

## TEMA 4 TEORÍA CINÉTICA DE LA MATERIA

### ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

La materia se puede encontrar en la naturaleza en tres estados de agregación o estados físicos: sólido, líquido y gaseoso. Estos estados poseen unas propiedades que los caracterizan, y que se resumen en el siguiente cuadro:

| Estado  | Propiedades   | Ejemplo                    |
|---------|---|----------------------------|
| Sólido  | Masa constante. Volumen constante<br>Forma constante. No pueden fluir | Hielo, carbón, hierro      |
| Líquido | Masa constante. Volumen constante<br>Forma variable. Pueden fluir     | Agua, aceite, gasolina     |
| Gaseoso | Masa constante. Volumen variable<br>Forma variable. Pueden fluir      | Vapor de agua, gas natural |

### GASES: PRESIÓN, VOLUMEN Y TEMPERATURA

Los gases resultan difíciles de observar y manejar, y tienen propiedades muy diferentes unos de otros. Por ejemplo: el aire es incoloro e inodoro y solo lo percibimos cuando se mueve y origina viento; el oxígeno y el dióxido de carbono también son incoloros e inodoros, pero el oxígeno facilita la combustión de las sustancias mientras que el dióxido de carbono lo impide. Se llama **gas** a las sustancias que son gaseosas a presión y temperatura ambiente. La palabra **vapor** se reserva para un gas que se evapora.

Resulta difícil medir directamente la cantidad de gas que tenemos en un recipiente. Por ello esa cantidad se determina de forma indirecta midiendo el volumen, la presión y la temperatura.

- **VOLUMEN DE UN GAS:** los gases se extienden por el recipiente que lo contiene, por lo que el volumen de un gas coincide con el volumen de su recipiente. Se mide en litros (L) o  $m^3$  en el SI.
- **PRESIÓN DE UN GAS:** La presión es la fuerza que ejerce el gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene. Se mide con un aparato llamado **manómetro**.

La atmósfera, formada por una mezcla de gases, pesa sobre nosotros y todo lo que nos rodea. La **presión atmosférica** es la presión que ejerce la atmósfera, debido a su peso, sobre la superficie de los cuerpos que están en contacto con ella. Se ejerce por igual en todas las direcciones y actúa perpendicular a la superficie de los cuerpos. Veamos algunos vídeos que nos lo demuestran su presencia:

<http://youtu.be/gmTqDgF3Pew>

<http://youtu.be/ONhFfIPkkaY>

<http://youtu.be/Ekm-CO9-X3g>

[http://youtu.be/TCC8y\\_uUuSc](http://youtu.be/TCC8y_uUuSc)

Los manómetros que miden la presión atmosférica se llaman **barómetros**.

Las unidades para medir la presión son:  $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101\,325 \text{ Pa} = 1013 \text{ mb}$

- **TEMPERATURA DE UN GAS:** Para medir la temperatura, se emplean principalmente, dos escalas:
  - Escala **Centígrada** o **Celsius**. Es la más habitual. La unidad es el grado centígrado:  $^{\circ}\text{C}$
  - Escala **Kelvin**. Es la usada por los científicos. La unidad es el grado Kelvin:  $^{\circ}\text{K}$ .  
El grado Kelvin, tiene el mismo tamaño que el grado centígrado, pero el CERO de la escala Kelvin, se corresponde con  $-273^{\circ}\text{C}$ , y se conoce como el **cero absoluto**:  $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$

### EJERCICIOS:

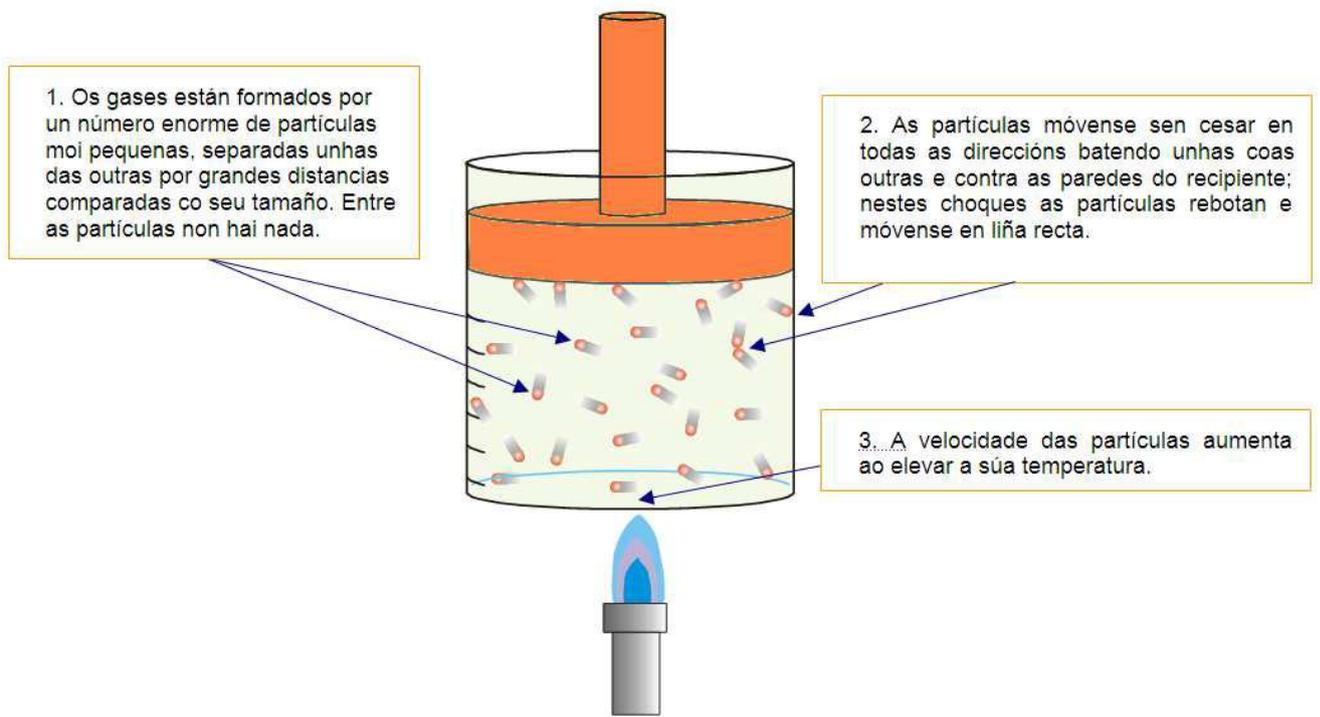
1. La presión atmosférica en un día de borrasca fuerte puede llegar a ser de 735 mmHg. ¿cuántos pascales son? ¿Cuántas atmósferas?

2. ¿cuántos kelvins son 25 °C?
3. Un gas está encerrado en un recipiente a 1'6 atm. Expresa este valor en mmHg.

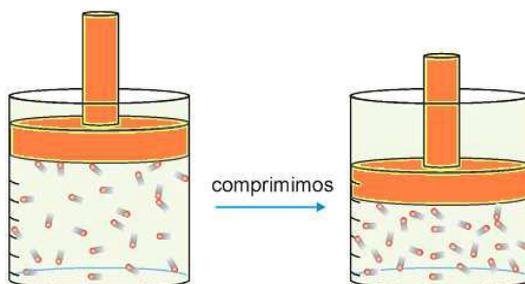
### EL MODELO CINÉTICO DE LOS GASES

Para explicar el comportamiento de los gases, los científicos propusieron la siguiente teoría llamada **teoría cinético (movimiento) corpuscular**:

- ✓ Los gases están formados por partículas muy pequeñas separadas unas de otras, en constante movimiento.
- ✓ Los gases ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene, debido al continuo y caótico movimiento de las partículas.
- ✓ Los gases ejercen presión debido a los choques de las partículas contra las paredes del recipiente que los contiene. La suma de todos estos impulsos es la presión.
- ✓ Cuanto más rápido se mueven las partículas del gas, mayor es la temperatura



### LOS GASES SE COMPRIMEN



Cuando comprimimos con un émbolo un gas el volumen disminuye porque las distancias entre las partículas se hacen menores

RELACIONES ENTRE PRESIÓN, VOLUMEN Y TEMPERATURA DE UN GAS

- **La presión de un gas varía con su volumen:** Supongamos que lleno una jeringuilla con aire y la tapo por su extremo. Si en esta posición presiono el émbolo (es decir, ejerzo mayor presión), el volumen disminuye. Todo esto sin modificar la temperatura.

| V(mL) | P(atm) |
|-------|--------|
| 100   | 0'50   |
| 80    | 0'625  |
| 60    | 0'833  |
| 40    | 1'25   |
| 20    | 2'50   |

Observamos que a mayor presión menor volumen. Son por lo tanto, dos magnitudes inversamente proporcionales, y se cumple:

$$P \cdot V = cte$$

Esta ley es conocida como la **ley de Boyle**

*El modelo cinético nos lo explica: al disminuir el volumen del recipiente las partículas tienen que recorrer menos espacio para chocar contra las paredes, así que chocan con más frecuencia (más veces), con lo que aumenta la presión.*

4. Los gases en el pistón de un motor ocupan 1,05 litros estando a 1 atm de presión. El émbolo comprime los gases hasta reducir su volumen a la cuarta parte del inicial. ¿Cuál es la presión de los gases ahora si no varió la temperatura?
5. Una bombona de dióxido de carbono tiene un volumen de 2 dm<sup>3</sup>. La presión del gas en el interior es de 80 atm a 25 °C. ¿Qué volumen ocuparía este gas si la presión fuera de 1 atm?

- **El volumen de un gas varía con la temperatura:** Inflamos un globo y medimos su circunferencia. Luego lo mantenemos diez minutos en un recipiente con agua caliente y volvemos a medir su perímetro. Observamos que este .....  
Ahora colocamos el globo otros diez minutos en un recipiente con hielo y medimos su perímetro. Observamos que este.....

Así, sin variar la presión del globo, al aumentar la temperatura aumenta el volumen de forma directamente proporcional. Podemos pues enunciar la **ley de Charles:**

| V(mL) | °C | °K  |
|-------|----|-----|
| 200   | 20 | 293 |
| 206'8 | 30 | 303 |
| 220'5 | 50 | 323 |
| 234'1 | 70 | 343 |

*El modelo cinético nos lo explica: con el incremento de la temperatura las partículas del gas se mueven más rápidamente y golpean las paredes del globo, aumentando el volumen pues la presión exterior, la presión atmosférica, no varía.*

6. Un cilindro con un pistón se llena con 25 mL de gasolina gaseosa a 25 °C. ¿Cuánto ocupará, a presión constante, la gasolina cuando esté a 75 °C?

- **La presión de un gas varía con la temperatura:** Hoy todos los niños tienen balones con válvula y bombas para inflarlos. Pero en nuestra niñez no teníamos esa tecnología punta, así que para hinchar el balón y jugar... lo poníamos al sol! Y funcionaba durante un tiempo.

| P(atm) | °C  | °K  |
|--------|-----|-----|
| 1'0    | 20  | 293 |
| 1'1    | 49  | 322 |
| 1'2    | 79  | 352 |
| 1'3    | 108 | 381 |

Si tenemos un gas dentro de un recipiente de paredes fijas, entonces éste ha de ocupar siempre el mismo volumen (V constante). Si calentamos el gas y anotamos las temperaturas y las presiones, observamos que presión y temperatura son magnitudes directamente proporcionales y —

#### Ley de Gay –Lussac

*El modelo cinético nos lo explica: al aumentar la temperatura las partículas aumentan su velocidad, con lo que chocan más rápidamente contra las paredes del balón. Como el volumen de éste no varía, dichas colisiones aumentan la presión sobre el balón*

7. ¿Por qué un bizcocho o un suflé se desinflan si se abre la puerta del horno demasiado pronto?<sup>1</sup>
8. El gas de un depósito está a 20 °C y tiene 3 atm de presión. Lo dejamos al sol, y su temperatura sube a 60 °C. ¿Cuál es ahora la presión del gas en el depósito?
9. La presión del aire en el interior de un neumático a la temperatura de 25 °C es de 2 atm. Si el neumático se calienta a causa del movimiento hasta alcanzar la temperatura de 45 °C, ¿cuál será la presión del aire en su interior, suponiendo que el volumen permanece constante?
10. ¿A qué presión se encontrará sometido un gas a una temperatura de 323 °K si su presión a 5 °C es de 760 mmHg y su volumen no se ha modificado
11. ¿Cómo es la presión de un gas a 0 °K?

#### LA TEORÍA CINÉTICA DE LA MATERIA

¿Cómo podríamos explicar la disolución de los sólidos, la difusión de los líquidos, el movimiento del humo y el polvo...? Como estos comportamientos se parecían mucho a los de los gases, los científicos propusieron que:

1. La materia está formada por partículas muy pequeñas que no podemos ver, que se encuentran más o menos unidas dependiendo de su estado de agregación
2. Las partículas están en continuo movimiento de manera aleatoria.

#### ¿Cómo están colocadas las partículas en los sólidos y en los líquidos?

**Los sólidos**, como la sal tienen forma y volumen fijo porque sus partículas están unidas por **grandes fuerzas de atracción**. Las partículas pueden vibrar alrededor de sus posiciones fijas, pero no cambiar de posición.

**Los líquidos**, como el agua tienen volumen fijo, pero pueden fluir y adoptar cualquier forma. Esto se debe a que sus partículas están unidas, pero las **fuerzas de atracción entre ellas son más débiles que en los sólidos**, y no pueden mantenerlas en posiciones fijas. Las partículas se deslizan unas sobre otras en grupos entre los que hay espacios libres.

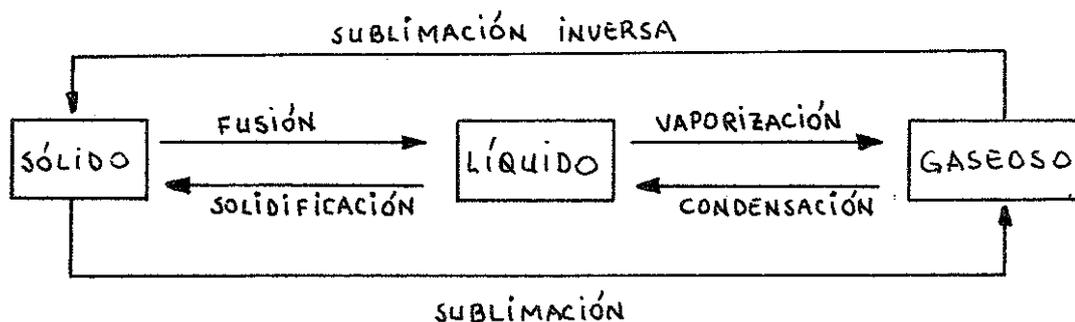
<sup>1</sup> Al abrir la puerta entra en el horno aire más frío y la temperatura del gas atrapado en el bizcocho disminuye, y como consecuencia también su presión. Como la masa no ha cocido aún lo suficiente para estar endurecida, la presión no puede sostenerla y el bizcocho se desinfla.

**Los gases**, como el oxígeno o el butano, no tienen volumen ni forma fijos sino que fluyen sin dificultad y ocupan todo el espacio disponible. Esto es así porque **las fuerzas de atracción entre sus partículas son mucho más débiles que en los líquidos**, llegando a ser incluso, despreciables. Por ello, las partículas se pueden mover a gran velocidad en todas las direcciones chocando entre ellas y contra las paredes del recipiente que las contiene.



12. ¿Cómo explica la teoría cinética la densidad de las sustancias según estén en estado sólido, líquido o gaseoso?<sup>2</sup>
13. ¿A qué se debe el riesgo, para la salud, de los fumadores pasivos?

### CAMBIOS DE ESTADO.



### Calores latentes de cambio de estado.

- **Calor latente de fusión:** Es la energía que se intercambia en el paso de estado sólido al líquido. Esta energía es utilizada para romper la estructura de la red sólida y no para elevar la temperatura, por lo que permanece constante durante todo el cambio de estado
- **Calor latente de vaporización:** Es la energía que se intercambia en el paso del estado líquido al gaseoso. La temperatura a la que se realizan los distintos cambios de estado puede variar si las condiciones de presión varían. Un aumento de la presión exterior hace que la temperatura de ebullición se eleve, y viceversa.

### Diferencia entre evaporización y ebullición:

**La evaporización** se produce en mayor o menor medida en la superficie del líquido y a cualquier temperatura. Depende de la superficie libre y del viento

**La ebullición** es el paso de estado líquido a gaseoso que se produce en toda la masa del líquido.

<sup>2</sup> En estado sólido las partículas se encuentran muy próximas y ocupan poco espacio. Si la temperatura aumenta, también aumenta el volumen, por lo que en estado líquido las partículas se separan y ocupan mayor espacio, siendo su masa la misma: la densidad es menor. En estado gaseoso la sustancia ocupa el volumen máximo, por lo que la densidad disminuye.

14. Razona por qué secan antes los platos que los vasos que lavas a mano.
15. ¿Por qué tendemos la ropa para secarla? ¿Por qué seca antes los días de viento?
16. ¿Cómo cocina una olla a presión?

**Sublimación:** Algunas sustancias como el yodo, la naftalina o el alcanfor cambian del estado sólido al gaseoso sin pasar por el líquido, y viceversa. Esto ocurre porque las partículas que se encuentran en la superficie tienen la energía suficiente para escapar y pasar al estado de vapor sin que el sólido se funda. Veamos la sublimación del yodo <http://youtu.be/B5NhzCm3ebg>

[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_fyg3/tema2/index2.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyg3/tema2/index2.htm)

17. La presión atmosférica disminuye con la altura, a razón de 1 mmHg cada 10 m que ascendemos. ¿Qué altura tiene una montaña donde el barómetro indica 760 mmHg en la base y 630 mmHg en la cima?
18. Tenemos un litro de un gas medido a 1 atm de presión y  $-15^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Sin variar la temperatura, a qué presión hay que poner el gas para que su volumen se reduzca a 0,6 litros?
19. Dentro de los neumáticos de un coche la presión del aire es 2.5 atm, medido a  $20^{\circ}\text{C}$ . Con el movimiento del coche, el aire de las ruedas se calienta por el rozamiento del neumático contra el suelo, y alcanza  $40^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál es la presión en las ruedas a esa temperatura?
20. ¿Cómo explicas usando la teoría cinética de la materia los siguientes hechos?
  - \_\_ Dejamos en el fondo de un vaso con agua un cristal iónico violeta, y el líquido acaba cogiendo ese color.
  - \_\_ Las partículas de polvo que hay en un aula se mueven de un lado a otro, las vemos cuando entra por la ventana un rayo de sol.
21. La naftalina es una sustancia que se usaba para proteger las prendas de ropa. ¿Qué cambio de estado ocurre en la naftalina? ¿Cómo se extiende la naftalina por el interior del armario, protegiendo la ropa?
22. ¿A qué presión debe someterse un litro de un determinado gas medido a una atm y  $-20^{\circ}\text{C}$  para que se comprima hasta ocupar 0,5 L, manteniendo constante la temperatura?
23. El volumen ocupado por una masa gaseosa es de 10 L a 2 atm de presión. ¿Qué volumen ocupará esa misma masa gaseosa si la presión se reduce a 750 mmHg?
24. Una botella de acero contiene  $\text{CO}_2$  a  $0^{\circ}\text{C}$  y 12 atm de presión. Halla la presión del gas si se eleva la temperatura hasta los  $50^{\circ}\text{C}$
25. A presión constante, el volumen de un gas a  $0^{\circ}\text{C}$  es de 75 L. ¿A qué temperatura su volumen será de 150 L?
26. Una masa de dióxido de carbono ocupa un volumen de  $50\text{ cm}^3$  a 750 mmHg. Calcula su volumen a 1,2 atm de presión si la temperatura permanece constante.