

- ¿Qué es?
- Propiedades físicas y químicas
- Historia del ácido sulfúrico
- Procesos de obtención:

– *Cámaras de plomo*

– *Método de contacto*

5. Principales usos

1. ¿Qué es?

El Ácido Sulfúrico, de fórmula H_2SO_4 , a temperatura ambiente es un líquido corrosivo, incoloro, inodoro de olor picante, muy corrosivo y de gran viscosidad. El Sulfúrico es el ácido mineral de uso más frecuente en la industria, y su consumo se utiliza como indicador del grado de industrialización de un país. Al mezclar Ácido Sulfúrico con agua se libera una considerable cantidad de calor. A menos que la mezcla se agite bien, el agua añadida puede calentarse más allá de su punto de ebullición y la formación repentina de calor puede hacer saltar el ácido fuera del recipiente. El Ácido concentrado destruye la piel y la carne, y puede causar ceguera si se introduce en los ojos. El mejor tratamiento en caso de accidente es eliminar el ácido con grandes cantidades de agua. A pesar del peligro potencial si se maneja sin cuidado, el Ácido Sulfúrico ha sido muy importante comercialmente durante muchos años. Los antiguos alquimistas lo preparaban en grandes cantidades calentando sulfatos existentes en la naturaleza a altas temperaturas y disolviendo en agua el trióxido de azufre obtenido de esta forma. En el siglo XV aproximadamente, se desarrolló un método para obtener el Ácido, destilando sulfato ferroso hidratado (o vitriolo de hierro) con arena. En 1740 empezó a producirse el ácido a escala comercial quemando azufre y nitrato de potasio en un caldero suspendido en un gran globo de cristal, cubierto parcialmente de agua.

2. Propiedades físicas y químicas

– Datos Físicos:

1. Peso molecular: 98.
2. Punto de ebullición (760 mm de Hg): $270^{\circ}C$ ($518^{\circ}F$).
3. Peso específico (agua = 1): 1,84.
4. Densidad del vapor (aire = 1 en el punto de ebullición del Ácido Sulfúrico): 3.4.
5. Punto de fusión: $3^{\circ}C$ ($37^{\circ}F$).
6. Solubilidad en agua g/100 g de agua a $20^{\circ}C$ ($68^{\circ}F$): miscible en todas proporciones.

– Reactividad:

1. Incompatibilidades: El contacto del Ácido con materiales orgánicos (tales como cloratos, carburos, fulminatos y pieratos) puede provocar incendios y explosiones. El contacto del Ácido con metales puede crear emanaciones tóxicas de Dióxido Sulfuroso e hidrógeno gaseoso inflamable.

2. Productos peligrosos de la descomposición: Al descomponerse el Ácido Sulfúrico pueden desprenderse gases y vapores tóxicos (por ejemplo, emanaciones de Ácido Sulfúrico, dióxido sulfuroso y monóxido de carbono).

3. Precauciones especiales: El Ácido Sulfúrico ataca a algunas clases de plásticos, caucho y revestimientos.

– Propiedades químicas:

El Ácido Sulfúrico es un ácido fuerte, es decir, en disolución acuosa se disocia fácilmente en iones de hidrogeno (H^+) e iones sulfato (SO_4^{2-}) y puede cristalizar diversos hidratos, especialmente ácido glacial $H_2SO_4 \cdot H_2O$ (monohidrato). Cada molécula produce dos iones H^+ , o sea, que el ácido sulfúrico es dibásico. Sus disoluciones diluidas muestran todas las características de los ácidos: tienen sabor amargo, conducen la electricidad, neutralizan los álcalis y corroen los metales activos desprendiéndose gas hidrógeno. A partir del ácido sulfúrico se pueden preparar sales que contienen el grupo sulfato SO_4 , y sales ácidas que contienen el grupo hidrogenosulfato, HSO_4 .

El Ácido Sulfúrico concentrado, llamado antiguamente aceite de vitriolo, es un importante agente desecante. Actúa tan vigorosamente en este aspecto que extrae el agua, y por lo tanto carboniza, la madera, el algodón, el azúcar y el papel. Debido a estas propiedades desecantes, se usa para fabricar éter, nitroglicerina y tintes. Cuando se calienta, el ácido sulfúrico concentrado se comporta como un agente oxidante capaz, por ejemplo, de disolver metales tan poco reactivos como el cobre, el mercurio y el plomo, produciendo el sulfato del metal, dióxido de azufre y agua.

Durante el siglo XIX, el químico alemán Justus von Liebig descubrió que el Ácido Sulfúrico, añadido al suelo, aumenta la cantidad de fósforo disponible para las plantas. Este descubrimiento dio lugar a un aumento de la producción comercial de este ácido, mejorándose por tanto los métodos de fabricación.

3. Historia del ácido sulfúrico

El origen del primer ácido sulfúrico se desconoce, pero se le menciona ya desde el siglo X; su preparación, quemando Azufre con Salitre, la describió por primera vez Valentinus, en el siglo XV.

El Anhídrido sulfúrico (o trióxido de azufre) fue aislado por Bussy en 1824; se presenta en forma de cristales transparentes y sedosos que funden a $17^\circ C$; hierve a $45^\circ C$. El calor lo disocia en oxígeno y anhídrido sulfuroso. Es muy ávido del agua, con la que se combina para formar ácido sulfúrico. Industrialmente se obtiene por oxidación catállica del anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre, como fase intermedia de la fabricación del Ácido Sulfúrico. En el laboratorio puede obtenerse destilando un piro-sulfato.

En 1746, Roebuck de Birmingham, Inglaterra, introdujo el proceso de cámaras de plomo. El proceso de contacto fue descubierto por primera vez en 1831 por Phillips, un Inglés cuya patente incluía las características esenciales del proceso de contacto moderno, en particular el paso de una mezcla de Dióxido de Azufre y aire sobre un catalizador, seguido por la absorción del Trióxido de Azufre en Ácido Sulfúrico de 98.5 al 99%.

El invento de Phillips, no constituyó un éxito comercial durante mas de cuarenta años, probablemente porque faltaba demanda para un ácido fuerte, había un conocimiento inadecuado de las reacciones catalíticas de los gases y el progreso de la tecnología química era lento. El desarrollo de la industria de colorantes dio como resultado una demanda creciente de ácidos concentrados para la manufactura de la Alizarina y de otros materiales orgánicos colorantes; en 1889 se demostró que un exceso de oxígeno en la mezcla gaseosa para el proceso de contacto era ventajoso, lo que ha sido mejorado en todos los detalles y actualmente es uno de los procesos industriales continuos de bajo costo controlado automáticamente.

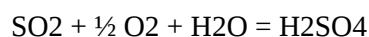
Todas las plantas nuevas de Ácido Sulfúrico, utilizan el proceso de contacto; una de las desventajas que hicieron desaparecer el proceso de las cámaras de plomo, es que puede producir ácido de una concentración de sólo 78%. La concentración es costosa, por lo que en 1980 solo quedaba una planta de cámaras en operación en Estados Unidos.

4. Procesos de obtención

Las tres materias primas empleadas por las industrias son: **azufre, aire y agua.**

- *Cámaras de plomo:*

Actualmente se utilizan dos procesos para obtener Ácido Sulfúrico. En las etapas iniciales ambos requieren el uso de dióxido de azufre, que se obtiene quemando piritas de hierro, FeSO_2 , o azufre, en aire.



(Anhídrido sulfuroso + Oxígeno + Agua = Ácido Sulfúrico)

En este primer proceso, denominado método de las cámaras de plomo, la reacción se lleva a cabo en grandes torres de ladrillos recubiertas de plomo. En estas torres, reaccionan dióxido de azufre gaseoso, aire, vapor de agua y óxidos de nitrógeno, produciendo ácido sulfúrico en forma de gotas finas que caen al suelo de la cámara. Casi todos los óxidos de nitrógeno se recuperan del gas que sale y se vuelven a introducir en la cámara para ser utilizados de nuevo. El Ácido Sulfúrico producido de esta forma, y el ácido etiquetado, sólo contienen de un 62 a un 70% de H_2SO_4 ; el resto es agua. Actualmente, casi un 20% del ácido sulfúrico se produce por el método de las cámaras de plomo, pero este porcentaje está disminuyendo.

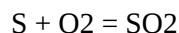
- *Método de contacto*

Una vez que ingresa el azufre a la planta, es depositado en un sitio denominado patio de azufre, labor que realizan ayudantes contratados por el conductor y personal de la planta. Posteriormente se inicia la transformación del azufre. Una persona denominada Operario del Fundidor, tiene la función de trasladar azufre a un compartimento denominado Fundidor de Azufre, en donde de su estado sólido se torna líquido viscoso ya que es sometido a altas temperaturas (150°) con ésta iniciación de transformación del azufre se da comienzo al ciclo de producción de Ácido Sulfúrico.

Los pasos principales de proceso son:

Combustión del azufre:

Para generar dióxido de azufre (SO_2)



(Azufre + Oxígeno = Anhídrido Sulfuroso)

El azufre para la planta se recibe en forma sólida. El azufre se funde y clarifica antes de transferirlo a una fosa de almacenamiento de azufre limpio. Luego se bombea a un quemador de azufre donde se quema con aire suministrado por un soplador para formar Dióxido de Azufre. Antes de entrar al quemador, el aire pasa por la torre de secado, donde se lava con ácido para retirarle el vapor de agua que contiene. La humedad del aire, si no se elimina, causará problemas en el proceso. Por ejemplo: problemas de corrosión en conductos y torres.

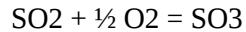
El aire pre-secado que entra al quemador contiene aproximadamente 21% de Oxígeno (O_2) y 79% de

Nitrógeno (N₂). En el quemador de azufre se utiliza solamente una parte del Oxígeno del aire para quemar el azufre. La composición del gas que sale del quemador varía de acuerdo a la proporción de aire y azufre que se utilice.

Al quemar el azufre se genera una gran cantidad de calor, el cual eleva la temperatura del gas en el quemador. La temperatura alcanzada va en proporción a la concentración del gas (es decir, el porcentaje de SO₂ en el gas) y también depende de la temperatura del aire que entra al quemador, así como de la cantidad de calor que se pierde en el quemador de azufre, debido a radiación del casco.

Combinación de dióxido de azufre con oxígeno:

Para formar trióxido de azufre (SO₃)



(Anhídrido Sulfuroso + Oxígeno = Anhídrido Sulfúrico)

El SO₂ que se encuentra en el gas se combina con parte del Oxígeno remanente para formar Anhídrido Sulfúrico (SO₃). Para este paso, el gas debe estar a una temperatura menor que la de salida del quemador de azufre. Es necesario, por lo tanto, enfriar el gas de salida del quemador de azufre. El enfriamiento se consigue mediante una caldera de recuperación que contiene agua; el gas (SO₂) caliente, que sale de la caldera de recuperación, pasa a través del filtro de gas caliente para extraerle el polvo que puede contener. Este se convierte en (SO₃) en el convertidor, el cual contiene cuatro capas de catalizador que hace que la reacción química se produzca a velocidad mucho mayor que si no se utilizara el catalizador, éste no se afecta ni se agota.

Esta reacción es exotérmica y también reversible (es decir, que no llega a completarse), la temperatura de entrada del gas a cada a paso del convertidor debe mantenerse en el nivel correcto con el fin de conseguir la conversión requerida. El gas es enfriador entre cada paso para mantener la temperatura correcta de entrada a cada paso.

Después del segundo paso el gas pasa a través del intercambiador caliente de paso intermedio, el cual enfría el gas y también sirve para precalentar el gas que retorna de la torre de absorción intermedia hacia el cuarto paso de catalizador. Después del tercer paso el gas es conducido a la torre barredora (para extraerle el selenio), y luego a la torre de absorción intermedia, donde el SO₃ que contiene el gas es absorbido en Ácido Sulfúrico del 98%. El gas es enfriado antes de la torre en el intercambiador frío; el intercambiador frío de paso intermedio también sirve para calentar el gas que retorna de la torre de absorción intermedia, para lograr la temperatura correcta al cuarto paso. El SO₂ que queda en el gas es luego convertido en SO₃ en el cuarto paso, el gas que sale del convertidor pasa a través del economizador supercalentador, donde es enfriado antes de pasar a la torre de absorción final, donde el SO₃ remanente es absorbido en Ácido Sulfúrico del 98%.

Combinación del trióxido de azufre con agua:

Para formar una solución que contiene 98 a 99% de Ácido Sulfúrico.



(Anhídrido Sulfúrico + Agua = Acido Sulfúrico)

El gas SO₃ producido en el convertidor, aunque adecuadamente enfriado, no se combinará directamente con agua, sino que debe combinarse indirectamente mediante absorción en Ácido Sulfúrico de 98–99%. En estas condiciones el SO₃ se une fácilmente con el agua contenida en el Ácido. Esta operación se lleva a cabo en las

torres de absorción donde se efectúa la absorción del SO₃ en dos etapas, la primera antes que la conversión a SO₃ se haya completado, denominado interabsorción. El SO₃ absorbido en la torre intermedia sigue hacia adelante y el restante es absorbido en la torre de absorción final (segunda etapa).

El Ácido que recircula por la torre de secado se debilita con el vapor de agua que le quita el aire, mientras que en las torres de absorción el Ácido se refuerza mediante la absorción del gas SO₃; el Ácido más débil se combina con el Ácido reforzado proveniente de las torres de absorción antes de ingresar a la torre de enfriamiento. La adición de agua a las corrientes combinadas también es necesaria para mantener la concentración adecuada del Ácido para lograr la absorción del SO₃ y un buen secado.

El flujo de Ácido combinado es bombeado a través de los enfriadores de Ácido antes de recircular el Ácido a la torre de secado y las torres de absorción. La absorción del vapor de agua por el Ácido circulante de secado, además de la adición de agua a las corrientes combinadas de Ácido de las torres de secado final y paso intermedio, ha aumentado constantemente el volumen del Ácido dentro del tanque común de bombeo; como resultado de esto, constantemente se bombea Ácido de 98–99% desde el sistema común de secado final e intermedio al tanque de almacenamiento.

Absorción del selenio y producción del oleum:

La corriente de gas SO₃ proveniente del tercer paso contiene selenio que entra en el proceso con el azufre volcánico alimentado al quemador de azufre.

El Ácido Sulfúrico puede disolver su propio anhídrido SO₃ y dar una serie de productos que contienen más anhídrido de lo normal. Estos líquidos oleosos, frecuentemente de color pardo por la carbonización de polvos orgánicos, reciben el nombre de oleums o ácidos fumantes; al aire desprenden humos y van depositándose unos cristales de ácido piro sulfúrico H₂S₂O₇; se trata de un sólido incoloro que funde a 36° C. La remoción del selenio es necesaria para poder cumplir con las especificaciones para ácido sulfúrico (producto).

El **Oleum**, Ácido Sulfúrico fumante, o ácido Nordhausen, es una disolución de anhídrido sulfúrico (SO₃) en ácido sulfúrico 100% (H₂SO₄). Se utiliza principalmente en los procesos de "sulfonación". La producción se realiza en una instalación complementaria de la unidad productora de ácido sulfúrico 98%.

Sus materias primas son: Ácido Sulfúrico 98% y SO₃ gaseoso, ambos productos son tomados de los circuitos correspondientes en las unidades de sulfúrico de la planta.

Las reacciones químicas involucradas son:



|--- ácido 98%---| ácido 100%



anhídrido sulfúrico disuelto en ácido = oleum

Nota: la x, y, z representan números arbitrarios de moléculas.

El en sí consta de una torre de absorción rellena con material cerámico especial, una bomba de recirculación del producto, un sistema de refrigeración para eliminar el calor generado y una cuba de recirculación. Debido a que la absorción del SO₃ es de bajo rendimiento, el gas que sale de la torre debe retornarse al circuito de gas

de la planta de Ácido Sulfúrico, a fin de evitar la contaminación ambiental.

El producto final contiene de 22 a 24% de SO_3 disuelto en Ácido Sulfúrico y la riqueza teórica en H_2SO_4 equivale a un ácido sulfúrico de 105% de concentración. El producto es necesario para algunas reacciones de química orgánica, pero su gran inconveniente es su alta peligrosidad, ya que tiene una gran avidez por el agua, extrayendo inclusive la combinada, por lo cual carboniza instantáneamente cualquier materia orgánica, tal como la piel humana.

Por este motivo, las medidas de seguridad y precaución en la zona de producción son extremas, se hace circular por la torre barredora con el fin de remover la mayor parte del selenio sin bajar el contenido de SO_3 del gas. La corriente de Oleum circula a través de un enfriador antes de retornar a la torre barredora, para remover el calor que absorbió de la corriente de gas SO_3 .

5. Principales usos

El Ácido Sulfúrico es un producto industrial fundamental : sus aplicaciones son numerosísimas y su consumo es extraordinario. Los usos del ácido sulfúrico son tan variados que el volumen de su producción proporciona un índice aproximado de la actividad general industrial. Por ejemplo, a principios de la década de 1970, la producción anual de ácido sulfúrico en Estados Unidos, el mayor productor, sobrepasaba los 29 millones de toneladas, que corresponden a una producción diaria de 1/3 kg por persona al año. Este Ácido es un producto que directa o indirectamente está presente en toda industria, y su consumo es el termómetro de la industria de un país.

Sus principales usos son:

- Producción de superfosfato de calcio (fertilizantes).
- Potabilización de agua: para producir sulfato de aluminio a partir de bauxita.
- Detergentes: en la sulfonación de dodecilbenceno, que es la materia prima básica para la mayoría de los detergentes utilizados en el hogar y la industria. También para esto se utiliza oleum 22%.
- Fábricas de Papel: En el proceso de producción de la pulpa de papel, e indirectamente en el uso de – sulfato de aluminio. Este también se utiliza en la depuración de aguas residuales y en la potabilización.
- Agro-Fito Sanitario: en la producción de sulfato de cobre.
- Refinación de Petróleo: para las calderas y procesos químicos.
- Generación térmica de energía: para el tratamiento de las calderas.
- Metalurgia: para el decapado de metales.
- Producción de ácido para baterías eléctricas.
- Producción de sulfato de aluminio: se lo utiliza en reacción con hidróxido de aluminio. El sulfato de aluminio producido se utiliza principalmente en potabilización de aguas, curtidos al alumbre (curtiembres), producción de papel y sales de aluminio.
- Producción de sulfato de cromo: se lo utiliza en reacción con dicromato de potasio y un agente reductor.
- El sulfato de cromo se utiliza principalmente para el curtido de cueros (curtido al cromo).

– Fabricación de productos orgánicos, pinturas, pigmentos y rayón.

- Enciclopedia Microsoft Encarta
- Enciclopedia del Estudiante
- Gran enciclopedia Salvat
- Enciclopedia de la Ciencia
- Nueva enciclopedia Larousse
- Física y Química 1º Bachillerato Logse (Algaida)
- Mineralogía para químicos
- Física y química (Agruvel)

6

7