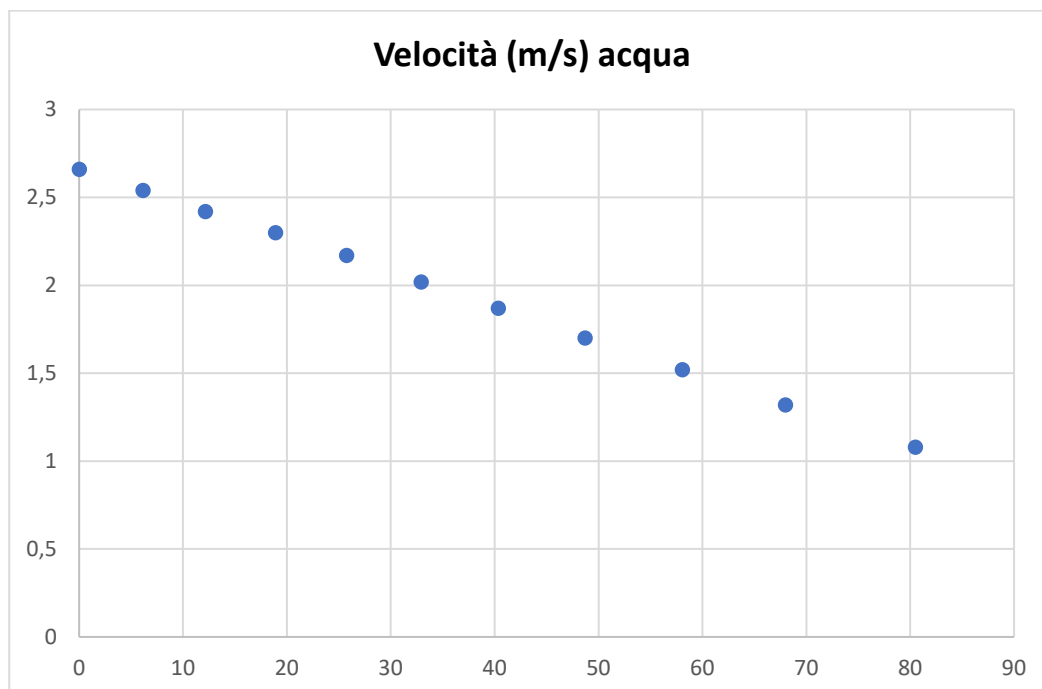
Una volta trovati i tempi di discesa procediamo con il calcolo della velocità e il suo errore di efflusso con le seguenti formule:

$$v = \sqrt{2gh} \quad \Delta v = \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta h}{h} \right) v$$

Riportiamo i risultati:

Altezze (m)	Velocità acqua (m/s)
h1 0,36	2,66 ± 0,00369
h2 0,329	2,54 ± 0,00386
h3 0.299	2,42 ± 0,00405
h4 0.269	2,3 ± 0,0043
h5 0.24	2,17 ± 0,0045
h6 0.208	2,02 ± 0,0049
h7 0.178	1,87 ± 0,00522
h8 0.148	1,7 ± 0,00576
h9 0.118	1,52 ± 0,0064
h10 0.089	1,32 ± 0,00742
h11 0.059	1,08 ± 0,00915

Grafico: velocità- tempo → andamento lineare



Determinazione della retta di regressione lineare

ACQUA

OUTPUT RIEPILOGO

Statistica della regressione	
R multiplo	0,999931
R al quadrato	0,999863
R al quadrato corretto	0,999848
Errore standard	0,006359
Osservazioni	11

ANALISI VARIANZA					
	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	1	2,654090562	2,654091	65626,04	1,07E-18
Residuo	9	0,000363984	4,04E-05		
Totale	10	2,654454545			

	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	Inferiore 95%	Superiore 95%
Intercetta	2,666165	0,00334622	796,7692	3,93E-23	2,658595	2,673734
Tempo (s)	-0,01976	7,71524E-05	-256,176	1,07E-18	-0,01994	-0,01959

retta di regressione lineare $\rightarrow v = 2,666165 - 0,0197 t$

(0,003207806) (7,00277E-05)

Il livello del liquido scende di moto rettilineo uniforme accelerato, **determiniamo l'accelerazione**: dalla retta di regressione lineare, ricavo il tempo di svuotamento. Avendo considerato per tutta l'esperienza il tratto h1-h11, e non l'efflusso fino al foro, poiché l'errore sarebbe stato elevato, impongo nella formula l'ultima velocità ricavata, $v = 1,08 \text{ m/s}$ e trovo t .

Le formule usate sono:

$$T = \sqrt{\frac{2h_0}{g}} \left(\frac{S_1}{S_2} \right)$$
 in cui sostituisco il tempo di svuotamento trovato con $v = 1,08 \text{ m/s}$ per ricavare il rapporto tra le sezioni del cilindro e del foro.

Per ricavare l'accelerazione: $a = -g \left[\frac{S_2}{S_1} \right]^2$

ACQUA

$v = 2,666165 - 0,01976 t$

Per trovare T di svuotamento pongo $V = 1,08 \text{ m/s}$

Sostituendo V alla formula trovo che $T = 80,3 \text{ s}$

$$a = -0,000112 \text{ m/s}^2$$

CONCLUSIONI

Alla fine di questa esperienza possiamo affermare che la legge di Torricelli è valida anche per quei liquidi, come l'alcool, la cui viscosità è trascurabile; non è valida per quei liquidi, come l'olio, la cui viscosità non è trascurabile. Notiamo inoltre che la densità non è un discriminante.