



Guía N° 1: Materia y sus transformaciones: "Modelo Corpuscular de los gases"

Objetivo:

1. Identificar las características y propiedades de los gases y las variables que inciden en su comportamiento.
2. Establecer las relaciones entre volumen, presión, temperatura y cantidad de sustancias en el comportamiento de los gases, según las leyes de Boyle, Gay-Lussac, Charles.
3. Interpretar la utilidad del modelo cinético para explicar los fenómenos relacionados con el comportamiento de los gases.

Introducción

No es necesario mirar muy lejos para encontrar un gas. Vivimos inmersos en un océano de gas: la atmósfera, su densidad varía con la altitud. El aire está más comprimido al nivel del mar que en las capas más elevadas, el cual se va enrareciendo poco a poco, es decir, haciéndose menos denso a medida que subimos; finalmente se desvanece en el espacio.

La mayoría de los gases conocidos son incoloros, es decir, no pueden ser apreciados visualmente, como por ejemplo el oxígeno (O₂) y el hidrógeno (H₂) que pertenecen al aire. Otros gases, como el flúor (F₂) y el cloro (Cl₂) son de color amarillento verdoso, y los gases como el bromo (Br₂), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el trióxido de nitrógeno (N₂O₃) son de color rojizo.

Propiedades de los gases

- Los gases no tienen forma ni volumen definidos. Se adaptan al volumen del recipiente que los contiene
- Los gases pueden comprimirse, es decir, reducir el volumen de ellos por aumento de presión.
- Las densidades de los gases son bajas en relación a las densidades de líquidos y sólidos.
- Los gases ejercen presión sobre las paredes del recipiente que los contiene.
- Los gases se mezclan de modo espontáneo entre ellos siempre que no haya una reacción química

El modelo corpuscular de los gases

Los gases los podemos estudiar de acuerdo con dos visiones: **una macroscópica** que entregan nuestros sentidos acerca del aire y **una microscópica** que surge del modelo corpuscular. Por ejemplo si analizamos la propiedad de difundir en el aire tendremos:

Visión macroscópica	Visión microscópica
El fluido es continuo y homogéneo	Las partículas se encuentran en permanente movimiento.
El fluido llena todo el espacio posible	El espacio entre partículas está vacío

Respecto a esto responde:

1. De las dos visiones planteadas, ¿cuál de ellas nos permite explicar en forma simple y convincente las propiedades del aire?
.....
.....
2. ¿Se puede confiar solamente en los sentidos para explicar fenómenos cotidianos?
.....
.....
3. Respecto a la siguiente afirmación: "La resistencia del aire juega un papel importante en el diseño de un automóvil" ¿Cómo explicarías la presencia de tal resistencia por parte del aire?
.....
.....
4. Las aves que migran de una zona a otra se disponen en forma de V cuando se desplazan en grupo. Si tuvieras que aplicar en términos de la visión microscópica tal hecho, ¿qué dirías?
.....
.....

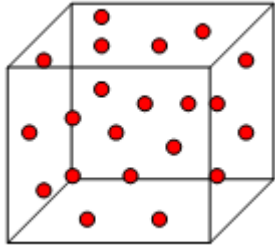
La teoría cinética de los gases se enuncia en los siguientes postulados, teniendo en cuenta un gas ideal o perfecto:

1. Las sustancias están constituidas por moléculas pequeñísimas ubicadas a gran distancia entre sí; su volumen se considera despreciable en comparación con los espacios vacíos que hay entre ellas.
2. Las moléculas de un gas son totalmente independientes unas de otras, de modo que no existe atracción intermolecular alguna.
3. Las moléculas de un gas se encuentran en movimiento continuo, en forma desordenada; chocan entre sí y contra las paredes del recipiente, de modo que dan lugar a la presión del gas.
4. Los choques de las moléculas son elásticos, no hay pérdida ni ganancia de energía cinética, aunque puede existir transferencia de energía entre las moléculas que chocan.

5. La energía cinética media de las moléculas es directamente proporcional a la temperatura absoluta del gas; se considera nula en el cero absoluto.
6. Los gases reales existen, tienen volumen y fuerzas de atracción entre sus moléculas. Además, pueden tener comportamiento de gases ideales en determinadas condiciones: temperaturas altas y presiones muy bajas

De acuerdo con los postulados enunciados, podemos hacernos una imagen clara y concisa del modelo que represente el comportamiento de un gas.

Dicho modelo, debe ser el más elemental posible, debe explicar las propiedades observadas en los gases, debe contemplar la existencia de partículas muy pequeñas, de tamaño despreciable frente al volumen total, dotadas de grandes velocidades en constante movimiento caótico, chocando entre sí o con las paredes del recipiente. En cada choque se supone que no hay pérdida de energía y que no existe ningún tipo de unión entre las partículas que forman el gas.



Así, el concepto de **presión**, estará ligado al de los choques de las partículas sobre las paredes, debido al movimiento que llevan, presión que se ejerce sobre todas las direcciones, no existiendo direcciones privilegiadas. Así, cuantos más choques se produzcan, mayor es la presión del gas. La **temperatura**, indicará la energía cinética media de las partículas: si la temperatura de un gas es superior a otro, sus partículas por término medio, poseen mayor velocidad.

Un modelo corpuscular para gases

Volumen

- ¿Qué es el volumen?

El volumen es el espacio que ocupa un cuerpo sólido, líquido o gaseoso.

- ¿En qué unidades se mide el volumen de los gases? Exprese equivalencias

Hay muchas unidades para medir el volumen. el litro (L) y el mililitro (mL) Su equivalencia es:

1L = 1000 mL Como 1 L es equivalente a 1 dm³, es decir a 1000 cm³, tenemos que el mL y el cm³ son unidades equivalentes.

- ¿Cómo se puede determinar el volumen de un gas?

Los gases tienen la particularidad de adaptar su forma al recipiente que los contiene al igual que los líquidos, pero los gases son compresibles. Para medir el volumen de un gas debes medir el del recipiente que lo contiene, si quieres calcular la cantidad de gas que hay en un volumen determinado necesitas saber también su temperatura y su presión.

Presión

- ¿Qué es la presión?

Llamamos presión a la relación que existe entre una fuerza y la superficie sobre la que se aplica:

- ¿Qué es la presión atmosférica?

Presión atmosférica: Es la fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre.

- ¿En qué unidades se mide la presión de los gases? Exprese equivalencias

Dado que en el Sistema Internacional la unidad de fuerza es el newton (N) y la de superficie es el metro cuadrado (m²), la unidad resultante para la presión es el newton por metro cuadrado (N/m²) que recibe el nombre de pascal (Pa):

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Otra unidad muy utilizada para medir la presión, aunque no pertenece al Sistema Internacional, es el milímetro de mercurio (mm Hg) que representa una presión equivalente al peso de una columna de mercurio de 1 mm de altura.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 101300 \text{ Pa}$$

- ¿Con qué instrumento se determina la presión de los gases?

Barómetro y Manómetros

Temperatura

- ¿Qué es la temperatura?

La temperatura es una medida de la energía cinética media de los átomos y moléculas que constituyen un sustancia. Dado que la energía cinética depende de la velocidad, podemos decir que la temperatura está relacionada con las velocidades medias de las moléculas de la sustancia.

- ¿Qué es la temperatura absoluta?

Temperatura absoluta es el valor de la temperatura medida con respecto a una escala que comienza en el cero absoluto (0 K ó -273,15 °C).

- ¿En qué unidades se mide la temperatura? Exprese equivalencias.

Hay varias escalas para medir la temperatura; las más conocidas y utilizadas son las escalas Celsius (°C), Kelvin (K) y Fahrenheit (°F).

$$0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K} = 32^\circ\text{F} \quad 100^\circ\text{C} = 373^\circ\text{K} = 212^\circ\text{K}$$

- ¿Cómo se transforman los grados Celsius en grados Kelvin?

$$\text{Para transformar } ^\circ\text{C a } ^\circ\text{K: } T^\circ\text{K} = T^\circ\text{C} + 273$$

$$\text{Para transformar } ^\circ\text{K a } ^\circ\text{C: } T^\circ\text{C} = T^\circ\text{K} - 273$$

- ¿Con qué instrumento se mide la temperatura?

Termómetro

Unidades de medida de presión:

- Milímetros de mercurio (mmHg o simplemente mm)
- Torr (en honor a Evangelista Torricelli, inventor del barómetro de mercurio)
- Pascal (Pa) en el Sistema Internacional (en honor al científico francés Blas Pascal)
- Hectopascal (hPa): es múltiplo usado con frecuencia en meteorología equivalente a 100 Pa. En el Sistema Internacional de Medidas, el Pascal se define como la presión ejercida por la fuerza de 1 Newton (N) actuando sobre una superficie de un metro cuadrado (m²)
- 1 atm. Es equivalente a 100.000 Pa. = 760 mmHg
- La "libra por pulgada cuadrada" (para expresar la presión de los neumáticos) equivale a 7.000 Pa

Ejercicios de aplicación

1. Calcular:

- 3 atm en mm de Hg : _____
- 3800 mm de Hg en atm : _____
- 4 atm en Torr : _____
- 1520 Torr en atm : _____
- 28°C en K : _____
- 306 K en °C : _____
- ¿Qué presión ejerce una fuerza de 20N sobre una superficie de 5m²? : _____
- ¿A cuántos N corresponde una presión ejercida de 20Pa en una superficie de 2m²? : _____

2. Responde en tu cuaderno lo siguiente:

- Cuando la tetera hierve la tapa de ésta salta, ¿a qué se debe?
- Investiga y explica el funcionamiento de la olla a presión.
- Cuando se sube a un cerro alto, se tapan los oídos. ¿Por qué crees que ocurre este fenómeno?
- Cuando los jugadores de fútbol van a jugar a La Paz, capital de Bolivia que se encuentra a más de 3.000 metros de altura, se ven en la obligación de aclimatarse, ¿a qué se debe esta obligación?
- ¿A cuántos hectopascales (hPa) equivalen 100 pascales (Pa)?
- ¿A qué se debe que algunos frascos de conserva cerrados al vacío se abran más fácilmente cuando se hace un pequeño agujero en su tapa? Explica la razón para tal afirmación.
- ¿Por qué cuando tomas un vaso lleno de agua hasta el límite, lo cubres con un papel y lo levantas en forma invertida el agua no se cae? ¿Por qué al apretar el vaso el agua cae?
- Toma una copa vacía, colócala boca abajo en el límite de la superficie del agua que tiene una cubeta y después empújala hasta el fondo. ¿Qué sucede? ¿Entra agua a la copa? ¿Hasta qué límite? ¿Qué conclusión se saca de la actividad?
- Calcula la presión que ejerce una fuerza de 10 N sobre una superficie de 1 m².
- Explica lo que sucede al gas encerrado en una jeringa en términos corpusculares. ¿Qué pasa cuando disminuye su volumen en la jeringa?
- ¿Por qué los neumáticos de los automóviles deben ser inflados a menos presión antes de iniciar un viaje largo? ¿Qué les pasa a los neumáticos de este mismo automóvil cuando viaja a la nieve?
- Explica lo que ocurre al sumergir en agua fría una botella plástica que está hasta la mitad con agua caliente.
- ¿Qué es más denso, el aire frío o el caliente? ¿Por qué los globos con aire caliente se elevan fácilmente?

Ley de Boyle (fuente: www.profesorenlinea.cl/fisica/GasesLeyes.htm)

Esta ley nos permite relacionar la **presión** y el **volumen** de un gas cuando la temperatura es constante. La ley de Boyle (conocida también como de Boyle y Mariotte) establece que la presión de un gas en un recipiente cerrado es **inversamente proporcional** al volumen del recipiente, cuando la temperatura es constante, lo cual significa que:

El volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión que se le aplica, en otras palabras, Si la presión aumenta, el volumen disminuye. Si la presión disminuye, el volumen aumenta.

Esto nos conduce a que, si la cantidad de gas y la temperatura permanecen constantes, el **producto de la presión por el volumen siempre tiene el mismo valor**.

Matemáticamente esto es:

$$P \times V = K$$

Lo cual significa que el producto de la presión por el volumen es constante.

Para aclarar el concepto:

Tenemos un cierto volumen de gas (V1) que se encuentra a una presión P1. Si variamos la presión a P2, el volumen de gas variará hasta un nuevo valor V2, y se cumplirá:

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

Que es otra manera de expresar la ley de Boyle.

Apliquemos la fórmula en un ejemplo práctico:

Tenemos 4 L de un gas que están a 600 mmHg de presión. ¿Cuál será su volumen si aumentamos la presión hasta 800 mmHg? La temperatura es constante, no varía.

Solución:

Como los datos de presión están ambos en milímetros de mercurio (mmHg) no es necesario hacer la conversión a atmósferas (atm). Si solo uno de ellos estuviera en mmHg y el otro en atm, habría que dejar los dos en atm. Aclarado esto, sustituimos los valores en la ecuación $P_1V_1 = P_2V_2$.

$$(600 \text{ mmHg}) \times (4 \text{ L}) = (800 \text{ mmHg}) \times (V_2)$$

Ponemos a la izquierda el miembro con la incógnita

$$(800 \text{ mmHg}) \times (V_2) = (600 \text{ mmHg}) \times (4 \text{ L})$$

Despejamos V2:

$$V_2 = \frac{(600 \text{ mmHg}) \cdot (4 \text{ L})}{(800 \text{ mmHg})}$$
$$V_2 = \frac{2.400}{800} = 3$$

Respuesta:

Si aumentamos la presión hasta 800 mmHg el volumen disminuye hasta llegar a los 3 L.

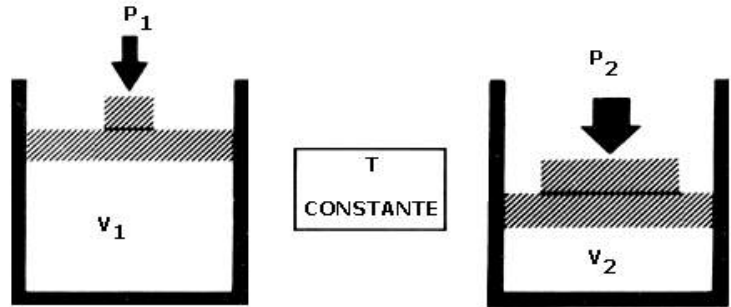
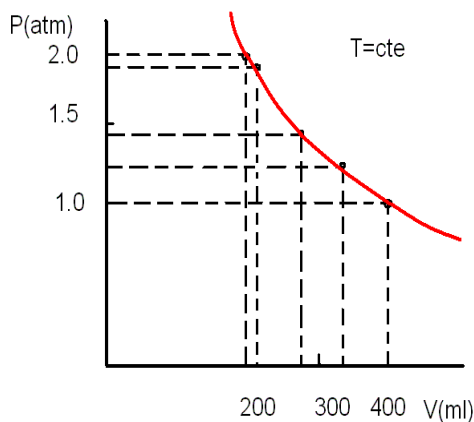


Ilustración de la ley de Boyle-Mariotte

Representación gráfica de la ley de Boyle y Mariotte



P(atm)	V(ml)
1.0	400
1.2	330
1.4	287
1.6	250
1.8	221
2.0	200

Representación de P vs V en un proceso a T = constante

Responde en tu cuaderno:

1. ¿Cuánto aumenta la presión en el interior de un globo si lo comprimimos hasta reducir su volumen a un tercio de su valor original?
2. Si se eleva el pistón de una bomba de vacío de tal manera que el volumen de la cámara de aire aumente 5 veces, ¿cuál es el cambio en la presión?

Ley de Charles (Fuente: www.profesorenlinea.cl/fisica/GasesLeyes.htm)

Mediante esta ley relacionamos la **temperatura y el volumen** de un gas cuando mantenemos la presión constante. La ley afirma que: El volumen de un gas es **directamente proporcional** a la temperatura del gas, en otras palabras:

Si aumenta la temperatura aplicada al gas, el volumen del gas aumenta.

Si disminuye la temperatura aplicada al gas, el volumen del gas disminuye.

Como lo descubrió Charles, si la cantidad de gas y la presión permanecen constantes, el cociente entre el volumen (V) y la temperatura (T) siempre tiene el mismo valor (K) (es constante).

Matemáticamente esto se expresa en la fórmula

$$\frac{V}{T} = K$$

Lo cual significa que el cociente entre el volumen y la temperatura es constante.

Para aclarar el concepto:

Supongamos que tenemos un cierto volumen de gas V1 que se encuentra a una temperatura T1. Si aumentamos la temperatura a T2 el volumen del gas aumentará hasta V2, y se cumplirá que:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Que es otra manera de expresar la ley de Charles.

Apliquemos la fórmula en un ejemplo práctico:

Un gas cuya temperatura llega a 25° C tiene un volumen de 2,5 L. Para experimentar, bajamos la temperatura a 10° C ¿Cuál será su nuevo volumen?

Solución:

El primer paso es recordar que en todas estas fórmulas referidas a la temperatura hay que usar siempre la escala Kelvin.

Por lo tanto, lo primero es expresar la temperatura en grados Kelvin:

$$T_1 = (25 + 273) K = 298 K$$

$$T_2 = (10 + 273) K = 283 K$$

Ahora, sustituimos los datos en la ecuación:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$
$$\frac{2,5 L}{298^{\circ} K} = \frac{V_2}{283^{\circ} K}$$

Ahora, despejamos V2:

$$(V_2) \cdot (298) = (2,5) \cdot (283)$$

$$(V_2) = \frac{(2,5) \cdot (283)}{(298)}$$

$$V_2 = \frac{707,5}{298} = 2,37$$

Respuesta:

Si bajamos la temperatura hasta los 10° C (283° K) el nuevo volumen del gas será 2,37 L.

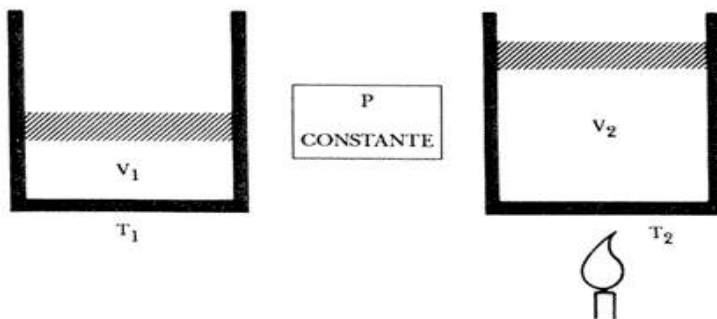
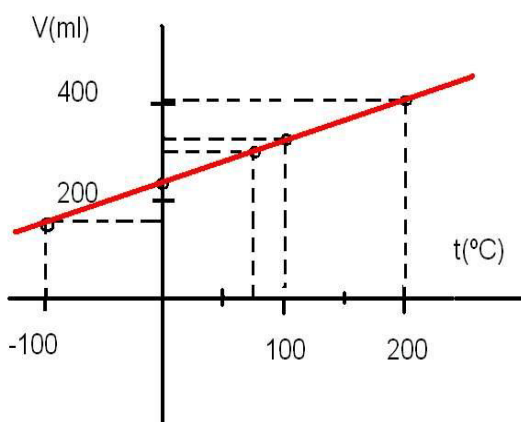


Ilustración de la ley de Charles_Gay Lussac

Representación gráfica de la ley de Charles



V(ml)	t(°C)
150	-100
237	0
300	73
323	100
410	200

P = cte V vs t

Ley de Gay-Lussac (Fuente: www.profesorenlinea.cl/fisica/GasesLeyes.htm)

Esta ley establece la relación entre la **presión (P)** y la **temperatura (T)** de un gas cuando el volumen (V) se mantiene constante, y dice textualmente: La presión del gas es **directamente proporcional** a su temperatura, esto significa que:

Si aumentamos la temperatura, aumentará la presión.

Si disminuimos la temperatura, disminuirá la presión.

Si lo llevamos al plano matemático, esto queda demostrado con la siguiente ecuación:

$$\frac{P}{T} = K$$

La cual nos indica que el cociente entre la presión y la temperatura siempre tiene el mismo valor; es decir, es constante.

Para aclarar el concepto:

Llevemos esto a la práctica y supongamos que tenemos un gas, cuyo volumen (V) no varía, a una presión P1 y a una temperatura T1. Para experimentar, variamos la temperatura hasta un nuevo valor T2, entonces la presión cambiará a P2, y tendrá que cumplirse la siguiente ecuación:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Que es la misma Ley de Gay-Lussac expresada de otra forma.

Debemos recordar, además, que esta ley, al igual que la de Charles, está expresada en función de la temperatura absoluta, y tal como en la Ley de Charles, las temperaturas han de expresarse en grados Kelvin.

Apliquemos la fórmula en un ejemplo práctico:

Tenemos un cierto volumen de un gas bajo una presión de 970 mmHg cuando su temperatura es de 25° C. ¿A qué temperatura deberá estar para que su presión sea 760 mmHg?

Solución:

Lo primero que debemos hacer es convertir los 25° C a grados Kelvin:

$$T_1 = (25 + 273) K = 298 K$$

Ahora sustituimos los datos en la ecuación:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$
$$\frac{970 \text{ mmHg}}{298^\circ K} = \frac{760 \text{ mmHg}}{T_2}$$

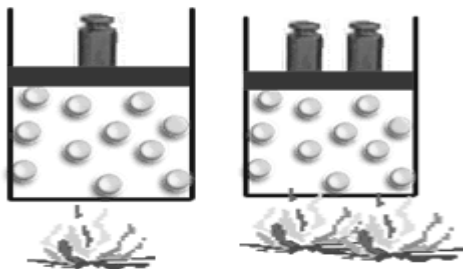
Ahora despejamos T2:

$$(T_2) \cdot (970 \text{ mmHg}) = (298^\circ K) \cdot (760 \text{ mmHg})$$
$$(T_2) = \frac{(298) \cdot (760)}{970}$$
$$T_2 = \frac{226.480}{970} = 233,5$$

Respuesta:

La temperatura debe bajar hasta los 233,5° Kelvin. Si convertimos estos grados en grados Celsius hacemos: 233,5 - 273 = -39,5 °C.

Ilustración ley de Gay-Lussac

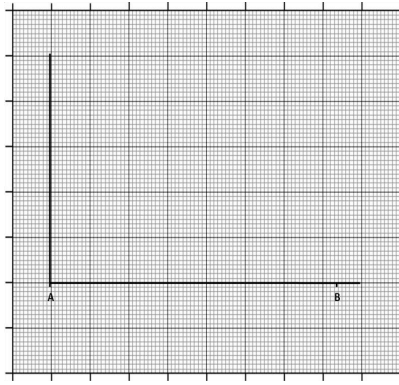


Aplicando lo aprendido

1. Grafica los siguientes datos:

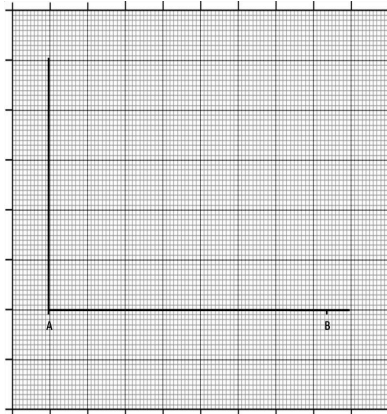
a) Un gas a temperatura constante presenta los siguientes datos de presión y volumen registrados en la tabla que se encuentra a continuación:

Presión (atm)	Volumen (mL)
2.0	500
2.3	450
2.6	400
2,9	350
3.2	300



b) Un gas a presión constante presenta los siguientes datos de volumen y temperatura registrados en la tabla que se encuentra a continuación::

Volumen (mL)	Temperatura (K)
300	280
350	290
400	300
450	310
500	320



2. Completa la siguiente tabla comparativa de las distintas Leyes sobre el comportamiento de las partículas gaseosas

Leyes de los Gases	¿Qué indica esta teoría?	¿Cómo se comportan las variables?	¿Qué tipo de gráfica tiene esta Ley de Gases?
Ley de Boyle y Mariotte			
Ley de Charles			
Ley de Gay-Lussac			

3. Responde lo siguiente:

a) ¿Cuál de las siguientes es una característica del volumen?

- A. En algunas sustancias, el volumen puede ser comprimido.
- B. Algunas de sus unidades de medidas son el gramo y kilogramo.
- C. Un cuerpo se expande al aumentar la cantidad de partículas.
- D. Solo los líquidos y los gases poseen volumen variable.

b) ¿Cuál de los siguientes enunciados **no** forma parte de la teoría cinética molecular?

- A. El choque entre las partículas hace variar su energía cinética
- B. El movimiento de las partículas es desordenado.
- C. Las partículas se mueven en forma rectilínea y en todas direcciones.
- D. Las partículas están en constante movimiento.

4. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones, sobre el movimiento de las partículas de los gases, son **verdaderas** o **falsas**?

- _____ A. Las partículas de los gases no se mueven y, si se presenta es principalmente vibratorio.
- _____ B. Las partículas se mueven chocando entre ellas y con las paredes del recipiente que las contiene.
- _____ C. Al estar levemente separadas, las partículas tienen poca posibilidad de movimiento.
- _____ D. Las partículas se encuentran tan juntas, que es imperceptible el movimiento que poseen.

5. Transforme grados Celsius a grados Kelvin

$0^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$ $100^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$ $-273^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$
 $36,5^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$ $78^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$ $1500^{\circ}\text{C} = \underline{\hspace{1cm}}\text{K}$

6. Un grupo de amigos decidió determinar la temperatura de varias sustancias utilizando diferentes escalas. Los resultados fueron los siguientes:

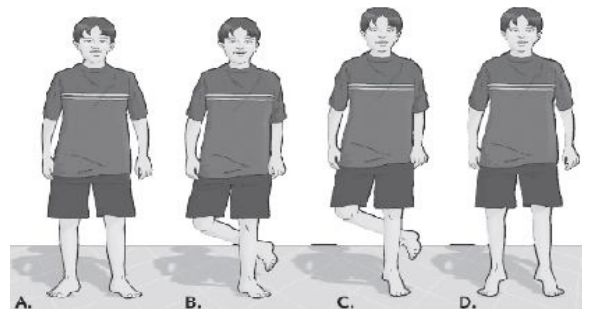
Sustancia	Temperatura
Leche fría	12 °C
Té helado	281 K
Agua de mar	285 K

¿Cuál de las siguientes sustancias se encuentra a **mayor** temperatura? Argumenta

7. Marca con una X aquellas características que corresponden a un gas

- _____ A. Siempre forman mezclas heterogéneas.
- _____ B. Adquieren la forma del recipiente que los contiene.
- _____ C. Ocupan todo el espacio que tienen disponible.
- _____ D. Sus moléculas están en constante movimiento.

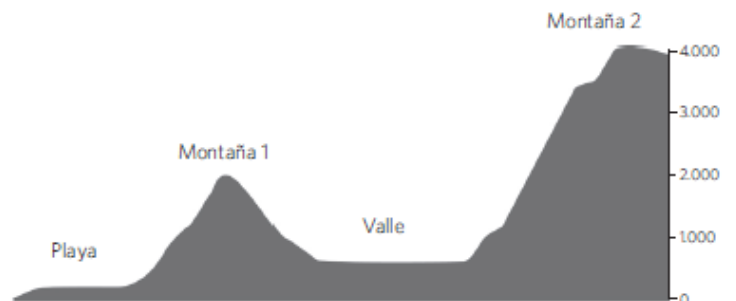
8. ¿Cuál de los siguientes niños está ejerciendo una menor presión sobre el suelo? Argumenta



9. Observa el siguiente diagrama:

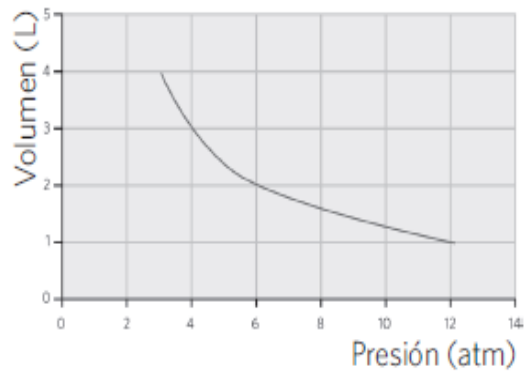
Ordene las 4 regiones que aparecen en el esquema, desde donde hay mayor presión atmosférica hasta donde hay menos.

- 1° _____
- 2° _____
- 3° _____
- 4° _____



10. Explique qué hace posible el ingreso de aire a nuestros pulmones, relacionando la magnitud de la presión atmosférica con la presión en el interior de los pulmones.

11. Observa el siguiente gráfico:



a) ¿Cuál sería una interpretación correcta del gráfico?

b) ¿Cuántas atm de presión se necesitan para obtener 2 L del gas?

c) Al ejercer una presión de 4 atm, ¿cuántos litros del gas se obtienen?

12. ¿Cuál de las leyes de los gases establece la relación entre presión y temperatura?

13. ¿Cuál de las leyes de los gases establece la relación entre volumen y temperatura?

14. Un joven tenía un recipiente de 5 L, con un gas a 4 atm y 15 °C. ¿Qué sucederá con la presión del gas si la temperatura aumenta a 30 °C?
