Relazione sulla legge di Boyle

Introduzione storica:

L'esperimento che ho effettuato è una riproduzione dell'esperimento condotto dal fisico e chimico irlandese Robert Boyle nel XVII secolo. Boyle è considerato uno dei fondatori della chimica moderna e ha contribuito significativamente alla comprensione dei gas. Nella sua ricerca, Boyle studiò il comportamento dei gas a diverse pressioni e volumi, cercando di stabilire una relazione matematica tra di essi. L'esperimento noto come "la legge di Boyle" o "legge dei gas in una isoterma" è una delle leggi fondamentali della fisica dei gas ideali.

Descrizione dell'esperimento:

Nell'esperimento di Boyle, ho utilizzato un tubo con vasi comunicanti contenenti mercurio. La parte sinistra del tubo è di vetro ed all’estremità ha un rubinetto per intrappolare una certa quantità di aria a pressione atmosferica, il cilindro di vetro è collegato ad un tubo di gomma trasparente contenente mercurio, il quale può essere innalzato o abbassato per variare il volume dell'aria intrappolata. Sollevando o abbassando il tubo di mercurio, ho ottenuto diverse misure di volume dell'aria intrappolata e della sua pressione, determinata dalla pressione atmosferica più o meno il dislivello di mercurio tra i menischi.

La trasformazione si può considerare isoterma poiché l'esperimento è stato condotto a temperatura costante. L'aria intrappolata all'interno del tubo è stata lasciata libera di scambiare calore con l'ambiente circostante senza alcun vincolo di riscaldamento o raffreddamento specifico. Questa condizione ha garantito che la temperatura dell'aria rimanesse costante durante l'esperimento, rendendo la trasformazione isoterma.

Risultati sperimentali:

Ho misurato la pressione atmosferica con un barometro digitale (*fig.*1) ed è risultata p_atm = 999 hPa ± 1 hPa, che può essere convertita in mmHg con un valore approssimato di 749.75 mmHg ± 0.8 mmHg. Questo valore relativamente basso della pressione atmosferica potrebbe essere attribuito al fatto che la giornata era nuvolosa. In condizioni nuvolose, la pressione atmosferica tende ad essere leggermente più bassa rispetto a giornate di alta pressione atmosferica e ciò potrebbe aver influenzato il risultato della misurazione.

figura1

I dati raccolti durante l'esperimento sono i seguenti:

1. V1 = 14 ml ± 1 ml, p1 = 1059 ± 2 mmHg *(fig 2)*

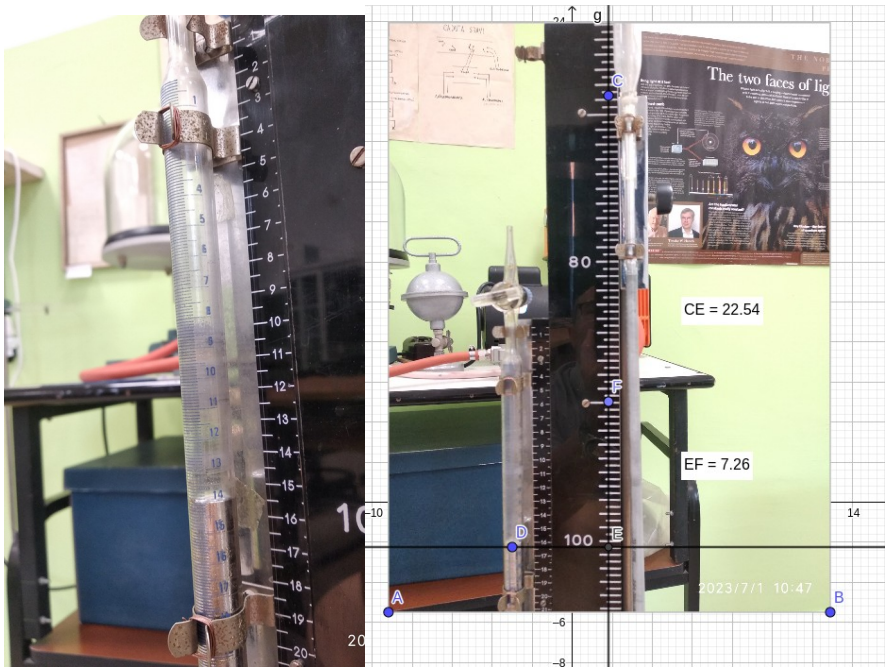


figure 2

2. V2 = 16 ml ± 1 ml, p2 = 934 ± 2 mmHg (*fig.3)*

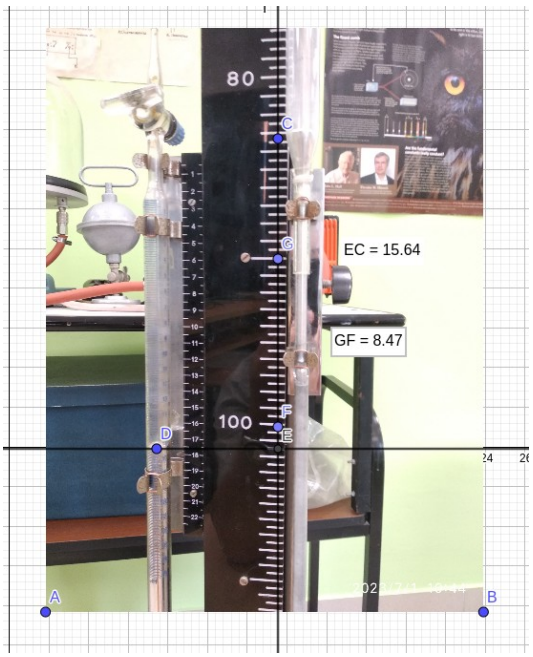


figura 3

3. V3 = 17 ml ± 1 ml, p3 = 880 ± 2 mmHg (*fig. 4*)

figura 4

4. V4 = 21 ml ± 1 ml, p4 = 700 ± 2 mmHg(*fig.5*)

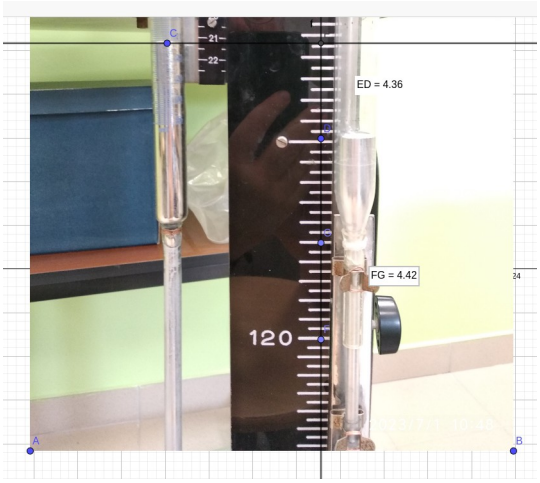


figura 5

Verifica della legge di Boyle:

Per verificare se l'esperimento è compatibile con la legge di Boyle, possiamo calcolare il prodotto p*V per ciascuna coppia di dati e poi confrontare i risultati con gli errori relativi.

Calcolo dell'errore:

Per calcolare correttamente gli errori percentuali e gli scarti, è necessario prendere in considerazione la propagazione degli errori attraverso il prodotto P*V.

La propagazione degli errori tiene conto di come le incertezze nelle misurazioni influenzano le grandezze calcolate, come nel caso del prodotto P*V.

Per calcolare la propagazione degli errori nel prodotto P*V, utilizziamo il seguente metodo:

Prendiamo i primi due dati: V1= 14 ml ± 1ml. V1 ha un errore relativo di 0.07, poi c'è p1 =749 +310 =1059 ± 2 mmHg. p1 ha un errore relativo di 0.002. Quindi p_1*V_1= 14826 ml*mmHg con un errore relativo di 0.072 cioè del 7%.

Il 7% di 14826 *ml*mmHg è 1038 *ml*mmHg quindi il dato corretto per il prodotto è 1.5 10^4 *ml*mmHg ± 0.1*10^4 ml*mmHg.

Quindi P1*V1 = 14 ml * 1053 mmHg = 14,742 ml*mmHg ≈ 1,5 10^4 ± 0.1 10^4 *ml*mmHg

Allo stesso modo si ricavano i dati seguenti:

P2*V2 = 16 ml * 934 mmHg ≈ 1,5 10^4 ± 0.1 10^4 *ml*mmHg Errore relativo percentuale per P2*V2 ≈ 7% (0.07)

P3*V3 = 17 ml * 880 mmHg ≈ 1,5 10^4 ± 0.1 10^4 *ml*mmHgg Errore relativo percentuale per P3*V3 ≈ 7% (0.07)

P4*V4 = 21 ml * 700 mmHg ≈ 1,5 10^4 ± 0.1 10^4 *ml*mmHg Errore relativo percentuale per P4*V4 ≈ 7% (0.07)

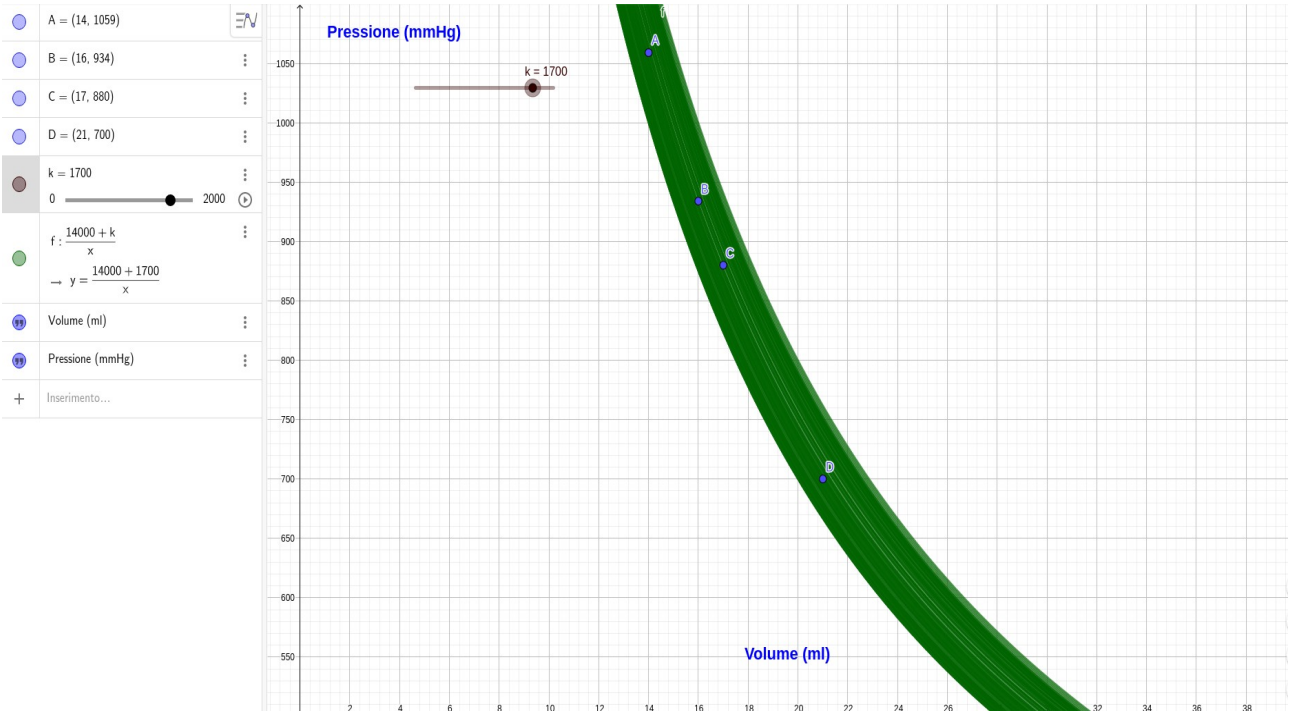
Poiché tutti i prodotti p*V hanno un errore relativo percentuale simile (circa 7%), possiamo concludere che i dati sperimentali sono in accordo con la legge di Boyle. La costante proporzionale tra pressione e volume dell'aria intrappolata è stata confermata con un errore relativo percentuale consistente.

Conclusione:

L'esperimento di Boyle che ho effettuato ha fornito dati sperimentali coerenti con la legge di Boyle, che descrive il comportamento dei gas a temperatura costante. La trasformazione è stata considerata isoterma poiché è stata condotta a temperatura costante. I risultati ottenuti sono stati confrontati con gli errori relativi percentuali, dimostrando una buona compatibilità con la legge teorica. Possiamo quindi concludere che la pressione per volume dell'aria intrappolata è in buon accordo con la costante proporzionale tipica di una trasformazione isoterma. Il risultato sperimentale è stato verificato come attendibile e coerente con la legge di Boyle.

Immagine del grafico sul piano di Clapeyron:

Ecco il grafico che rappresenta i quattro punti (V_1, P_1), (V_2, P_2), (V_3, P_3), e (V_4, P_4) e la legge di Boyle, che forma una serie di curve, se consideriamo l'errore assoluto sul prodotto PV:



Marco Calvani e ChatGPT