



Preu.JCT

Clase 9: Gases y Contaminación

Reacciones Químicas y Estequiometría

Hoy

Conceptos fundamentales

Leyes de los gases

Ley de las presiones parciales

Conceptos fundamentales

Leyes de los gases

Ley de las presiones parciales

Materia

Todo lo que posee
masa y ocupa un
volumen

Medida de la
cantidad de
materia

Masa

Su unidad del Sistema
Internacional (S. I) es
el **kilogramo (kg)**

$$1 \text{ kg} = 1000\text{g} = 1 \times 10^3 \text{ g}$$

Porción de espacio
que ocupa un cuerpo

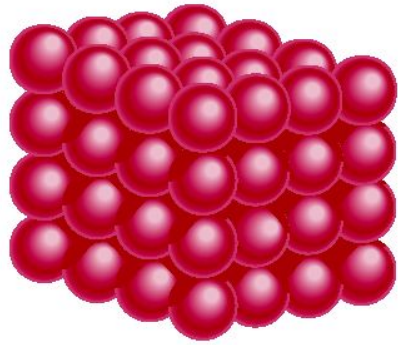
Volumen

Sus unidades corresponden a
longitudes elevada al cubo (l^3)

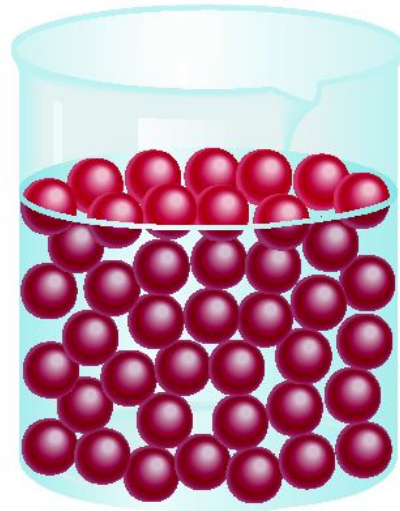
Su unidad derivada del S. I es el **metro cúbico (m^3)**

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 1000\text{L} \\ 1 \text{ dm}^3 &= (1 \times 10^{-1}\text{m})^3 = 1\text{L} \\ 1 \text{ cm}^3 &= 1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-3} \text{ L} \end{aligned}$$

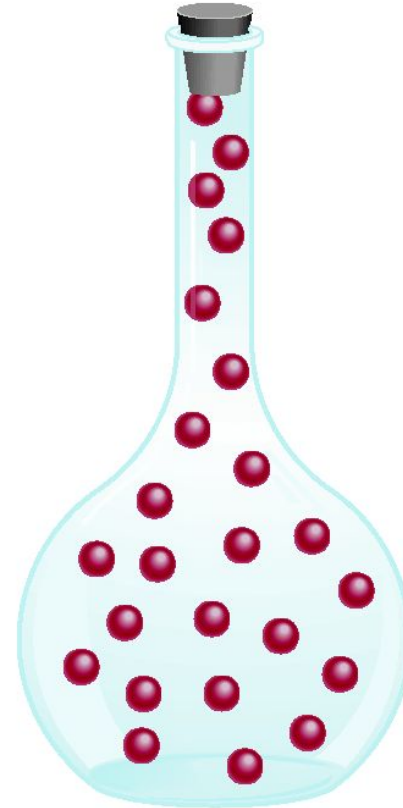
Estados de la materia



Solid

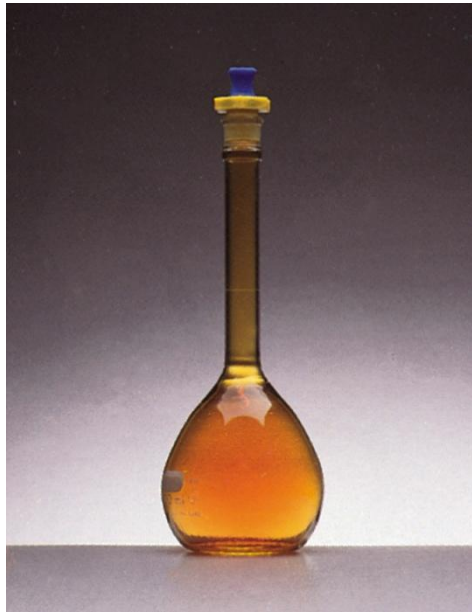


Liquid



Gas

Gases



NO_2 gas

- Asumen la forma y volumen de su contenedor
- Son el estado de la materia más compresible
- Tienen menores densidades que los líquidos y sólidos
- Se mezclan de manera uniforme y completa cuando están confinados en el mismo recipiente

Elementos que existen como gases a 25°C y 1 atmósfera

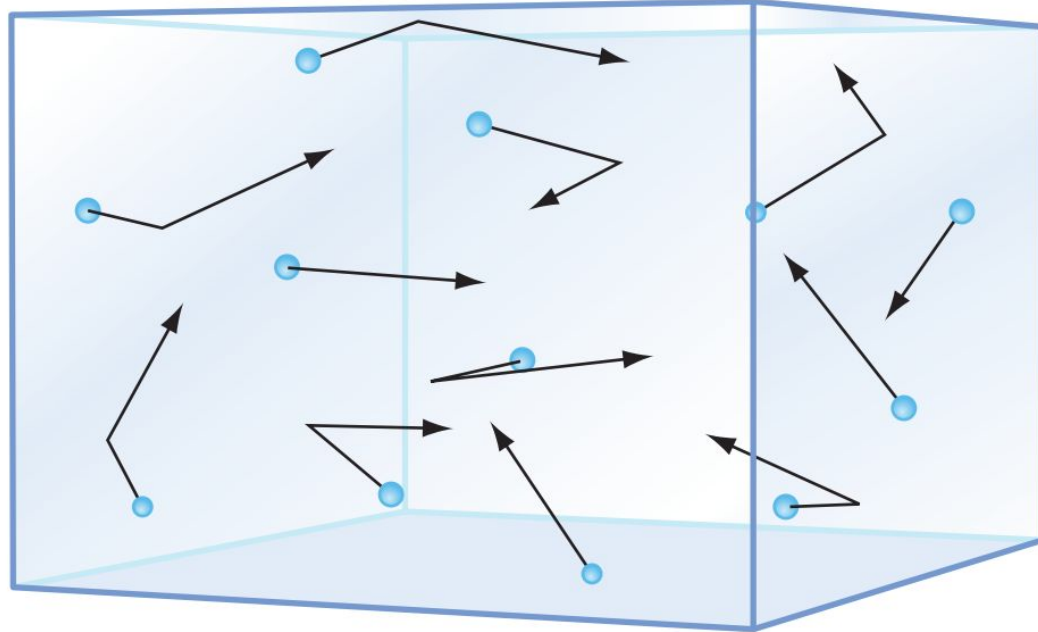
1A																	8A
H																	He
2A												3A	4A	5A	6A	7A	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
		3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							

Gas Ideal

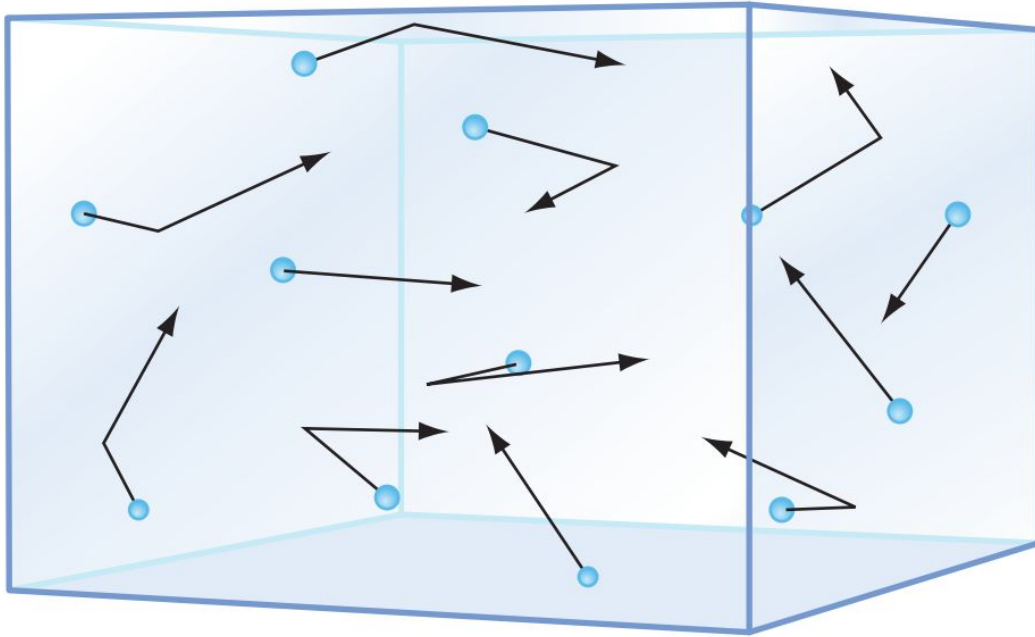
Moléculas del gas son puntuales

Moléculas no ejercen entre ellas ningún tipo de fuerza

Moléculas se mueven al azar en todas las direcciones



Presión



- Las partículas de gas son muy pequeñas y se mueven con gran velocidad. Al golpear las paredes de su recipiente ejercen presión

$$P = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} = \frac{\text{masa} \cdot \text{aceleración}}{\text{longitud}^2}$$

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

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ torr}$$

$$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$$

Atmósfera y presión atmosférica

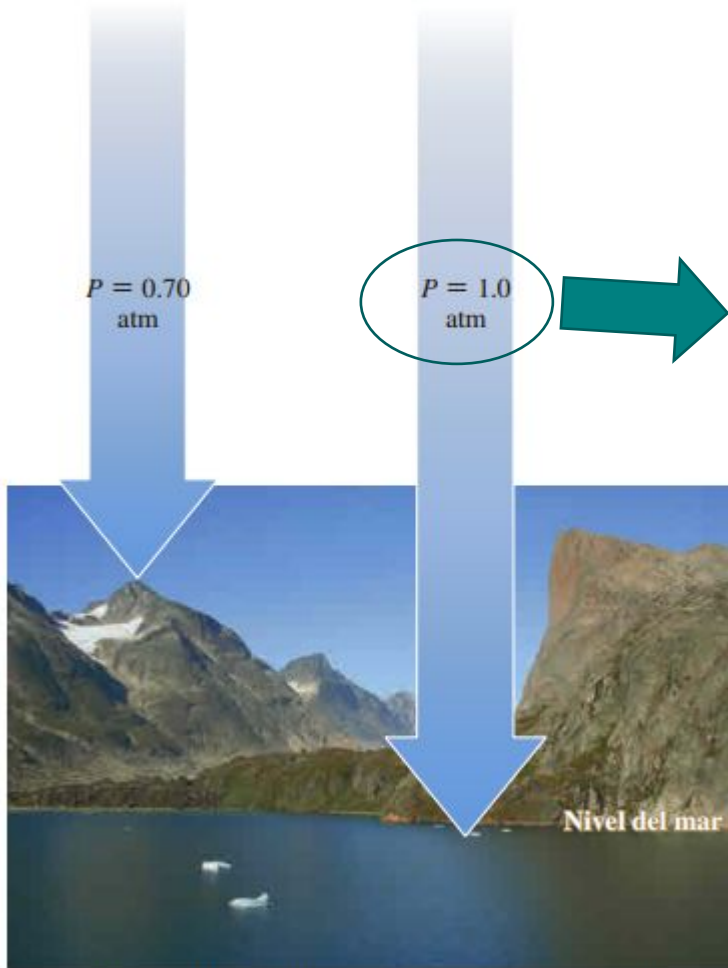
- La atmósfera es una mezcla de gases cuya composición se mantiene moderadamente constante a una determinada altitud

Presión atmosférica estándar

= 760 torr = 760 mmHg = 101325 Pa

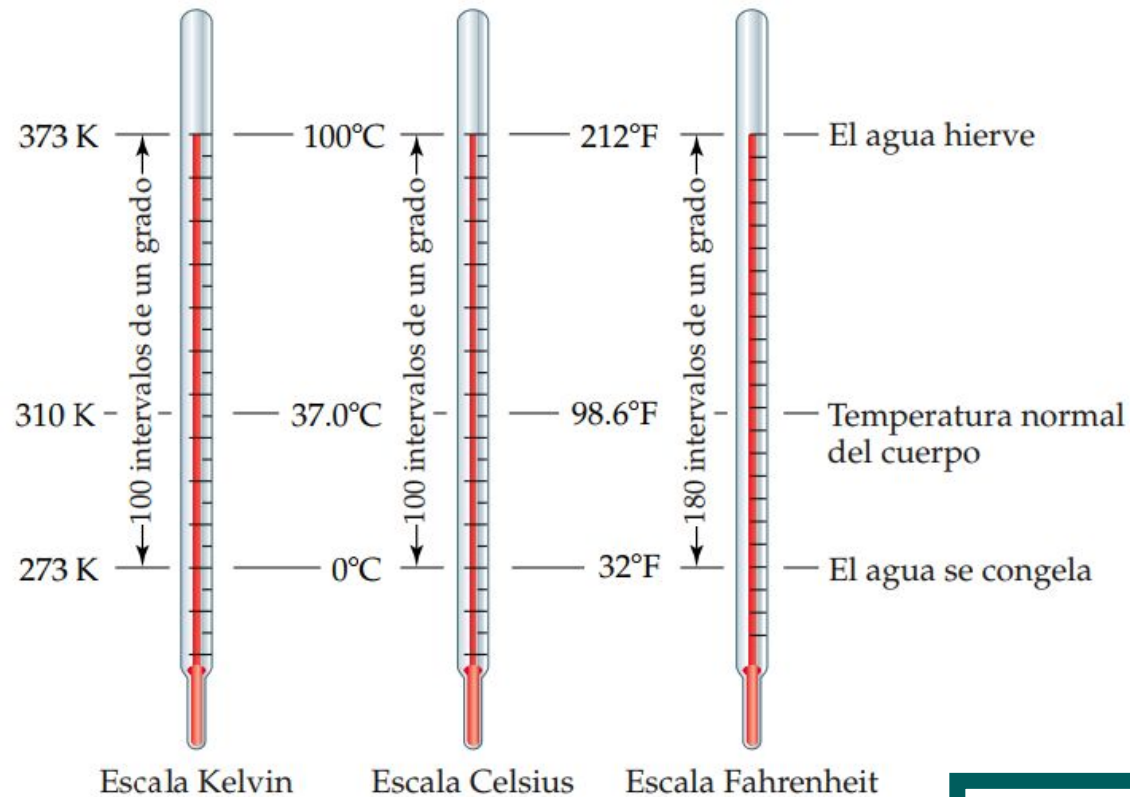
Composición del aire seco al nivel del mar

Componente	% en volumen
N ₂	78,08
O ₂	20,95
Ar	0,93
CO ₂	0,031

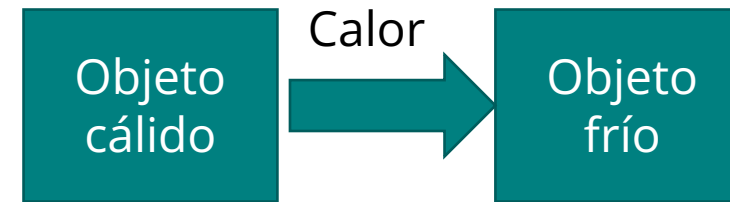


La presión atmosférica disminuye conforme aumenta la altitud.

Temperatura



- Es “qué tan cálido o frío” es un objeto
- Determina la dirección del flujo de calor:



$$K = ^\circ C + 273,15$$

$$^\circ F = \frac{9}{5}(^\circ C) + 32 \quad ^\circ C = \frac{5}{9}(^\circ F - 32)$$

Conceptos fundamentales

Leyes de los gases

Ley de las presiones parciales

Ley de Boyle

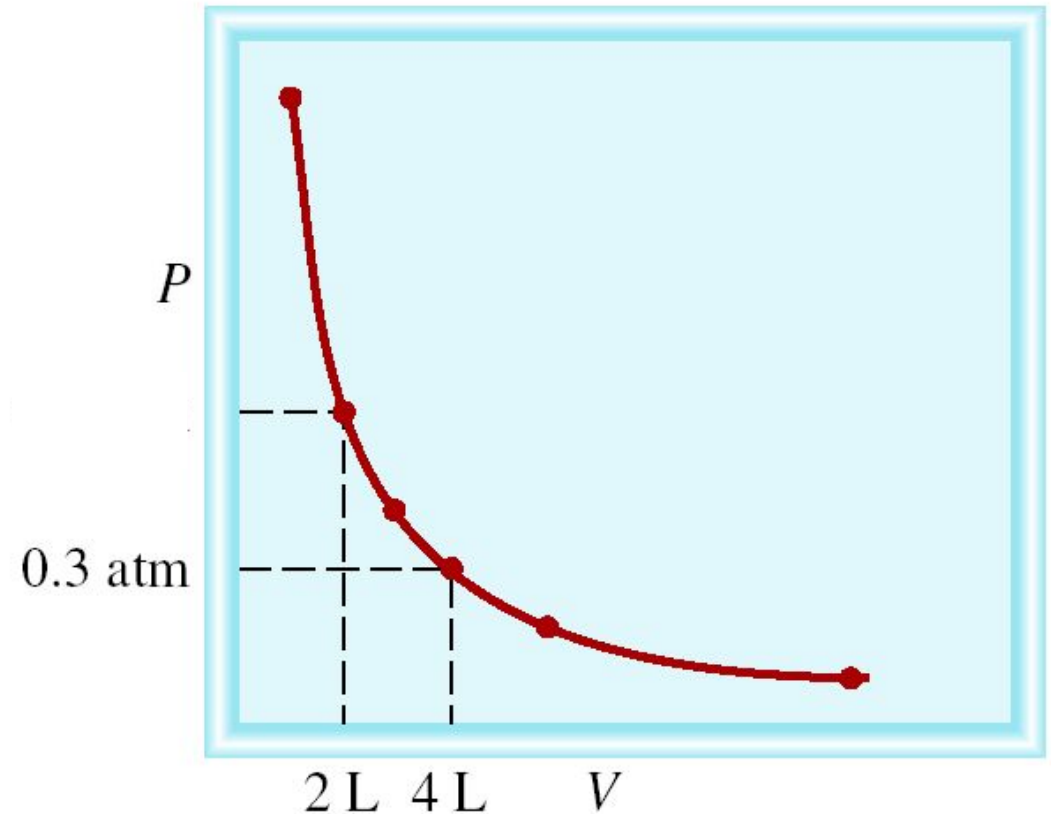
El volumen de una cantidad fija de gas a temperatura constante es inversamente proporcional a la presión

$$P \times V = \text{constante}$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Ej: $0,3 \text{ atm} \times 4 \text{ L} = P_2 \times 2 \text{ L}$

$$P_2 = 1,2 \text{ atmL} / 2 \text{ L} = 0,6 \text{ atm}$$



Ejemplo #1

Una muestra de gas hidrógeno tiene un volumen de 5,0 L y una presión de 1,0 atm. ¿Cuál es la nueva presión, en atmósferas, si el volumen disminuye a 2,0 L y se considera que la temperatura y la cantidad de gas permanecen constantes?

INICIO

$$V_1 = 5,0 \text{ L}$$

$$P_1 = 1,0 \text{ atm}$$

FIN

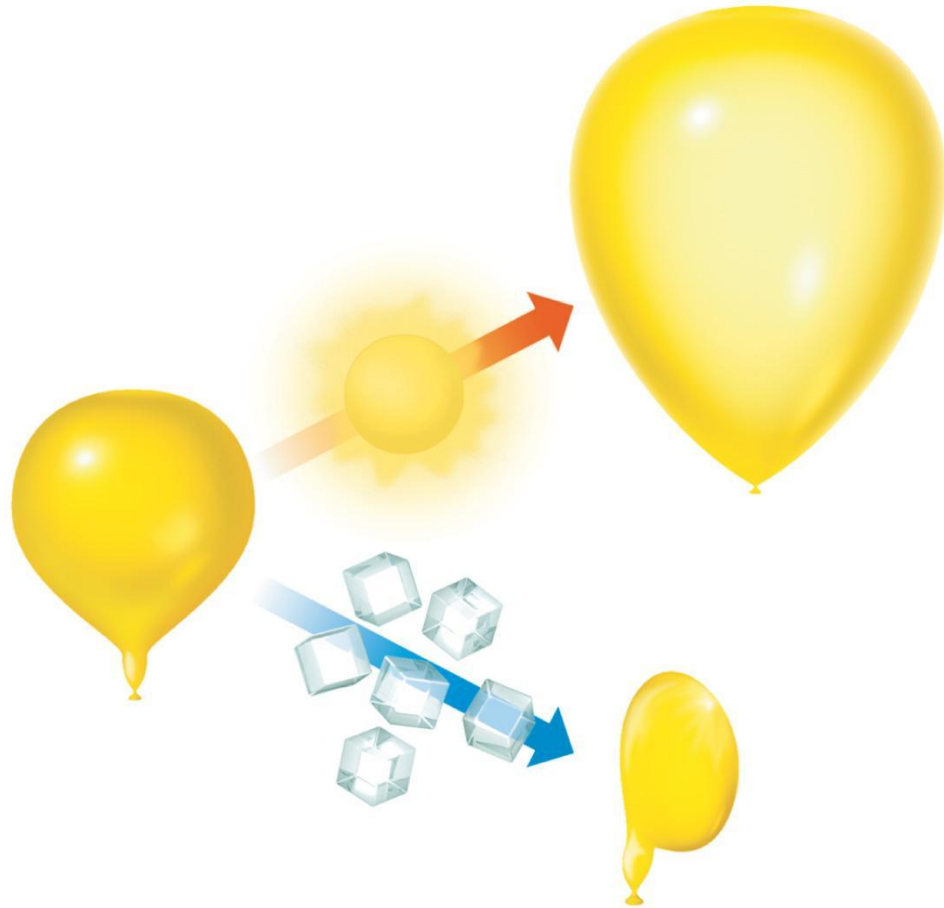
$$V_2 = 2,0 \text{ L}$$

$$P_2 = ? \text{ atm}$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{1,0 \text{ atm} \cdot 5,0 \text{ L}}{2,0 \text{ L}} = 2,5 \text{ atm}$$

Ley de Charles

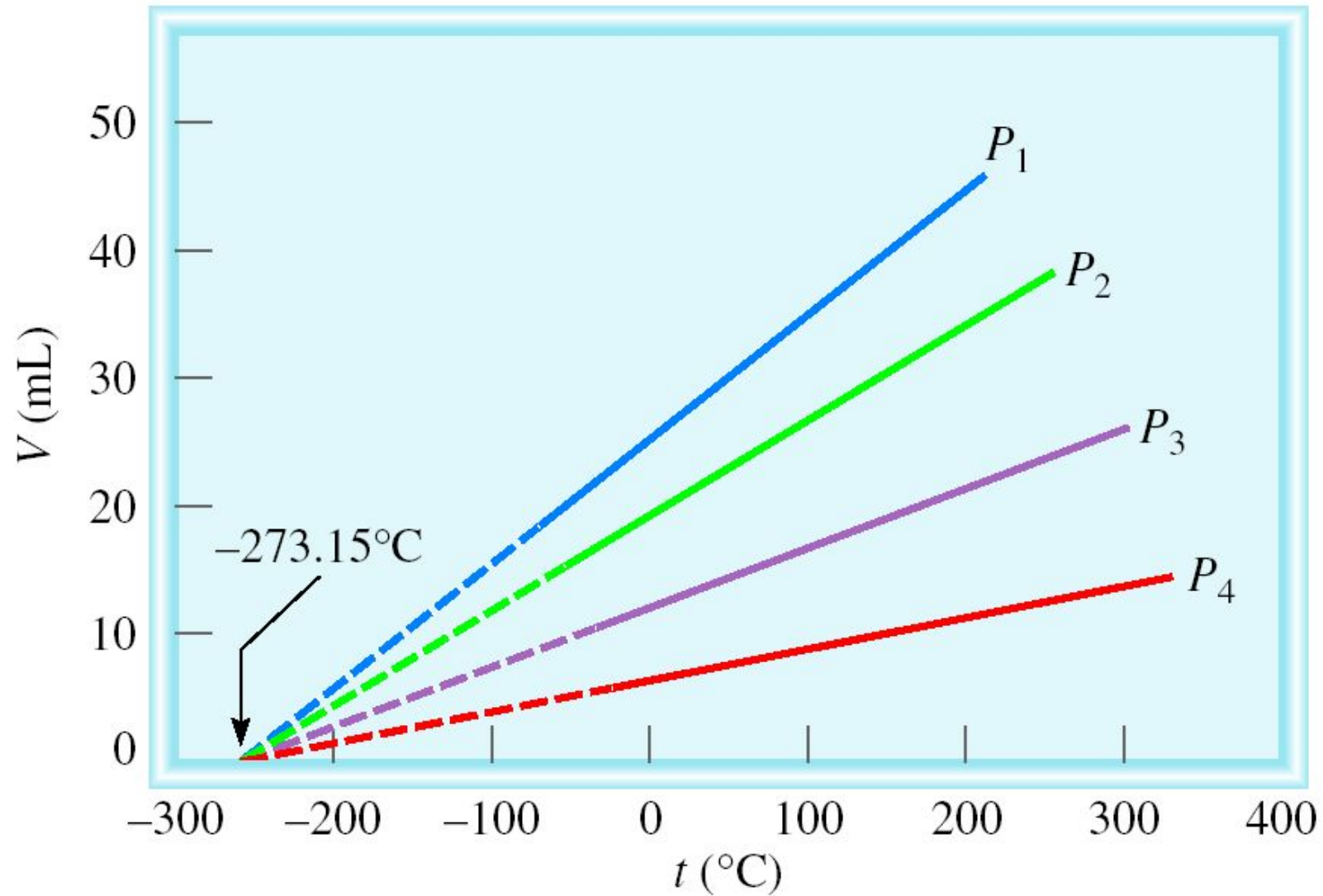


El volumen de una cantidad fija de gas a una presión constante es directamente proporcional a su **temperatura absoluta (en Kelvin)**

$$V = \text{constante} \times T$$

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

Ley de Charles



Ejemplo #2

Una muestra de gas Argón tiene un volumen de 5,40 L y una temperatura de 15°C. Encuentre el nuevo volumen, en litros, del gas después de que la temperatura aumenta a 42°C a presión y cantidad de gas constantes.

INICIO

$$V_1 = 5,40 \text{ L}$$

$$T_1 = 15^\circ\text{C} = (15 + 273,15)\text{K} \\ = 288,15 \text{ K}$$

FIN

$$V_2 = ? \text{ L}$$

$$T_2 = 42^\circ\text{C} = 315,15 \text{ K}$$

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{5,40 \text{ L} \cdot 315,15 \text{ K}}{288,15 \text{ K}} = 5,91 \text{ L}$$

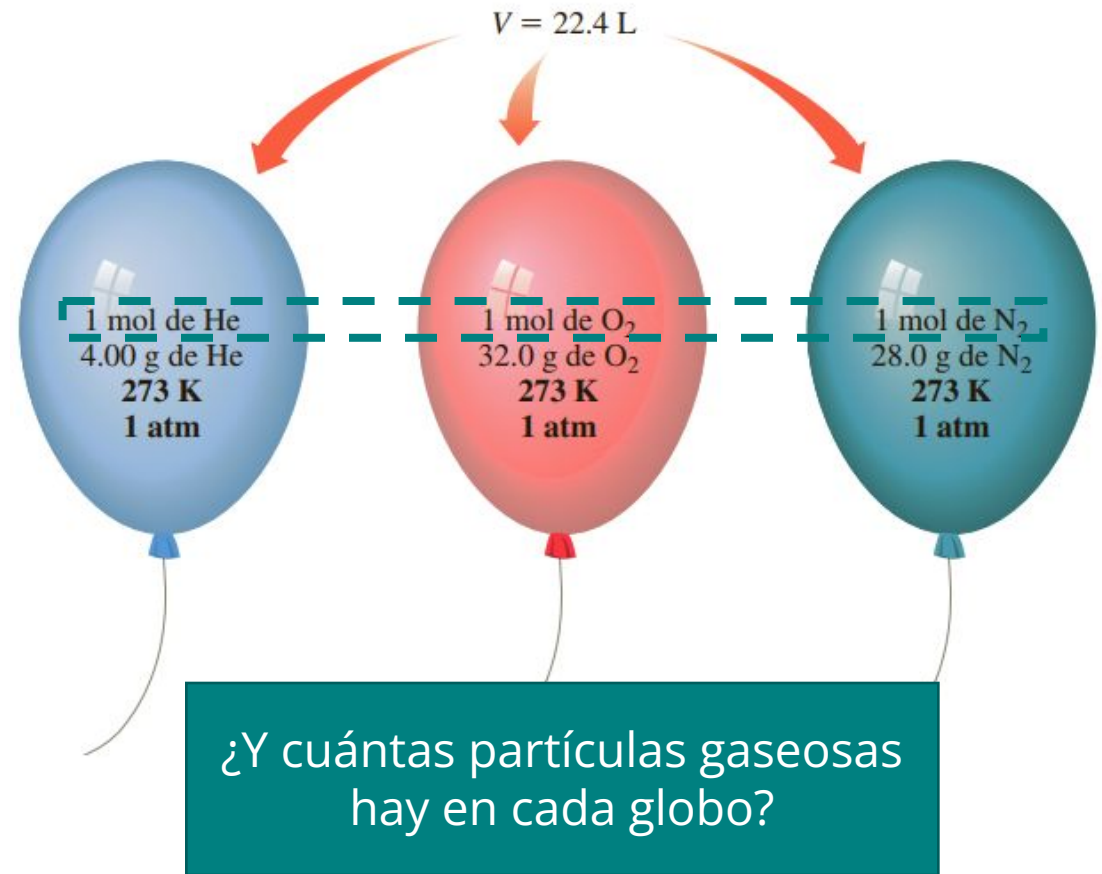
Ley de Avogadro

El volumen de un gas a temperatura y presión constante es directamente proporcional al número de moles de un gas

A 273 K y 1 atm un mol ocupa un volumen de 22,4 L

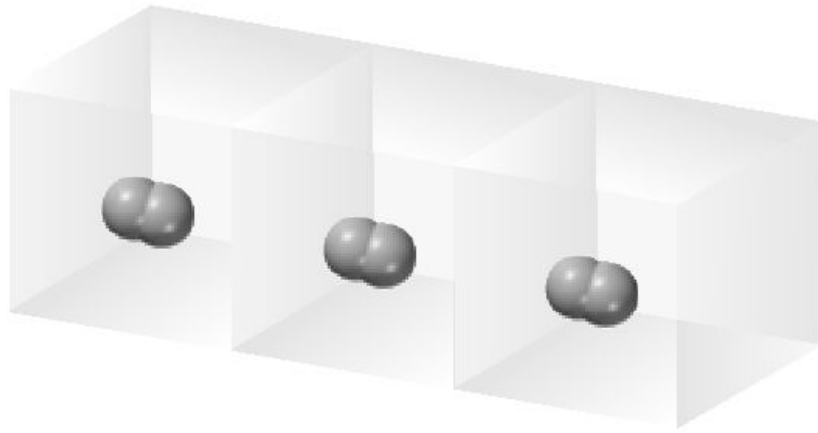
$$V = \text{constante} \times n$$

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$



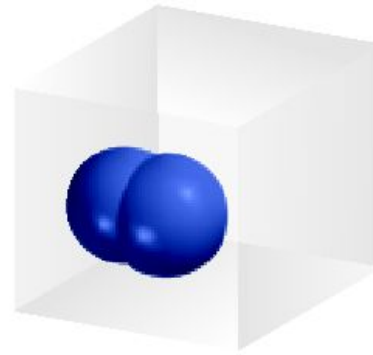
Ley de Avogadro

T y P constantes



$3\text{H}_2(\text{g})$
3 molecules
3 moles
3 volumes

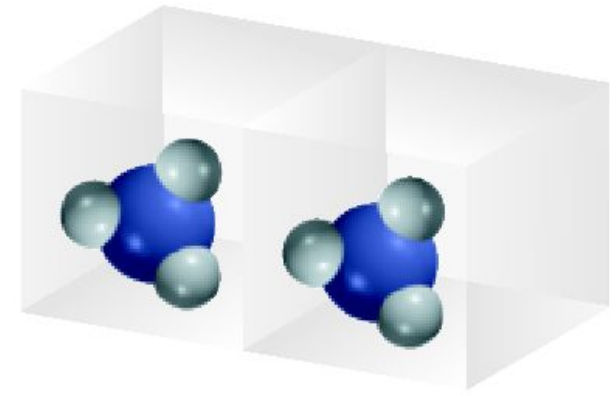
+



+

$\text{N}_2(\text{g})$
1 molecule
1 mole
1 volume

→



→

→

→

→

$2\text{NH}_3(\text{g})$
2 molecules
2 moles
2 volumes

Pregunta #1

En condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 0°C) se tiene 1 mol de cada uno de los siguientes compuestos: He y Ne

Estos compuestos tienen igual:

- I. Masa
 - II. Número de partículas
 - III. Volumen
-
- a. Solo I
 - b. Solo II
 - c. Solo III
 - d. II y III
 - e. Todas

D

Otras leyes

Ley de Gay-Lussac

La presión del gas es directamente proporcional a su temperatura (a volumen constante)

$$P = \text{constante} \times T$$

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

- Si la temperatura aumenta la presión _____
- Si la temperatura disminuye la presión _____

Ley general del Gas Ideal

La combinación de las leyes de Boyle, Charles y Gay Lussac permiten obtener la ecuación (a cantidad de materia constante):

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

Ecuación del Gas Ideal

$$P \times V = \text{constante}$$

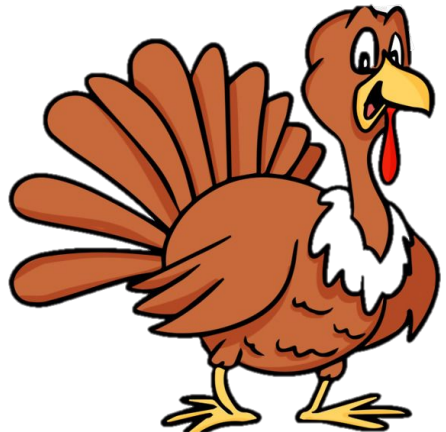
$$V = \text{constante} \times T$$

$$V = \text{constante} \times n$$

$$V = \text{constante} \times \frac{nT}{P} = R \frac{nT}{P}$$

R es la **constante de los gases ideales**

$$R = 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$



$$\mathbf{PV = RTn}$$

Pregunta #2

El hexafluoruro de azufre (SF_6) es un gas incoloro e inodoro muy poco reactivo. Calcule la presión (en atm) ejercida por 1,82 moles del gas en un recipiente de acero de 5,43 L de volumen a $69,5^\circ\text{C}$.

$$\mathbf{PV = nRT}$$

$$R = 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{1,82 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (69,5 + 273,15) \text{K}}{5,43 \text{ L}}$$

$$P = 9,42 \text{ atm}$$

Conceptos fundamentales

Leyes de los gases

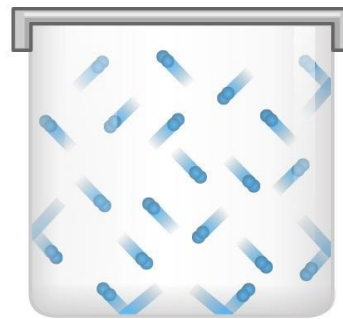
Ley de las presiones parciales

Ley de Dalton de las presiones parciales

Si dos gases que no reaccionan se mezclan, actúan como si estuvieran solos en el contenedor

Si en una reacción no cambia el número de moles totales, ¿cambiaría la presión total?

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

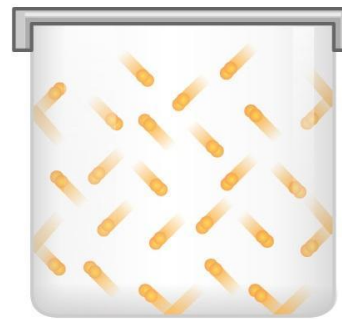


Oxígeno



Presión
159 mm Hg

+

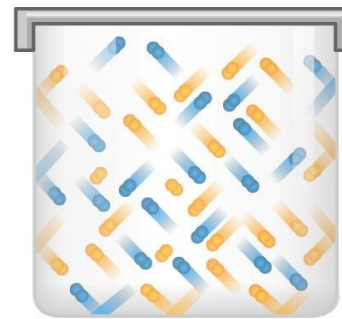


Nitrógeno



Presión
593 mm Hg

=



Oxígeno + Nitrógeno



Presión
752 mm Hg

Ley de Dalton de las presiones parciales

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$$

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{n_1 RT}{V} + \frac{n_2 RT}{V} + \frac{n_3 RT}{V} + \dots$$

$$P = (n_1 + n_2 + n_3 + \dots) \frac{RT}{V} = \frac{n_{\text{tot}} RT}{V}$$

Para una mezcla de gases la presión total depende solo del número total de moles de gas presente, no de su naturaleza

$$\frac{p_1}{P} = \frac{\frac{n_1 RT}{V}}{\frac{n_{\text{tot}} RT}{V}} = \frac{n_1}{n_{\text{tot}}}$$

Fracción molar

Es la razón de moles de una sustancia con respecto al número de moles totales:

$$\chi_1 = \frac{\text{moles del compuesto 1}}{\text{total de moles}} = \frac{n_1}{n_{\text{tot}}}$$

La suma de las fracciones molares de todos los componentes de una mezcla de gases es igual a 1

Presión parcial en mezcla de dos gases

La presión parcial de los componentes de una mezcla de gases están dados entonces por:

$$p_1 = \left(\frac{n_1}{n_1 + n_2} \right) P = \chi_1 P$$

$$p_2 = \left(\frac{n_2}{n_1 + n_2} \right) P = \chi_2 P$$

$$P = p_1 + p_2$$

Pregunta #3

Una mezcla de gases contiene: 4,46 moles de Ne, 0,74 moles de Ar y 2,15 moles de Xe. Calcule las presiones parciales de los gases si la presión total es de 2,00 atm a cierta temperatura

$$\chi_{\text{Ne}} = \left(\frac{n_{\text{Ne}}}{n_{\text{Ne}} + n_{\text{Ar}} + n_{\text{Xe}}} \right) = \left(\frac{4,46 \text{ mol}}{4,46 \text{ mol} + 0,74 \text{ mol} + 2,15 \text{ mol}} \right) = 0,607$$

$$p_{\text{Ne}} = \chi_{\text{Ne}} P = 0,607 \cdot 2,00 \text{ atm} = 1,21 \text{ atm}$$

$$\chi_{\text{Ar}} = 0,10$$

$$\chi_{\text{Xe}} = 0,293$$

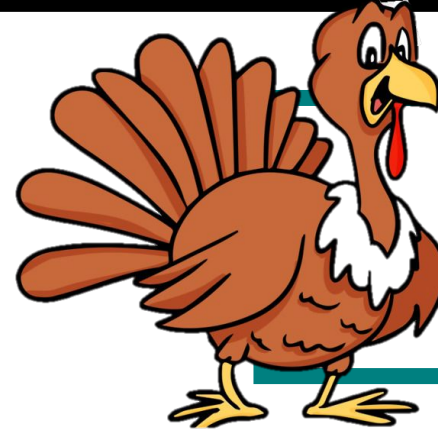
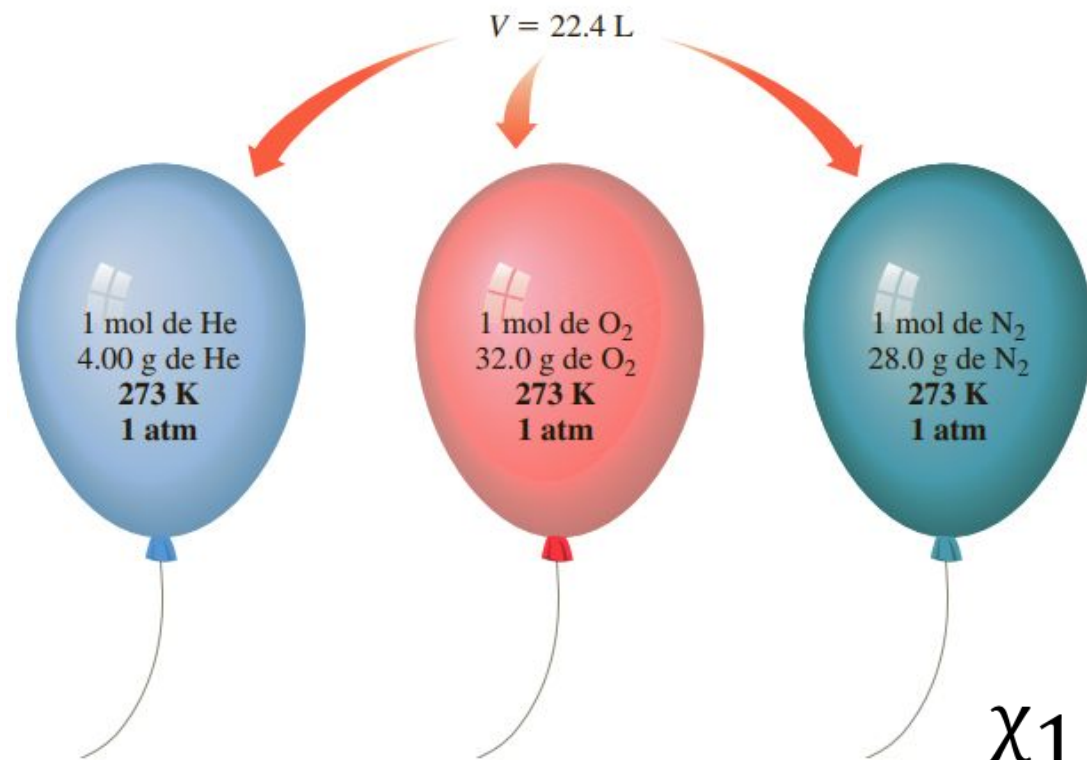
$$P = 1,21 \text{ atm} + 0,20 \text{ atm} + 0,586 \text{ atm}$$

$$p_{\text{Ar}} = 0,20 \text{ atm}$$

$$p_{\text{Xe}} = 0,586 \text{ atm}$$

$$P = 2,00 \text{ atm}$$

Resumen



$$PV = nRT$$



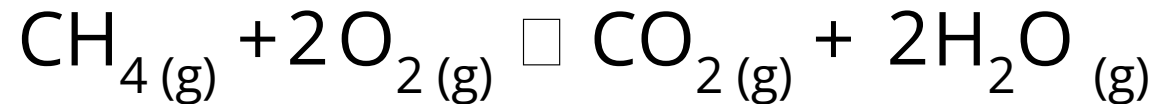
$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots = \frac{n_{\text{tot}}RT}{V}$$

$$\chi_1 = \frac{\text{moles del compuesto 1}}{\text{total de moles}} = \frac{n_1}{n_{\text{tot}}}$$

$$p_1 = \left(\frac{n_1}{n_1 + n_2} \right) P = \chi_1 P$$

Ejercicio #1

Para la siguiente reacción química:



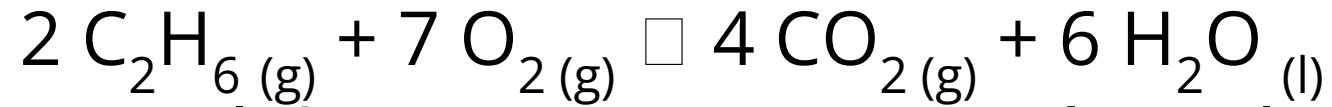
En CNPT, ¿Qué volumen de O_2 se necesitan para combustionar 2 moles de metano?

- a) 22,4 L
- b) 44,8 L
- c) 67,2 L
- d) 89,6 L
- e) 112 L

D

Ejercicio #2

La combustión del etano se lleva a cabo según la siguiente reacción:



Al reaccionar un mol de etano en CNPT, ¿cuántos litros de óxido de carbono (IV) deberían obtenerse?

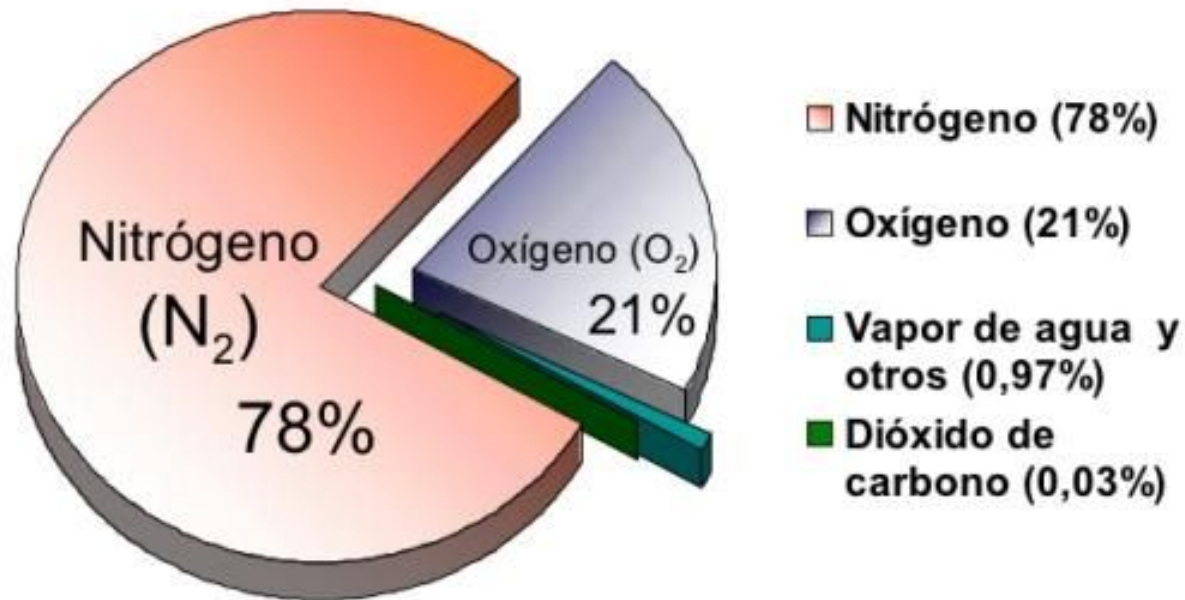
- a) 2,0 L
- b) 11,2 L
- c) 22,4 L
- d) 44,8 L
- e) 67,2 L

D

Atmósfera

Composición de la atmósfera

Esta es la composición de un aire "normal", no contaminado:



Composición del aire

Un **contaminante** es cualquier sustancia presente en una mezcla que:

- No necesariamente es tóxica ni nociva.
- No corresponde a la composición original del aire.

Contaminación

1. Contaminantes Primarios:

Son aquellos producidos directamente como emisiones de:

- a) **Origen natural** (erupciones volcánicas, incendios forestales).
- b) **Actividad humana** (vehículos, industrias).

CONTAMINANTES PRIMARIOS
(CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL)

CO, SO₂, NO₂/NO, PARTÍCULAS

2. Contaminantes Secundarios:

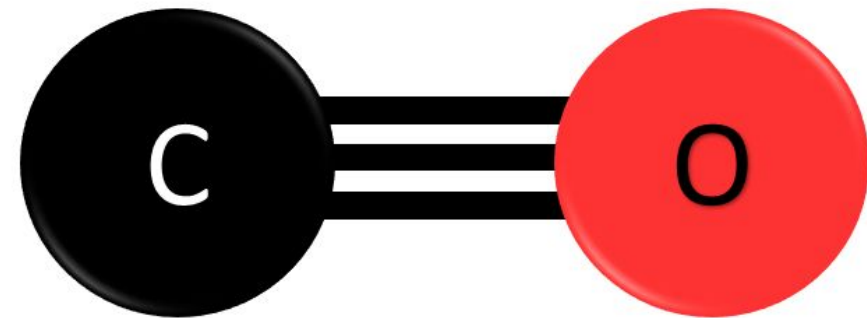
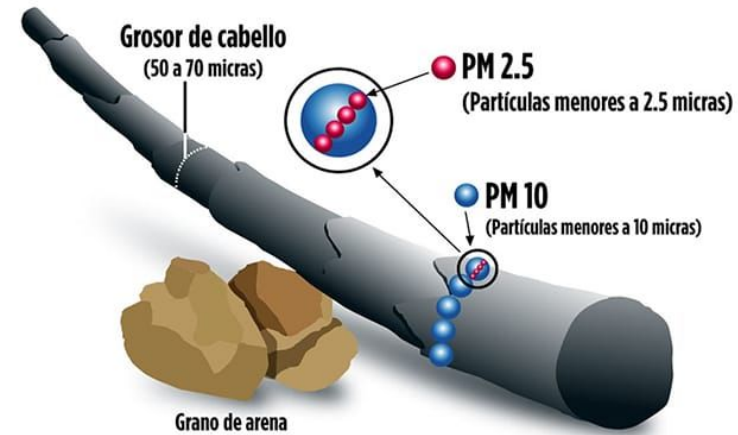
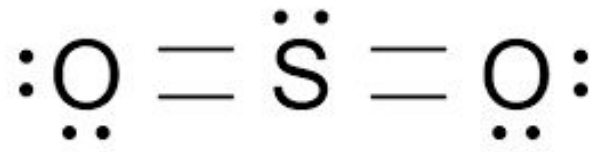
- a) Se generan como resultado de **procesos químicos** que involucren contaminantes primarios.

Ejemplo: Ozono troposférico (O₃).

CONTAMINANTES SECUNDARIOS
(CONTAMINACIÓN FOTOQUÍMICA)

SO₃/H₂SO₄, NO₂/NO, O₃

Ejemplos de Contaminantes



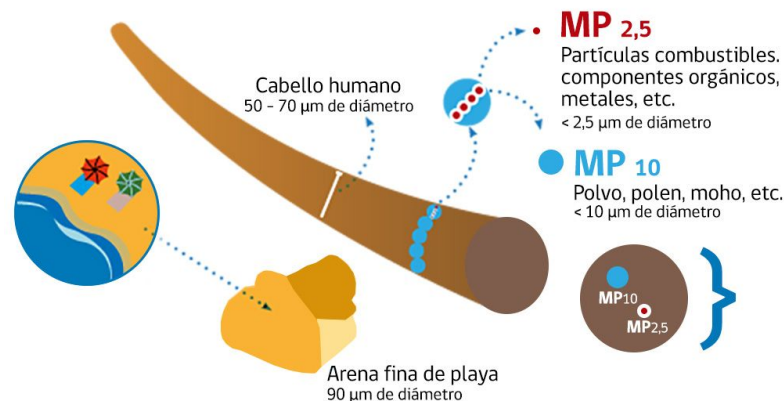
¿Primarios o Secundarios?

Material Particulado

El **material particulado (MP)** está compuesto de partículas sólidas extremadamente pequeñas y gotitas de líquido que pueden estar formadas por varios componentes diferentes como sales de sulfatos y nitratos, moléculas orgánicas, hollín, metal y polvo.

La clasificación MP10 da cuenta de las llamadas **partículas gruesas** inhalables con diámetros entre 2,5 y 10 μm .

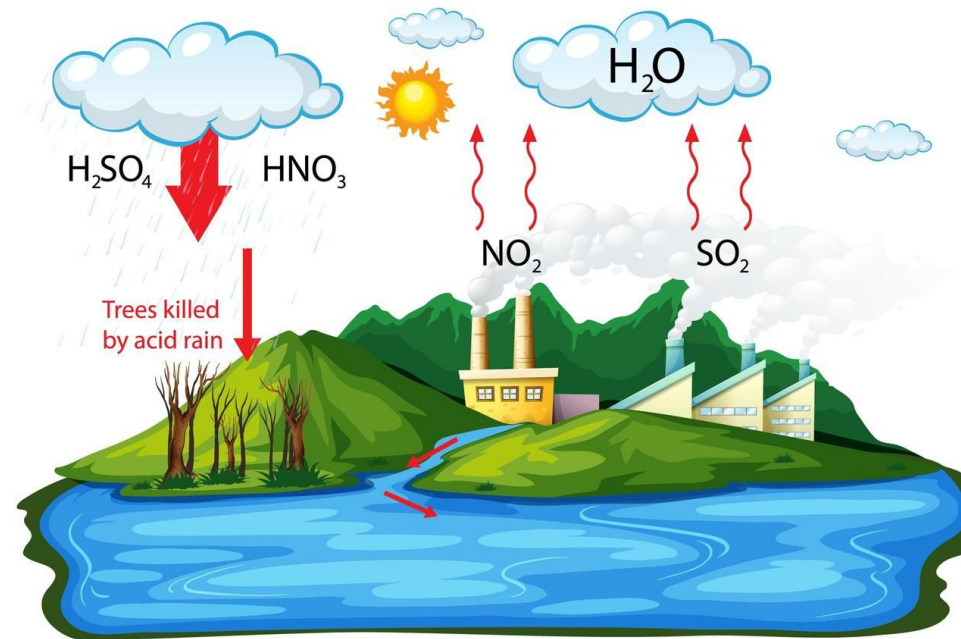
Mientras que las MP2,5 son partículas con diámetros menores a 2,5 μm y constituyen las **partículas finas**.



Lluvia Ácida

Las dos principales fuentes de la lluvia ácida son el dióxido de azufre (SO_2) y el monóxido de nitrógeno (NO) de las plantas termoeléctricas y los automóviles. Éstos se oxidan en el aire y reaccionan con agua formando H_2SO_4 y HNO_3 respectivamente, que caen sobre la Tierra como lluvia o nieve ácida.

ACID RAIN



Clorofluorocarbonos

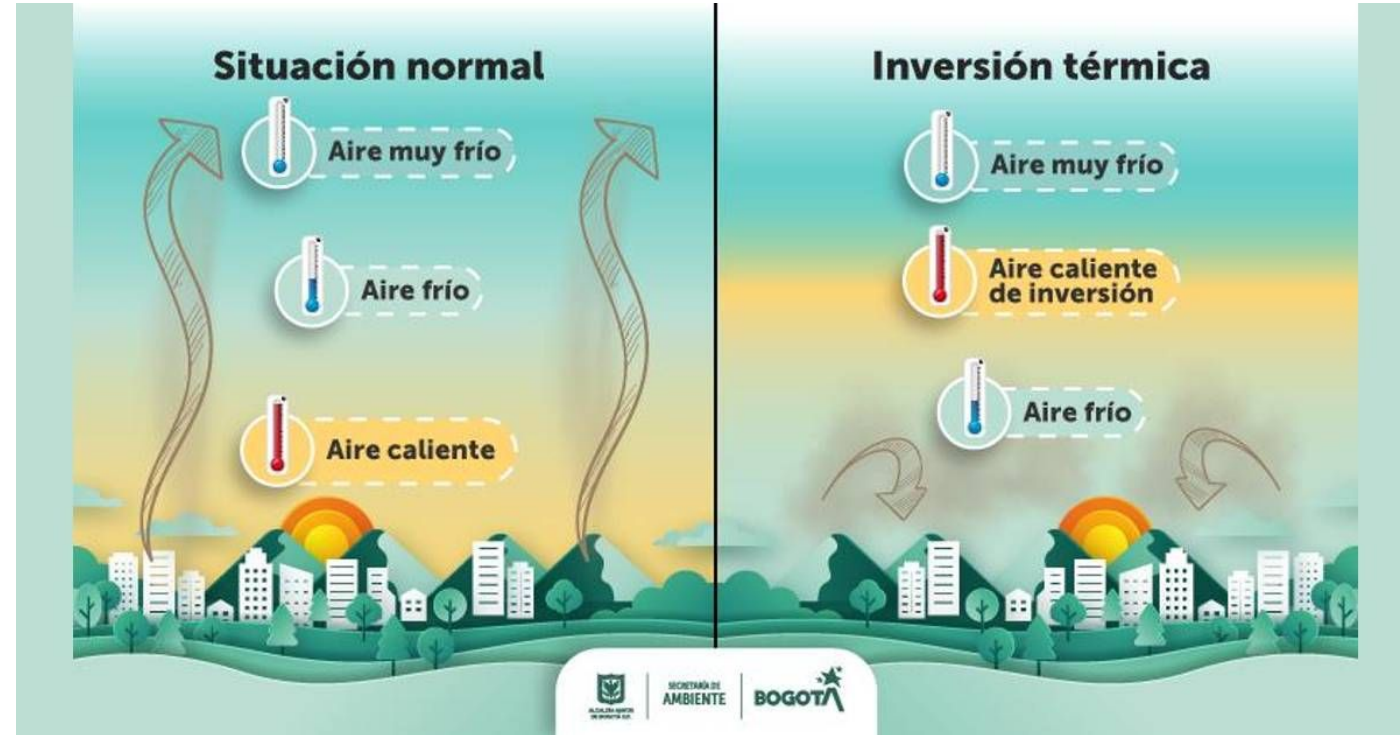
Los compuestos llamados clorofluorocarbonos o CFC, se han utilizado como gases dispersores en latas de aerosoles y como refrigerantes. Estos se difunden en la estratosfera, donde la radiación ultravioleta los descompone, y los átomos de cloro que se forman en este proceso rompen las moléculas de ozono formando el **agujero de la capa de ozono**, que protege a la tierra de la dañina radiación ultravioleta.



Efecto Atmosférica

Normalmente el **aire está más caliente cerca del suelo y asciende**, pero en las noches despejadas el suelo se enfría, y los contaminantes quedan atrapados cerca del suelo acumulándose.

Esta condición se conoce como inversión atmosférica o inversión térmica.



Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un proceso natural que permite a la Tierra mantener una temperatura adecuada para la vida. Este fenómeno ocurre cuando la radiación solar llega a nuestro planeta en forma de luz. Parte de esta energía es absorbida por la superficie terrestre, lo que calienta la Tierra. A su vez, el planeta emite calor en forma de radiación infrarroja hacia el espacio.

Sin embargo, ciertos gases en la atmósfera, conocidos como **gases de efecto invernadero (GEI)**, desempeñan un papel crucial en este proceso. Estos gases incluyen el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), entre otros. Los GEI son capaces de atrapar la radiación infrarroja emitida por la Tierra, lo que impide que se escape al espacio y, por ende, contribuye a calentar aún más el planeta.

Efecto Invernadero

El aumento de estos gases, principalmente debido a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la agricultura y ciertos procesos industriales, ha intensificado el efecto invernadero. Esto ha llevado a un incremento de la temperatura media de la Tierra, conocido como **calentamiento global**. Las consecuencias son graves e incluyen cambios climáticos extremos, pérdida de biodiversidad, y el aumento del nivel del mar debido al derretimiento de glaciares y la expansión térmica de los océanos.



Efecto Invernadero



Efecto Invernadero

Gases de efecto invernadero que deben disminuirse en concentración son:

Gas	Fórmula	Origen
Metano	CH ₄	Natural y artificial
Óxido nitroso	N ₂ O	Natural y artificial
Hidrofluorocarbonos	HFC	Artificial
Perfluorocarbonos	PFC	Artificial
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	Artificial

Ejercicio 1

1. En la actualidad se conoce con bastante exactitud la composición del aire. Los más fundamentales son el nitrógeno (N_2 ; 78,1%) y el oxígeno (O_2 ; 20,9%), los que en conjunto alcanzan un 99% del volumen de aire seco. Como componentes secundarios se encuentran presentes el argón (Ar), el dióxido de carbono (CO_2), el neón (Ne), el helio (He), el kriptón (Kr), el hidrógeno (H_2), el metano (CH_4) y el xenón (Xe). A niveles de traza y dependiendo de la ubicación geográfica, se encuentran presentes compuestos como monóxido de nitrógeno (NO), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), amoníaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO).

Además, existen dos componentes que están presentes en el aire en cantidades variables: el agua (H_2O), en sus tres estados físicos y el polvo atmosférico (humo, arena fina, cenizas, esporas, polen, microorganismos, etc.). Al respecto, la concentración de vapor de agua puede variar desde 0% en zonas desértica hasta un 5-6% en zonas tropicales.

Según los datos que se entregan y sus conocimientos, sería correcto afirmar que

- A) el nitrógeno es el gas que se inhala en mayor cantidad, a pesar de ser nocivo para los seres humanos.
- B) el oxígeno es el gas más importante para la vida, por lo tanto, es el más abundante en la atmósfera.
- C) el vapor de agua no siempre está presente en la composición de la atmósfera.
- D) el polvo atmosférico está en bajas cantidades y no se considera un componente del aire porque es un sólido.

Ejercicio 1

1. En la actualidad se conoce con bastante exactitud la composición del aire. Los más fundamentales son el nitrógeno (N_2 ; 78,1%) y el oxígeno (O_2 ; 20,9%), los que en conjunto alcanzan un 99% del volumen de aire seco. Como componentes secundarios se encuentran presentes el argón (Ar), el dióxido de carbono (CO_2), el neón (Ne), el helio (He), el kriptón (Kr), el hidrógeno (H_2), el metano (CH_4) y el xenón (Xe). A niveles de traza y dependiendo de la ubicación geográfica, se encuentran presentes compuestos como monóxido de nitrógeno (NO), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), amoníaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO).

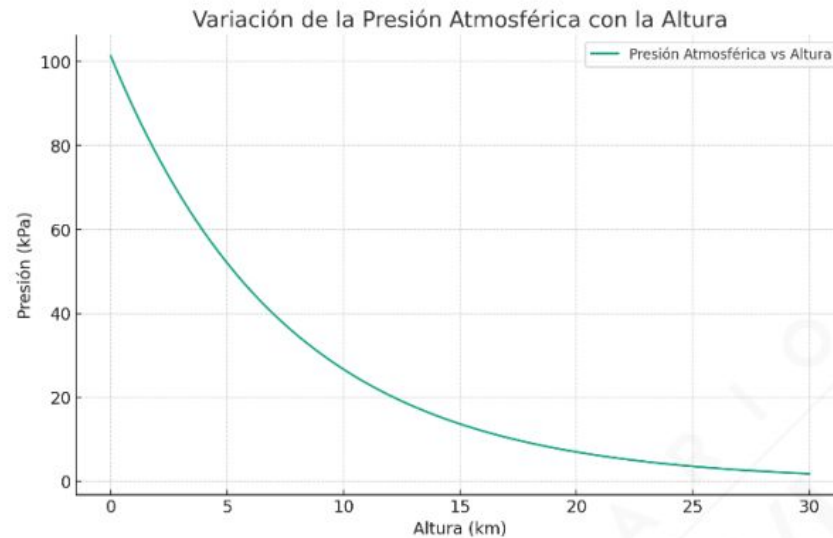
Además, existen dos componentes que están presentes en el aire en cantidades variables: el agua (H_2O), en sus tres estados físicos y el polvo atmosférico (humo, arena fina, cenizas, esporas, polen, microorganismos, etc.). Al respecto, la concentración de vapor de agua puede variar desde 0% en zonas desértica hasta un 5-6% en zonas tropicales.

Según los datos que se entregan y sus conocimientos, sería correcto afirmar que

- A) el nitrógeno es el gas que se inhala en mayor cantidad, a pesar de ser nocivo para los seres humanos.
- B) el oxígeno es el gas más importante para la vida, por lo tanto, es el más abundante en la atmósfera.
- C) el vapor de agua no siempre está presente en la composición de la atmósfera.
- D) el polvo atmosférico está en bajas cantidades y no se considera un componente del aire porque es un sólido.

Ejercicio 2

El siguiente gráfico da cuenta de la variación de la presión atmosférica con la altura:

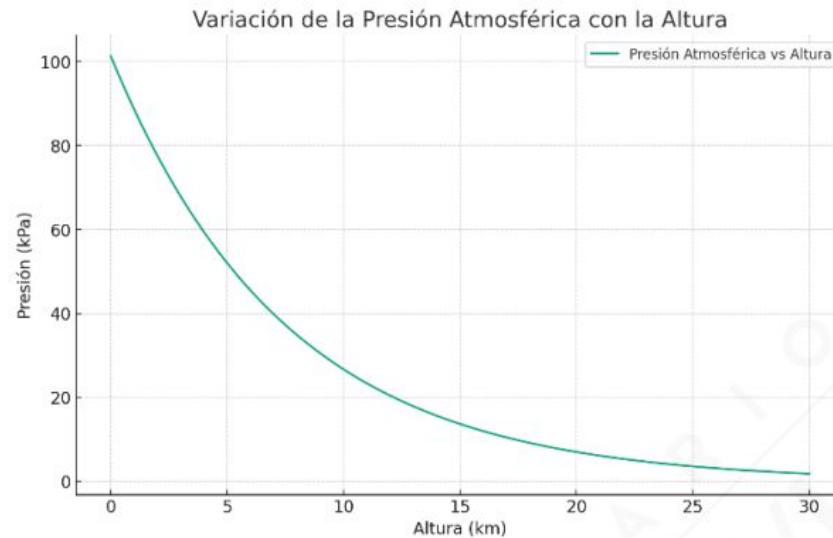


De acuerdo con el análisis de esta información, es correcto inferir y concluir que:

- A) Cuanto mayor es la altura, mayor cantidad de gases contiene el aire
- B) En la cumbre del monte Everest, la presión del aire es menor que a nivel del mar
- C) A nivel del suelo, la presión del aire es de casi cero kilopascales
- D) A pesar de que la presión del aire cambia con la altura, la concentración de gases se mantiene inalterable

Ejercicio 2

El siguiente gráfico da cuenta de la variación de la presión atmosférica con la altura:



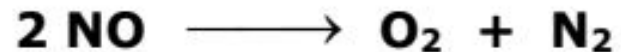
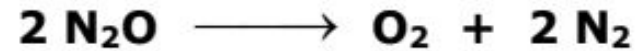
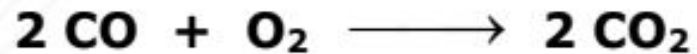
De acuerdo con el análisis de esta información, es correcto inferir y concluir que:

- A) Cuanto mayor es la altura, mayor cantidad de gases contiene el aire
- B) En la cumbre del monte Everest, la presión del aire es menor que a nivel del mar
- C) A nivel del suelo, la presión del aire es de casi cero kilopascales
- D) A pesar de que la presión del aire cambia con la altura, la concentración de gases se mantiene inalterable

B

Ejercicio 3

A partir de la década del 70, con el inicio del uso de los convertidores catalíticos en automóviles y medios de transporte, las emisiones de gases como el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno han disminuido considerablemente. La manera en que estos gases se convierten en otros menos nocivos puede resumirse con las siguientes ecuaciones químicas:

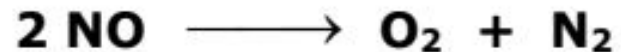
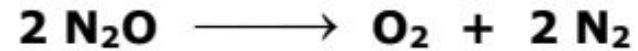


Teniendo en cuenta la capacidad de estos gases para absorber energía (radiación), la implementación del convertidor catalítico en los motores de combustión favoreció el (la)

- A) aumento de la lluvia ácida.
- B) aumento de la temperatura global.
- C) disminución del vapor de agua en la atmósfera.
- D) disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

Ejercicio 3

A partir de la década del 70, con el inicio del uso de los convertidores catalíticos en automóviles y medios de transporte, las emisiones de gases como el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno han disminuido considerablemente. La manera en que estos gases se convierten en otros menos nocivos puede resumirse con las siguientes ecuaciones químicas:



Teniendo en cuenta la capacidad de estos gases para absorber energía (radiación), la implementación del convertidor catalítico en los motores de combustión favoreció el (la)

- A) aumento de la lluvia ácida.
- B) aumento de la temperatura global.
- C) disminución del vapor de agua en la atmósfera.
- D) disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

D