

UNITAT 3. LES LLEIS DELS GASOS.

1. ELS GASOS I LA PRESSIÓ ATMOSFÈRICA.

A la naturalesa existeixen substàncies molt importants que es troben habitualment en estat gas, com l'aire, el gas natural o el diòxid de carboni. Les seues característiques són molt diferents de les dels sòlids i els líquids, i el seu estudi es va iniciar al segle XVII.

Quan s'introdueix un gas en un recipient, les seues partícules, en continu moviment, ocupen tot l'espai disponible. Es diu, per això, que els gasos tenen la forma i el volum del recipient en el qual es troben.

La massa d'un sòlid es pot mesurar fàcilment amb una balança, i en els líquids podem saber el volum utilitzant una proveta. En canvi, resulta difícil mesurar directament la quantitat de gas que hi ha en un recipient. La major part de les vegades, la quantitat d'un gas es determina de forma indirecta mesurant el volum del recipient on es troba, la temperatura a la qual es troba i la pressió que exerceix.

- El **volum** del recipient es pot mesurar en litres (L) o mil·lilitres (mL). Al SI es mesura en m^3 i és freqüent utilitzar múltiples i submúltiples, com el dm^3 o el cm^3 .

$$1 m^3 = 10^3 L \qquad 1 dm^3 = 1 L \qquad 1 cm^3 = 1 mL$$

- Per mesurar la **temperatura** s'utilitza un termòmetre. Habitualment s'usa l'escala Celsius ($^{\circ}C$), encara que la unitat del SI és el Kelvin (K), que correspon a l'escala absoluta de temperatures. L'equivalència entre les dos escales és:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

- La **pressió** es mesura en un aparell anomenat manòmetre. La unitat del SI per a la pressió és el pascal (Pa), encara que als estudis de gasos es més freqüent utilitzar com unitat l'atmosfera (atm) o el mil·límetre de mercuri (mmHg).

$$1 atm = 760 mmHg = 101325 Pa$$

ACTIVITATS

1. Expressa en Kelvin (K) les següents temperatures:

- a) $100^{\circ}C$ b) $-273^{\circ}C$ c) $35^{\circ}C$ d) $-10^{\circ}C$

2. Expressa en litres (L) els següents volums.

- a) 250 mL b) $0,03 m^3$ c) $50 cm^3$ d) $6 m^3$

3. Expressa els següents volums en unitats del SI.

- a) 7500 mL b) 2,5 L c) $125 cm^3$ d) $0,5 dm^3$

1.1. La pressió atmosfèrica.

Anomenem pressió atmosfèrica a la pressió que exerceix l'aire.

L'aire està present a qualsevol lloc, però la seua presència és tan habitual que no el sentim si no es mou (el vent). No obstant, la pressió que exerceix és responsable d'alguns fenòmens curiosos que podem analitzar.

Experimentar con la presión atmosférica

El líquido alcanza el mismo nivel dentro de la pajita que en el vaso.



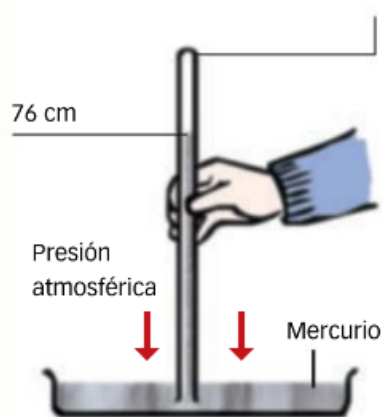
Al succionar, desaparece el aire dentro de la pajita y, con ello, la presión que ejerce. La presión atmosférica sobre la superficie del refresco empuja al líquido hasta nuestra boca.



Presión atmosférica

La presión atmosférica impide que se caiga el papel y, en consecuencia, el agua que hay en su interior.

El científico italià Evangelista **Torricelli** (1608-1647) va mesurar la pressió que exerceix l'atmosfera a nivell del mar.



La atmósfera ejerce la misma presión que una columna de mercurio de 76 cm de alto.

Experiencia de Torricelli.

Introdujo mercurio en una cubeta y llenó de mercurio un tubo que luego invirtió de forma que sus bordes quedasen sumergidos en el mercurio de la cubeta. Cualquiera que fuese la longitud del tubo, el mercurio de su interior solo alcanzaba una altura de 76 cm por encima del nivel del líquido en la cubeta.

Va concloure que la pressió que exerceix l'atmosfera és la mateixa que exerceix una columna de mercuri de 76 cm d'altura (760 mm). A eixa quantitat de pressió la va anomenar 1 atmosfera (1 atm).

Avui l'atmosfera s'utilitza com unitat per mesurar pressions.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa}$$

ACTIVITATS

- Reescriu este text expressant les temperatures en kelvin, el volum en m^3 i la pressió en atmosferes.

A Espanya, les temperatures mitjanes oscil·len entre els 15 °C i els 40 °C, i les precipitacions mitjanes anuals van des dels 800 L/m² al nord als 300 L/m² a la regió de Murcia.

La pressió atmosfèrica és un factor determinant del temps atmosfèric. A l'hivern de 1989 es va detectar a la Vall de l'Ebre una pressió de 783 mmHg, que va ocasionar temperatures anormalment elevades.

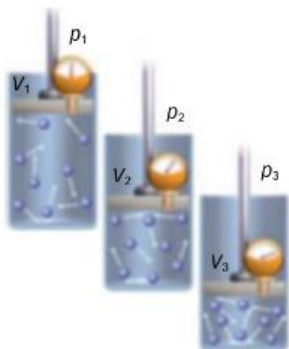
2. LES LLEIS DELS GASOS.

2.1. Variació de la pressió amb el volum a temperatura constant. Llei de Boyle-Mariotte.

Al llarg del segle XVII, Robert Boyle (1627-1691) a Anglaterra i Edmé Mariotte (1620-1684) a França estudiaren les variacions que experimentava la pressió del gas tancat en un recipient quan es modificava el volum del mateix i es mantenia constant la temperatura.

Experiència de Boyle-Mariotte

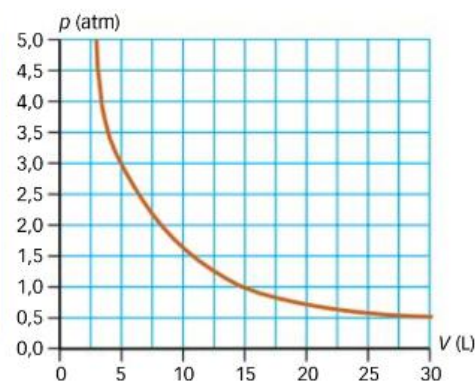
Subint o baixant el èmbol, variem el volum i leem la pressió en el manòmetre.



Debem assegurar-nos de que la temperatura permanezca constant. Completa en tu quadern la taula.

Finalment, representa los dats en una gràfica. Mostrarà un aspecte paregut al de la següent.

V (L)	p (atm)	p · V
30	0,5	15
15	1,0	...
10	1,5	...
7,5	2,0	...
6,0	2,5	...
5,0	3,0	...
3,0	5,0	...



- A major volum, menor és la pressió, i viceversa.
- En cada cas, el producte de la pressió per el volum és constant.
- La gràfica de la pressió front al volum és una hipèrbola.

És a dir, **P i V son magnituds inversament proporcionals.**

Llei de Boyle-Mariotte. Quan un gas experimenta transformacions a temperatura constant, el producte de la pressió que exerceix pel volum que ocupa es manté constant.

$$P \cdot V = \text{constant} \rightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

ACTIVITATS

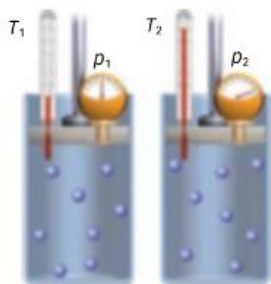
- En un recipient de 500 mL tenim un gas que exerceix una pressió de 650 mmHg quan la seua temperatura és de 80 °C. Quin serà el seu volum si la pressió és de 1,25 atm i no varia la temperatura?
- En un recipient de 5 L s'introdueix gas oxigen a la pressió de 4 atm, quina pressió exercirà si dupliquem el volum del recipient sense que varie la seua temperatura? Quin serà el volum que ocupa el gas si la pressió es triplica?

2.2. Variació de la pressió amb la temperatura a volum constant. Llei de Gay-Lussac.

Al segle XIX, el químic francès Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) va estudiar les variacions que experimentava la pressió d'un gas quan es modificava la temperatura sense variar el seu volum.

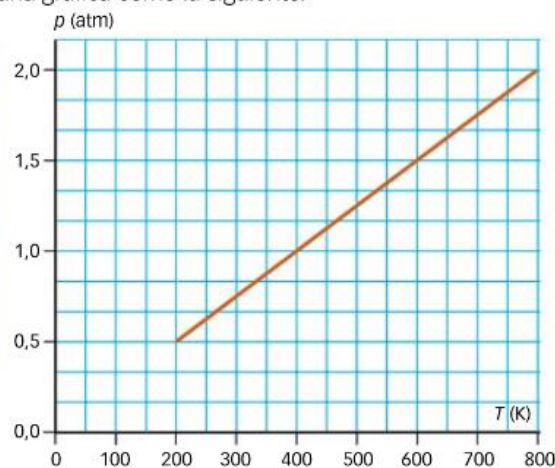
Experiència de Gay-Lussac

Como el volumen debe permanecer constante, fijamos el émbolo del cilindro. Calentamos o enfriamos el recipiente para que varíe la temperatura del gas y leemos la presión resultante en el manómetro.



Completa en tu cuaderno la tabla. Finalmente, representa los datos en una gráfica. Obtendrás una gráfica como la siguiente.

p (atm)	T (K)	p/T
0,5	200	$2,5 \cdot 10^{-3}$
0,8	320	...
1,0	400	...
1,3	520	...
1,5	600	...
1,8	720	...
2,0	800	...



- A major pressió, major és la temperatura, i viceversa.
- El quocient entre la pressió i la temperatura absoluta és constant.
- La representació gràfica de la pressió front a la temperatura absoluta és una recta que passa per l'origen de coordenades (0,0).

És a dir, **P i T són magnituds directament proporcionals.**

Llei de Gay-Lussac. Quan un gas experimenta transformacions a volum constant, el quocient entre la pressió que exerceix i la seua temperatura absoluta es manté constant.

$$\frac{P}{T} = constant \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

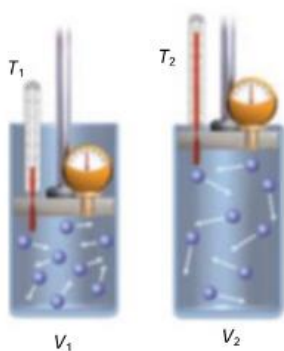
ACTIVITATS

- En un recipient de 500 mL tenim un gas que exerceix una pressió de 650 mmHg quan la seua temperatura és de 80 °C. Quina serà la seua temperatura si la pressió és de 1,25 atm i no varia el volum?
- En un recipient de 5 L s'introdueix gas oxigen a 4 atm i 27 °C. Quina serà la seua pressió si la temperatura passa a ser de 127 °C sense que varíe el volum?
- Un gas exerceix una pressió de 2 atm a 0 °C. Quina serà la seua temperatura a 4 atm si no varia el volum?

2.3. Variació del volum amb la temperatura a pressió constant. Llei de Charles.

Altre científic francès, Jacques Alexandre Charles (1746-1823) va analitzar les variacions que experimentava el volum d'un gas quan canviava la seua temperatura i es mantenia constant la pressió. Charles va realitzar mesures en globus aerostàtics i va arribar a conclusions que més tard va confirmar Gay-Lussac.

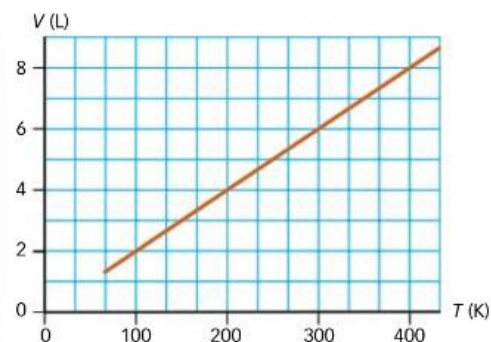
Experiència de Charles



Calentamos o enfriamos el recipiente para que varíe la temperatura del gas. Modificamos el volumen para que el manómetro indique siempre la misma presión.

Completa en tu cuaderno la tabla. Finalmente, representa los datos en una gráfica. Obtendrás una figura parecida a la siguiente.

V (L)	T (K)	V/T
2	100	0,02
3	150	...
4	200	...
5	250	...
6	300	...
7	350	...
8	400	...



- A major volum, major és la temperatura, i viceversa.
- El quocient entre el volum i la temperatura absoluta és constant.
- La representació gràfica del volum front a la temperatura absoluta és una recta que passa per l'origen de coordenades (0,0).

És a dir, **V i T són magnituds directament proporcionals.**

Llei de Charles. Quan un gas experimenta transformacions a pressió constant, el quocient entre el volum del gas i la seua temperatura absoluta es manté constant.

$$\frac{V}{T} = constant \rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

ACTIVITATS

- En un recipient de 500 mL tenim un gas que exerceix una pressió de 650 mmHg a 80 °C. Quina serà la seua temperatura si la pressió no varia i el volum arriba a ser de 2,5 L?
- En un recipient de 5 L s'introdueix gas oxigen a 4 atm i s'observa que la temperatura és de 27 °C. Quin volum ocuparà a -27 °C si la pressió no varia?
- Un gas ocupa un volum de 5 L a 0 °C. Quina serà la seua temperatura si el volum del recipient arriba a ser de 10 L sense que varíe la pressió?
- Un gas ocupa 250 cm³ a 27 °C. A quina temperatura ocuparà un volum de 1,5 L si la seua pressió es manté constant?

2.4. Lleis dels gasos ideals.

Relacionant les tres lleis dels gasos estudiades es pot deduir una expressió que relaciona la pressió, el volum i la temperatura d'un gas en un estat amb els seus valors en qualsevol altre estat.

Aquesta equació s'anomena **equació general dels gasos ideals**.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

L'equació dels gasos ideals engloba les tres lleis experimentals:

Llei de Boyle-Mariotte	Llei de Gay-Lussac	Llei de Charles
Transformacions a: $T = \text{constant} \rightarrow T_1 = T_2$ $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_{\mp}} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_{\mp}}$ $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$	Transformacions a: $V = \text{constant} \rightarrow V_1 = V_2$ $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	Transformacions a: $P = \text{constant} \rightarrow P_1 = P_2$ $\frac{P_{\mp} \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_{\mp} \cdot V_2}{T_2}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

ACTIVITATS

14. En un recipient de 500 mL tenim un gas que exerceix una pressió de 650 mmHg quan la seua temperatura és 80 °C. Quina serà la seua temperatura si el manòmetre marca una pressió d'1,25 atm i el volum arriba a ser de 1,15 dm³?
15. En un recipient de 15 L s'ha introduït un gas a 50 °C que exerceix una pressió de 2 atm. Determina quin serà ara el volum del recipient si l'escalfem fins a 100 °C i deixem que la pressió arribe a 3 atm.
16. Un gas que ocupa un volum de 20 L i exerceix una pressió de 3 atm es troba a 27 °C. A quina temperatura es trobarà si el volum del recipient es redueix a 8 L i passa a exercir una pressió de 5 atm?
17. Una petita bombona de 750 cm³ conté diòxid de carboni que exerceix una pressió de 1000 mmHg a la temperatura de 30 °C. Quina pressió exercirà si tot el gas es passa a una bombona de 3 L i es deixa que arribe a una temperatura de 100 °C?

3. LA TEORIA CINÈTICA DELS GASOS.

Ja hem estudiat com la teoria cinètica permet explicar les propietats que observem als diferents estats d'agregació de la matèria. Esta teoria va sorgir al segle XIX com a resultat dels treballs dels científics James C. Maxwell (1831-1879) i Ludwig E. Boltzman (1844-1906) per explicar el comportament dels gasos.

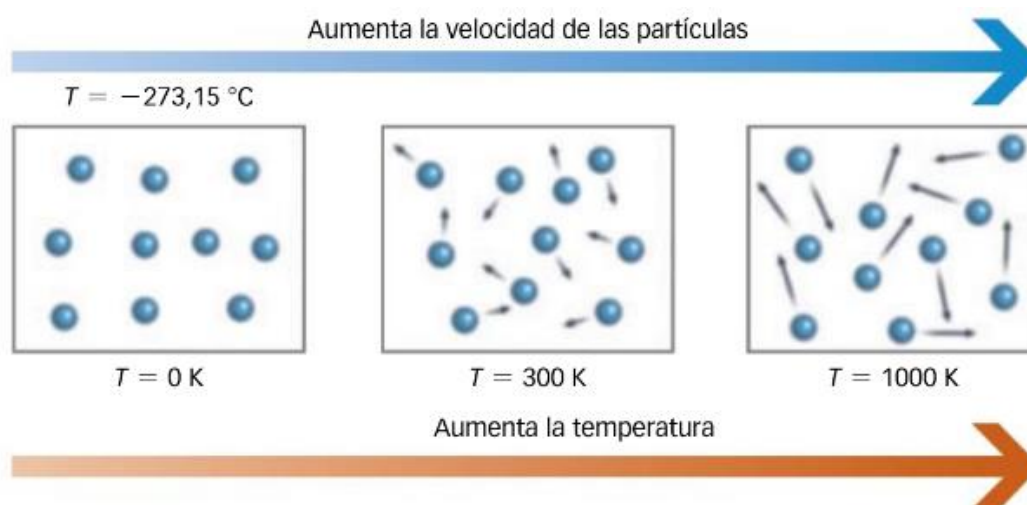
La **teoria cinètica** suposa que els gasos:

- Estan formats per **partícules molt menudes** que estan separades unes d'altres. El volum de les partícules és molt menor que el volum del recipient. Podem suposar que cada partícula es mou per tot el volum del recipient.
- **No existeixen forces d'unió** entre els partícules d'un gas. Per això es mouen amb total llibertat.
- Les partícules del gas es mouen en **línia recta**. Sols canvien de direcció quan xoquen contra altra partícula o contra les parets. Després del xoc, les partícules es mouen en altra direcció, però amb la mateixa rapidesa.
- La **pressió** que exerceix el gas és una mesura del nombre de xocs per segon de les seues partícules contra les parets del recipient.
- La **temperatura absoluta** del gas és proporcional a la **velocitat** de les partícules que el formen: a major velocitat, major serà la seua temperatura.

3.1. El cero absolut.

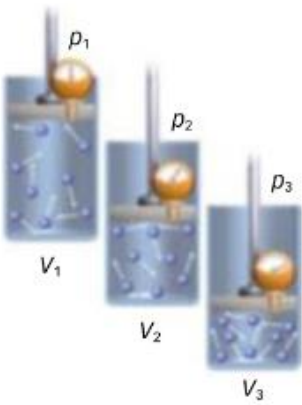
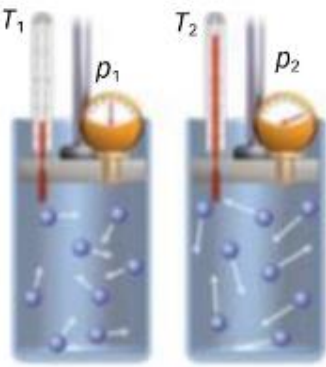
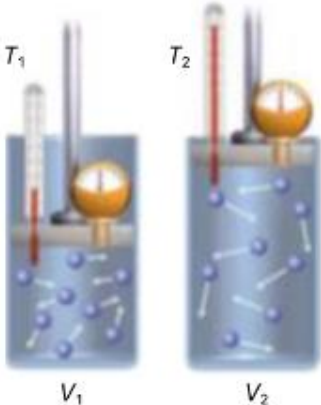
La teoria cinètica diu que la temperatura d'un gas es més elevada quan les partícules es mouen amb major velocitat. Si les partícules del gas es mouen més a poc a poc, la temperatura disminueix. Arribarà un moment en el qual les partícules no es mouen, aleshores la temperatura no podrà baixar més.

L'escala kelvin de temperatures s'inicia en el cero absolut, que és la temperatura a la qual les partícules dels gasos no es mouen. És la temperatura més baixa possible, i equival a $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$.



3.2. La teoria cinètica i les lleis dels gasos.

La teoria cinètica permet explicar les lleis dels gasos que foren descobertes experimentalment.

Llei de Boyle-Mariotte	
	<p style="text-align: center;">$T = constant$ $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$</p> <p>La temperatura es manté constant perquè la velocitat a la que es mouen les partícules del gas no canvia. Si disminueix el volum del recipient, les partícules arriben abans a les parets. Aleshores augmenta el nombre de xocs per segon i detectem un augment en la pressió. Si augmenta el volum del recipient, les partícules tarden més en arribar a les parets. Aleshores disminueix el nombre de xocs per segon i detectem una disminució de la pressió.</p>
Llei de Gay-Lussac	
	<p style="text-align: center;">$V = constant$ $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$</p> <p>Quan s'escalfa el gas, augmenta la seua temperatura perquè les seues partícules es mouen a major velocitat. Si es manté constant el volum del recipient, les partícules arriben abans a les parets, augmenta el nombre de xocs per segon i detectem un augment de la pressió. Quan es refreda el gas, disminueix la seua temperatura perquè les seues partícules es mouen a menor velocitat. Si es manté constant el volum del recipient, les partícules tarden més en arribar a les parets, disminueix el nombre de xocs per segon i detectem una disminució de la pressió.</p>
Llei de Charles	
	<p style="text-align: center;">$P = constant$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$</p> <p>Quan s'escalfa el gas, augmenta la seua temperatura perquè les seues partícules es mouen a major velocitat. Perquè la pressió del gas es mantinga constant ha d'augmentar el volum del recipient amb la finalitat que es mantinga el ritme al que les partícules xoquen contra les parets del recipient. Quan es refreda el gas, disminueix la seua temperatura perquè les seues partícules es mouen a menor velocitat. Perquè es mantinga el nombre de xocs contra les parets en cada segon ha de disminuir el volum del recipient.</p>

ACTIVITATS

- 18.** Explica estos fets tenint en compte la teoria cinètica dels gasos.
- a) Quan pressionem molt un globus, pot explotar.
 - b) Quan un globus s'escapa i arriba fins a una farola, pot explotar.