

Estados de agregación de la Materia

Contenido Temático

- 1.- La Materia
- 2.- Modelo Cinético Molecular
- 3.- Estado Sólido
- 4.- Estado Líquido
- 5.- Estados Gas
 - 5.1.- Leyes de los Gases
 - 5.1.1.- Presión ejercida por un gas
 - 5.1.2.- Volumen ocupado por un gas
 - 5.1.3.- Temperatura de un gas
 - 5.2.- Ecuación General de los Gases Perfectos
 - 5.3.- Ley de Boyle - Mariotte
 - 5.4.- Ley de Charles
 - 5.5.- Ley de Charles y Gay Lussac
- 6.- Ejercicios resueltos
- 7.- Cambios de Estado

1.- La Materia

La **materia** está constituida por unas **unidades estructurales** (partículas) muy pequeñas, llamadas **átomos** y estos forman **moléculas**. Estas partículas poseen **energía** que la percibimos como **temperatura** del cuerpo. Mientras **más energía** posea la **materia** mayor será el **movimiento molecular** y a su vez **mayor temperatura** percibiremos.

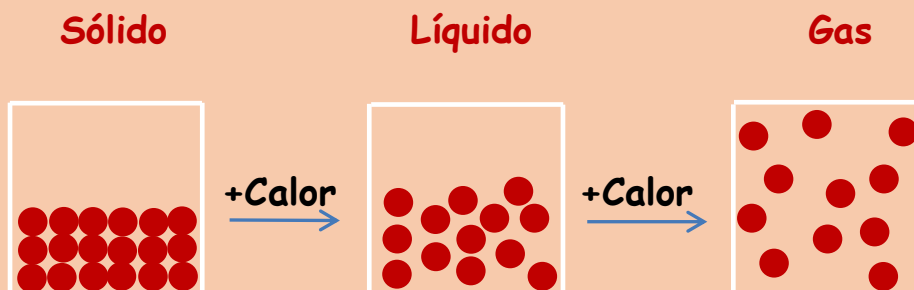
En función del contenido **energético** de las moléculas, la **materia** se presenta en la Naturaleza, en **TRES Estados**.

2.- Modelo Cinético Molecular

La **teoría cinética** (movimiento) nos indica que la **materia**, sea cual sea su estado, está formada por **partículas tan diminutas** que no se pueden **observar a simple vista** y que, además, se encuentran en **continuo movimiento**.

La teoría **cinética** es capaz de explicar por qué una misma sustancia se puede encontrar en 3 estados: **sólido**, **líquido** y **gas**. Estos estados diferentes de la **Materia** se caracterizan por la manera de **agruparse** y **ordenarse** las partículas que los constituyen.

La manera de agruparse las partículas y la fortaleza de la agrupación **depende del contenido energético de dicha agrupación** (se manifiesta por la temperatura). Al aumentar el **aporte energético** (aumento de la temperatura), las **moléculas en estado sólido** vibran con **mayor intensidad disminuyendo la fortaleza del enlace** entre ellas. Alcanzamos de esta forma el **estado líquido**. Si seguimos aumentando el aporte de **energía calorífica**, la unión entre moléculas es **muy débil** y conseguimos el **estado gas**.



ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

En **ESTADO SOLIDO** las moléculas están **muy juntas** y se mueven **oscilando** alrededor de unas posiciones fijas. Las fuerzas de **cohesión** entre moléculas es **muy grande**.

En **ESTADO LIQUIDO** las moléculas están **más separadas** y se mueven de manera que pueden **cambiar sus posiciones**. Las fuerzas de **cohesión** son **menos intensas** que en el **estado sólido**.

En **ESTADO GASEOSO** las moléculas están **totalmente separadas** unas de otras y se **mueven libremente**. No existen fuerzas de **cohesión**.

Cuestión Resuelta

Al variar la temperatura del sólido. ¿Qué ocurre?

Contestación

La variación de temperatura puede ser **ascendente** o **descendente**.

El **estado sólido** a temperatura ambiente se caracteriza porque los átomos, iones o moléculas que lo constituyen solo se permiten una muy, **muy pequeña vibración** alrededor de su **posición de equilibrio** en la red cristalina.

Al **enfriar** (disminuir la temperatura) lo único que puede ocurrir es **disminuir la amplitud de vibración** (separación de la posición de equilibrio) y el **estado sólido** no dejará de **ser sólido**. Podemos tener hielo a **-5 °C** y a **-10 °C** y sigue siendo sólido.

Si aumentamos la temperatura, mediante aporte energético, conseguiremos que sus **partículas aumentan su energía** lo que les permite vibrar con mayor **amplitud** (mayor distancia de separación). A mayor distancia de separación menores son **las fuerza de cohesión** y el sólido puede pasar a **estado líquido**. Se produce entonces un **cambio de estado**.

Si seguimos aportando energía las moléculas en **estado líquido** adquieren más energía, se separan hasta que las **fuerzas de cohesión se anulan** y se produce otro **cambio de estado**. El líquido pasa a **estado gas**.

Cuestión Resuelta

¿Cómo están las partículas en el cero absoluto?

Contestación

El **cero absoluto** corresponde a una temperatura de **-273,15 °C**. Esta temperatura **no se ha alcanzado ni se alcanzará**.

A esta temperatura tan sumamente baja, no solo los átomos, sino también las partículas subatómicas que los constituyen tendrían **CERO ENERGÍA**. No existiría el **MOVIMIENTO**.

El **cero absoluto** implicaría la **no existencia del estado GAS**. Recordar que en el estado gas había una **total libertad** de sus moléculas. **Movimiento a alta velocidad**.

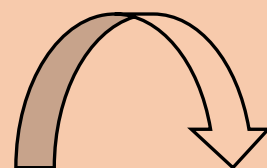
Cuestión Resuelta

¿Qué ocurre con la separación de las partículas a medida que aumentamos la temperatura?

Contestación

Aumentaría la distancia entre partículas por lo que las fuerzas de cohesión disminuirían y se producirían cambios de estado.

Sólido → Líquido → Gas



ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Cuestión Resuelta

¿Cómo están los iones del cloruro de sodio en el cero absoluto?

Contestación

Ya se dijo que el **cero absoluto** no se puede alcanzar. Supongamos por un momento que si es posible. Se dijo que a esta temperatura no existe movimiento por lo que los iones del cloruro de sodio no podrían vibrar alrededor de su posición de equilibrio.

Estados de agregación de la materia. (MUY IMPORTANTE)

http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyg3/tema2/index2.htm

Estados de agregación

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/materia/materia01.html>

Estado de agregación de la materia

<http://www.educaplus.org/gases/estagregacion.html>

Estados de agregación de la materia

<https://www.youtube.com/watch?v=Yarf9BEf-Z4>

Estados de agregación de la Materia

<https://www.youtube.com/watch?v=heh1tPtRxe4>

3.- Estado Sólido

Se forma cuando la **fuerza de atracción** entre las moléculas o átomos es **muy grande**. La movilidad de las partículas constituyentes se reduce mucho limitándose a una **simple** y

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

pequeña vibración alrededor de su posición de equilibrio en la red cristalina.

En el siguiente enlace pinchar en **sólido**

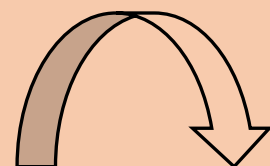
<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/materia/materia01.html>

Estado Sólido

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/solido.htm

El estado **sólido** se caracteriza por:

- 1.- Tienen **forma** y **volumen** constantes
- 2.- Son **muy rígidos**
- 3.- Estructura **muy estable**
- 4.- **No** se pueden **comprimir**



4.- Estado Líquido

La **materia** se forma en este estado cuando la **energía aumenta** y rompe la **fijación de las moléculas** en estado **sólido**. Aunque las moléculas **pueden moverse**, se mantienen **cerca**, cómo en la estructura sólida. Al estar las moléculas más débilmente unidas se **adaptan a la forma** de la vasija que lo contiene.



Pinchar **líquido** en el enlace siguiente:

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/materia/materia01.html>

Estado líquido

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/solido.htm

El estado **líquido** se caracteriza por:

- 1.- **No tienen forma fija**. Adquieren la forma del recipiente que los contiene
- 2.- Mantienen su **volumen constante**
- 3.- **No se pueden comprimir**

5.- Estado gas

Estado gas

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/gases/gases01.htm>

Estado gas

http://www.iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/temasweb/QUI2BAC/QUI2BAC%20Tema%200%20Fundamentos%20de%20Quimica/3_el_estado_gaseoso.html

Propiedades de los gases

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_es.html

En el estado **gas** la atracción entre moléculas es muy **pequeña** lo que les permite una **gran movilidad**. Esta gran movilidad les hace ocupar **todo el volumen** del recipiente que los contiene.

Pinchar **Gas** en el enlace siguiente:

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/materia/materia01.html>

Gases

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/gas.htm

Propiedades de los gases

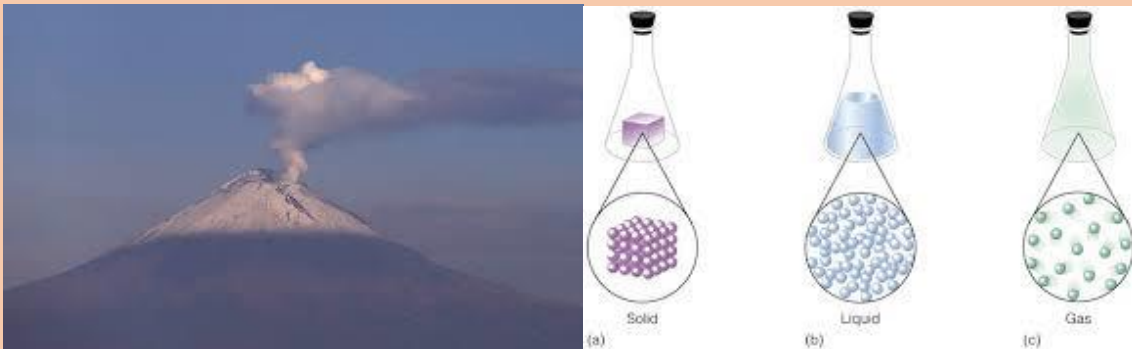
https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_es.html

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

El estado gas se caracteriza por:

- 1.- La materia en estado gaseoso **no tiene ni forma ni volumen fijo**
- 2.- Los gases **pueden comprimirse o expandirse**, ya que ocupan todo el espacio disponible
- 3.- Las partículas que componen un gas están en **continuo movimiento**. El gas se expande hasta ocupar el mayor espacio posible.



Pinchar en el siguiente enlace: **sólido**, **líquido** y **gas**. Animación interactiva. Pinchar **cambios**

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/solido.htm

Estados de agregación de la materia

http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema2/index2.htm

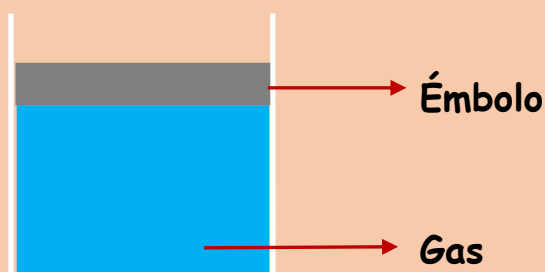
Estos tres estados de la materia son los que normalmente podemos encontrar en nuestro planeta. Existe un **cuarto estado**

de materia llamado "Plasma" (gas ionizado). **Queda como título informativo.**

5.1.- Leyes de los gases

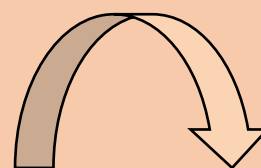
Cuando hablamos de **moléculas de gases** que se mueven a gran **velocidad** y que entre ellas no existe **ningún tipo de unión**, nos estamos refiriendo a un gas "ideal" o "perfecto". No se trata de un gas **real**, se trata de un **gas imaginario**, útil para que podamos aplicarle los principios del **movimiento de los cuerpos**. Los gases "**reales**" (los que existen en la Naturaleza), a **presión** y **temperatura ambiental** se comportan como un gas "ideal".

En el laboratorio tenemos un gas encerrado en un recipiente cilíndrico con un émbolo que se puede deslizar por las paredes del recipiente como consecuencia de una fuerza exterior o por el comportamiento del propio gas.



Para realizar un estudio de este gas trabajaremos con tres magnitudes:

- a) **Presión**
- b) **Volumen**
- c) **Temperatura**



5.1.1.- Presión ejercida por un gas

Presión

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/0/236/html/Leyes%20de%20los%20gases/material/con_presion.html

La **presión** que ejerce un gas se debe al **choque de sus moléculas contra las paredes del recipiente que lo contiene**.

Un aumento en el **número de moléculas** del gas origina **mayor presión** al igual que un **aumento en la velocidad** de las mismas.

Existe un tipo de presión ejercida por los gases que es muy interesante de estudiar. Estamos hablando de la **"presión atmosférica"**.

El concepto físico de **presión** (magnitud) hace referencia a la **fuerza ejercida por unidad de superficie (F/S)**. El **peso** de los cuerpos es una **fuerza**, el **aire** (mezcla de muchos gases) tiene **peso**. El aire está ejerciendo sobre todo lo existente en la litosfera una **fuerza** y por lo tanto una **presión**.

Podemos definir la **"presión atmosférica"** como la **fuerza que ejerce el aire atmosférico sobre la superficie terrestre**.

Unidades de la presión atmosférica

Fue Torricelli quien con la experiencia que lleva su nombre estableció el valor de la **Presión Atmosférica**.

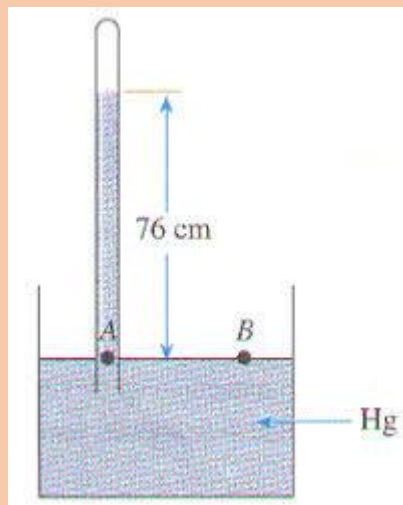
ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

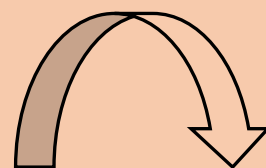
Experimento de Torricelli

<https://www.youtube.com/watch?v=QLVHAJXa7ow>

Tenemos un tubo de vidrio lleno de **Mercurio** (Hg). Con el dedo pulgar de la mano derecha tapamos el tubo de vidrio, lo invertimos y lo introducimos en la cubeta que contiene **Mercurio**. Obtenemos el siguiente esquema:

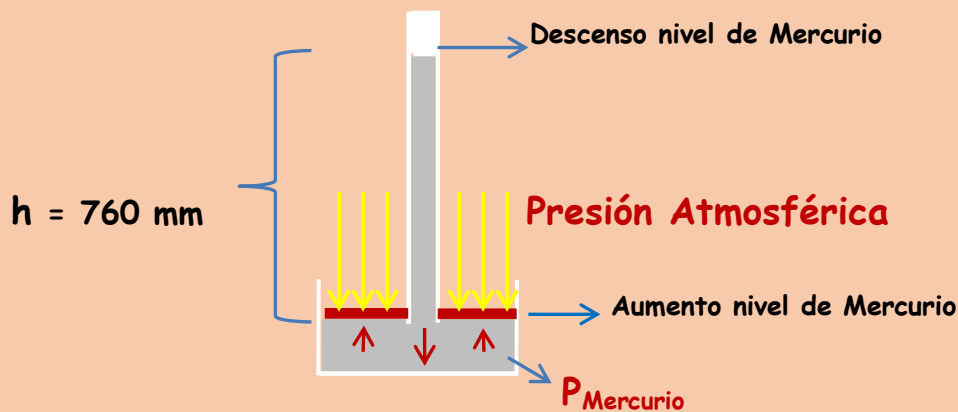


Al destapar el tubo de vidrio, el Mercurio baja de nivel y en la cubeta hay un aumento de nivel correspondiente al mercurio que perdió el tubo. Pero llega un momento en donde el **descenso de nivel en el tubo se detiene**, es decir, no se **vacía por completo** como se suponía debía suceder. Existe alguna acción externa al sistema anterior. Esta acción la produce la **atmósfera** mediante la **presión** que esta ejerce sobre todos los cuerpos de la superficie terrestre, la **Presión Atmosférica**. Quedaría el siguiente esquema:



ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es



El **teorema de Pascal** nos dice:

“La presión ejercida sobre un fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”

Torricelli toma medidas y establece que:

La **Presión Atmosférica** equivale a la presión ejercida por una columna de Mercurio de 760 mm de altura.

En proporción (para cálculo del factor de conversión):

$$\frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} \rightarrow 1 \text{ atm} / 760 \text{ mm Hg}$$

La **presión atmosférica** disminuye con la altura (a mayor altura menor presión), tomando como referencia la parte alta de la Atmósfera.

La unidad de presión **atmósfera** (atm) se define:

“Una atmósfera es la presión que se necesita para equilibrar una columna de 760 mm de mercurio”

Otras unidades de presión:

bares (b) $\rightarrow 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ b}$

milibares (mb) $\rightarrow 1 \text{ mb} = 0,001 \text{ b}$

Milímetro de mercurio (mmHg):

“Un milímetro de mercurio es la presión necesaria para aumentar la altura del mercurio en el tubo de Torricelli un milímetro”

5.1.2.- Volumen ocupado por un gas

Pinchar Volumen

<http://recursostic.educacion.es/ciencias/ulloa/web/ulloa2/3eso/secuencia1/menu.html>

Volumen

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/0/236/html/Leyes%20de%20los%20gases/material/con_volumen.html

Sabemos, por las características de los gases, que ocupan todo el **volumen del recipiente** que los contiene. Por lo tanto el volumen del gas **coincide con el volumen** del recipiente que lo contiene.

Al trabajar con el volumen de los gases las unidades utilizadas son:

Litro, cm^3 , dm^3 y ml (mililitro)

Las equivalencias entre ellas:

$1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$

$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$

$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$

Ejercicio resuelto

Determinar el volumen de 1500 cm³ que ocupa un gas en ml.

Resolución

$$\frac{1500 \cancel{\text{cm}^3}}{1} \cdot \frac{1 \text{ ml}}{1 \cancel{\text{cm}^3}} = 1500 \text{ ml}$$

Ejercicio resuelto

Calcular el volumen del ejercicio anterior en litros.

Resolución

$$\frac{1500 \cancel{\text{ml}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ml}}} = 1,5 \text{ L}$$

Ejercicio resuelto

Determinar los ml correspondientes a 0,05 dm³.

Resolución

$$0,05 \cancel{\text{dm}^3} \cdot \frac{1 \cancel{\text{L}}}{1 \cancel{\text{dm}^3}} \cdot \frac{1000 \text{ ml}}{1 \cancel{\text{L}}} = 50 \text{ ml}$$

5.1.3.- Temperatura de un gas

Según la **teoría cinética**, la **temperatura** es una medida de la **energía cinética media** de las **moléculas** que constituyen el gas. La **energía cinética** depende de la **velocidad** luego la

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

temperatura está relacionada con las **velocidades medias** de las moléculas del gas.

Para medir la temperatura de un gas podemos utilizar cualquiera de las **escalas termométricas** existentes.

Las más conocidas y utilizadas son: **escala Celsius** ($^{\circ}\text{C}$, grados centígrados), **Kelvin** (K, temperatura Absoluta) y **Fahrenheit** ($^{\circ}\text{F}$).

Relación entre las escalas termométricas:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9}$$
$$\text{K} = 273 + ^{\circ}\text{C}$$

Ejercicio resultado

Calcular los grados centígrados correspondientes a 120 $^{\circ}\text{F}$.

Resolución

Recordar la ecuación:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

Llevando datos a la ecuación anterior:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{120 - 32}{9}$$

Trabajando con la ecuación:

$$9 \cdot T_c = 5 \cdot (120 - 32)$$

$$9T_c = 600 - 160 ; 9T_c = 440$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$T_c = \frac{440}{9} = 48,88 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ejercicio resuelto

Determinar los $^\circ\text{F}$ correspondientes a 350 K.

Resolución

No conocemos la expresión que relacione directamente los $^\circ\text{F}$ con K. Debemos pasar primero por $^\circ\text{C}$.

Recordemos:

$$T_k = 273 + T_c$$

$$T_c = T_k - 273 \quad ; \quad T_c = 350 - 273 = 77 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ahora aplicaremos:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9}$$

$$\frac{77}{5} = \frac{T_f - 32}{9}$$

$$77 \cdot 9 = 5 \cdot (T_f - 32) \quad ; \quad 693 = 5T_f - 160$$

$$693 + 160 = 5T_f \quad ; \quad 853 = 5T_f$$

$$T_f = 853 / 5 = 170,6 \text{ }^\circ\text{F}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Ejercicio resuelto

Calcular los grados Kelvin correspondientes a 75 °C.

Resolución

Recordemos:

$$T_k = 273 + T_c$$

$$T_k = 273 + 75 = 348 \text{ K}$$

Ejercicio resuelto

¿Cuántos grados centígrados equivalen a 120 °F?

Resolución

Aplicaremos la ecuación:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9}$$

Sustituyendo datos:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{120 - 32}{9}$$

$$9T_c = 5 \cdot (120 - 32) ; 9T_c = 440$$

$$T_c = 440/9 = 48,88 \text{ °C}$$

Con las siguientes **animaciones** podréis plantearos vuestros propios ejercicios y comprobar que el resultado corresponde con el resultado de la animación:

Animación interactiva entre escalas de temperatura

<https://www.edumedia-sciences.com/es/media/549>

Escalas termométricas

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/0/236/html/Leyes%20de%20los%20gases/material/con_temperatura.html

Escalas termométricas

<http://ftp.educaplus.org/game/escalas-termometricas>

Enlace muy importante. Pinchar **Conceptos**

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/0/236/html/Leyes%20de%20los%20gases/material/indice.html>

Condiciones Normales (CN)

Es muy importante establecer en el estudio de los gases las llamadas **CONDICIONES NORMALES**, que no las **ambientales**.

Las **Condiciones Normales** implican una temperatura de **0 °C** y **1 atm** de presión.

5.2.- Ecuación General de los gases Perfectos

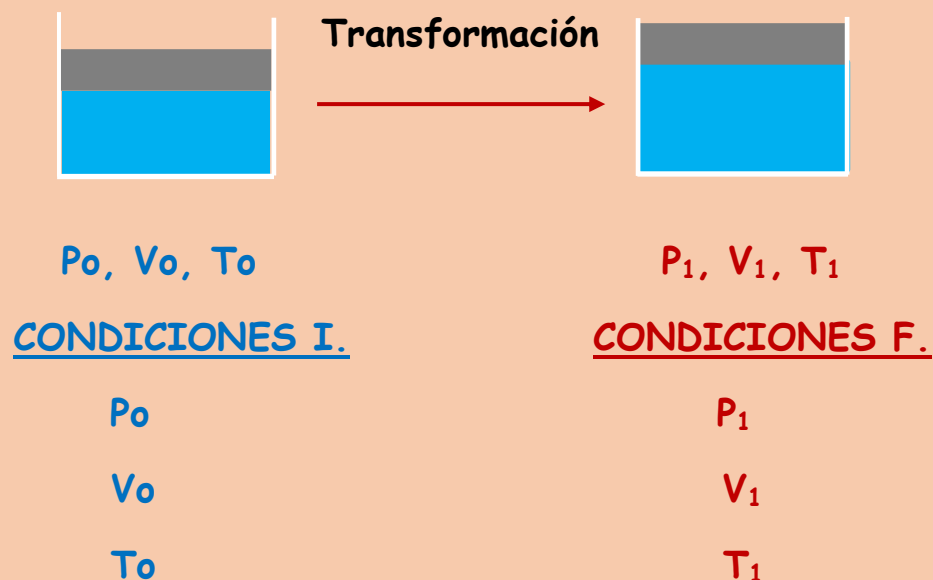
Recordemos que en el estudio de los gases las magnitudes implicadas son: **presión**, **volumen** y **temperatura**.

Cuando **variamos** el valor de una de estas magnitudes el gas sufre una **transformación física** en la cual las otras dos magnitudes evolucionaran para adaptarse a la nueva situación.

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Supongamos un gas que se encuentra con unas condiciones iniciales (P_0 , V_0 y T_0) sufre la transformación física y pasa a unas nuevas condiciones (P_1 , V_1 y T_1):



En las condiciones iniciales vamos a realizar la operación:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0}$$

Se produce la transformación y en las nuevas condiciones realizamos la operación:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Si en ambas operaciones, antes y después de la transformación, ponemos los valores obtenidos y operamos **OBTENEMOS EL MISMO RESULTADO**. Esto quiere decir que la operación:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$\frac{P \cdot V}{T}$$

es siempre **CONSTANTE** [1].

[1] Antes y después de la transformación y su valor es el mismo a pesar del cambio del valor de las magnitudes.

Veamos:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = K$$

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = K$$

Si los **segundos miembros** de ambas ecuaciones son iguales sabemos que los dos **primeros miembros** también lo son:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Hemos obtenido la **Ecuación General de los Gases Perfectos (EGGP)**.

En esta ecuación, en principio, las unidades de las tres magnitudes vienen en **Atmósferas (atm)**, **litros (L)** y **grados Kelvin (k)**. Las unidades de la **presión** y **volumen** serán las que

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

queramos con la condición que se **mantenga nuestra elección** en el estado inicial y final. La temperatura **siempre** vendrá en **grados Kelvin**.

Ecuación General de los Gases Perfectos

<http://www.educaplus.org/game/ley-combinada-de-los-gases>

Ejercicio resuelto

¿Qué volumen ocupará un determinado gas que inicialmente tenía un volumen de 5 L a 1,5 atm de presión y a una temperatura de 25 °C, si aumentamos la presión a 1900 mm Hg y elevamos la temperatura a 323 K?

Resolución

Utilizaremos para los ejercicios de gases la siguiente plantilla:

CONDICIONES I.

$$P_0 = 1,5 \text{ atm}$$

$$V_0 = 5 \text{ L}$$

$$T_0 = 25 \text{ °C}$$

CONDICIONES F.

$$P_1 = 1900 \text{ mm Hg}$$

$$V_1 = ?$$

$$T_1 = 323 \text{ K}$$

Para realizar nuestra cuestión utilizaremos la ecuación General de los Gases Perfectos. Esta ecuación tiene unas exigencias en lo referente a las unidades de presión, volumen y temperatura. Para no crearnos problemas utilizaremos siempre:

Presión → atm

Volumen → Litros

Temperatura → K

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Cambios de unidades:

$$T_0 = 273 + 25 = 298 \text{ K}$$

$$P_1 = \frac{1900 \text{ mm Hg}}{1} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}} = 2,5 \text{ atm}$$

Aplicamos la ecuación:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Utilizaremos valores y unidades:

$$\frac{1,5 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L}}{298 \text{ K}} = \frac{2,5 \text{ atm} \cdot V_1}{323 \text{ K}}$$

Producto de medios igual a producto de extremos:

$$1,5 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} \cdot 323 \text{ K} = 298 \text{ K} \cdot 2,5 \text{ atm} \cdot V_1$$

Despejamos V_1 :

$$V_1 = \frac{1,5 \text{ atm} \cdot 5 \text{ L} \cdot 323 \text{ K}}{298 \text{ K} \cdot 2,5 \text{ atm}} = 3,25 \text{ L}$$

Ejercicio resuelto

Recogemos un volumen de 100 cm^3 de un ejerciendo una presión 2622 mmHg a $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Si disminuimos el volumen a $0,025 \text{ L}$ y la temperatura pasa a ser $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ ¿cuál será la nueva presión del gas?

Resolución**Datos:**

$$V_0 = 100 \text{ cm}^3$$

$$P_0 = 2622 \text{ mmHg}$$

$$T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0,025 \text{ L}$$

$$T_1 = -20 \text{ }^\circ\text{C}$$

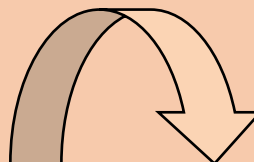
Cambio de unidades:

$$V_0 = \frac{100 \cancel{\text{ cm}^3}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cm}^3}} = 0,1 \text{ L}$$

$$P_0 = \frac{2622 \cancel{\text{ mmHg}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \cancel{\text{ mmHg}}} = 3,45 \text{ atm}$$

$$T_0 = 273 + T_c = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

$$T_1 = 273 + (-20) = 253 \text{ K}$$



ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Ecuación general de los Gases Perfectos:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Sustituimos datos:

$$\frac{3,45 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L}}{273 \text{ K}} = \frac{P_1 \cdot 0,025 \text{ L}}{253 \text{ K}}$$

Matemáticas:

$$3,45 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot 253 \text{ K} = 273 \text{ K} \cdot 0,025 \text{ L} \cdot P_1$$

$$P_1 = \frac{3,45 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot 253 \text{ K}}{273 \text{ K} \cdot 0,025 \text{ L}} = 12,78 \text{ atm}$$

Ejercicio resuelto

Recogemos 300 cm³ gas Oxígeno a una temperatura de 27 °C y una presión de 752 mmHg, ¿qué volumen ocupara dicho gas a en condiciones normales?

Resolución

Datos:

$$V_0 = 300 \text{ cm}^3$$

$$T_0 = 27 \text{ °C}$$

$$P_0 = 752 \text{ mmHg}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

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

$$T_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

C.N. (Condiciones Normales) = 0 °C y 1 atm

Cambio de unidades:

$$V_0 = \frac{300 \cancel{\text{ cm}^3}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cm}^3}} = 0,3 \text{ L}$$

$$T_0 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$P_0 = \frac{752 \cancel{\text{ mmHg}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \cancel{\text{ mmHg}}} = 0,99 \text{ atm}$$

$$T_1 = 273 + 0 = 273 \text{ K}$$

Ecuación General:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Sustituimos datos:

$$\frac{0,99 \text{ atm} \cdot 0,3 \text{ L}}{300 \text{ k}} = \frac{1 \text{ atm} \cdot V_1}{273 \text{ K}}$$

Matemáticas:

$$0,99 \text{ atm} \cdot 0,3 \text{ L} \cdot 273 \text{ K} = 300 \text{ K} \cdot 1 \text{ atm} \cdot V_1$$

$$V_1 = \frac{0,99 \text{ atm} \cdot 0,3 \text{ L} \cdot 273 \text{ K}}{300 \text{ K} \cdot 1 \text{ atm}} = 0,27 \text{ L}$$

5.3.- Ley de Boyle - Mariotte

Tenemos un volumen de gas a una temperatura y presión determinada. Se produce la transformación física con la condición de que la **TEMPERATURA PERMANEZCA CONSTANTE** (Transformación Isotérmica). Esto implica que T_0 y T_1 sean iguales ($T_0 = T_1$) e iguales a T .

Trabajemos como si de un ejercicio se tratara:

CONDICIONES I.

P_0

V_0

$T_0 = T$

CONDICIONES F.

P_1

V_1

$T_1 = T$

Apliquemos la ecuación general de los Gases Perfectos:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Como hemos establecido que: $T_0 = T_1 = T$, la ecuación anterior pasa a ser:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T}$$

Producto de medios es igual a producto de extremos:

$$P_0 \cdot V_0 \cdot \cancel{T} = P_1 \cdot V_1 \cdot \cancel{T}$$

Las temperaturas se marchan según las matemáticas y nos queda:

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$$

Que se traduce a: "El producto de la presión por el volumen, en una transformación isotérmica, permanece constante"

Lo escrito constituye la ley de Boyle - Mariotte, cuya expresión matemática es:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$P \cdot V = K$$

Lo que nos dice: en una transformación física **isotérmica**, la **presión** y el **volumen** son **inversamente proporcionales**, dicho de otra forma, Al **aumentar** una de las magnitudes debe **disminuir** la otra y **viceversa**.

Ley de Boyle - Mariotte

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/gases/gases02.htm>

Ley de Boyle-Mariotte. Con esta animación podréis plantearos vuestros propios ejercicios y comprobar que el resultado coincide con el de la animación

http://www.educaplus.org/gases/ley_boyle.html

Animación ley de Boyle

http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.com/animaciones-flash-interactivas/materia_cambio_estado_medicion_masa_volumen/volumen_presion_Boyle_Mariotte_ley_gases_ideales_sistema_cerrado_tipo_test.htm

5.4.- Ley de Charles

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Tenemos un gas en unas condiciones de presión, volumen y temperatura determinadas (P_0 , V_0 y T_0) realizamos una transformación manteniendo **constante la presión** (transformación Isóbara) y llegamos a unas condiciones finales de presión, volumen y temperatura determinadas (P_1 , V_1 y T_1).

Hagamos el esquema tradicional:

CONDICIONES I.

P_0

V_0

T_0

CONDICIONES F.

P_1

V_1

T_1

En esta transformación se cumple que $P_0 = P_1 = P$, con lo que el planteamiento quedaría de la forma:

CONDICIONES I.

P

V_0

T_0

CONDICIONES F.

P

V_1

T_1

Si aplicamos la ecuación **General de los Gases Perfectos**:

$$\frac{P \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V_1}{T_1}$$

Con lo que:

$$\frac{P \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V_1}{T_1}$$

Nos queda:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$$

Ecuación que constituye la **ley de Charles** y nos dice:

“El volumen que ocupa un gas es directamente proporcional a la temperatura si la presión se mantiene constante”

Ley de Charles

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/gases/gases03.htm>

Ley de Charles

<http://www.educaplus.org/game/ley-de-boyle>

5.5.- Ley de Charles y Gay Lussac

Un gas en unas condiciones iniciales de presión, volumen y temperatura determinadas (P_0 , V_0 y T_0) experimentan una transformación a **volumen constante** (transformación isócara) para llegar a unas condiciones finales: P_1 , V_1 y T_1 .

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

CONDICIONES I.

P_0

V_0

T_0

CONDICIONES F.

P_1

V_1

T_1

A volumen constante se cumple:

$$V_0 = V_1 = V$$

El planteamiento queda:

CONDICIONES I.

P_0

V

T_0

CONDICIONES F.

P_1

V

T_1

Si aplicamos la ecuación General de los Gases Perfectos:

$$\frac{P_0 \cdot V}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V}{T_1}$$

Matemáticamente:

$$\frac{P_0 \cdot \cancel{V}}{T_0} = \frac{P_1 \cdot \cancel{V}}{T_1}$$

Nos queda:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1}$$

Ecuación correspondiente a la ley de **Charles y Gay Lussac**, que nos dice:

“En un recipiente de volumen constante que contiene una cierta cantidad de gas, la presión es directamente proporcional a la temperatura”

Ley de Charles y Gay - Lussac

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/gases/gases04.htm>

Ley de Charles y Gay - Lussac

<https://po4h36.wixsite.com/laboratoriovirtual/ley-de-gay-lussac>

Cuestión Resuelta

¿Para qué temperatura el volumen se haría cero? ¿Te sugiere algo esta conclusión?

Contestación

De los tres estados de la materia, el estado gas es el que se puede comprimir, pero por mucho que se comprima, siempre existirá un **volumen muy pequeño**, pero existirá.

Si utilizamos la ecuación de la ley de Charles:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_f}{T_f} \quad (1)$$

y suponemos:

$$V_0 = 5 \text{ L}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$T_o = 283 \text{ K}$$

$$V_f = 0$$

$$T_f ?$$

Si sustituimos datos en la ecuación (1):

$$\frac{5 \text{ L}}{283 \text{ k}} = \frac{0}{T_f}$$

$$T_f \cdot 5 \text{ L} = 0 \cdot 283 \text{ k}$$

$$0 \cdot 283 \text{ k}$$

$$T_f = \frac{0 \cdot 283 \text{ k}}{5 \text{ L}} = 0 \text{ K (El cero absoluto)}$$

Se dijo y explicó que al cero absoluto no podemos llegar.

No existe temperatura en la cual el **volumen** se haga **CERO** (inexistente).

6.- Ejercicios resueltos

Para resolver los problemas de gases no hace falta que nos aprendamos las cuatro leyes establecidas:

- 1.- Ecuación General de los Gases Perfectos
- 2.- Ley de Boyle-Mariotte
- 3.- Ley de Charles
- 4.- Ley de Charles y Gay-Lussac

Sólo debéis aprender:

1.- La primera de las leyes. **Ecuación General de Gases Perfectos**

En ella pondréis los datos y tendréis en cuenta el **tipo de transformación**

2.- Saber que es:

a) Transformación Isotérmica ($T = \text{const.}$)

b) " Isóbara ($P = \text{const.}$)

c) " Isócara ($V = \text{const.}$)

3.- Cuando en un ejercicio no se manifieste una de las tres magnitudes estudiadas, suponer que es constante.

En los ejercicios resueltos solo obtendré una cifra decimal. Todos sabemos que esto no ocurre siempre por lo que el método de ajuste a una sola cifra decimal consiste en ajustar por exceso o por defecto. Veamos los ejemplos:

2,286324 → Las dos últimas cifras 24 → están más cerca del 20 que del 30

Nuestro número inicial se transforma en **2,28632**

Tomamos la dos últimas cifras 32 → más cerca del 30 que del 40 → Nuestro número inicial pasa a ser:

2,2863

Tomamos nuevamente las dos últimas cifras 63 → más cerca del 60 que del 70 → nuestro número inicial pasa a ser:

2,286

El 86 → más cerca del 90 que del 80 → nuestro número inicial pasa a ser:

2,29

El 29 más cerca del 30 que del 20 → nuestro número inicial pasa a ser:

2,3

Todo este desarrollo es el que debo utilizar para ajustar a una sola cifra decimal, pero existe un camino más corto:

2,286324

Dejamos únicamente las dos primeras cifras decimales:

2,28 → el 28 más cerca del 30 que del 20 → nuestro número inicial queda de la forma: **2,3**

El error que podemos cometer mediante este último procedimiento es muy pequeño con respecto al primer método.

Se nos puede presentar la siguiente situación:

2,75 → Estamos en este caso a mitad de camino entre el 80 y el 70 → En estos caso es el **profesor** el que debe tomar el criterio a seguir. El mio, en concreto, es **ajustar por exceso** → **2,8**

Animación con planteamientos de ejercicios y solución de los mismos.

http://www.educaplus.org/gases/ejer_gas_ideal.html

Cuestión Resuelta1

¿Por qué en verano pueden llegar a explotar los neumáticos en las autopistas?

Resolución

La ley de Charles y Gay - Lussac nos dice que a volumen constante (volumen del neumático) la presión y temperatura son

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

directamente proporcionales. Es decir, a mayor temperatura mayor presión.

En verano el asfalto de la carretera alcanza temperaturas muy elevadas haciendo que el neumático también aumente su temperatura por lo que la presión que ejerce el aire en el interior del neumático se hace también muy grande por lo que sería posible que esta presión rompiera la estructura del neumático.

Cuestión Resuelta2

Indica qué ocurre: a) A la presión de un gas si reducimos su volumen a la mitad, manteniendo invariable su temperatura. b) El volumen de un gas si su temperatura, expresada en grados Kelvin, se hace el doble, en un proceso isobárico (a presión constante). c) A la presión de un gas si su temperatura, expresada en grado Kelvin, se hace el doble, en un proceso isócoro (a volumen constante).

Resolución

a) $T = \text{constante}$

P_o

V_o

$P_f =$

$V_f = 1/2 V_o$

Ecuación General de los Gases Perfectos:

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T} = \frac{P_f \cdot V_f}{T}$$

$$P_o \cdot V_o = P_f \cdot V_f$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Sustituimos V_f :

$$P_o \cdot \cancel{V_o} = P_f \cdot \cancel{1/2 V_o}$$

$$P_o = 1/2 P_f \rightarrow P_f = 2 P_o$$

Conclusión: La presión se duplica

b)

$$P_o = P_f = \text{Const} = P$$

T_o

V_o

$$T_f = 2 T_o$$

E.G.G.P.:

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T} = \frac{P_f \cdot V_f}{T}$$

Sustituimos datos:

$$\frac{\cancel{P} \cdot V_o}{\cancel{T_o}} = \frac{\cancel{P} \cdot V_f}{2 \cancel{T_o}} ; 2 V_o = V_f \rightarrow V_f = 2 V_o$$

Conclusión: El volumen se duplica

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

c)

$$V_o = V_f = \text{Const.} = V$$

P_o

T_o

$$T_f = 2 T_o$$

E.G.G.P.:

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T} = \frac{P_f \cdot V_f}{T}$$

Sustituimos datos:

$$\frac{P_o \cdot \cancel{V}}{T_o} = \frac{P_f \cdot \cancel{V}}{2 T_o} ; 2 P_o = P_f \rightarrow P_f = 2 P_o$$

Conclusión: La **presión se duplica**

Ejercicio3

A presión de 17 atm, 34 L de un gas a temperatura constante experimenta un cambio ocupando un volumen de 15 L ¿Cuál será la presión que ejerce?

Resolución

DATOS:

$$P_o = 17 \text{ atm}$$

$$V_o = 34 \text{ L}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$T_o = \text{Const} = T$$

$$V_1 = 15 \text{ L}$$

P1?

$$T_1 = \text{const} = T$$

CONDICIONES I.

$$P_o = 17 \text{ atm}$$

$$T_o = T$$

$$V_o = 34 \text{ L}$$

CONDICIONES F.

$$P_1 = ?$$

$$T_1 = T$$

$$V_1 = 15 \text{ L}$$

Se trata de una **transformación Isotérmica**.

Ecuación de los Gases Perfectos:

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T}$$

Matemáticamente las "T" se marchan y nos queda:

$$P_o \cdot V_o = P_1 \cdot V_1$$

Sustituyendo datos:

$$17 \text{ atm} \cdot 34 \text{ L} = P_1 \cdot 15 \text{ L}$$

A temperatura constante la presión y el volumen son inversamente proporcionales (ley de Boyle - Mariotte). Por lo que **si disminuye el volumen debe aumentar la presión**. P1 debe ser mayor que Po.

Despejando P_1 :

$$P_1 = \frac{17 \text{ atm} \cdot 34 \text{ L}}{15 \text{ L}} = 38,5 \text{ atm}$$

Ejercicio4

Un volumen gaseoso de un litro es calentado a presión constante desde 18 °C hasta 58 °C, ¿qué volumen final ocupará el gas?

Resolución

Datos:

$$V_0 = 1 \text{ L}$$

$$T_0 = 18 \text{ °C}$$

$$P_0 = \text{constante}$$

$$P_1 = \text{constante}$$

$$T_2 = 58 \text{ °C}$$

$$V_1 = ?$$

De la Ecuación de los Gases Perfectos podemos eliminar las presiones y nos queda:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1} \quad (1)$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$T_0 = 273 + 18 = 291 \text{ K}$$

$$T_1 = 273 + 58 = 331 \text{ K}$$

Sustituimos datos en (1):

$$\frac{1 \text{ L}}{291 \text{ K}} = \frac{V_1}{331 \text{ K}}$$

$$1 \text{ L} \cdot 331 \text{ K} = 291 \text{ K} \cdot V_1$$

A **presión constante** el **volumen** y la **temperatura** son **directamente proporcionales** (ley de Charles). V_1 debe ser mayor que V_0 .

$$V_1 = \frac{1 \text{ L} \cdot 331 \text{ K}}{291 \text{ K}} = 1,1 \text{ L}$$

Ejercicio5

Un recipiente con una capacidad de 25 L contiene un gas a una presión de 7,5 atm. Calcula la nueva presión a la que se verá sometido el gas si lo comprimimos hasta un volumen de 10 L sin cambiar la temperatura.

Resolución

Datos:

$$V_0 = 25 \text{ L}$$

$$P_0 = 7,5 \text{ atm}$$

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$T_0 = T_1 = \text{Const.}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

P_1 ?

Podemos eliminar las temperaturas en la EGGF quedando:

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$$

Llevamos datos:

$$7,5 \text{ atm} \cdot 25 \text{ L} = P_1 \cdot 10 \text{ L}$$

Despejamos P_1 :

A temperatura constante la presión y el volumen son inversamente proporcionales. P_1 debe ser mayor a P_0 .

$$P_1 = \frac{7,5 \text{ atm} \cdot 25 \cancel{\text{ L}}}{10 \cancel{\text{ L}}} = 18,8 \text{ atm}$$

Ejercicio6

¿Qué volumen ocupa un gas a 980 mmHg, si el recipiente tiene finalmente una presión de 1,8 atm y el gas se comprime a 860 cc?

Resolución

Datos:

$$P_0 = 980 \text{ mmHg}$$

$$P_1 = 1,8 \text{ atm}$$

$$V_1 = 860 \text{ cc (cm}^3\text{)}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$V_0 = ?$$

$$T_0 = T_1 = \text{Const,}$$

Cambio de unidades:

$$P_0 = \frac{980 \cancel{\text{ mmHg}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \cancel{\text{ mmHg}}} = 1,3 \text{ atm}$$

$$V_1 = \frac{860 \cancel{\text{ cc}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cc}}} = 0,9 \text{ L}$$

Las temperaturas permanecen constantes y las podemos eliminar de la EGGF (Ecuación General de los Gases Perfectos):

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$$

Sustituimos datos:

$$1,29 \text{ atm} \cdot V_0 = 1,8 \text{ atm} \cdot 0,86 \text{ L}$$

A temperatura constante la presión y la temperatura son inversamente proporcionales (ley de Boyle - Mariotte). V_0 debe ser mayor que V_1 .

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Despajamos V_0 :

$$V_0 = \frac{1,8 \text{ atm} \cdot 0,86 \text{ L}}{1,29 \text{ atm}} = 1,2 \text{ L}$$

Ejercicio7

Una masa gaseosa a $32 \text{ }^\circ\text{C}$ ejerce una presión de 18 atmósferas, si se mantiene constante el volumen, qué presión adquirió el gas al ser calentado a $52 \text{ }^\circ\text{C}$?

Resolución

Datos:

$$T_0 = 32 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_0 = 18 \text{ atm}$$

$$V_0 = V_1 = \text{const.}$$

$$T_1 = 52 \text{ }^\circ\text{C}$$

Podemos eliminarlos volúmenes en la EGGF:

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} \quad (1)$$

$$T^{\circ}\text{k} = 273 + 32 = 305 \text{ K}$$

$$T_1\text{k} = 273 + 52 = 325 \text{ K}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Sustituimos datos en (1):

$$\frac{18 \text{ atm}}{305 \text{ k}} = \frac{P_1}{325 \text{ k}}$$

A volumen constante la presión y la temperatura son directamente proporcionales (ley de Charles y Gay-Lussac). Al aumentar la temperatura aumentará la presión ($P_1 > P_0$)

$$18 \text{ atm} \cdot 325 \text{ k} = 305 \text{ k} \cdot P_1$$

$$P_1 = \frac{18 \text{ atm} \cdot \cancel{325 \text{ k}}}{\cancel{305 \text{ k}}} = 19,2 \text{ atm}$$

Ejercicio8

Al comprimir un gas encerrado en un cilindro con émbolo, su presión pasa de 2,3 atm a 8,5 atm. Si el volumen final es de 2 L, ¿cuál era el inicial, si la temperatura ha permanecido constante?

Resolución

Datos:

$$P_0 = 2,3 \text{ atm}$$

$$P_1 = 8,5 \text{ atm}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$V_1 = 2 \text{ L}$$

$V_0?$

$$T_0 = T_1 = \text{Const.}$$

De la EGGP podemos eliminar las temperaturas quedándonos:

$$P_0 \cdot V_0 = P_1 \cdot V_1$$

Sustituimos datos y despejamos V_0 :

$$2,3 \text{ atm} \cdot V_0 = 2 \text{ L} \cdot 8,5 \text{ atm}$$

A temperatura constante la presión y el volumen son inversamente proporcionales (al aumentar una disminuye la otra), ley de Boyle - Mariotte. Puesto que la P_1 es superior a P_0 , el V_0 debe ser mayor a V_1 .

$$V_0 = \frac{2 \text{ L} \cdot 8,5 \text{ atm}}{2,3 \text{ atm}} = 7,4 \text{ L}$$

Ejercicio9

A presión constante un gas ocupa 1.500 (ml) a 35° C ¿Qué temperatura es necesaria para que este gas se expanda hasta alcanzar los 2,6 L?

Resolución

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Datos:

$$P_0 = P_1 = \text{Const.}$$

$$V_0 = 1500 \text{ mL}$$

$$T_0 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 2,6 \text{ L}$$

Cambio de unidades

$$V_0 = \frac{1500 \text{ mL}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 1,5 \text{ L}$$

$$T_{\text{K}} = 273 + 35 = 308 \text{ K}$$

De EGGF podemos eliminar la presión y nos queda:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_1}$$
$$\frac{1,5 \text{ L}}{308 \text{ k}} = \frac{2,6 \text{ L}}{T_1}$$

A presión constante el volumen y la temperatura son directamente proporcionales (al aumentar una aumenta la otra y viceversa)

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Despejamos T1:

Se ha producido un aumento de volumen luego la T1 debe ser mayor a To.

$$1,5 \text{ L} \cdot T1 = 2,6 \text{ L} \cdot 308 \text{ k}$$

$$T1 = \frac{2,6 \text{ L} \cdot 308 \text{ k}}{1,5 \text{ L}} = 533,9 \text{ k}$$

La temperatura final de la transformación es de **533,9 k**.

Ejercicio10

En un laboratorio se obtienen 30 cm^3 de nitrógeno a $18 \text{ }^\circ\text{C}$ y 750 mm de Hg de presión, se desea saber cuál es el volumen normal.

Resolución

Datos:

$$V1 = 30 \text{ cm}^3$$

$$T1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P1 = 750 \text{ mmHg}$$

Inicialmente estamos en **Condiciones Normales (CN)**, que implican: **1 atm de presión y $0 \text{ }^\circ\text{C}$**

$$Po = 1 \text{ atm}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$T_0 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cambio de unidades:

$$V_1 = \frac{30 \cancel{\text{ cm}^3}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cm}^3}} = 0,03 \text{ L}$$

$$P_1 = \frac{750 \cancel{\text{ mmHg}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \cancel{\text{ mmHg}}} = 0,98 = 1 \text{ atm}$$

$$T_{1k} = 273 + 18 = 291 \text{ k}$$

$$T_{0k} = 273 + 0 = 273 \text{ k}$$

Nos vamos a la EGGP y sustituimos datos:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1}$$

$$\frac{1 \text{ atm} \cdot V_0}{273 \text{ k}} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 0,03 \text{ L}}{291 \text{ k}}$$

Las Matemáticas hablan:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$1 \text{ atm} \cdot V_o \cdot 291 \text{ k} = 273 \text{ k} \cdot 1 \text{ atm} \cdot 0,03 \text{ L}$$

Despejamos V_o :

$$V_o = \frac{273 \text{ k} \cdot 1 \text{ atm} \cdot 0,03 \text{ L}}{1 \text{ atm} \cdot 291 \text{ k}} = 0,03 \text{ L}$$

Ejercicio11

Un globo contiene 10 L de un gas a presión atmosférica y 0° C. Si el globo puede duplicar su volumen antes de estallar, llegará a explotar si lo calentamos hasta 50 °C?

Resolución

Datos:

$$V_o = 10 \text{ L}$$

$$P_o = 1 \text{ atm}$$

$$T_o = 0 \text{ °C} \rightarrow T_oK = 273 \text{ k}$$

$$V_f = 2 V_o = 20 \text{ L} \rightarrow \text{Límite de Volumen}$$

$$T_{fk} = 273 + 50 = 323 \text{ k}$$

$$V_f = ?$$

P_f = No aparece, debemos suponer que la Presión permanece constante ($P_o = P_f$).

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Manteniéndose constante la presión el volumen y la temperatura son directamente proporcionales (ley de Charles).

De la EGGP eliminamos la presión y calculamos el volumen final:

$$\frac{V_o}{T_o} = \frac{V_f}{T_f}$$

$$\frac{10 \text{ L}}{273 \text{ k}} = \frac{V_f}{323 \text{ k}}$$

Matemáticas:

$$273 \text{ k} \cdot V_f = 10 \text{ L} \cdot 323 \text{ k}$$

Despejamos V_f :

$$V_f = \frac{10 \text{ L} \cdot 323 \text{ k}}{273 \text{ k}} = 11,8 \text{ L}$$

No sobrepasamos el límite por lo que el globo **no estallará**.

Calcularemos, para la segunda cuestión, la temperatura necesaria para llegar al límite de volumen. Aplicamos EGGP:

$$\frac{10 \text{ L}}{273 \text{ k}} = \frac{20 \text{ L}}{T_f}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$10 \text{ L} \cdot T_f = 273 \text{ k} \cdot 20 \text{ L}$$

$$T_f = \frac{273 \text{ k} \cdot 20 \cancel{\text{ L}}}{10 \cancel{\text{ L}}} = 546 \text{ k}$$

La $T_f = 546 \text{ k}$ es la máxima que permite el volumen de 20 L, luego para que estalle la T_f debe estar por encima de los 546 k ($T_f > 546 \text{ k}$).

Ejercicio12

¿Qué volumen ocupa un gas a 30° C , a presión constante, si la temperatura disminuye un tercio ($1/3$) ocupando 1.200 cc?

Resolución

Datos:

$$T_o = 30^\circ \text{ C}$$

$$P_o = P_f = \text{Const.}$$

$$T_f = 1/3 \cdot 30^\circ \text{ C} = 3^\circ \text{ C} \rightarrow T_f = 30 - 3 = 27^\circ \text{ C}$$

$$V_f = 1200 \text{ cc}$$

Cambio de unidades:

$$T_{ok} = 273 + 30 = 303 \text{ k}$$

$$T_{fk} = 273 + 27 = 300 \text{ k}$$

$$V_f = \frac{1200 \cancel{\text{ cc}}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cc}}} = 1,2 \text{ L}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Aplicamos EGGP, eliminando la Presión puesto que permanece constante:

$$\frac{V_o}{T_o} = \frac{V_f}{T_f}$$

Sustituimos datos y despejamos V_o :

$$\frac{V_o}{303 \text{ k}} = \frac{1,2 \text{ L}}{300 \text{ k}}$$

A presión constante el **volumen** y la **temperatura** son **directamente proporcionales** (ley de Charles). Al disminuir la temperatura disminuirá el volumen inicial.

Las condiciones finales son inferiores a las iniciales, luego el V_o debe ser mayor a V_f .

$$300 \text{ k} \cdot V_o = 303 \text{ k} \cdot 1,2 \text{ L}$$

$$V_o = \frac{303 \cancel{\text{ k}} \cdot 1,2 \text{ L}}{300 \cancel{\text{ k}}} = 1,21 \text{ L (demostrado)}$$

Ejercicio13

A volumen constante un gas ejerce una presión de 880 mmHg a 20° C ¿Qué temperatura habrá si la presión aumenta en 15 %?

Resolución

Datos:

$$P_o = 880 \text{ mmHg}$$

$$T_o = 20 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{ok} = 273 + 20 = 293 \text{ k}$$

$$V_o = V_f = \text{const.}$$

$$15 \% \text{ de } 880 \text{ mmHg} = 880 \text{ mmHg} \cdot \frac{15 \text{ mmHg}}{100 \text{ mmHg}} = 132 \text{ mmHg}$$

$$P_f = 800 \text{ mmHg} + 132 \text{ mmHg} = 932 \text{ mmHg}$$

Nos vamos a EGGP, eliminamos el Volumen, sustituimos datos y calculamos Tf:

$$\frac{P_o}{T_o} = \frac{P_f}{T_f}$$

$$\frac{800 \text{ mmHg}}{293 \text{ k}} = \frac{932 \text{ mmHg}}{T_f}$$

Hablan las Matemáticas:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

A volumen constante la presión y la temperatura son directamente proporcionales (ley de Charles y Gay - Lussac). Al aumentar la presión la temperatura será mayor de 293 k.

$$800 \text{ mmHg} \cdot T_f = 293 \text{ k} \cdot 932 \text{ mmHg}$$

Despejamos T_f :

$$T_f = \frac{293 \text{ k} \cdot 932 \text{ mmHg}}{800 \text{ mmHg}} = 341,3 \text{ k}$$

Ejercicio14

Una masa de hidrógeno en condiciones normales ocupa un volumen de 50 litros, ¿cuál es el volumen a 35 °C y 720 mm de Hg?

Resolución

Datos:

$$CN \rightarrow P = 1 \text{ atm} ; t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_o = 1 \text{ atm}$$

$$T_o = 0 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{ok} = 273 + 0 = 273 \text{ k}$$

$$V_o = 50 \text{ L}$$

$$T_f = 35 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{fk} = 273 + 35 = 308 \text{ k}$$

$$P_f = 720 \text{ mmHg}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Cambio de unidades:

$$P_o = 1 \text{ atm} \cdot \frac{760 \text{ mmHg}}{1 \text{ atm}} = 760 \text{ mmHg}$$

Nos vamos a EGGP, sustituimos datos y despejamos V_f :

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T_o} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f}$$

$$\frac{760 \text{ mmHg} \cdot 50 \text{ L}}{273 \text{ k}} = \frac{720 \text{ mmHg} \cdot V_f}{308 \text{ k}}$$

$$\frac{760 \text{ mmHg} \cdot 50 \text{ L}}{273 \text{ k}} = \frac{720 \text{ mmHg} \cdot V_f}{308 \text{ k}}$$

$$273 \text{ k} \cdot 720 \text{ mmHg} \cdot V_f = 760 \text{ mmHg} \cdot 50 \text{ L} \cdot 308 \text{ k}$$

$$V_f = \frac{760 \text{ mmHg} \cdot 50 \text{ L} \cdot 308 \text{ k}}{273 \text{ k} \cdot 720 \text{ mmHg}} = 59,5 \text{ L}$$

Ejercicio15

Un gas a 18 °C y 750 mm de Hg ocupa un volumen de 150 cm³, ¿cuál será su volumen a 65 °C si se mantiene constante la presión?

Resolución

Datos:

$$T_o = 18 \text{ °C} \rightarrow T_{ok} = 273 + 18 = 291 \text{ K}$$

$$P_o = 750 \text{ mmHg}$$

$$V_o = 150 \text{ cm}^3$$

$$V_f?$$

$$T_f = 65 \text{ °C} \rightarrow T_{fk} = 273 + 65 = 338 \text{ K}$$

$$P_f = 750 \text{ mmHg}$$

Cambio de unidades:

$$V_o = \frac{150 \cancel{\text{ cm}^3}}{1} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \cancel{\text{ cm}^3}} = 0,150 \text{ L}$$

Las presiones permanecen constantes y las podemos eliminar de la EGGP:

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$\frac{V_o}{T_o} = \frac{V_f}{T_f}$$

Sustituimos datos y despejamos V_f :

$$\frac{0,150 \text{ L}}{291 \text{ k}} = \frac{V_f}{338 \text{ k}}$$

Como la presión permanece constante, Charles nos dice que volumen y temperatura son directamente proporcionales. Como aumenta la temperatura debe aumentar el volumen por lo que el V_f será mayor a V_o .

Matemáticas:

$$291 \text{ k} \cdot V_f = 0,150 \text{ L} \cdot 338 \text{ k}$$

$$V_f = \frac{0,150 \text{ L} \cdot 338 \text{ k}}{291 \text{ k}} = 0,174 \text{ L}$$

Ejercicio16

Una masa gaseosa a 15°C y 756 mm de Hg ocupa un volumen de 300 cm^3 , cuál será su volumen a 48°C y 720 mm de Hg?

Resolución

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Datos:

$$T_o = 15 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{ok} = 273 + 15 = 288 \text{ k}$$

$$P_o = 756 \text{ mmHg}$$

$$V_o = 300 \text{ cm}^3$$

$V_f?$

$$T_f = 48 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{fk} = 273 + 48 = 321 \text{ k}$$

$$P_f = 720 \text{ mmHg}$$

Aplicamos la EGGP:

$$\frac{P_o \cdot V_o}{T_o} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f}$$

Sustituimos datos:

$$\frac{756 \text{ mmHg} \cdot 300 \text{ cm}^3}{288 \text{ k}} = \frac{720 \text{ mmHg} \cdot V_f}{321 \text{ k}}$$

Matemáticas:

$$756 \text{ mmHg} \cdot 300 \text{ cm}^3 \cdot 321 \text{ k} = 288 \text{ k} \cdot 720 \text{ mmHg} \cdot V_f$$

Despejamos V_f :

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

$$V_f = \frac{756 \text{ mmHg} \cdot 300 \text{ cm}^3 \cdot 321 \text{ k}}{288 \text{ k} \cdot 720 \text{ mmHg}} = 351,1 \text{ cm}^3$$

Ejercicio17

Un recipiente rígido contiene un gas a 5,25 atm y 250 C. Si la presión no debe sobrepasar 9,75 atm, ¿hasta qué temperatura se podría calentar sin peligro? SOL: T = 553 K

Resolución

Datos:

$$P_o = 5,25 \text{ atm}$$

$$T_o = 250 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow T_{ok} = 273 + 250 = 523 \text{ k}$$

$$P_f = 9,5 \text{ atm}$$

$$T_f?$$

El recipiente rígido nos está diciendo que el volumen permanece constante (ley de Charles y Gay - Lussac) y por lo tanto la temperatura y la presión son directamente proporcionales. Aumenta la presión, debe aumental la Tf.

Eliminemos de EGGP el volumen y despejamos la Tf.

$$\frac{P_o}{T_o} = \frac{P_f}{T_f}$$

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiciencia.es

Sustituimos datos:

$$\frac{5,2 \text{ atm}}{523 \text{ k}} = \frac{9,5 \text{ atm}}{T_f}$$

$$5,2 \text{ atm} \cdot T_f = 523 \text{ k} \cdot 9,5 \text{ atm}$$

$$T_f = \frac{523 \text{ k} \cdot 9,5 \text{ atm}}{5,2 \text{ atm}} = 955,5 \text{ k}$$

7.- Cambios de Estado

Los estados de agregación de la materia (**sólido**, **líquido** y **gas**) pueden pasar de uno a otro por **efecto de la de la energía** manifestada por la temperatura. Es importante resaltar que en estos cambios de la materia **no existe variación de la composición química** del compuesto que sufre los mencionados cambios, se trata de **transformaciones físicas**.

Cambios de Estado

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/cambios.htm

Pinchar Cambios de Estado

http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_fyq3/tema2/index2.htm

ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

Pinchar Cambios

http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/solido.htm

Cambios de Estado

<http://fisicayquimicaenflash.es/eso/3eso/materia/materia01.html>

Los cambios de estado reciben sus **nombres identificativos**:

Fusión: Es el paso de una sustancia de **sólido** a **líquido**.

Solidificación: Es el cambio de estado de **líquido** a **sólido**.

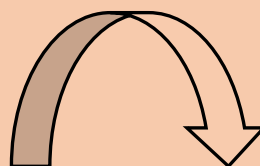
Vaporización: Es el cambio de estado de **líquido** a **gas**. La vaporización puede tener lugar de dos formas totalmente diferentes:

- 1.- **Evaporación**.- Se produce sólo en la **superficie del líquido** y a **cualquier temperatura**.
- 2.- **Ebullición**.- Se produce en **todo el líquido** y a una **temperatura característica** (100°C para el agua). Se trata de una **vaporización tumultuosa**.

Condensación.- Es el cambio de estado de **gas** a **líquido**.

Sublimación.- Es el cambio de estado de **sólido** a **gas** (sin pasar por el estado líquido).

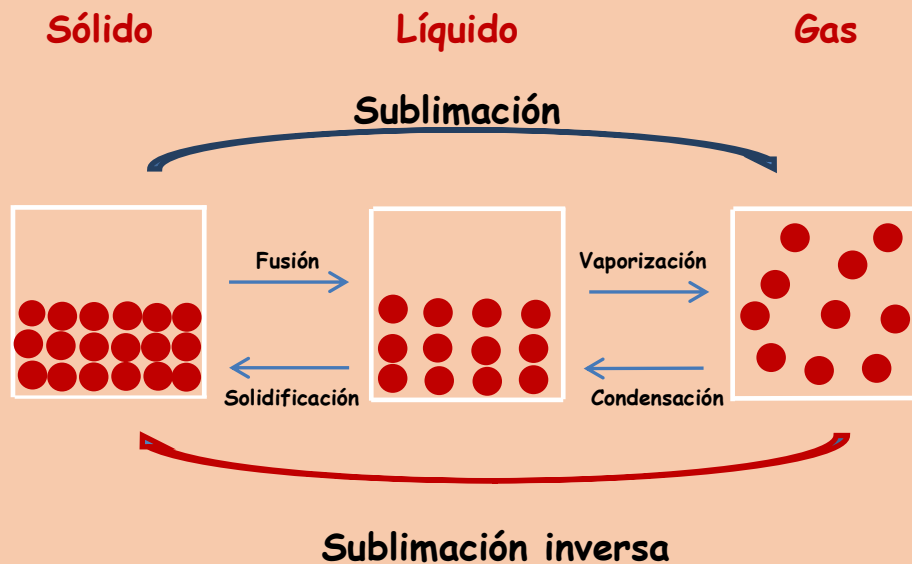
Sublimación inversa .- Es el cambio de estado de **gas** a **sólido** (sin pasar por el estado líquido).



ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

AUTOR: ANTONIO ZARAGOZA LÓPEZ www.quimiziencia.es

En el siguiente esquema podréis identificar cada uno de estos cambios:



Cambios en el estado del AGUA

<http://www.educaplus.org/game/cambios-de-estado-del-agua>

Curva de calentamiento del agua

<http://www.educaplus.org/game/curva-de-calentamiento-del-agua>

Cuestión Resuelta

En qué proceso un líquido se convierte en gas

- a) Fusión
- b) Vaporización
- c) Condensación
- d) Sublimación

Contestación

Correcta: b)

Cuestión Resuelta

¿En qué proceso un líquido se convierte en sólido?

- a) Solidificación
- b) Condensación
- c) Sublimación regresiva
- d) Fusión

Contestación

Correcta: a)

Cuestión Resuelta

Tenemos agua que se ha llevado a ebullición ¿qué ocurrirá cuando la temperatura que se alcance sea de 100 °C? Si la presión atmosférica disminuyese, ¿sería mayor o menor la temperatura de ebullición del agua

Contestación

Cuando el agua llegue a los 100 °C se producirá un cambio de estado. Pasaremos de estado líquido a estado gas. Mientras se produce un cambio de estado **LA TEMPERATURA PERMANECE CONSTANTE**. Cuando la última gota de agua en estado líquido pase a estado gas la temperatura empezará a subir.

----- O -----