

TABLA DE CONTENIDOS

Carátula	1
Tabla de Contenidos	3
Introducción	4
Objetivos	5
Principios Teóricos	6
Hidratos	6
Sales Hidratadas	7
Difusión de Gases	7
Ley de la difusión gaseosa	7
Aplicaciones	10
Detalles Experimentales	12
Materiales y Reactivos	14
Procedimiento	15
Conclusiones	21
Bibliografía	22
Apéndice	23

INTRODUCCIÓN

En la determinación de la fórmula de un hidrato se busca establecer la relación de pesos de cada componente respecto a su peso molecular, para así obtener el número de moléculas de agua contenidas en el hidrato.

En la difusión de gases, se estudia los criterios y leyes que gobiernan el desplazamiento de un gas ideal a través de un cuerpo. Asimismo fue una de las tecnologías para la separación de isótopos de uranio para producir uranio enriquecido forzando que el hexafluoruro de uranio (único compuesto del uranio gaseoso) atraviese membranas semi-permeables.

OBJETIVOS

- Medir la cantidad de agua de hidratación que contiene el $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ mediante el calentamiento de una sal hidratada
- Deducir la fórmula del hidrato
- Observar las propiedades de la difusión de gases
- Comprobar de manera experimental la ley de Graham

PRINCIPIOS TEÓRICOS

HIDRATOS

Los hidratos son compuestos que tienen un número específico de moléculas de agua unidas a ellos. Por ejemplo, en su estado normal, cada unidad de sulfato de cobre (II) tiene cinco moléculas de agua asociadas con él. El nombre sistemático para este compuesto es sulfato de cobre (II) pentahidratado, y su fórmula se escribe como $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Las moléculas de agua se pueden eliminar por calentamiento. Cuando esto ocurre, el compuesto resultante es CuSO_4 , que suele denominarse sulfato de cobre (II) anhidro; la palabra "anhidro" significa que el compuesto ya no tiene moléculas de agua unidas a él. Algunos otros hidratos son:

TABLA: Nombres comunes y sistemáticos de algunos compuestos

FÓRMULA	NOMBRE COMÚN	NOMBRE SISTEMÁTICO
H_2O	Agua	Óxido de dihidrógeno
NH_3	Amoniaco	Nitruro de trihidrógeno
CO_2	Hielo seco	Dióxido de carbono sólido
NaCl	Sal de mesa	Cloruro de sodio
N_2O	Gas hilarante	Óxido de dinitrógeno (óxido nitroso)
CaCO_3	Mármol, gis, piedra caliza	Carbonato de calcio
CaO	Cal viva	Óxido de calcio
Ca(OH)_2	Cal apagada	Hidróxido de calcio
NaHCO_3	Polvo para hornear	Carbonato ácido de sodio
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Sosa para lavar	Carbonato de sodio decahidratado
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Sal de Epsom	Sulfato de magnesio heptahidratado
Mg(OH)	Leche de magnesia	Hidróxido de magnesio
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Yeso	Sulfato de calcio dihidratado

$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	cloruro de bario dihidratado
$\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$	cloruro de litio monohidratado
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	sulfato de magnesio heptahidratado
$\text{Sr(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	nitrato de estroncio tetrahidratado

SALES HIDRATADAS

En ocasiones las sales cristalizan absorbiendo moléculas de agua; a estas se les conoce como SALES HIDRATADAS, su fórmula se escribe anexándole el número de moléculas de agua a la cual se le conoce como AGUA DE CRISTALIZACION.

$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (Sulfato de Calcio dihidratado)

$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (Sulfato cúprico pentahidratado)

En las fórmulas de sales hidratadas, la adición de moléculas de agua está indicada convencionalmente por un punto que separa al compuesto del número de moléculas de agua.

DIFUSIÓN DE GASES

Es la dispersión gradual de un gas en el seno de otro. De este modo las moléculas de una sustancia se esparcen por la región ocupada por otras moléculas, colisionando y moviéndose aleatoriamente. También se establece como la capacidad de las moléculas gaseosas para pasar a través de aberturas pequeñas, tales como paredes porosas, de cerámica o porcelana que no se halla vidriada.

Este es un proceso muy rápido, y no es necesario un cuerpo por el que difundirse, ya que se difunde también por el vacío. La efusión es la fuga de un gas hacia el vacío por medio de un pequeño orificio o de una membrana porosa, debido a que las moléculas del gas colisionan con más frecuencia con el poro donde la presión es más alta. De este modo, hay más moléculas que pasan de la zona de alta presión a la de baja que al contrario.

LEY DE LA DIFUSIÓN GASEOSA

Fue establecida por Thomas Graham, un químico escocés demostró que la velocidad de efusión y difusión de los gases es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su masa molar; quien manifiesta lo siguiente:

$$v \propto \sqrt{\frac{1}{M_{molar}}}$$

de esta ley se deduce que si la velocidad de efusión o difusión es inversamente proporcional al tiempo que tarda en escapar una determinada cantidad de gas, implica necesariamente que el tiempo de efusión necesario para la efusión de un cierto número de moles de moléculas es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa molar

$$t \propto \sqrt{M_{molar}}$$

“En las mismas condiciones de presión y temperatura, las velocidades de difusión de dos gases son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de sus masas moleculares.”

Análisis:

Llamemos M_1 a la masa de las moléculas de una especie y M_2 a la masa de las moléculas de otra especie. Entonces, las energías cinéticas promedio de las moléculas de cada gas están dadas por las expresiones:

$$\frac{1}{2}M_1\bar{v}_1^2 = \frac{3}{2}kT, \quad \frac{1}{2}M_2\bar{v}_2^2 = \frac{3}{2}kT$$

pues la temperatura es la misma. Dividiendo miembro a miembro tenemos que:

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\bar{v}_2^2}{\bar{v}_1^2}$$

o sea que el cociente de la raíz cuadrada del cuadrado de la velocidad media para ambas especies es inversamente proporcional a la masa de esa especie. En fórmula:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

Como la masa es proporcional a la densidad y el cociente del miembro izquierdo es una medida de la rapidez con que las moléculas de una especie se desplazan respecto a las de la otra y esto es justamente el mecanismo subyacente a la difusión, esta ecuación es la expresión matemática de la ley de Graham.

Establece que las velocidades de efusión de los gases son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de sus respectivas densidades.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\delta_2}}{\sqrt{\delta_1}}$$

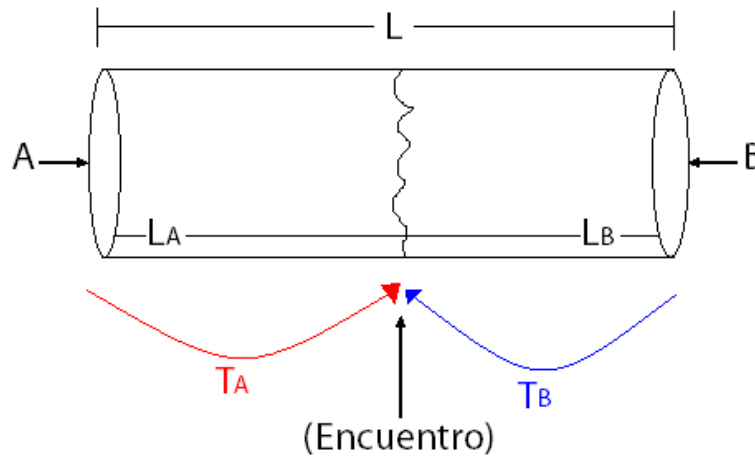
Siendo v las velocidades y δ las densidades.

Se debe tener en cuenta que la velocidad en gases se define como volumen sobre tiempo.

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

$$\sqrt{\frac{M_1}{M_2}} = \frac{T_1 \cdot V_2}{V_1 \cdot T_2}$$

Si dos gases son colocados dentro de una tubería homogénea, por cada uno de los extremos, el volumen de difusión se puede calcular como el volumen del cilindro. Siendo L la longitud del cilindro, LA la distancia que recorre el gas A, LB la distancia que recorre el gas B, TA el tiempo que se demora A y TB el tiempo que se demora B. En este caso los tiempos son iguales ya que ambos gases se encuentran.



$$Ec_A = Ec_B$$

$$\frac{1}{2} M_A V_A^2 = \frac{1}{2} M_B V_B^2$$

Pero:

$$V_A = A_{BASE} \times L_A$$

$$V_B = A_{BASE} \times L_B$$

$$\sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \frac{T_A V_B}{V_A T_B} \longrightarrow \sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \frac{T_A \cdot \cancel{A_{BASE}} \cdot L_B}{\cancel{A_{BASE}} \cdot L_A \cdot T_B}$$

Simplificando A_{BASE} queda así:

$$\sqrt{\frac{M_A}{M_B}} = \frac{T_A \cdot L_B}{L_A \cdot T_B}$$

Finalmente todas las fórmulas obtenidas se pueden relacionar de la siguiente manera:

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{\delta_2}{\delta_1}} = \frac{T_2 \cdot L_1}{L_2 \cdot T_1} = \frac{T_2 \cdot V_1}{V_2 \cdot T_1}$$

Se hace uso de este principio en el método de efusión de separación de isótopos.

Los diferentes procesos que se realizan en las plantas, como lo son: la efusión, la ósmosis y la imbibición vegetal. Se encuentran íntimamente ligados con el transporte de agua y de soluciones desde el punto de origen hasta el medio donde ésta es activada. Cada sustancia se difunde libremente de otras hasta que se difunden todas equitativamente. En la planta la velocidad de efusión depende del gradiente lo cual está determinado por la diferencia entre las concentraciones de las sustancias en las dos regiones y por la distancia que las separa.

El fenómeno de efusión está relacionado con la energía cinética de las moléculas. Gracias a su movimiento constante, las partículas de una sustancia, se distribuyen uniformemente en el espacio libre. Si hay una concentración mayor de partículas en un punto habrá más choques entre sí, por lo que hará que se muevan hacia las regiones de menor número: las sustancias se efunden de una región de mayor concentración a una región de menor concentración.

APLICACIONES

La difusión gaseosa fue una de las varias tecnologías para la separación de isótopos de uranio desarrolladas por parte del Proyecto Manhattan para producir uranio enriquecido forzando que el hexafluoruro de uranio (único compuesto del uranio gaseoso) atravesara membranas semi-permeables. Esto produce una ligerísima separación entre las moléculas que contienen uranio-235 y uranio-238. Mediante el uso de una gran cascada de muchos pasos, se pueden conseguir grandes separaciones. Actualmente ha quedado obsoleta ante la nueva tecnología de centrifugadoras de gas, que requiere mucha menos energía para conseguir la misma separación.

De las varias tecnologías de separación últimamente utilizadas por el Proyecto Manhattan Project, la de difusión gaseosa fue probablemente la más significativa. Los edificios de proceso construidos para las cascadas fueron en su momento los más grandes jamás construidos. La preparación de la materia a tratar, el hexafluoruro de

uranio (conocido en el mercado como hex) fue la primera aplicación para la fluorine producida comercialmente, y los problemas generados por el manejo tanto de la fluorina como del hex como gases corrosivos fueron significativos.

Se construyeron grandes plantas de difusión gaseosa en los Estados Unidos, la Unión Soviética (incluyendo una planta que ahora pertenece a Kazajistán), el Reino Unido, Francia y China. La mayoría de ellas ahora están cerradas o en espera de serlo, incapaces de competir económicamente con las nuevas técnicas de enriquecimiento. No obstante, alguna de la tecnología utilizada en bombas y membranas sigue siendo secreta, y algunos de los materiales utilizados continúan sujetos a controles de exportación como una parte del esfuerzo continuo para controlar la proliferación nuclear.

DETALLES EXPERIMENTALES

Materiales:

- 1 tubo de ensayo pirex
- 1 pinza para tubos de ensayo
- 1 desecador
- 1 mechero de Bunsen
- 1 tubo de difusión de vidrio de 30 cm.
- Huaype
- 2 tapones de goma
- 1 regla graduada de 30 cm.
- 2 goteros
- 1 pinza metálica
- cronómetro

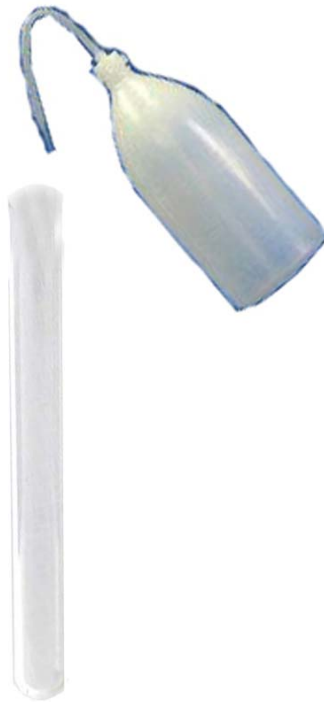
Reactivos:

- Sulfato de cobre hidratado: $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$
- $\text{HCl}_{(\text{cc})}$
- $\text{NH}_{3(\text{cc})}$

PROCEDIMIENTO

DETERMINACIÓN DE LA FÓRMULA DE UN HIDRATO

1. Se verifica previamente que el tubo de ensayo esté limpio, de no estar así, se procede a lavarlo con agua destilada.



2. Se enciende el mechero e inmediatamente se sujeta el tubo de ensayo con una pinza y se calienta a llama no luminosa. Esto es para evaporar el agua destilada que hay en las paredes del tubo.



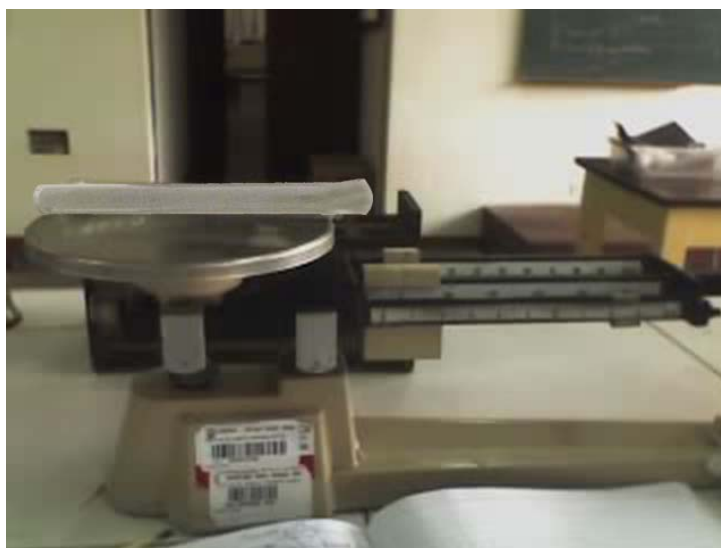
3. Se coloca el tubo de ensayo en el desecador para extraer la humedad.



4. Se calibra la balanza



5. Se pesa el tubo de ensayo limpio y completamente seco



6. Con una espátula se introduce al tubo de ensayo aproximadamente de 2 a 3g de cristales del hidrato



7. Se vuelve a pesar el tubo mas la muestra de cristales del hidrato



8. Se pone a calentar al mechero con llama no luminosa el tubo con la muestra de cristales del hidrato con la finalidad de evaporar el agua contenida en dicha muestra, notándose que los cristales van tomando un color blanco.



9. Los cristales ya tomaron el color blanco, evidenciando que ya no contienen agua



10. Nuevamente el tubo de ensayo con los cristales se colocan dentro del desecador para una vez más eliminar la humedad.



11. Por último se saca del desecador el tubo con los cristales y se pesa nuevamente en la balanza



RESULTADOS:

1. Peso del tubo de ensayo seco y limpio	17g
2. Peso del tubo de ensayo con la sal hidratada.....	19.2g
3. Peso del tubo de ensayo con la sal anhidra.....	18.5g
4. Peso del agua (2 – 3)	0.7g
5. Peso de la sal anhidra (3 – 1).....	1.5g
6. Peso de la sal hidratada (2 – 1).....	2.2g

Determinación de la fórmula del hidrato:

Se aplica relación peso – peso

“En toda fórmula química el peso de una sustancia es directamente proporcional a su participación en el peso molecular”.

$$\frac{2,2}{159,5 + 18x} = \frac{1,5}{159,5}$$

$$18x (1,5) + 1,5 (159,5) = 2,2 (159,5)$$

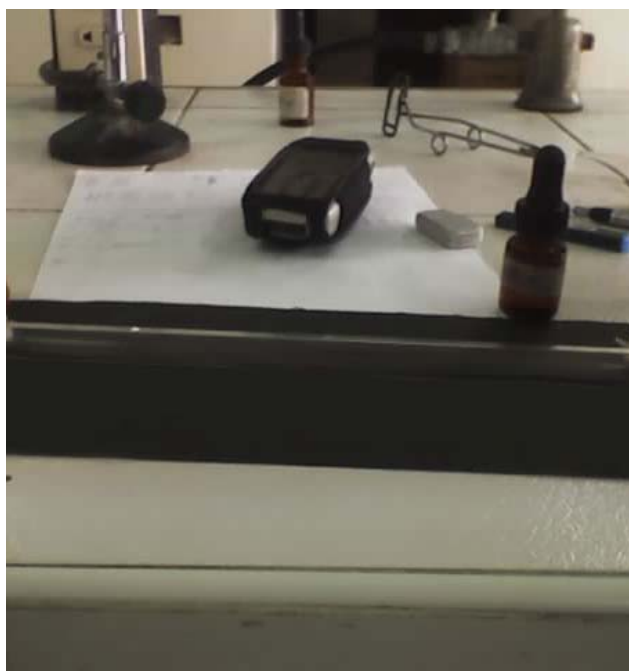
$$18x (1,5) = 0,7 (159,5)$$

$$x = 4,13$$

La muestra resultante es: $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

DIFUSIÓN DE GASES

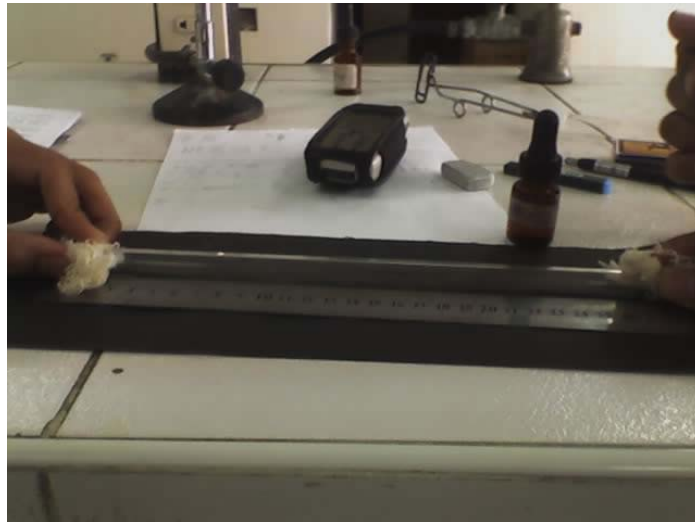
1. Se verifica que el tubo de difusión se encuentre completamente limpio, seco y a temperatura ambiente.
2. Una vez ya hecho el paso anterior se comienza a instalar el equipo.
3. Se coloca el tubo sobre una superficie oscura (negra o azul), por lo cual cubrimos a la mesa con una cartulina negra e inmediatamente colocamos sobre ella el tubo.



4. Una vez hecho esto, colocamos una regla lo suficientemente grande para poder medir casi todo el tubo de difusión, en este caso usaremos una regla metálica de 30 cm.
5. Por donde comienza la medida en la regla, se hace coincidir con el agujero izquierdo del tubo de difusión, luego en el agujero derecho, con un plumón se marca para saber con exactitud la longitud total que van a recorrer ambos vapores al momento de encontrarse el uno al otro. Por ambos extremos del tubo se coloca un tapón.
6. Se tiene a la mano un cronómetro listo para tomar el tiempo en que ambos vapores de los reactivos se van a encontrar.
7. Se echan 5 gotas de los reactivos HCl y NH_3 en simultáneo con la ayuda de dos personas y una tercera va a ser la que tomará el tiempo con el cronómetro. En cada uno de los dos orificios e inmediatamente se tapan con un poco de haype.



8. Al momento de echar la última gota, la tercera persona deberá dar inicio al cronómetro.



9. Después de un cierto tiempo se observa la formación de un anillo ligeramente blanco sobre las paredes del tubo y no en el centro de dicho tubo, sino a una cierta distancia. Este anillo es el NH_4Cl



RESULTADOS:

1. Tiempo en que los vapores de HCl y NH₃: 3 minutos y 5 segundos aproximadamente
2. Longitud del tubo de difusión (de orificio a orificio): 27,5 cm.
3. Distancia recorrida por el NH₃: 18 cm.
4. Distancia recorrida por el HCl: 9,5cm
5. Relación experimental (ya que ambos vapores se encontraron en el mismo tiempo):

$$Re = \frac{V_1(NH_3)}{V_2(HCl)} = \frac{18,5}{9} = 2,05$$

6. Relación teórica:

$$Rt = \frac{V_1(NH_3)}{V_2(HCl)} = \sqrt{\frac{36,5}{17}} = 1,46$$

CONCLUSIONES

- Si bien la relación experimental excede a la relación teórica, es debido a que al momento de echar las gotas de los reactivos en el tubo de difusión, gran parte del vapor se estaba escapando.
- La muestra sería: $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, pero es $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ debido a que al momento de calentar la muestra de la sal hidratada, se debió triturar en un mortero lo más finamente posible ya que a mayor grado de división de las partículas es más fácil evaporar el agua contenida en la muestra (Factor que afecta la velocidad de reacción).

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Química General 8th – Petrucci, Harwood, Herring
- ✓ Química - Estructura y Dinámica (J. M. Spencer, G. M. Bodner L. H. Rickard)
- ✓ La teoría y la práctica en el laboratorio de Química General – Konigsberg
Fainstein Mina
- ✓ Cuaderno N° 1 “Preparación para la Olimpiada Peruana de Química 2006 –
PUCP”

APENDICE

1. **¿Cuál de los gases de las alternativas se difundirá con mayor rapidez, si se encuentran todos ellos a 20° C y 4 atm., a través de iguales orificios? (Cl = 35.5, C = 12, H = 1, N = 14, O = 16)**

a) Cl₂ b) C₃H₈ c) NO₂ d) CH₄

Según la ley de Graham la el cuadrado velocidad de un gas es inversamente proporcional a su peso molecular.

$$\begin{aligned} M_{Cl_2} &= 71 \\ M_{C_3H_8} &= 44 \\ M_{NO_2} &= 46 \\ M_{CH_4} &= 16 \end{aligned}$$

Entonces el gas que tiene menor peso molecular es el que se va a difundir con mayor rapidez. Por lo tanto es el gas metano (CH₄)

2. **¿Cuál es la masa molar de un compuesto que tarda 2,7 veces más tiempo en difundir a través de un tapón poroso que la misma cantidad de XeF₂ a la misma temperatura y presión? (Xe = 131, F = 19)**

En el problema nos piden hallar la masa molar de un compuesto, le llamaremos M, nos dicen que se encuentra en iguales condiciones de presión y temperatura. Para lo cual aplicamos la ley de avogadro “A condiciones iguales de presión y temperatura, si ambos gases tienen el mismo número de moléculas, entonces ocuparán volúmenes iguales”.

$$M_{XeF_2} = 169$$

Entonces como los volúmenes van a ser iguales, en la fórmula se van a eliminar, quedando así:

$$\sqrt{\frac{169}{M}} = \frac{1}{3.7}$$

$$M = 2313.61$$

3. **Un hidrocarburo de fórmula empírica C₂H₃ tarda 349s en emanar a través de un tapón poroso; en las mismas condiciones de temperatura y presión, el mismo número de moléculas de argón emana en 210s. ¿Cuál es la masa molar y la fórmula molecular del hidrocarburo?**

En el problema nos piden hallar la masa molar de un compuesto, nos dicen que se encuentra en iguales condiciones de presión y temperatura.

Para lo cual aplicamos la ley de avogadro “A condiciones iguales de presión y temperatura, si ambos gases tienen el mismo número de moléculas, entonces ocuparán volúmenes iguales”.

$$M_{\text{Ar}} = 40$$

$$M_{x(\text{C}_2\text{H}_3)} = 27x$$

$$\sqrt{\frac{40}{27x}} = \frac{\cancel{V_1} \cdot 210}{349 \cdot \cancel{V_2}}$$

$$X = 4$$

Por lo tanto la masa molar es: $27X = 27(4) = 108$

Fórmula molecular: $4(\text{C}_2\text{H}_3) = \text{C}_8\text{H}_{12}$

- 4. Una muestra de gas argón efunde a través de tapón poroso en 147s. Calcule el tiempo requerido para que el mismo número de moles de CO_2 efunda en las mismas condiciones de presión y temperatura.**

En el problema nos piden hallar el tiempo para que una misma cantidad de moles de Ar y CO_2 efunda, nos dicen que se encuentra en iguales condiciones de presión y temperatura.

Para lo cual aplicamos la ley de avogadro “A condiciones iguales de presión y temperatura, si ambos gases tienen el mismo número de moléculas, entonces ocuparán volúmenes iguales”.

Se concluye: Al tener el mismo número de moléculas, tendrán el mismo número de moles

$$M_{\text{Ar}} = 40$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44$$

$$\sqrt{\frac{40}{44}} = \frac{147 \cdot \cancel{V_2}}{\cancel{V_1} \cdot T}$$

$$T = 154,17$$

5. A ciertas condiciones de presión y temperatura, la densidad del gas CH₄ es 0,714 g/L y la densidad del HBr es 3,60 g/L. Si el CH₄ se difunde a una velocidad de 70 cm/min en un determinado aparato de difusión. ¿Cuál será la velocidad del HBr en el mismo aparato a la misma presión y temperatura?

$$M_{\text{CH}_4} = 16$$

$$M_{\text{HBr}} = 81$$

$$\sqrt{\frac{16}{81}} = \sqrt{\frac{0,714}{3,6}} = \frac{V_2}{70}$$

$$V_2 = 31,11$$

Nótese que se puede hallar la velocidad en función de la raíz cuadrada de los pesos moleculares (ambos números tienen raíz cuadrada exacta) y también se puede hallar en función de la raíz cuadrada de las densidades.

6. ¿Qué son sustancias desecantes? De 5 ejemplos de hidratos

Son aquellas sustancias que van a absorber la humedad de los líquidos, soluciones y sustancias sólidas. El grado de desecación de una sustancia depende de su contenido y de la capacidad de adsorción de humedad que poseen los agentes desecantes.

En el laboratorio, las sustancias, son a menudo, desecadas colocándolas dentro de un desecador que contiene un agente desecante.

Ejemplos de hidratos:

BaCl₂ • 2H₂O cloruro de bario dihidratado

LiCl • H₂O cloruro de litio monohidratado

MgSO₄ • 7H₂O sulfato de magnesio heptahidratado

Sr(NO₃)₂ • 4H₂O nitrato de estroncio tetrahidratado

CaSO₄ • 2H₂O Sulfato de calcio dihidratado

Ejemplos de sustancias desecantes:

K₂CO₃

MgO

KOH

Na₂SO₄

Na

MgSO₄

LiAlH₄

CaCl₂

Mg

P₂O₅

BaO



7. ¿Cuál es la finalidad del desecador? Mencione 2 tipos de desecadores con su respectivo gráfico

La finalidad del desecador es evitar que la sustancia se recristalice, es decir, que nuevamente se convierta en cristal y vuelva a tener agua.

Desecación de líquidos y soluciones

Para la desecación de líquidos y soluciones en disolventes orgánicos, antes de proceder al secado se debe considerar la naturaleza química de la sustancia que se desea desecar.

El desecante elegido debe cumplir las siguientes condiciones: ser insoluble, no producir reacciones con el disolvente ni con el soluto, no catalizar reacciones de condensación ni de polimerización y, debe tener un elevado poder desecante.

El líquido o la solución se deja en reposo 24 horas en contacto con el desecante, agitando de vez en cuando. Se considera que el líquido está seco cuando al final queda algo del desecante sólido, luego se filtra o se somete a destilación cuando durante el desecado se han formado productos solubles en el disolvente.

Desecación al vacío

La desecación al vacío se emplea para desecar sustancias que son sensibles al calor y/o que retengan fuertemente el disolvente empleado en la recristalización. Para la desecación al vacío se emplean desecadores de vidrio cargados con agentes desecantes.

Para desecar cantidades pequeñas se utilizan las pistolas de desecación.

Para la desecación se coloca la muestra en la cámara de secado de la pistola. El bulbo de secado se carga con pentóxido de fósforo y se hace el vacío. En el balón se introduce la cantidad suficiente del solvente y se calienta a reflujo. La muestra se calienta con los vapores del solvente. La temperatura de ebullición del solvente no debe producir la fusión o descomposición de la muestra.

8. ¿De qué color es la sal hidratada de la práctica? ¿Y la sal anhidra? ¿Qué experiencia podrías realizar para comprobar que el proceso de deshidratación es reversible?

El color de la sal hidratada $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ es azul

El color de la sal anhidra CuSO_4 es blanco

Para comprobar que el proceso de deshidratación es reversible sólo basta con agregar agua a la sal anhidra, el color de la sal anhidra cambiará a azul, así queda demostrado nuevamente que se trata de una sal hidratada.

9. ¿Las propiedades del hidrato son idénticas a las del compuesto anhidro? ¿Qué diferencia hay entre humedad y agua de cristalización?

Si son idénticas, salvo por el peso, ya que el peso del hidrato es superior al del compuesto anhidro, también el color es diferente y por último en ambos compuestos se encuentra el mismo peso de la sal anhidra.

Humedad es el vapor de agua que hay en el medio ambiente, mientras que el agua de cristalización, es aquella agua que libera la sal hidratada al ser calentada.

- 10. El sulfato de aluminio hidratado $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ contiene 8,20% de Al en masa. Calcule el valor de x.**

$$M \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 342$$

$$M \text{Al}_2 = 54$$

$$\frac{54}{342 + 18x} \cdot 100 = 8,2$$

$$X = 17,58$$

- 11. Cuando se calientan 0,886g de fluoruro de torio hidratad $\text{ThF}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, se obtienen 0,718g del compuesto anhidro. ¿Cuál es el valor de x? (Th = 232, F = 19)**

$$M \text{ThF}_4 = 308$$

$$\frac{0,886}{308 + 18x} = \frac{0,168}{18x}$$

$$x = 4$$

- 12. El porcentaje de agua en un hidrato de MnCl_2 es 36,41%. ¿Cuál es la fórmula del hidrato? (Mn = 55, Cl = 35,5)**

$$M \text{MnCl}_2 = 126$$



$$\frac{18x}{126 + 18x} \cdot 100 = 36,41$$

$$x = 4$$

Por lo tanto la fórmula del hidrato es: $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$