

Llei de Boyle

Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

- 1/4 hora per a l'experimentació.
- 1/2 hora per respondre el qüestionari

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de 1er de Batxillerat

Orientacions metodològiques

La funció que indica la relació entre la pressió i el volum d'una massa d'aire, és una equació potencial: $P = k \cdot V^{-1}$. És un tipus d'equació que possiblement l'alumnat encara no hagin estudiat, per això, seria convenient que en aquest punt l'orientéssiu.

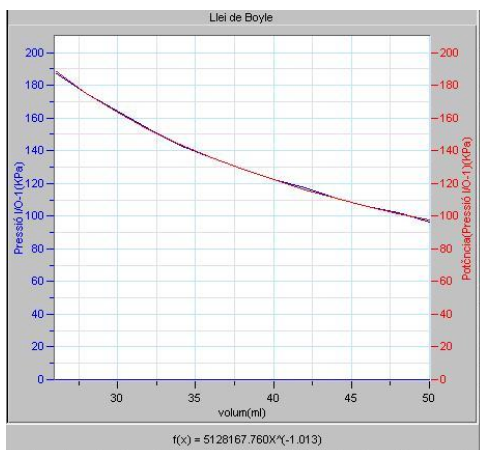
Orientacions tècniques

- El sensor de pressió ve calibrat de fàbrica, no cal tornar-lo a calibrar per aquesta experiència. En cas necessari, en el manual s'indica la forma de calibrar-lo.
- És important comprovar que no hi hagi pèrdues d'aire en el conjunt del sensor i la xeringa.
- Es podria realitzar l'experiència a partir d'un volum inicial petit i augmentar-lo successivament.

Conclusions

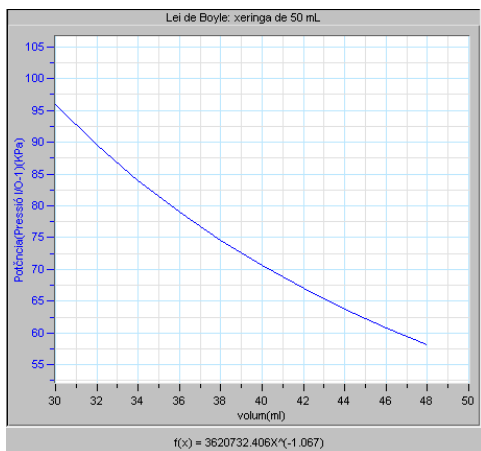
Resultats esperats

El gràfic correspon a la compressió del gas d'una xeringa de 50 mL, inicialment a la pressió atmosfèrica, des d'un volum de 50 mL fins a 26 mL, amb increments de 2 mL.



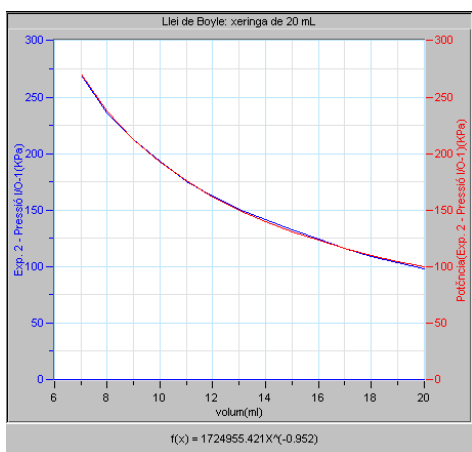
L'equació surt: $P = 5,1 \cdot 10^6 V^{-1.013}$ (Pa)
L'exponent $-1,013$ s'aproxima bastant al valor esperat de -1

El gràfic correspon a l'expansió del gas d'una xeringa de 50 mL, inicialment a la pressió atmosfèrica, des d'un volum de 30 mL fins a 48 mL, amb increments de 2 en 2 mL:



L'equació surt: $P = 3,6 \cdot 10^6 V^{-1.067}$ (Pa)
L'exponent -1,067 és bastant proper al valor esperat de -1

El gràfic correspon a la compressió del gas d'una xeringa de 20 mL, inicialment a la pressió atmosfèrica, des d'un volum de 20 mL fins a 7 mL, amb increments d'1 en 1 mL:



L'equació surt: $P = 1,7 \cdot 10^6 V^{-0.952}$ (Pa)
L'exponent -0,952 és bastant proper al valor esperat de -1

Respostes al qüestionari

2. Els gràfics mostren que la pressió de l'aire és inversament proporcional al volum en les condicions de l'experiència, temperatura constant i per a una quantitat determinada d'aire. Una altra forma de verificar això és dibuixar la gràfica de la inversa de la pressió en funció del volum i comprovar que surt una recta.

La teoria cinètica de la matèria explica la relació de proporcionalitat inversa entre la pressió i el volum (Llei de Boyle):

Si es manté constant la quantitat de gas i la temperatura, en disminuir el volum, com que l'energia cinètica mitjana de les molècules és la mateixa, xocaran major nombre de vegades per unitat de temps i de superfície contra les parets del recipient i augmentarà la pressió.

3. La constant de proporcionalitat corresponent a la compressió de l'aire d'una xeringa de 50 mL, inicialment a la pressió atmosfèrica, des d'un volum de 50 mL fins a 26 mL, amb increments de 2 mL és:

$$k = 5128167,780 \text{ Pa mL}$$

El programa expressa la pressió en Pa. Per expressar-la en el SI i amb les xifres significatives adients:

$$k = 5,1 \times 10^6 \text{ Pa mL} = 5,1 \times 10^6 \times 10^{-6} \text{ Pa m}^3 = 5,1 \text{ J}$$

4. La constant de proporcionalitat depèn de la temperatura i de la quantitat de gas. Si la temperatura es manté constant en totes les experiències, i utilitzeu una xeringa diferent o partiu d'un altre volum inicial de gas, varia la quantitat de gas i per tant la constant canviarà.

$$PV = nRT; \quad PV = k;$$

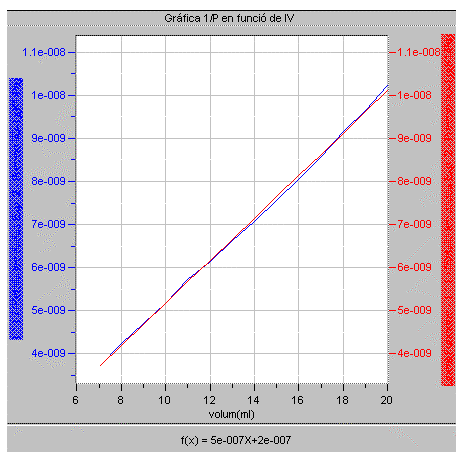
$$k = nRT$$

A T constant k és directament proporcional al nombre de mols d'aire contingut a la xeringa.

5. Per determinar la quantitat d'aire que conté la xeringa:
 $PV = nRT = k$, si mesureu la temperatura del gas, podeu trobar el número de mols de gas n .

A l'experiència $T = 24,6 \text{ }^\circ\text{C}$; $n = k/RT = 5,1/8,3 \times 297,6 = 0,0021 \text{ mol}$
 $m(\text{aire}) = 0,0021 \text{ mol} \times 28,96 \text{ g/mol} = 0,061 \text{ g}$

6. De fet, s'hauria de tenir en compte el volum del tub, i afegir el seu valor al volum inicial de gas. Es podria determinar a partir de la gràfica que representa la inversa de la pressió en funció del volum: $1/P = V(\text{xeringa})/k + V(\text{tub})/k$.



El gràfic correspon a la compressió de l'aire d'una xeringa de 20 mL inicialment a la pressió atmosfèrica, des d'un volum de 20 fins a 6 mL. L'equació de la inversa de la pressió en funció del volum és:

$$1/P = 5 \cdot 10^{-7} V + 2 \cdot 10^{-7}$$

$$1/k = 5 \cdot 10^{-7}$$

$$V(\text{tub})/k = 2 \cdot 10^{-7}$$

$$V(\text{tub}) = 2 \cdot 10^{-7} k = 0,4 \text{ mL}$$

El volum del tub és de valor pràcticament negligible.

7. Les fonts principals d'error en aquesta experiència són:
- que en el conjunt del sensor i la xeringa hi hagi pèrdues d'aire
 - no ajustar correctament el volum del gas amb l'èmbol
 - deprecisar el volum del gas que conté el tub que uneix el sensor a la xeringa, sobretot en les posicions en què el volum del gas a la xeringa és petit tant a la compressió com a l'expansió.