

## EL AGUA

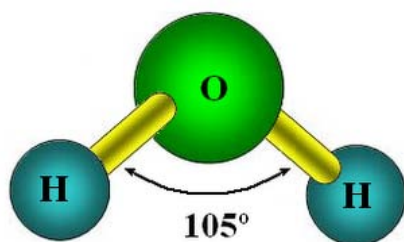
### Propiedades del agua:

El agua es la combinación del H<sub>2</sub> con el O<sub>2</sub>, y podría esperarse que sus propiedades fueran correspondientes con otros compuestos de H<sub>2</sub> con los metales del grupo 6B, al que pertenece el O<sub>2</sub> es decir H<sub>2</sub>S; H<sub>2</sub>Te; H<sub>2</sub>Se, en cuanto al punto de fusión y ebullición:

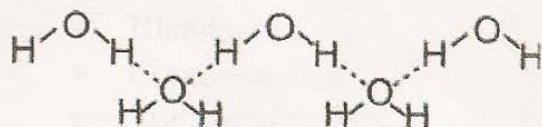
Compuesto	Punto de fusión °C	Punto de ebullición °C
H <sub>2</sub> Te	-51	-1.8
H <sub>2</sub> Se	-60.4	-41.5
H <sub>2</sub> S	-85.6	-60.75

Extrapolando podría esperarse para la agua pura valores de punto de fusión de -100°C y ebullición de -80°C, cosa que no ocurre ya que el punto de fusión es de 0°C y el de ebullición a 1 atm de presión es de 100°C, esta propiedad notable del agua se debe a la unión puente de hidrógeno, que se trata más adelante.

### Molécula de agua



En la figura siguiente se esquematiza este tipo de unión.



*Enlaces de puentes de hidrógeno*

Como se ha visto la molécula de agua es asimétrica y tiene un carácter iónico parcial, está constituida por un Oxígeno y dos hidrógenos que distan a 0,95Å del núcleo de oxígeno y que forman entre si un ángulo de 105°

La unión no es covalente pura, es decir que el par de electrones de enlace están más tiempo sobre el oxígeno que sobre el hidrógeno y ello trae como consecuencia preeminencia de carga negativa en un extremo de la molécula (el de oxígeno) y de la carga positiva en el otro (el de los H)

Debemos decir que es muy difícil tener agua absolutamente pura. Las aguas de mares, ríos, subterráneas, etc. se denominan aguas naturales o sea de la naturaleza las que dispone la humanidad

### **Aguas naturales**

El agua de lluvia es el agua natural más pura que existe disponible, solo contiene 0,003% de materia sólida soluble.

Siendo el agua el solvente universal, disuelve de la corteza de la tierra innumerables sustancias, siendo su concentración muy variable. El agua de los océanos contiene 3,5% de sales disueltas, la del mar muerto 22,8% por ej. Las aguas potables no deben tener más de 1,5 gr de sales disueltas por litro.

### **Los compuestos químicos contenidos en el agua se pueden clasificar en:**

- Solubles: cloruros, bromuros, nitratos, sulfatos, fluoruros, carbonatos ácidos etc.
- Insolubles: sílice coloidal, arcillas coloidales, sales de hierro, etc.
- Gases disueltos: Oxígeno, nitrógeno, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, SH<sub>2</sub>, etc.
- Materia orgánica: bacterias, algas, etc.

### **Las aguas naturales se clasifican según su origen en:**

a) Subterráneas: están situadas en napas

Son:

- Duras o semiduras
- Limpias
- No contaminadas
- Sin materia orgánica generalmente

b) Superficiales en movimiento:

1) Ríos

Son:

- blandas
- turbias
- contaminadas
- con materia orgánica
- concentración salina variable

2) Mares:

Composición variable en sales en promedio 3,5% expresado como ClNa, aunque contiene varios aniones (Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y cationes como (K<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, etc.)

c) Aguas superficiales en reposo: lagos y lagunas.

Son:

- Blandas
- Contaminadas

- Turbiedad variable
- Concentración salina variable

### Otros tipos de aguas:

#### Aguas Pesadas:

El agua pesada es agua formada con átomos de deuterio (es decir hidrogeno pesado).

La formula química del agua deuterada, oxido de deuterio o agua pesada es:  $D_2O$  o  $^2H_2O$ .

La formula química del agua tritiada, oxido de tritio o agua superpesada es:  $T_2O$  o  $^3H_2O$ . Como ya se ha indicado, esta forma es radiactiva y moderador de velocidad de neutrones, usadas en plantas atómicas, como las de Argentina. El costo del agua pesada es millonario y nuestro país la elabora en arroyito (Neuquén) para sus reactores.

Propiedades:

Esta diferencia en los núcleo modifica alguna de sus propiedades físicas, tales como la densidad o el punto de ebullición. El agua pesada se encuentra presente, en pequeñas cantidades, mezclada con el agua normal, y puede ser separada de esta por destilación fraccionada. También se puede separar del agua por absorción con amoníaco que contenga deuterio.

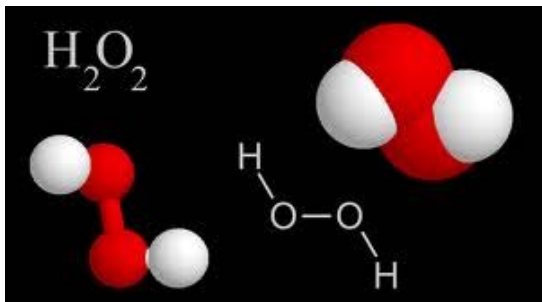
Propiedad	$D_2O$ (agua pesada)	$H_2O$ (agua corriente)
Punto de fusión °C	3,82	0,0
Punto de ebullición °C	101,4	100,0
Densidad (a 20°C en g/mL)	1,1056	0,9982
Temp. de máxima densidad(°C)	11,6	4,0
Viscosidad( a 20°C en centipoise)	1,25	1,005
Tensión superficial (a 25°C dyn*cm)	71,93	71,97
Entalpia de fusión (cal/mol)	1,515	1,436

#### Agua Oxigenada

El peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ), es un compuesto químico con características de un liquido altamente polar, fuertemente enlazado con el hidrógeno tal como el agua, que por lo general se presenta como un liquido ligeramente más viscoso que este. Es conocido por ser un poderoso oxidante. También conocido como agua oxigenada, es un liquido incoloro a temperatura ambiente con sabor amargo, pequeñas cantidades de peróxido de hidrogeno gaseoso hay naturalmente en el aire.

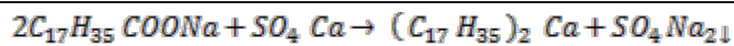
El peróxido de hidrogeno es inestable y se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor. Aunque no es inflamable, es un agente oxidante potente que puede causar combustión espontanea cuando entra en contacto con materia orgánica o algunos metales, como el cobre, la plata o el bronce.

El peróxido de hidrogeno se encuentra en bajas concentraciones (3 a 9%) en muchos productos domésticos para usos medicinales y como blanqueador de vestimenta y el cabello. En la industria, el peróxido de hidrogeno se usa en concentraciones más altas para blanquear telas y pasta de papel, y al 90% como componente de combustible para cohete y para fabricar espuma de caucho y sustancias químicas orgánicas. En otras áreas como en la investigación se utiliza para medir la actividad en algunas enzimas como la catalasa



### Dureza del agua

Un exceso de concentración de sales acidas de calcio y magnesio producen en el agua la denominada dureza, que se revela cuando se usa el jabón y no forma espuma debido a la formación de jabones de calcio y magnesio según la reacción:



Estrato de sodio

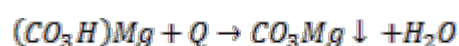
Estrato de calcio

Con las aguas duras se complica la cocción de vegetales y se forman residuos de sales en los elementos de cocina.

### Clasificación de la dureza

- Dureza temporaria (dureza de carbonatos)

Producida por carbonatos ácidos de calcio y magnesio, que se descomponen por acción del calor



El  $(\text{CO}_3\text{H})\text{Ca}$  y el  $(\text{CO}_3\text{H})\text{Mg}$  dificultan la transmisión del calor, y hasta pueden ocasionar explosiones en calderas.

- Dureza permanente

Es la producida por sulfato, cloruros, nitratos (principalmente de calcio),

Dureza total = dureza temporaria + dureza permanente

### **Clasificación de las aguas duras:**

La dureza de las aguas se expresa numéricamente en grados adoptado por distintos países, se conoce como grados franceses, ingleses, alemanes y americanos.

<b>GRADOS</b>	<b>FRANCESES</b>	<b>INGLESES</b>	<b>ALEMANES</b>	<b>AMERICANOS</b>
<i>1 parte de <math>\text{CO}_3\text{Ca}</math> en <math>10^5</math> partes de agua</i>	<i>1 parte de <math>\text{CO}_3\text{Ca}</math> en <math>10^5</math> partes de agua</i>	<i>1 parte de <math>\text{CaO}</math> en 70.000 partes de agua</i>	<i>1 parte de <math>\text{CaO}</math> en <math>10^5</math> partes de agua</i>	<i>1 parte de <math>\text{CO}_3\text{Ca}</math> en <math>10^6</math> partes de agua</i>

En la argentina se utilizan grados americanos, y se clasifican en:

- Aguas blandas menor de 50 ppm
- Aguas semiduras: entre 50 y 150 ppm
- Aguas duras: entre 150 y 300 ppm
- Aguas muy duras: más de 300ppm

### **INCRUSTACIONES**

Son recubrimientos que se producen en el interior de los tubos conductores de agua de calderas y sistemas similares, están formadas por sales de calcio y magnesio, como ser carbonatos, sulfatos, consolidados y sementados por la sílice  $\text{SiO}_2$  coloidal formando capas concéntricas duras y fuertemente adheridas a las paredes de la cañería, trayendo como consecuencias:

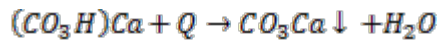
- Disminución del rendimiento de la calderas
- Disminución del efecto refrigerante
- Posibilidad de bruscas expansiones al desprenderse (accidentes)

Las incrustaciones duras son aquellas formadas por  $\text{SO}_4\text{Ca}$  cementado por la  $\text{SiO}_2$  y las blandas debido a los carbonatos de calcio y magnesio.

### **Modo de ablandamiento:**

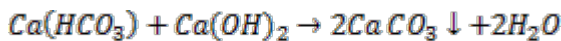
1) Agregado de gran cantidad de jabón, con lo que precipitan los jabones de calcio y magnesio, quedando el jabón sólido excedente para realizar la limpieza. Es antieconómico.

2) Hervido



3) Método de la sosa y de la cal:

Se precipitan los  $Ca^{2+}$  solubles como carbonatos por la acción de la sosa  $CO_3Na$  según las reacciones:



4) Agregando fosfatos

5) Intercambiadores de iones :

Se lleva a cabo por filtraciones del agua con filtros de ciertas arcillas especiales llamadas zeolitas, que intercambian iones, y pueden ser naturales o sintéticas y no son más que una sal sódica de una mezcla de los ácidos de la arcilla.

### **Agua potable.**

Es el agua apta para el consumo humano, debe ser incolora, inodora, aireada, de sabor agradable, no debe tener bacterias.

### **Características según el código alimentario argentino debe tener:**

#### **Características físicas:**

- Turbiedad: máx. 3NTU
- Color: máx. 5 escala Pt-Co
- Olor: sin olores extraños.

#### **Características químicas:**

- pH: 6,5 – 8,5
- Sustancias inorgánicas:
- Amoníaco ( $NH_4^+$ ) máx.: 0,2 mg/l.
- Antimonio máx.: 0,02 mg/l.
- Aluminio residual (Al) máx.: 0,20 mg/l.
- Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l.
- Boro (B) máx.: 0,5 mg/l.
- Bromato máx.: 0,01 mg/l.
- Cadmio (Cd) máx.: 0,005 mg/l.

- Cianuro (CN<sup>-</sup>) máx.: 0,10 mg/l.
- Cinc (Zn) máx.: 5,0 mg/l.
- Cloruros (Cl<sup>-</sup>) máx.: 350 mg/l.
- Cobre (Cu) máx.: 1,00 mg/l.
- Cromo (Cr) máx.: 0,05 mg/l.
- Dureza total (CaCO<sub>3</sub>) máx.: 400 mg/l.
- Fluoruro (F<sup>-</sup>): para los fluoruros la cantidad máxima se da en función de la temperatura promedio de la zona, teniendo en cuenta el consumo diario del agua de bebida.
- Hierro total (Fe) máx.: 0,3 mg/l.
- Manganeseo (Mn) máx.: 0,10 mg/l.
- Mercurio (Hg) máx.: 0,001 mg/l.
- Níquel (Ni) máx.: 0,02 mg/l.
- Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) máx.: 45 mg/l.
- Nitritos (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) máx.: 0,10 mg/l.
- Plata (Ag) máx.: 0,05 mg/l.
- Plomo (Pb) máx.: 0,05 mg/l.
- Selenio (Se) máx.: 0,01 mg/l.
- Sólidos disueltos totales, máx.: 1500 mg/l.
- Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) máx.: 400 mg/l.
- Cloro activo residual (Cl) min.: 0,2 mg/l.

### **Características microbiológicas:**

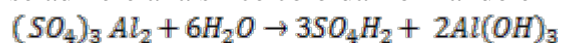
- Bacterias coliformes: NMP a 37°C – 48hs. (caldo Mc Conkey o Lauril sulfato), en 100ml: igual o menor de 3
- Escherichia coli: ausencia en 100ml.

### **Proseo de potabilización.**

El proceso tiene los siguientes pasos:

- 1) Clarificación
- 2) Decantación
- 3) Alcalinización (cal)
- 4) Filtración con filtros de arena
- 5) Depuración biológica por cloración

La clarificación consiste en la eliminación de la turbidez, producida por las arcillas coloidales, que no se eliminan por filtración. Se las elimina por absorción, que es la adhesión de moléculas disueltas en la superficie de una sustancia líquida o sólida. Para ello se utiliza el (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub> que en el agua produce un precipitado gelatinoso de Al(OH)<sub>3</sub> la cual se adhiere a la sílice coloidal formando el floc. que se deposita por gravedad.

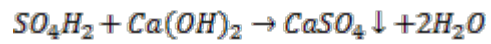


*Cátedra: Química*

*Ingeniería*

*Universidad Nacional del Nordeste*

Alcalinización: la cal se agrega para neutralizar el  $H_2SO_4$  que se formó en la clarificación.



Depuración biológica: Ozonización, Cloraminas.