



## OBTENCIÓN DEL NITRÓGENO, AMONIACO Y SUS SALES

### I.- OBJETIVOS:

- ❖ Durante la presente experiencia podremos obtener experimentalmente el  $N_2$ , del Amoníaco, y la formación de sales del Amonio.
- ❖ Observar las reacciones de los compuestos.

### II.- INTRODUCCIÓN:

Los organismos emplean el nitrógeno en la síntesis de **proteínas, ácidos nucleicos** (ADN y ARN) y otras moléculas fundamentales del metabolismo.

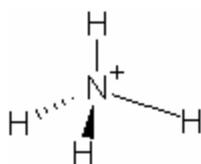
Su **reserva** fundamental es la atmósfera, en donde se encuentra en forma de  $N_2$ , pero esta molécula no puede ser utilizada directamente por la mayoría de los seres vivos (exceptuando algunas bacterias).

Esas bacterias y algas cianofíceas que pueden usar el  $N_2$  del aire juegan un papel muy importante en el ciclo de este elemento al hacer la **fijación del nitrógeno**. De esta forma convierten el  $N_2$  en otras formas químicas (nitratos y amonio) asimilables por las plantas.

### III.- FUNDAMENTO TEORICO:

**Amoníaco.-** El **amoníaco** o **amoniaco** es un compuesto químico cuya molécula consiste en un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de hidrógeno (H) de acuerdo a la fórmula  $NH_3$ .

La molécula no es plana, sino que tiene la forma de un tetraedro con un vértice vacante. Esto se debe a la formación de orbitales híbridos  $sp^3$ . En disolución acuosa se puede comportar como una base y formarse el ión amonio,  $NH_4^+$ , con un átomo de hidrógeno en cada vértice del tetraedro:



El amoníaco es un gas incoloro de olor muy penetrante. Ocurre naturalmente y es también manufacturado. Se disuelve fácilmente en el agua y se evapora rápidamente. Generalmente se vende en forma líquida.



La cantidad de amoníaco producido industrialmente cada año es casi igual a la producida por la naturaleza. El amoníaco es producido naturalmente en el suelo por bacterias, por plantas y animales en descomposición y por desechos animales. El amoníaco es esencial para muchos procesos biológicos.

La mayor parte del amoníaco producido en plantas químicas es usado para fabricar abonos. El resto es usado en textiles, plásticos, explosivos, en la producción de pulpa y papel, alimentos y bebidas, productos de limpieza domésticos, refrigerantes y otros productos. También se usa en sales aromáticas.

**Impacto ambiental del amoniaco.-** El amoniaco es fácilmente biodegradable las plantas lo absorben con mucha facilidad eliminándolo del medio, de hecho es un nutriente muy importante para su desarrollo. Aunque concentraciones muy altas en el agua, como todo nutriente, puede causar graves daños en un río o estanque, ya que el amoniaco interfiere en el transporte de oxígeno por la hemoglobina. El amoníaco ocurre naturalmente y es también manufacturado. Es una fuente importante de nitrógeno que necesitan las plantas y los animales. Las bacterias que se encuentran en los intestinos pueden producir amoníaco.

La exposición a altas concentraciones de amoníaco en el aire puede producir quemaduras graves en su piel, ojos, garganta y pulmones. En casos extremos puede ocurrir ceguera, daño del pulmón y la muerte. Respirar concentraciones más bajas puede causar tos e irritación de la nariz y la garganta.

Si una persona traga amoníaco puede sufrir quemaduras en la boca, la garganta y el estómago. Derramar amoníaco concentrado sobre la piel causará quemaduras. Los estudios en animales demuestran efectos similares a los observados en seres humanos. No se sabe si el amoníaco afecta la reproducción en seres humanos.

**Nitrógeno.-** Elemento químico de número atómico 7, con símbolo **N**, también llamado ázoe —antiguamente se usó también **Az** como símbolo del nitrógeno— y que en condiciones normales forma un gas diatómico que constituye del orden del 78% del aire atmosférico.

Es un gas inerte, no metal, incoloro, inodoro e insípido que constituye aproximadamente las cuatro quintas partes del aire atmosférico, si bien no interviene en la combustión ni en la respiración. Tiene una elevada electronegatividad (3 en la escala de Pauling) y 5 electrones en el nivel más externo comportándose como trivalente en la mayoría de los compuestos que forma. Condensa a 77 K y solidifica a 63 K empleándose comúnmente en aplicaciones criogénicas.

El nitrógeno es el componente principal de la atmósfera terrestre (78,1% en volumen) y se obtiene para usos industriales de la destilación del aire líquido. Está presente también en los restos de animales, por ejemplo el guano, usualmente en la forma de urea, ácido úrico y compuestos de ambos.



Se han observado compuestos que contienen nitrógeno en el espacio exterior y el isótopo Nitrógeno-14 se crea en los procesos de fusión nuclear de las estrellas.

El nitrógeno es componente esencial de los aminoácidos y los ácidos nucleicos, vitales para la vida. Las legumbres son capaces de absorber el nitrógeno directamente del aire, siendo éste transformado en amoníaco y luego en nitrato por bacterias que viven en simbiosis con la planta en sus raíces. El nitrato es posteriormente utilizado por la planta para formar el grupo amino de los aminoácidos de las proteínas que finalmente se incorporan a la cadena trófica (véase ciclo del nitrógeno).

**Compuestos del nitrógeno.-** Con el hidrógeno forma el amoníaco  $\text{NH}_3$  la hidracina  $\text{N}_2\text{H}_4$  y el aziduro de hidrógeno  $\text{N}_3\text{H}$  también conocido como azida de hidrógeno o ácido hidrazoico. El amoníaco líquido anfótero como el agua actúa como una base en una disolución acuosa formando iones amonio  $\text{NH}_4^+$  y se comporta como un ácido en ausencia de agua cediendo un protón a una base y dando lugar al anión amida  $\text{NH}_2^-$ . También se conocen largas cadenas y compuestos cíclicos de nitrógeno, pero son muy inestables.

Con el oxígeno forma varios óxidos como el óxido nitroso|nitroso  $\text{N}_2\text{O}$  o gas de la risa, el óxido nítrico  $\text{NO}$  y el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$ , estos dos últimos se conocen conjuntamente como  $\text{NO}_x$  y son producto de procesos de combustión contribuyendo a la aparición de episodios contaminantes de smog fotoquímico. Otros óxidos son el trióxido de dinitrógeno  $\text{N}_2\text{O}_3$  y el pentóxido de dinitrógeno  $\text{N}_2\text{O}_5$ , ambos muy inestables y explosivos y cuyos ácidos respectivos son el ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) y el ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  que forman, a su vez, nitritos y nitratos.

**Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ).**- El dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) es el principal contaminante entre varios óxidos de nitrógeno ya que se forma como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas. El dióxido de nitrógeno es de color marrón amarillento. Se forma de los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. También es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato. Estas llevan a la producción de ácido y elevados niveles de  $\text{PM}_{2.5}$  en el ambiente. Afecta principalmente al sistema respiratorio. La exposición a corto plazo en altos niveles causa daños en las células pulmonares, mientras que la exposición a más largo plazo en niveles bajos de dióxido de nitrógeno puede causar cambios irreversibles en el tejido pulmonar similares a un enfisema.

El límite anual de la UE es 40 microgramos/ $\text{m}^3$  para la protección de la salud pública. Estados Unidos tiene sólo un ECA anual para el dióxido de nitrógeno, 100 microgramos/ $\text{m}^3$ . Actualmente se cumple en todas las áreas del país. Estados Unidos ha sido criticado por no tener un estándar a corto plazo, considerando que los niveles de las emisiones de dióxido de nitrógeno son las únicas emisiones que no han sido reducidas significativamente desde 1984. Sin embargo, las mediciones de aire ambiente han demostrado una reducción del



14% desde 1988. La UE ha adoptado un valor anual de 200 microgramos/m<sup>3</sup> NE más de 24 veces en un año calendario. Japón tiene un promedio diario (24 horas) de óxido de nitrógeno que debe estar dentro o debajo del rango de 75 a 113 microgramos/m<sup>3</sup>. El rango de valores para otros países estudiados es bastante diverso en comparación con otros contaminantes. El estándar anual para la mayoría de países latinoamericanos es idéntico al de Estados Unidos, 50 microgramos/m<sup>3</sup>.

### TAREA

#### - **Impacto en el ambiente y en la salud del NO<sub>2</sub>:**

La lista de sustancias contaminantes que actualmente son liberadas al medio ambiente es casi infinita: dióxido de carbono, monóxido de carbono, cuerpos orgánicos volátiles, plomo, benceno, benzoapireno, amoníaco, ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y en partículas en suspensión. Todas estas sustancias tienen un impacto negativo sobre nuestro organismo. Pero concentrémonos en cuatro: el azufre, las partículas en suspensión en el aire, el ozono y los óxidos de nitrógeno.

Por último, los óxidos de nitrógeno. "Los gases de óxido de nitrógeno son tóxicos para los humanos y dan origen también a la formación de ozono troposférico que causa impactos en la salud y en la vegetación", explica el doctor Kevin Hicks, del Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo (Suecia).

"Los mayores impactos del dióxido de nitrógeno en la salud son los aumentos en la incidencia de las infecciones en la parte baja de las vías respiratorias en niños y en la disminución de la respuesta de las vías respiratorias en los asmáticos. La exposición repetida puede llevar a lesiones pulmonares", agrega el doctor Murray.

Los óxidos de nitrógeno (principalmente el dióxido) son un buen ejemplo de cómo un contaminante presente primero en la atmósfera puede afectar cursos de agua y napas de agua potable subterráneas, impactando por diversas vías la salud humana.

"La deposición de nitrógeno puede acidificar los ecosistemas terrestres, y las crecientes concentraciones de nitrato en las fuentes de agua potable constituyen un problema para la salud humana -explica el doctor Hicks-. De alguna manera los nitratos pueden ser convertidos en el estómago por ciertos microorganismos a nitrito, que al ser absorbido en la sangre convierte la hemoglobina en metahemoglobina. La metahemoglobina no es efectiva en el transporte de oxígeno en la sangre y en casos de elevados valores agudos o crónicos puede conducir a la muerte en niños por el llamado *síndrome del bebé azul*".



- **Propiedades físicas y químicas del nitrógeno, amoníaco.**

**NITRÓGENO:**

El nitrógeno es un gas no tóxico, incoloro, inodoro e insípido. Puede condensarse en forma de un líquido incoloro que, a su vez, puede comprimirse como un sólido cristalino e incoloro. El nitrógeno aparece en dos formas isotópicas naturales; artificialmente se han obtenido cuatro isótopos radiactivos. Tiene un punto de fusión de  $-210,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ , un punto de ebullición de  $-195,79\text{ }^{\circ}\text{C}$  y una densidad de  $1,251\text{ gr/l}$  a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $1\text{ atmósfera}$  de presión. Su masa atómica es  $14,007$ .

Se obtiene de la atmósfera haciendo pasar aire por cobre o hierro calientes; el oxígeno se separa del aire dejando el nitrógeno mezclado con gases inertes. El nitrógeno puro se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido. Al tener el nitrógeno líquido un punto de ebullición más bajo que el oxígeno líquido, el nitrógeno se destila primero, momento en que puede separarse.

El nitrógeno compone cuatro quintos ( $78,03\%$ ) del volumen de aire. Es inerte y actúa como agente diluyente del oxígeno en los procesos de combustión y respiración. Es un elemento importante en la nutrición de la plantas. Ciertas bacterias del suelo fijan el nitrógeno y lo transforman (por ejemplo en nitratos) para poder ser absorbido por las plantas, en un proceso llamado fijación de nitrógeno. En forma de proteína es un componente importante de las fibras animales. El nitrógeno aparece combinado en los minerales, como el salitre ( $\text{KNO}_3$ ) y el nitrato de Chile ( $\text{NaNO}_3$ ), dos importantes productos comerciales.

Se combina con otros elementos únicamente a altas temperaturas y presiones. Se hace activo sometiéndolo a una descarga eléctrica a baja presión, combinándose con metales alcalinos para formar azidas; con vapor de cinc, mercurio, cadmio y arsénico para formar nitruros, y con numerosos hidrocarburos para formar ácido cianhídrico y cianuros, también llamados nitrilos. El nitrógeno activado se vuelve nitrógeno ordinario apenas en un minuto.

En estado combinado, interviene en muchas reacciones. Son tantos los compuestos que forma, que el químico estadounidense Edward Franklin elaboró un esquema de compuestos que contienen nitrógeno en lugar de oxígeno. En compuestos, el nitrógeno aparece con todas las valencias que van de  $-3$  a  $+5$ . El amoníaco, la hidrazina y la hidroxilamina son ejemplos de compuestos en los que la valencia del nitrógeno es  $-3$ ,  $-2$  y  $-1$ , respectivamente. Los óxidos del nitrógeno son un ejemplo de compuestos en los que el nitrógeno tiene todas las valencias positivas.

**AMONIACO:**

El amoníaco es un gas de olor picante, incoloro y muy soluble en agua. Una disolución acuosa saturada contiene un  $45\%$  en peso de amoníaco a  $0^{\circ}\text{C}$  y un



30% a temperatura ambiente. Disuelto en agua, el amoníaco se convierte en hidróxido de amonio, de marcado carácter básico y similar en su comportamiento químico a los hidróxidos de los materiales alcalinos.

El amoníaco era conocido por los antiguos, quienes lo obtuvieron a partir de la sal amónica, producida por destilación del estiércol de camello cerca del templo de Júpiter Amón en Libia, y de ahí su nombre. En Europa, durante la edad media, el amoníaco se obtenía calentando los cuernos y pezuñas de bueyes, y se llamaba espíritu de cuerno de ciervo. El alquimista alemán Basil Valentine obtuvo el amoníaco libre, y el químico francés Claude Berthollet determinó su composición en torno a 1777.

En el siglo XIX, la principal fuente de amoníaco fue la destilación de la hulla; era un derivado importante en la fabricación de los combustibles gaseosos. Hoy, la mayoría del amoníaco se produce sintéticamente a partir de hidrógeno y nitrógeno por el proceso de Haber, que consiste en pasar una mezcla estequiométrica de hidrógeno y nitrógeno a través de un lecho catalizador, formado principalmente por óxidos de hierro, en el que se mantiene una temperatura de unos 500°C, pues, aun empleando catalizadores, la velocidad es muy lenta a temperaturas inferiores y no es rentable económicamente. La reacción es reversible y exotérmica. Los procesos industriales actuales utilizan como materia prima el aire atmosférico para el nitrógeno y los hidrocarburos, y para el hidrógeno, principalmente gas metano o hidrocarburos obtenidos de procesos de refinación del petróleo.

El amoníaco es un refrigerante importante y se usa mucho en la industria química, especialmente en la fabricación de fertilizantes, ácido nítrico y explosivos. La mayor parte de éste se utiliza para la fabricación de ácido nítrico, como ya hemos visto anteriormente, de abonos nitrogenados compuestos, que contienen además fosfatos y sales potásicas. También se consume gran cantidad de amoníaco en diversas industrias orgánicas, de colorantes, plásticos, drogas, etc., y una pequeña parte como líquido de refrigeración de máquinas frigoríficas.

- ***Aplicaciones del nitrógeno y amoníaco:***

***NITROGENO***

La más importante aplicación comercial del nitrógeno es la obtención de amoníaco por el proceso de Haber. El amoníaco se emplea con posterioridad en la fabricación de fertilizantes y ácido nítrico.

También se usa, por su baja reactividad, como atmósfera inerte en tanques de almacenamiento de líquidos explosivos, durante la fabricación de componentes electrónicos (transistores, diodos, circuitos integrados, etc.) y en la fabricación del acero inoxidable. El nitrógeno líquido, producido por destilación del aire



líquido, se usa en criogenia, ya que a presión atmosférica condensa a  $-195,8$  °C; aplicación importante es también la de refrigerante, para la congelación y el transporte de comida y la conservación de cuerpos y células reproductivas (semen y óvulos) o cualesquiera otras muestras biológicas.

Las sales del ácido nítrico incluyen importantes compuestos como el nitrato de potasio (nitro o salitre empleado en la fabricación de pólvora) y el nitrato de amonio fertilizante.

Los compuestos orgánicos de nitrógeno como la nitroglicerina y el trinitrotolueno son a menudo explosivos. La hidracina y sus derivados se usan como combustible en cohetes.

### **AMONIACO**

El amoníaco es un gas incoloro con un olor característico. El olor es reconocido por mucha gente ya que el amoníaco se usa en sales aromáticas, en muchos productos de limpieza domésticos e industriales, y en productos para limpiar vidrios.

El amoníaco gaseoso puede disolverse en agua. Este tipo de amoníaco se llama amoníaco líquido o solución de amoníaco. Una vez que se expone al aire, el amoníaco líquido se transforma rápidamente a gas.

1. **Generalidades sobre el amoniaco.** Importancia creciente del amoniaco. Utilización del frío. Situación del amoníaco en la industria frigorífica. Producción y utilización del amoniaco. Producción industrial por síntesis. Aplicaciones industriales clásicas del amoníaco. Balance ecológico. Programa de sustitución de los CFC.
2. **El amoniaco como refrigerante.** Muy usado en refrigeración en ciclos de la compresión debido a su alto calor de vaporización y temperatura crítica entre otros. También se utiliza en procesos de absorción en combinación con agua. Comparación con el HCFC 22, HFC 134 a y R 404 A. Criterios para la elección de un refrigerante. Principales propiedades del amoniaco. Consecuencias para las instalaciones. Presión y temperatura críticas. Presión de saturación. Transferencia térmica. Umbral de toxicidad. Comportamiento respecto de un ciclo de referencia: Ciclo de referencia. Temperatura de descarga. Coeficiente de eficiencia. Dimensión del compresor. Dimensión de las tuberías. Caso particular: el amoníaco utilizado en las bombas de calor. Otros aspectos prácticos del amoníaco: Coste. Detección de fugas. Contaminación por agua. Comportamiento con los aceites. Incompatibilidad con determinados materiales.
3. **Exposición al amoniaco.** Fugas y riesgo de incendio: Importancia de un adecuado conocimiento del amoníaco. Fugas accidentales a la atmósfera. Datos volumétricos. Características de la inflamabilidad del amoníaco. Efecto sobre los productos alimentarios. Patología: Efectos fisiológicos. Datos normalizados relativos a las concentraciones máximas. Consecuencias de las concentraciones muy elevadas. Consecuencias médicas debidas a la exposición al amoniaco: Diferentes



- grados de exposición. Clasificación de los efectos fisiológicos. Secuelas de una exposición. Tratamientos inmediatos a la exposición.
- Diseño de las instalaciones que funcionan con amoníaco.** Configuración general. Materiales y diseño: Compatibilidad de los materiales con el amoníaco. Características de los intercambios térmicos. Soldaduras. Formación del personal. Condiciones y comportamientos a considerar: Riesgos de golpe de ariete. Fisuras originadas por deformación. Desescarche. Aceites: Separación del aceite. Aceites compatibles con el amoníaco. Estructura de la instalación y niveles de temperatura: Rango de temperaturas de funcionamiento de las instalaciones con amoníaco. Límite superior de la temperatura de descarga. Sistemas con doble salto. Ahorro de energía. Sistemas con circulación forzada. Sistemas de transmisión indirecta: Descripción. Inconvenientes. Ventajas. Aplicación de los fluidos frigoríferos.
  - Normas y precauciones de seguridad.** Necesidad de prevención. Válvulas de seguridad de alta presión. Equipos de seguridad: Instalaciones eléctricas. Ventilación de los locales. Detector de amoníaco. Alarma. Riesgos de explosión o de incendio. Protección individual. Normas y reglamentaciones.
  - Perspectivas futuras para el amoníaco como refrigerante.** Instalaciones nuevas: Tendencias marcadas hacia sistemas de transmisión indirecta. Desarrollo de compresores semiherméticos para amoníaco. Desarrollo de nuevos intercambiadores de calor para amoníaco. Rendimiento energético de las instalaciones existentes: Necesidad de mejorar el rendimiento. Condiciones que deben satisfacerse para mejorar el rendimiento. Rendimientos comparados de los diferentes sistemas frigoríficos. Conclusión. Referencias.
  - El **amoníaco** y sus derivados urea, nitrito amónico, etc son usados en agricultura como fertilizante nitrógeno. También se usa como producto de limpieza. El amoníaco ocurre naturalmente y es también manufacturado. Es una fuente importante de nitrógeno que necesitan las plantas y los animales. Las bacterias que se encuentran en los intestinos pueden producir amoníaco. El amoníaco se aplica directamente al suelo en terrenos agrícolas, y se usa para fabricar abonos para cosechas agrícolas, prados y plantas. Muchos productos de limpieza domésticos e industriales contienen amoníaco.
  - Propiedades termodinámicas y físicas del amoníaco.** Tablas y diagramas para la industria del frío. Características físicas de los refrigerantes.



## **BIBLIOGRAFIA**

ALBERT COTTON, Química Inorgánica Básica, Editorial Limusa, D.F. México.

RAYMOND CHANG, Química, Editorial Mc.Graw – Hill, México 2002.

VALENZUELA CALAHORRO CRISTOBAL, Introducción a la Química Inorgánica, Editorial Mc.Graw – Hill, Interamericana de España 1999.