



Deducció experimental de les lleis dels gasos.

Lluís Nadal i Balandras.

Ma. Teresa Morató i Rexach.

(Centre de Documentació i Experimentació de Ciències).

1) Variació de la pressió amb el volum a temperatura constant (Llei de Boyle-Mariotte).

Es connecta, mitjançant un tros de tub de PVC flexible (amb un tub de goma no es pot comprimir tant per què salta), un manòmetre de 0-1,6 kp/cm<sup>2</sup> a una xeringa de plàstic graduada de 60 cm<sup>3</sup> (figura 1). Abans de fer la connexió, s'estira l'èmbol fins a la posició de 60 cm<sup>3</sup>. Després es va comprimint l'èmbol per tal d'anar obtenint increments de pressió de 0,1 kg/cm<sup>2</sup> i es llegeix el volum corresponent. El manòmetre no mesura la pressió absoluta sinó relativa de manera que a cada valor de pressió se li ha de sumar 1 kp/cm<sup>2</sup> (aproximadament la pressió atmosfèrica normal). Un gràfic de la pressió (en kp/cm<sup>2</sup>) respecte al volum (en cm<sup>3</sup>) dona una línia corba. En canvi si es representa l'inversa de la pressió, s'obté una línia recta (figura 2).

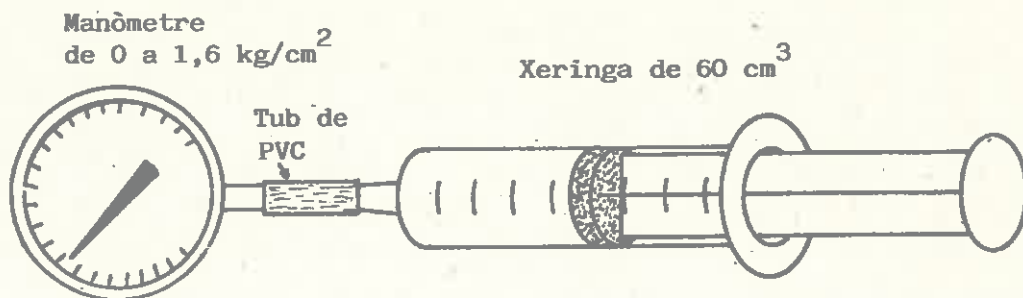


figura 1

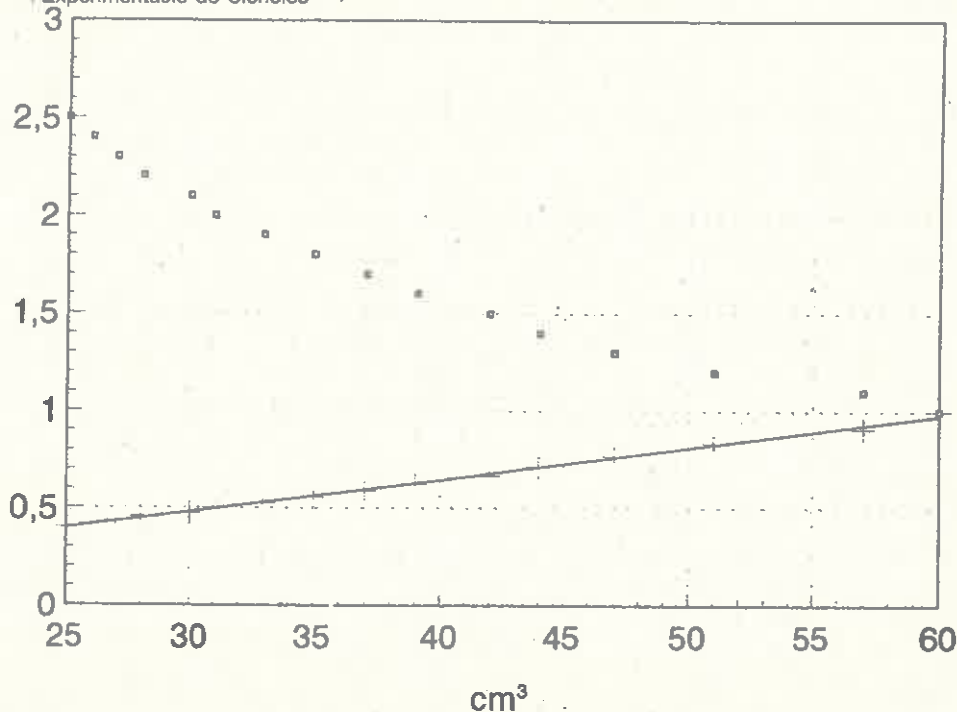


figura 2

**Conclusió:**

A temperatura constant, el volum és inversament proporcional a la pressió:

$$V = \frac{k_1}{P} \quad \text{o bé} \quad PV = k_1, \quad \text{a temperatura constant}$$

**2) Variació de la pressió amb la temperatura a volum constant (lei de Charles-Gay-Lussac).**

S'introdueix el tub del manòmetre anterior en un tap de goma que ajusti en un matràs de 250 cm³ posat en un bany d'oli (o millor oli de silicona) d'uns 100C cm³ (figura 3). S'introdueix un termòmetre en el bany, s'escalfa, s'agita continuament amb el mateix termòmetre i cada cop que la pressió augmenti en 0,05 kp/cm² (no li cal sumar la pressió atmosfèrica), es llegeix la temperatura fent una taula. Després es fa una altra taula calculant els increments de pressió i els increments de temperatura.

Un gràfic dels increments de pressió (en kp/cm²) en funció dels increments de temperatura (en °C), dona una línia recta que passa aproximadament per l'origen. (figura 4).



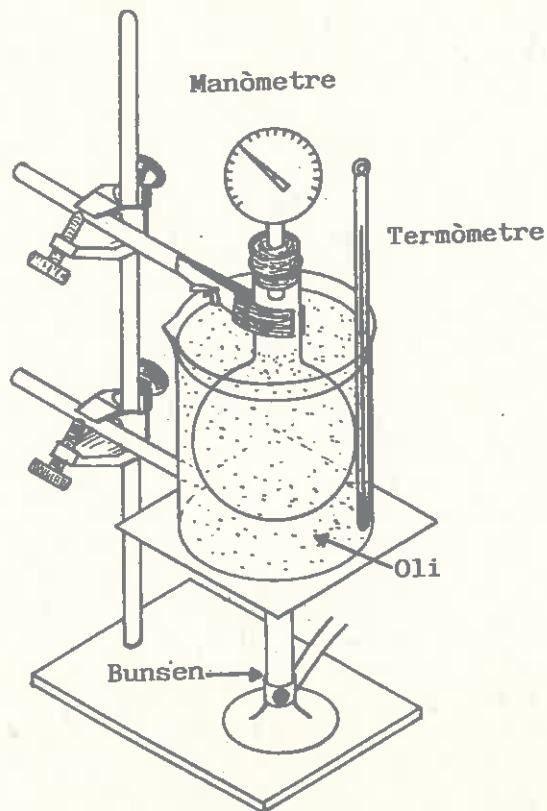


figura 3

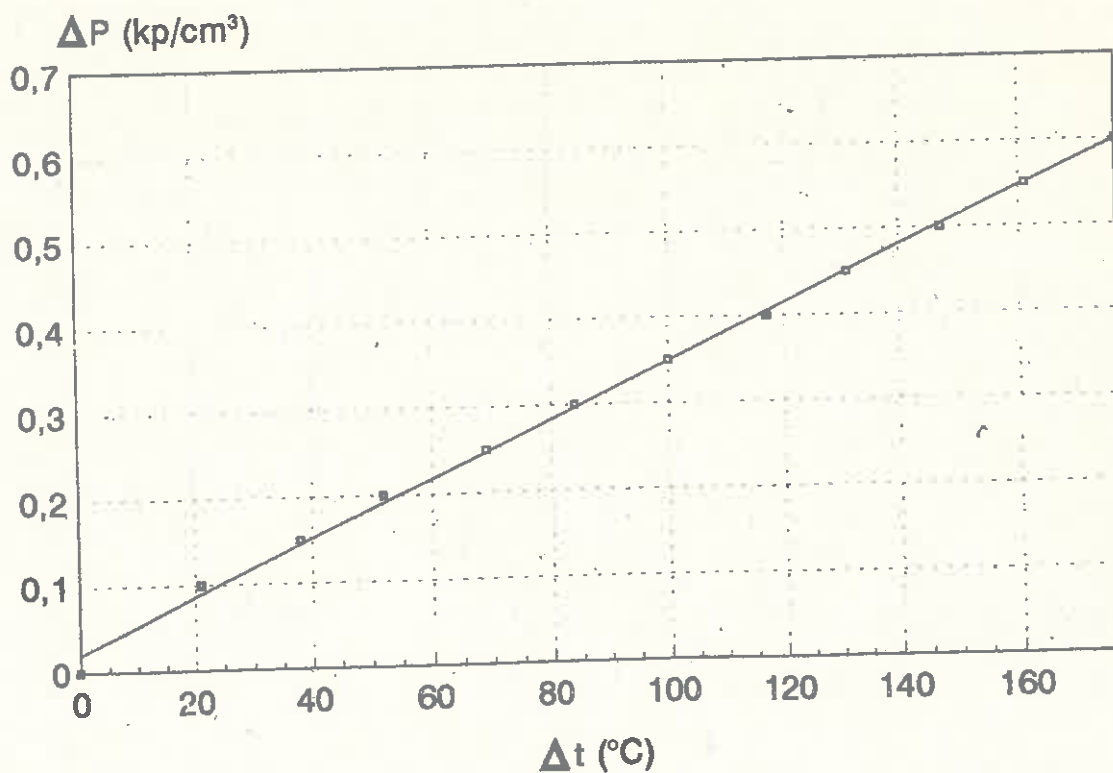


figura 4

### Conclusió:

A volum constant, els increments de pressió són proporcionals als increments de temperatura:

$$\Delta P = k_2 \Delta t, \text{ a volum constant}$$

### 3) Variació del volum amb la temperatura a pressió constant.

S'introdueix un matràs de 100 cm<sup>3</sup> en un vas de precipitats de 1000 cm<sup>3</sup>, ple d'oli (millor d'oli de silicona). També es pot utilitzar un matràs de 250 cm<sup>3</sup> en un bany d'aigua. Es connecta el matràs a una bureta de 50 cm<sup>3</sup>, plena d'aigua. La bureta es connecta per l'altre extrem a un embut per a poder anivellar el líquid de manera que el gas estigui sempre a la pressió atmosfèrica (figura 5).

Es comença a escalfar i es llegeix la temperatura cada 5 cm<sup>3</sup> d'increment en el nivell de la bureta (el nivell de l'embut s'ha d'haver posat al nivell on es vol fer la lectura). Es fa una taula volum-temperatura i després es calcula la taula increment de volum-increment de temperatura.

Un gràfic de l'increment de volum (en cm<sup>3</sup>) en funció de l'increment de temperatura (en °C), dona una línia recta que passa aproximadament per l'origen (figura 6).

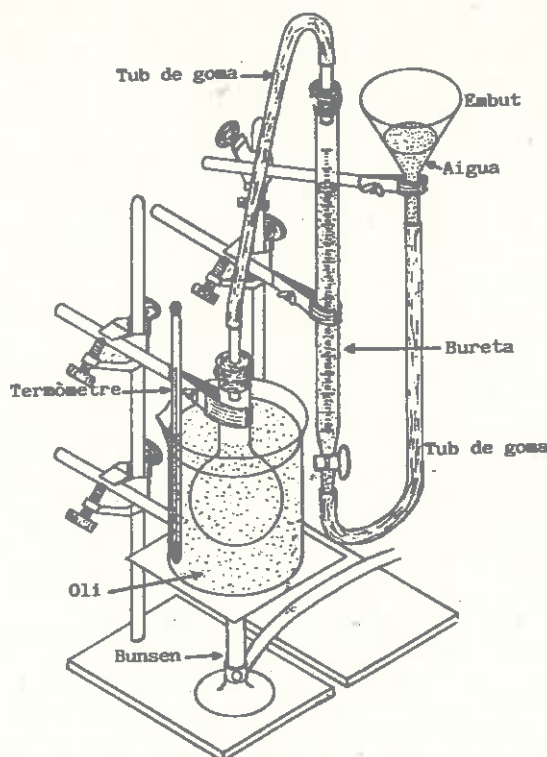


figura 5

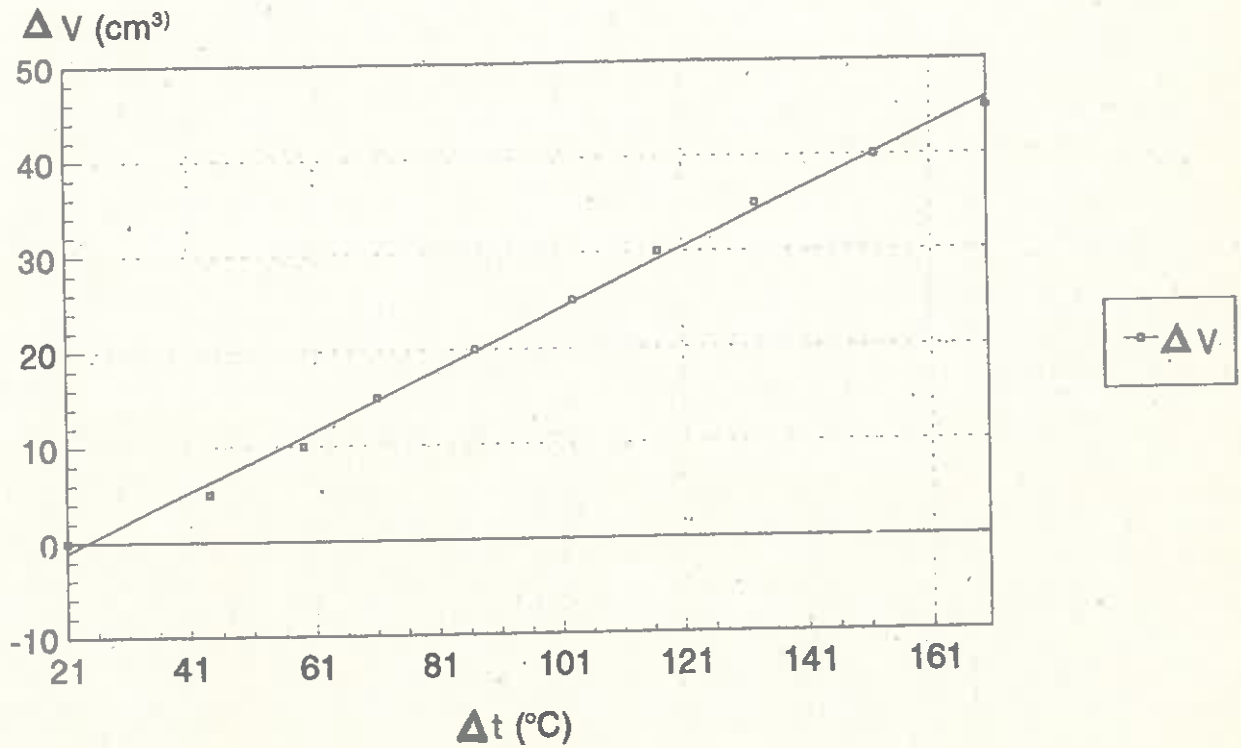


figura 6

**Conclusió:**

L'increment de volum és proporcional a l'increment de temperatura a pressió constant:

$$\Delta V = k_3 \Delta t, \text{ a pressió constant.}$$

Les dues darreres equacions es poden escriure:

$$P_2 - P_1 = k_2 (t_2 - t_1)$$

$$V_2 - V_1 = k_3 (t_2 - t_1)$$



#### 4) Deducció de l'equació dels gasos ideals.

El zero de temperatura Celsius, es va escollir arbitràriament a la temperatura en que comença a solidificar l'aigua transformant-se en gel, és doncs una escala relativa. Si el zero de l'escala s'agafa a la temperatura més baixa possible, es tindrà una escala absoluta. A aquesta temperatura més baixa possible (anomenada el zero absolut), un gas idealment no tindria volum i la seva pressió seria nul·la.

Utilitzant temperatures absolutes (Kelvin) les equacions anteriors quedaràn de la mateixa manera amb  $T_2$  i  $T_1$  en comptes de  $t_2$  i  $t_1$ . Si  $T_1 = 0$ , tindrem segons s'ha dit:  $P_1 = 0$ ,  $V_1 = 0$ . Ens quedarà:

$$P_2 = k_2 T_2 \quad V_2 = k_3 T_2 \quad P_2 V_2 = k_1$$

Multiplicant les darreres equacions:

$$P_2^2 V_2^2 = k_1 k_2 k_3 T_2^2$$

traient l'arrel quadrada als dos membres de l'equació, quedarà:

$$\frac{P_2 V_2}{T_2} = k$$

i en general:

$$\frac{PV}{T} = k$$

Aquesta equació combina els resultats dels tres experiments que s'han fet, però cal tenir en compte que ara la temperatura és la temperatura Kelvin que s'obté sumant 273 a la temperatura Celsius:  $K = ^\circ C + 273$ .

El mètode descrit en l'apartat 3, no es bo per a determinar quantitativament el coeficient de dilatació de l'aire amb la temperatura. Les principals causes poden ser que part del gas no és dintre el bany i que quan es llegeix la temperatura el gas del matràs no ha arribat a l'equilibri tèrmic amb el bany.