

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

Configuración electrónica Grupo IV A  $\rightarrow nS^2 np^2$

### Descubrimiento:

Carbono, estaño y plomo  $\longrightarrow$  Conocidos desde la antigüedad

Si  $\xrightarrow{1824}$  Jöns Jakob Berzelius "Silicum"  $\longrightarrow$  Silex (pedernal)  
|  
 $\xrightarrow{1831}$  Renombrado como **Silicio**.

Ge  $\xrightarrow{1836}$  Clemens Winkler  $\xrightarrow{\text{nombre}}$  honor a su tierra natal.

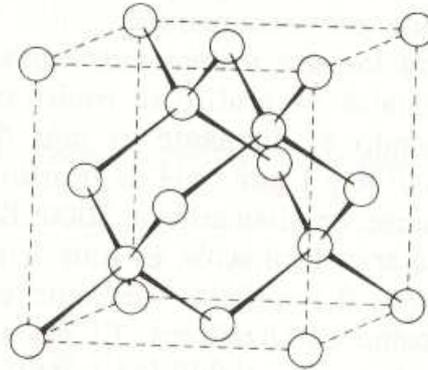
## CARBONO

- Constituye el 0.09 % peso de la corteza terrestre.
- Esencial para la vida.
- Componente: gas natural, petróleo y carbón.

### Alótropos:

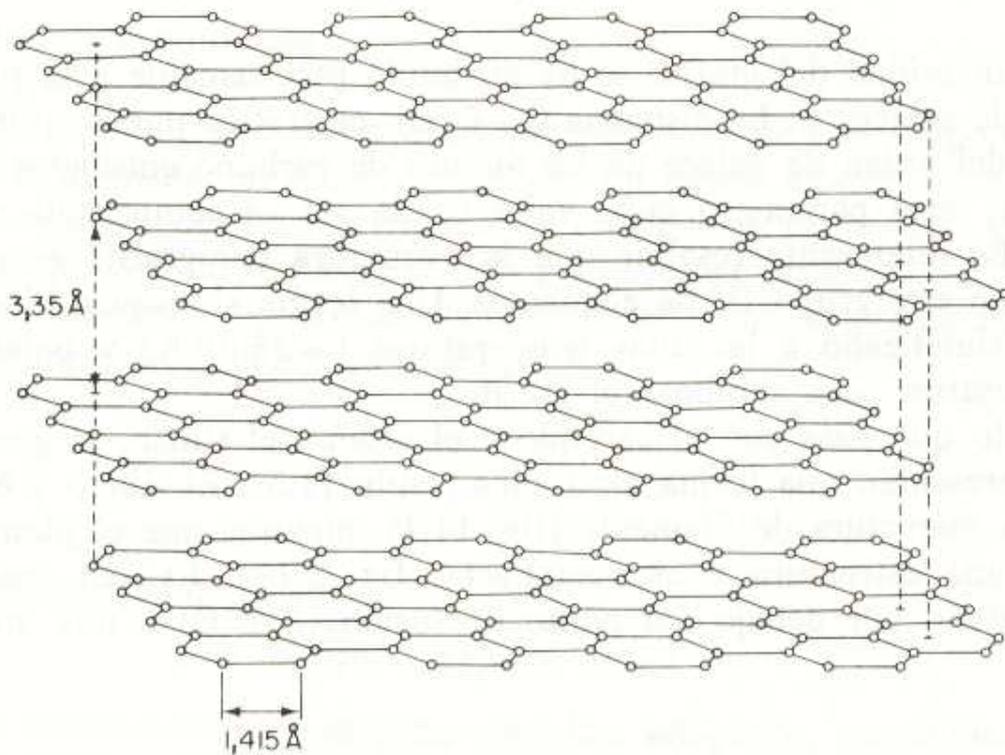
Grafito:	Sólido suave, negro, lustre metálico y conduce electricidad.
Diamante:	Sólido transparente y duro, siendo la sustancia más dura conocida (10 Mohs), no conductor.
Fulerenos:	Forma de carbono, descubierto a mediados de los 80's, y que tiene forma de balón de fútbol (C <sub>60</sub> ).

Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.



**Figura 11.1**

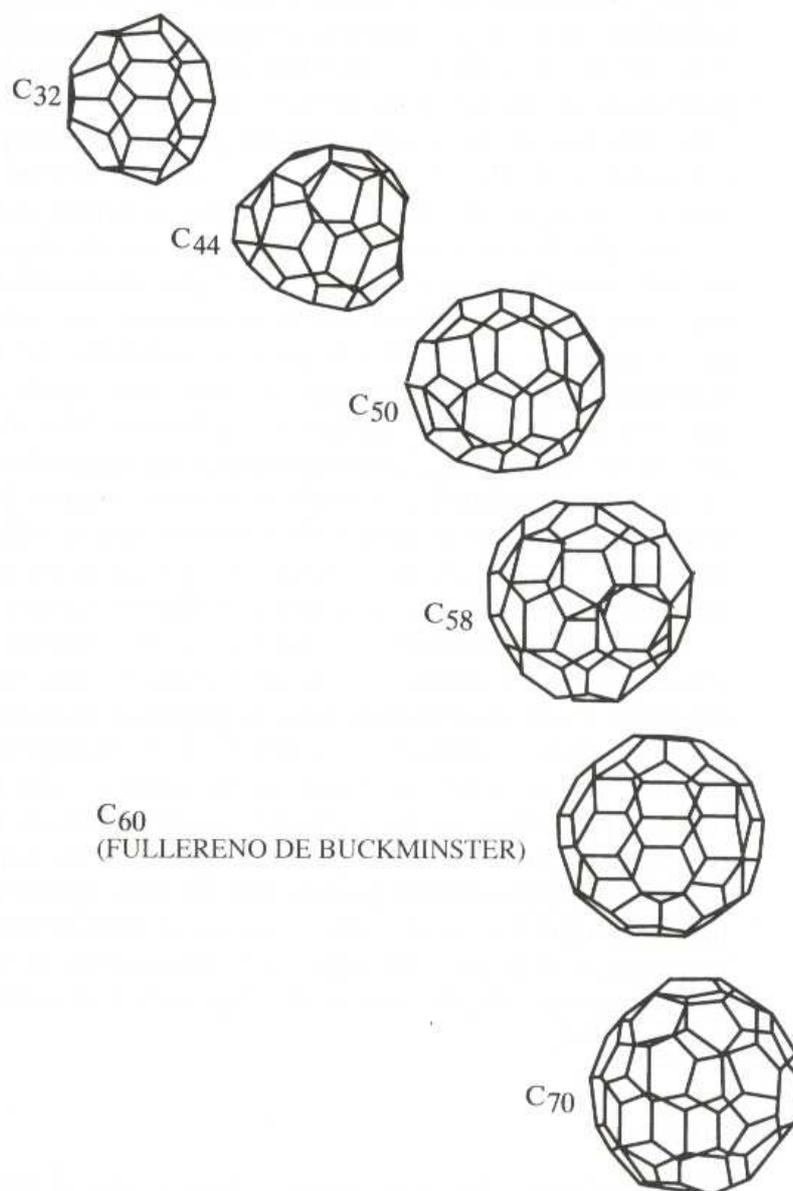
La estructura de diamante la presentan el carbono, el silicio, el germanio y el estaño gris.



**Figura 11.2**

Estructura en capas del grafito.

Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.



**Figura 15.6.** Algunos fullerenos representativos:  $C_{32}$ ,  $C_{44}$ ,  $C_{50}$ ,  $C_{58}$ ,  $C_{60}$ , (fullereno de buckminster o esfera de buck) y  $C_{70}$ . [Ref. 30.]

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

Carbón  $\longrightarrow$  3 formas cristalinas

1. Negro de humo: quema hidrocarburo con poco oxígeno.



Usos: pigmentos en tintas negras, fabricación de neumáticos.

2. Carbón vegetal: Se forma cuando la madera se calienta libre de aire.

Material que tiene una gran área superficial.

Carbón activado: una forma pulverizada, ampliamente utilizado como adsorbente (eliminar olores, impurezas coloreadas, mal sabor al agua).

3. Coque: forma impura del carbón.

Empleado como agente reductor en metalurgia.

Diamante sintético: Grafito es sometido a altas presiones y temperaturas  
Empleado en herramientas de corte.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

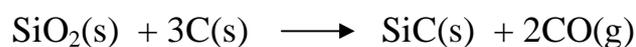
### Carburos y cianuros:



Ejemplo:  $\text{CaC}_2$  y  $\text{Be}_2\text{C}$  ( $\text{C}_2^{2-}$  ó  $\text{C}^{4-}$ ).



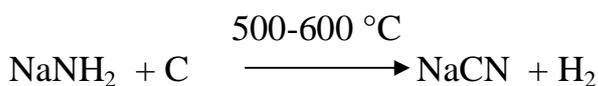
$[:\text{C}\equiv\text{C}:]^{2-}$  importante:



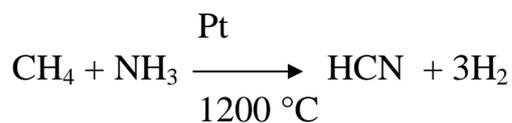
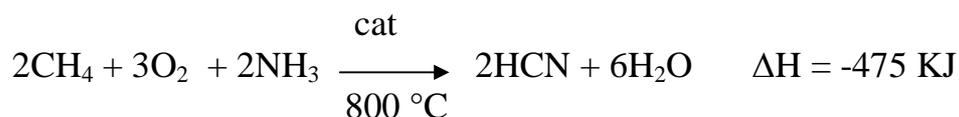
- Dureza similar al diamante
- Usa para cortar, moler ó pulir metal y vidrio.

Cianuros:  $[:\text{C}\equiv\text{N}:]^-$

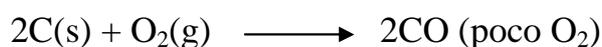
- Empleados para extraer Au y Ag.
- Empleo para producir Nylon.
- Cianuros son muy tóxicos.



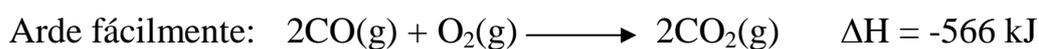
## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.



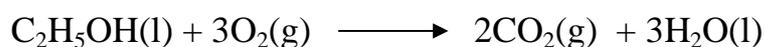
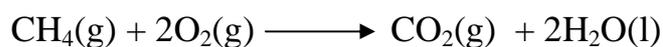
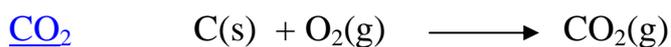
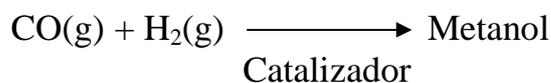
### Óxidos de Carbono:



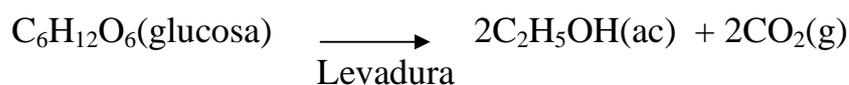
- Gas inodoro, incoloro e insípido (p.f = -199 °C y p.eb = -192 °C).



- Agente reductor empleado en metalurgia.

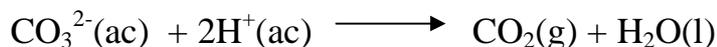


A partir de carbonatos:



## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Laboratorio:



- contribuye
- Gas incoloro e inodoro  $\longrightarrow$  al efecto invernadero
  - No es tóxico, pero altas concentraciones causan asfixia.
  - Sólido sublima a  $-78\text{ }^\circ\text{C}$  (hielo seco)

Muy empleado como refrigerante, bebidas gaseosas, fabricación de sosa para lavandería ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y bicarbonato, polvo para hornear ( $\text{NaHCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ).



El  $\text{H}^+$  puede provenir  $\longrightarrow$  vinagre ó de la hidrólisis de ciertas sales.

*El  $\text{CO}_2(\text{g})$  al quedar atrapado en la masa éste la hace subir.*

### Ácido carbónico y carbonatos:



Minerales:  $\text{CaCO}_3$  (calcita),  $\text{MgCO}_3$  (magnesita),  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$  (dolomita).

Calcita  $\longrightarrow$  Piedra caliza  $\longrightarrow$  Mármoles, perlas, archipiélagos  
Mineral  $\longrightarrow$  de coral, conchas de animales marinos  
(almejas y ostras)



## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Silicio, Germanio, Estaño y Plomo:

Si  $\longrightarrow$  2<sup>do</sup> elemento más abundante en la naturaleza después del O.  
28 % p de la corteza terrestre.

- Silicatos, cuarzo y SiO<sub>2</sub>.

Ge, Sn y Pb  $\longrightarrow$  Son escasos (~ 0.01 %). Conocidos desde la antigüedad.

- Uso principal son los metales.
- Sn y Pb se emplean compuestos alquímicos.

Si elemental  $\xrightarrow{\text{estructura}}$  similar al diamante.



- Sólido gris de aspecto metálico, p.f = 1410 °C.
- Empleado como semiconductor.

Compuesto puro  $\longrightarrow$   $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g})$

### Silicatos:

SiO<sub>2</sub> y otros compuestos  $\longrightarrow$  90 % de la corteza terrestre.  
de Si y O.

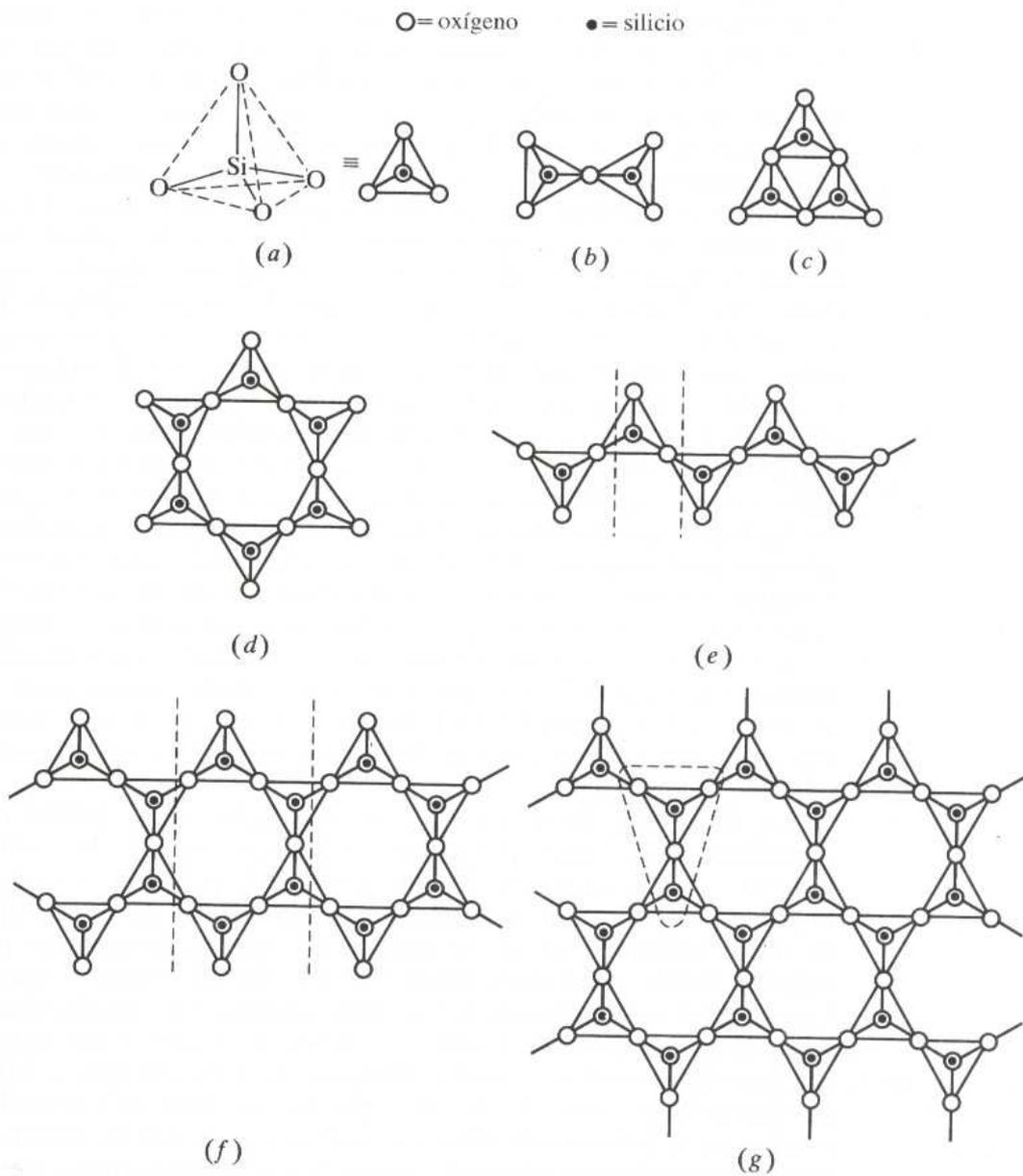
Silicato  $\longrightarrow$  Si está rodeado de 4 átomos de O que forman un tetraedro.

Más simple es SiO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (ortosilicato)  $\longrightarrow$  Si en Edo. Oxidación + 4.

Tetraedros pueden formar: cadenas, láminas ó estructuras tridimensionales.

Asbesto  $\longrightarrow$  mineral, silicato fibroso, fueron empleados como aislantes térmicos.

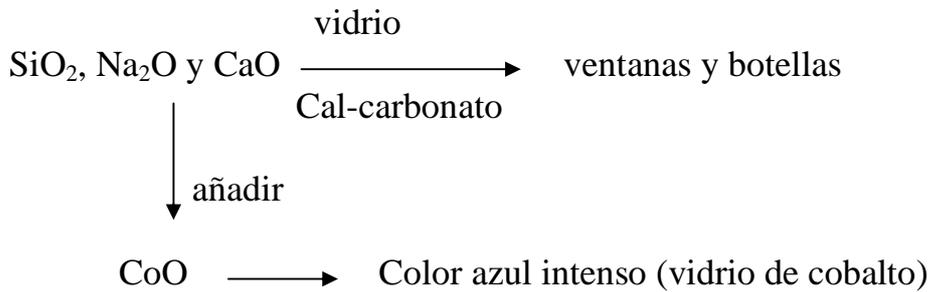
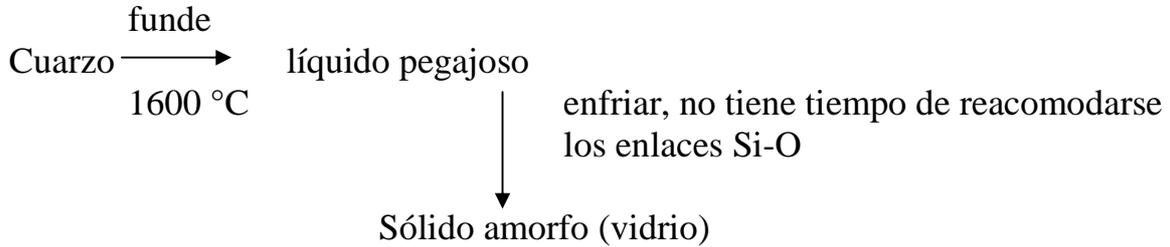
Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.



**Figura 15.8.** Estructuras de los silicatos: (a) orto  $\text{SiO}_4^{4-}$ , (b) piro  $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ , (c) cíclico  $\text{Si}_3\text{O}_9^{6-}$ , (d) cíclico  $\text{Si}_6\text{O}_{18}^{12-}$ , (e) cadena sencilla  $\text{SiO}_3^{2-}$ , (f) cadena doble  $\text{Si}_4\text{O}_{11}^{6-}$  y (g) laminar  $\text{Si}_2\text{O}_5^{2-}$ .

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Vidrio:



Sustituye  $\text{Na}_2\text{O}$  por  $\text{K}_2\text{O}$   $\longrightarrow$  vidrio más duro (p.f más alto)

Sustituye  $\text{CaO}$  por  $\text{PbO}$   $\longrightarrow$  vidrio más denso

$\downarrow$  producir

artículos decorativos

Añadir  $\text{B}_2\text{O}_3$  ó  $\text{P}_4\text{O}_{10}$   $\longrightarrow$  vidrio con distintas propiedades

$\downarrow$

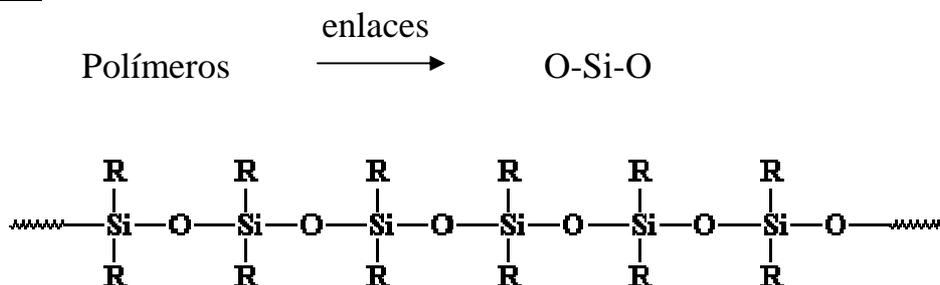
Pyrex y Kimax  $\longrightarrow$  mayor pto fusión y soportan los cambios de temperatura

- Empleados como material de laboratorio.
- Implementos de cocina (ollas).



## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Siliconas:



Dependiendo de la Longitud de la cadena  $\longrightarrow$  aceites ó gomas

- No son tóxicos.
- Estables al calor, luz, oxígeno y agua.

Usos: lubricantes, polímeros, selladores, empaques, impermeabilizantes. Cirugía estética (implantes).

**Table 1 : Common uses of and exposure to silicone.**

Chemical name (designation)	Type	Uses	Amount used	Oral absorption	Dermal absorption	Molecular weight	Water solubility (ppm)	No. of siloxane units	No. of methyl groups
hexamethyl-disiloxane (L2)	linear	synthesis cleaning solvent handcream and cleanser	various various <10%	moderate or well	low or moderate	163	930	2	6
octamethyl-trisiloxane (L3)	linear	cleaning solvent	various	moderate	low	236	34	3	8
decamethyl-tetrasiloxane (L4)	linear			low or moderate	minimal or low	310	34	4	10
dodecamethyl-pentasiloxane (L5)	linear			low	minimal	384	0.07	5	12
tetradecamethyl-hexasiloxane (L6)	linear			minimal	minimal	458	~0	6	14
hexamethyl-tricyclosiloxane (D3)	cyclic	synthesis	various	well	low or moderate	222	1500	3	6

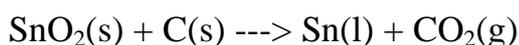
## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

octamethyl-tetracyclo-siloxane (D4)	cyclic	synthesis hair care products skin care products antiperspirants and deodorants cleaning solvent	various 2-7% 10-20% 20-50% various	well	low or moderate	296	50	4	8
decamethyl-pentacyclo-siloxane (D5)	cyclic	synthesis hair care products skin care products antiperspirants and deodorants cleaning solvent	various 2-7% 10-20% 20-50% various	moderate	low	370	12	5	10
dodecamethyl-hexacyclo-siloxane (D6)	cyclic	synthesis hair care products skin care products antiperspirants and deodorants	various 2-7% 10-20% 20-50%	low	minimal or low	444	~0	6	12
silicone polymers	linear polymer	plasticiser industrial materials industrial additives paint additives synthetic fibres surface treatments textiles detergents cleaning products food packaging food processing cosmetics pharmaceutical glassware medical devices	1-5% 10-100% 1ppm-100% 1ppm-2% 1ppm-5% <1% 1ppm-2% 1ppm-0.1% 1ppm-10%  <1-10ppm <10ppm <1-5% 1% 100%	negligible	negligible	>7000	~0	>100	200

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Obtención y usos del Sn

- Ambos metales se conocen desde la antigüedad debido a que es relativamente fácil obtenerlo de sus menas.
- El Sn se encuentra mayoritariamente formando el SnO<sub>2</sub> (casierita) del que se obtiene por reducción con C.



- Si es necesario se puede purificar electroquímicamente.

Usos:

- El Sn es caro y no demasiado resistente mecánicamente pero es inerte químicamente frente a la corrosión
- El 50% se destina para baños de estaño, especialmente para recubrir el hierro utilizado en las latas destinadas a alimentos (hojalata).
- 25% se destina a las soldaduras, aleaciones de bajo punto de fusión empleadas para unir piezas metálicas. Otras aleaciones de Sn y Bronce: 90% Cu, 10% Sn y Aleaciones de Pb y Sn: para fabricar tubos de órgano.

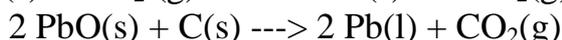
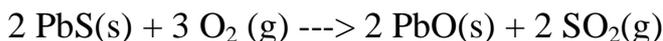
### Alotropía del estaño

- El Sn presenta dos formas cristalinas (a y b). Estaño a (gris) es la forma estable por debajo de 13 °C.  $D = 5.77 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Estaño b (blanco). es la forma estable por encima de 13 °C.  $D = 7.27 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$
- Es necesario mantener la temperatura por debajo de 13°C mucho tiempo para que ocurra la transformación pero cuando inicia los resultados son espectaculares.
- Al ser el Sn a menos denso que el b, el metal se expande y se desmorona en un polvo. Esta transformación causa la desintegración de los objetos de estaño en climas fríos (el mal del estaño).
- Deterioros de los órganos de las iglesias de países fríos que están hechos de Sn o aleaciones
- Fue un problema crucial en la campaña de Rusia emprendida por Napoleón. Los botones de los uniformes hechos de estaño, se desintegraban conforme avanzaba el crudo invierno ruso.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Obtención y usos del Pb

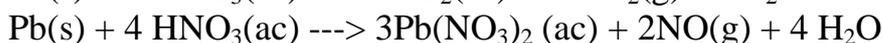
- El Pb es el metal pesado más abundante en la corteza terrestre.
- El Plomo se encuentra mayoritariamente como PbS (galena) del cual se obtiene por tostación y reducción con C:



- Su larga vida y su gran maleabilidad hacen del Pb sea muy útil en la construcción. Su inercia química se debe a la pasivación de la superficie por formación de óxidos, cloruros y sulfatos.
- La formación del Pb(SO<sub>4</sub>) hace posible utilizarlo para transportar ácido sulfúrico pero no nítrico ya que el nitrato es soluble.
- Más de la mitad del Pb producido se destina a la fabricación de baterías.
- Se destinan grandes cantidades de Pb a obtener el Pb(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub> aditivo para las gasolinas, actualmente prohibido por la toxicidad del Pb.
- Otras aplicaciones: obtención de soldaduras, escudos protectores de radiación, munición, etc.

### Estados de oxidación

- Sn y Pb forman compuestos en dos estados de oxidación principales (+2) y (+4).
- Al descender en el grupo aumenta la estabilidad del e.o.(+2)
- Sn(II) es fácilmente oxidable al Sn(IV)
- Pb(IV) es un poderoso oxidante, lo que indica la inestabilidad de este estado de oxidación.
- Esta diferencia se pone de manifiesto cuando se enfrentan con ácidos oxidantes:



## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Óxidos de Sn

- El Sn forma dos óxidos principales, SnO y SnO<sub>2</sub>(utilizado como abrasivo en joyería, el más importante de los dos Sn(IV))
- De acuerdo con la mayor estabilidad del e.o +4 es el SnO<sub>2</sub> el óxido más estable.

### Usos:

- es un semiconductor de tipo n (gap = 3.6 eV).
- aplicado sobre un vidrio, permite formar una película conductora transparente. La aplicación de una corriente eléctrica hace que esta película se caliente impidiendo así la formación de hielo en los vidrios de los aviones cuando estos descienden desde grandes alturas.
- útil para fabricar sensores de gases.

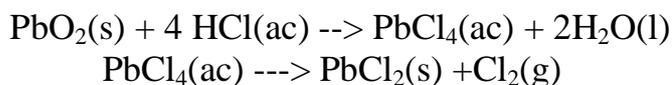
### Óxidos de Pb

- El Pb puede formar el PbO (en dos formas, una de color amarillo y otra de color rojo), el PbO<sub>2</sub> (de color marrón) y el Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (color rojo plomo; minio).
- El PbO se utiliza en la industrial del vidrios de gran transparencia y en el vitrificado de objetos cerámicos.
- El minio es un óxido mixto (PbO)<sub>2</sub>·(PbO<sub>2</sub>). Mezclado con aceite se utiliza como protector frente a la corrosión pues pasiva el hierro e impide que progrese el ataque de la humedad y el oxígeno del aire. Actualmente es sustituido por el CaPbO<sub>3</sub>.
- El PbO<sub>2</sub> es un excelente oxidante, mejor que el Cl<sub>2</sub> y casi tan bueno como el MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>.

- Constituye el cátodo de las baterías de Pb.

- se reduce fácilmente por el HNO<sub>3</sub> formando O<sub>2</sub>(g):  
$$2 \text{PbO}_2(\text{s}) + 4 \text{HNO}_3(\text{ac}) \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{ac}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$$

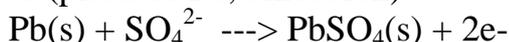
con HCl forma el PbCl<sub>4</sub> que se descompone para dar el PbCl<sub>2</sub>:



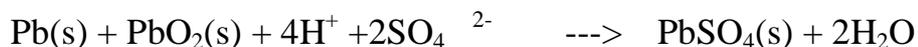
## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Batería de Pb

- Batería utilizada para el arranque de los automóviles
  - alta duración (tres a cinco años).
  - puede funcionar en un amplio rango de temperaturas.
  - resistente a las vibraciones producidas en la carretera.
- Las baterías de plomo son dispositivos galvánicos para obtener electricidad a partir de energía química Pb | PbO<sub>2</sub> | H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> | PbSO<sub>4</sub> | Pb.
- Ambos electrodos consisten en una rejilla de Pb: ánodo: plomo poroso dispuesto sobre una rejilla de plomo y cátodo: PbO<sub>2</sub> de color marrón rojizo sobre una rejilla de plomo y electrolito es H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 35%.
- Polo negativo (placa de Pb, oxidación):



- Polo positivo (placa de Pb/PbO<sub>2</sub>, reducción):
- $$\text{PbO}_2(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$$
- La reacción neta da un potencial de 2.02V
  - Como consecuencia del funcionamiento de la batería, el PbSO<sub>4</sub> precipita sobre ambos electrodos.

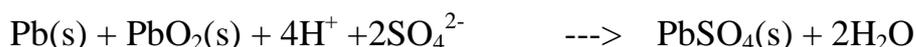
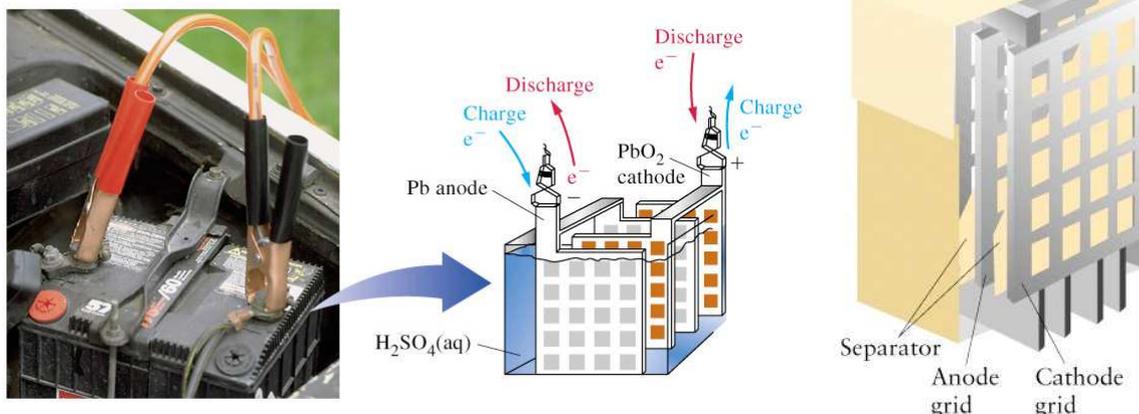


### Batería de Pb

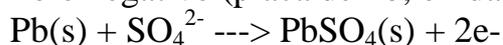
- Funcionamiento:
  - Cuando arranca el motor de un automóvil la batería se descarga. Una vez en movimiento, la batería se recarga continuamente mediante un alternador movido por el motor. En este proceso de recarga es inevitable que se produzca la electrolisis de agua. Por eso las baterías antiguas debían ser rellenadas con agua destilada. En las modernas se utilizan electrodos de Ca/Pb que inhiben casi absolutamente este proceso y permiten el sellado de las baterías.
  - En ocasiones las placas se recubre de PbSO<sub>4</sub>(s) y el electrolito está tan diluido que es necesario recargar la batería utilizando una fuente de electricidad externa.
    - Construcción de la batería
      - para evitar cortocircuitos causados por el contacto del ánodo y cátodo se separan mediante hojas de material aislante.
      - Para lograr un potencial de 12V se conectan en serie 6 células (cada una genera 2V).

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

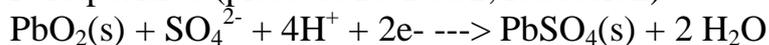
### Esquema de una batería de Pb



Polo negativo (placa de Pb, oxidación):



Polo positivo (placa de Pb/PbO<sub>2</sub>, reducción):



### Compuestos de Pb como pigmentos

- Durante mucho tiempo se utilizaron compuestos de Pb para fabricar pigmentos porque dan colores brillantes y estables.
- El carbonato básico de Pb: Pb<sub>3</sub>(OH)<sub>2</sub>(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> para conseguir el blanco de las pinturas. Actualmente está en desuso debido a:
  - Al ennegrecimiento que mostraban con el paso del tiempo. Pequeñas cantidades de H<sub>2</sub>S generadas por descomposición de materia orgánica posibilitaba la formación del PbS (negro).
  - Debido a la toxicidad del Pb en la actualidad se ha sustituido por el TiO<sub>2</sub>.
- Se sigue utilizando el PbCrO<sub>4</sub> como colorante amarillo al óleo

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Tetraetilplomo

- Es un ejemplo de compuesto organometálico: aquellos que presentan enlaces M–C.
- $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  es un compuesto estable con un bajo punto de ebullición y que en tiempos fue producido a gran escala como aditivo de las gasolinas.
- El índice de octanos mide en la proporción de moléculas de hidrocarburo en cadena lineal frente a cadenas ramificada. Cuanto mayor sea el octanaje mayor es la proporción de las cadenas ramificadas y mejor es la combustión en un motor de explosión de gasolina puesto que no se produce la explosión prematura de la mezcla gasolina-aire.
- El  $\text{PbEt}_4$  permite aumentar el índice de octanos sin aumentar la proporción de cadenas ramificadas en la gasolina.
- En la actualidad es un aditivo prohibido en los países desarrollados puesto que las pequeñas partículas de compuestos de Pb que produce la combustión son absorbidos por las plantas y los animales (incluido el hombre).
- Las soluciones para su eliminación de las gasolinas han sido de dos tipos:
  - Desarrollo de zeolitas para la isomerización de alcanos lineales en ramificados
  - Adición de compuestos oxigenados, como el etanol, a las gasolinas

### Toxicidad del Pb

- Se acepta que el Pb elemental no presenta ningún problema medioambiental hasta que no se disuelve para dar la forma iónica principalmente como Pb(II).
- Todos nosotros estamos sometidos a fuentes de Pb potencialmente peligrosas.
- El Pb no reacciona con ácidos diluidos pero algo del plomo de las soldaduras si se puede disolver en los ácidos de los zumos de fruta y alimentos ácidos en presencia de aire ya que el plomo es oxidado por el oxígeno en medio ácido
$$2 \text{Pb} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Pb}^{+2} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- Algo del plomo utilizado en las soldaduras de las cañerías de Cu puede disolverse en aguas de consumo algo ácidas.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

- En determinados países se sigue utilizando el PbO para vitrificar objetos de cerámica para hacerla impermeable. Mal aplicado puede llegar a disolverse algo de óxido durante tiempo.

### Toxicidad del Pb

- Las consecuencias del envenenamiento por Pb son graves.
- El plomo en el organismo está inicialmente en la sangre y el exceso se acumula en los tejidos blandos especialmente en el cerebro. En último término se acumula en los huesos donde el Pb(II) sustituye al Ca(II) (tamaño similar). Por esta razón la adsorción de Pb es más importante en personas con un déficit de Ca y es mucho mayor en niños que en adultos.
- Algunas consecuencias en niños:
  - altura y pesos inferiores a la media al nacer
  - daños neurológicos con desarrollo tardío del sistema neuromotor y de la inteligencia
- Síntomas de envenenamiento crónico (concentraciones en sangre por encima de 25 mg/100 mL).
  - en bajas concentraciones produce dolores de cabeza, pérdida de apetito, dolores de estómago, fatiga, irritabilidad, anemia
  - si el envenenamiento es persistente al final tiene consecuencias incurables en el cerebro, hígado y riñones.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Propiedades del plomo

Nombre	Plomo
Número atómico	82
Valencia	2,4
Electronegatividad	1,9
Radio covalente	1,47
Radio iónico (estado de oxidación)	1,20 (+2)
Radio atómico	1,75
Configuración electrónica	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> 6p <sup>2</sup>
Primer potencial de ionización (eV)	7,46
Masa atómica (g/mol)	207,19
Densidad (g/ml)	11,4
Punto de ebullición (°C)	1725
Punto de fusión (°C)	327,4

Elemento químico, Pb, número atómico 82 y peso atómico 207.19. El plomo es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El plomo es anfótero, ya que forma sales de plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos.

Industrialmente, sus compuestos más importantes son los óxidos de plomo y el tetraetilo de plomo. El plomo forma aleaciones con muchos metales y, en general, se emplea en esta forma en la mayor parte de sus aplicaciones. Todas las aleaciones formadas con estaño, cobre, arsénico, antimonio, bismuto, cadmio y sodio tienen importancia industrial.

Los compuestos del plomo son tóxicos y han producido envenenamiento de trabajadores por su uso inadecuado y por una exposición excesiva a los mismos. Sin embargo, en la actualidad el envenenamiento por plomo es raro en virtud de la aplicación industrial de controles modernos, tanto de higiene como relacionados con la ingeniería. El mayor peligro proviene de la inhalación de vapor o de polvo. En el caso de los compuestos organoplúmbicos, la absorción a través de la piel puede llegar a ser significativa. Algunos de los síntomas de envenenamiento por plomo son dolores de cabeza, vértigo e insomnio. En los casos agudos, por lo común se presenta estupor, el cual progresa hasta el coma y termina en la muerte. El control médico de los empleados que se encuentren relacionados con el uso de plomo comprende pruebas clínicas de los niveles de este elemento en la sangre y en la orina. Con un control de

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

este tipo y la aplicación apropiada de control de ingeniería, el envenenamiento industrial causado por el plomo puede evitarse por completo.

El plomo rara vez se encuentra en su estado elemental, el mineral más común es el sulfuro, la galeana, los otros minerales de importancia comercial son el carbonato, cerusita, y el sulfato, anglesita, que son mucho más raros. También se encuentra plomo en varios minerales de uranio y de torio, ya que proviene directamente de la desintegración radiactiva (decaimiento radiactivo). Los minerales comerciales pueden contener tan poco plomo como el 3%, pero lo más común es un contenido de poco más o menos el 10%. Los minerales se concentran hasta alcanzar un contenido de plomo de 40% o más antes de fundirse.

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones.

Se están desarrollando compuestos organoplúmbicos para aplicaciones como son la de catalizadores en la fabricación de espuma de poliuretano, tóxicos para las pinturas navales con el fin de inhibir la incrustación en los cascos, agentes biocidas contra las bacterias grampositivas, protección de la madera contra el ataque de los barrenillos y hongos marinos, preservadores para el algodón contra la descomposición y el moho, agentes molusquicidas, agentes antihelmínticos, agentes reductores del desgaste en los lubricantes e inhibidores de la corrosión para el acero.

Merced a su excelente resistencia a la corrosión, el plomo encuentra un amplio uso en la construcción, en particular en la industria química. Es resistente al ataque por parte de muchos ácidos, porque forma su propio revestimiento protector de óxido. Como consecuencia de esta característica ventajosa, el plomo se utiliza mucho en la fabricación y el manejo del ácido sulfúrico.

Durante mucho tiempo se ha empleado el plomo como pantalla protectora para las máquinas de rayos X. En virtud de las aplicaciones cada vez más amplias de la energía atómica, se han vuelto cada vez más importantes las aplicaciones del plomo como blindaje contra la radiación.

Su utilización como forro para cables de teléfono y de televisión sigue siendo una forma de empleo adecuada para el plomo. La ductilidad única del plomo lo hace particularmente apropiado para esta aplicación, porque puede estirarse para formar un forro continuo alrededor de los conductores internos.

El uso del plomo en pigmentos ha sido muy importante, pero está decreciendo en volumen. El pigmento que se utiliza más, en que interviene este elemento, es el blanco de plomo  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ ; otros pigmentos importantes son el sulfato básico de plomo y los cromatos de plomo.

Se utilizan una gran variedad de compuestos de plomo, como los silicatos, los carbonatos y sales de ácidos orgánicos, como estabilizadores contra el calor y la luz para los plásticos de cloruro de polivinilo. Se usan silicatos de plomo para la fabricación

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

de fritas de vidrio y de cerámica, las que resultan útiles para introducir plomo en los acabados del vidrio y de la cerámica. El azuro de plomo,  $Pb(N_3)_2$ , es el detonador estándar par los explosivos. Los arsenatos de plomo se emplean en grandes cantidades como insecticidas para la protección de los cultivos. El litargirio (óxido de plomo) se emplea mucho para mejorar las propiedades magnéticas de los imanes de cerámica de ferrita de bario. Asimismo, una mezcla calcinada de zirconato de plomo y de titanato de plomo, conocida como PZT, está ampliando su mercado como un material piezoeléctrico.

### **Efectos del plomo sobre la salud**

El Plomo es un metal blando que ha sido conocido a través de los años por muchas aplicaciones. Este ha sido usado ampliamente desde el 5000 antes de Cristo para aplicaciones en productos metálicos, cables y tuberías, pero también en pinturas y pesticidas. El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Las comidas como fruta, vegetales, carnes, granos, mariscos, refrescos y vino pueden contener cantidades significantes de Plomo. El humo de los cigarros también contiene pequeñas cantidades de plomo.

El Plomo puede entrar en el agua potable a través de la corrosión de las tuberías. Esto es más común que ocurra cuando el agua es ligeramente ácida. Este es el porqué de los sistemas de tratamiento de aguas públicas son ahora requeridos llevar a cabo un ajuste de pH en agua que sirve para el uso del agua potable. Que nosotros sepamos, el Plomo no cumple ninguna función esencial en el cuerpo humano, este puede principalmente hacer daño después de ser tomado en la comida, aire o agua.

El Plomo puede causar varios Efectos no deseados, como es;

- Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia
- Incremento de la presión sanguínea
- Daño a los riñones
- Abortos y abortos sutiles
- Perturbación del sistema nervioso
- Daño al cerebro
- Disminución de la fertilidad del hombre a través del daño en el esperma
- Disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños
- Perturbación en el comportamiento de los niños, como es agresión, comportamiento impulsivo e hipersensibilidad.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

El Plomo puede entrar en el feto a través de la placenta de la madre. Debido a esto puede causar serios daños al sistema nervioso y al cerebro de los niños por nacer.

### **Efectos ambientales del plomo**

El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas.

Debido a la aplicación del plomo en gasolinas un ciclo no natural del Plomo tiene lugar. En los motores de los coches el Plomo es quemado, eso genera sales de Plomo (cloruros, bromuros, óxidos) se originarán.

Estas sales de Plomo entran en el ambiente a través de los tubos de escape de los coches. Las partículas grandes precipitarán en el suelo o la superficie de aguas, las pequeñas partículas viajarán largas distancias a través del aire y permanecerán en la atmósfera. Parte de este Plomo caerá de nuevo sobre la tierra cuando llueva. Este ciclo del Plomo causado por la producción humana está mucho más extendido que el ciclo natural del plomo. Este ha causado contaminación por Plomo haciéndolo en un tema mundial no sólo la gasolina con Plomo causa concentración de Plomo en el ambiente. Otras actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también contribuyen.

El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo. No puede ser roto, pero puede convertirse en otros compuestos.

El Plomo se acumula en los cuerpos de los organismos acuáticos y organismos del suelo. Estos experimentarán efectos en su salud por envenenamiento por Plomo. Los efectos sobre la salud de los crustáceos puede tener lugar incluso cuando sólo hay pequeñas concentraciones de Plomo presente.

Las funciones en el fitoplancton pueden ser perturbados cuando interfiere con el Plomo. El fitoplancton es una fuente importante de producción de oxígeno en mares y muchos grandes animales marinos lo comen. Este es el porqué nosotros ahora empezamos a preguntarnos si la contaminación por Plomo puede influir en los balances globales. Las funciones del suelo son perturbadas por la intervención del Plomo, especialmente cerca de las autopistas y tierras de cultivos, donde concentraciones extremas pueden estar presente. Los organismos del suelo también sufren envenenamiento por Plomo.

El Plomo es un elemento químico particularmente peligroso, y se puede acumular en organismos individuales, pero también entrar en las cadenas alimenticias.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Propiedades químicas del estaño

Nombre	Estaño
Número atómico	50
Valencia	2,4
Electronegatividad	1,8
Radio covalente	1,41
Radio iónico (estado de oxidación)	0,71 (+4)
Radio atómico	1,62
Configuración electrónica	[Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>
Primer potencial de ionización (eV)	7,37
Masa atómica (g/mol)	118,69
Densidad (g/ml)	7,30
Punto de ebullición (°C)	2270
Punto de fusión (°C)	231,9

Elemento químico, de símbolo Sn, número atómico 50 y peso atómico 118.69. Forma compuesto de estaño(II) o estañoso(Sn<sup>2+</sup>) y estaño(IV) o estánico (Sn<sup>4+</sup>), así como sales complejas del tipo estanito (M<sub>2</sub>SnX<sub>4</sub>) y estanato (M<sub>2</sub>SnX<sub>6</sub>).

Se funde a baja temperatura; tiene gran fluidez cuando se funde y posee un punto de ebullición alto. es suave, flexible y resistente a la corrosión en muchos medios. Una aplicación importante es el recubrimiento de envases de acero para conservar alimentos y bebidas. Otros empleos importantes son: aleaciones para soldar, bronce, pletres y aleaciones industriales diversas. Los productos químicos de estaño, tanto inorgánicos como orgánicos, se utilizan mucho en las industrias de galvanoplastia, cerámica y plásticos, y en la agricultura.

El mineral del estaño más importante es la casiterita, SnO<sub>2</sub>. No se conocen depósitos de alta calidad de este mineral. La mayor parte del mineral de estaño del mundo se obtiene de depósitos aluviales de baja calidad.

Existen dos formas alotrópicas del estaño: estaño blanco y estaño gris. Es estño reacciona tanto con ácidos fuertes como con bases fuertes, pero es relativamente resistente a soluciones casi neutras. En muy diversas circunstancias corrosiva, no se desprende el gas hidrógeno del estaño y la velocidad de corrosión está controlada por el suministro de oxígeno u otros agentes oxidantes; en su ausencia, la corrosión es despreciable. Se forma una película delgada de óxido estánico sobre el estaño que está expuesto al aire y esto origina una protección superficial. Las sales que tienen una reacción ácida en solución, como el cloruro de aluminio y el cloruro férrico, atacan el estaño en presencia de oxidantes o aire. La mayor parte de los líquidos no acuosos, como los aceites, los alcoholes o los hidrocarburos clorinados, no tienen efectos obvios

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

sobre el estaño o son muy pequeños. El estaño y las sales inorgánicas simples no son tóxicos, pero sí lo son algunas formas de compuesto organoestañosos. .

El óxido estanoso,  $\text{SnO}$  es un producto cristalino de color negro-azul, soluble en los ácidos comunes y en bases fuertes. Se emplea para fabricar sales estanosas en galvanoplastia y en manufactura de vidrio. El óxido estánico,  $\text{SnO}_2$ , es un polvo blanco, insoluble en ácidos y álcalis. Es un excelente opacador de brillo y componente de colorantes cerámicos rosas, amarillos y marrones y de cuerpos refractarios y dieléctricos. Es un importante agente pulidor del mármol y de las piedras decorativas.

El cloruro estanoso,  $\text{SnCl}_2$ , es el ingrediente principal en el galvanoestañado ácido con electrolitos e intermediario de algunos compuesto químicos de estaño. El cloruro estánico,  $\text{SnCl}_4$ , en la forma pentahidratada es un sólido blanco. Se utiliza en la preparación de compuestos organoestañosos y químicos para añadir peso a la seda y para estabilizar perfumes y colores en jabones. El fluoruro estañoso,  $\text{SnF}_2$ , compuesto blanco soluble en agua, es un aditivo de las pastas dentales.

Los compuestos organoestañosos son aquellos en que existe al menos un enlace estaño-carbono; el estaño suele presentar un estado de oxidación de +IV. Los compuestos organoestañosos que encuentran aplicación en la industria son los que tienen la fórmula  $\text{R}_4\text{Sn}$ ,  $\text{R}_3\text{SnX}$ ,  $\text{R}_2\text{SnX}_2$  y  $\text{RSnX}_3$ . R es un grupo orgánico, como metilo, butilo, octilo, o fenilo, mientras que X es un sustituyente inorgánico, por lo regular cloruro, fluoruro, óxido, hidróxido, carboxilatos o tioles.

### **Efectos del estaño sobre la salud**

El estaño se aplica principalmente en varias sustancias orgánicas. Los enlaces orgánicos de estaño son las formas más peligrosas del estaño para los humanos. A pesar de su peligro son aplicadas en gran número de industrias, tales como la industria de la pintura y del plástico, y en la agricultura a través de los pesticidas. El número de aplicaciones de las sustancias orgánicas del estaño sigue creciendo, a pesar del hecho de que conocemos las consecuencias del envenenamiento por estaño.

Los efectos de las sustancias orgánicas de estaño pueden variar. Dependen del tipo de sustancia que está presente y del organismo que está expuesto a ella. El estaño trietilico es la sustancia orgánica del estaño más peligrosa para los humanos. Tiene enlaces de hidrógeno relativamente cortos. Cuanto más largos sean los enlaces de hidrógeno, menos peligrosa para la salud humana será la sustancia del estaño. Los humanos podemos absorber enlaces de estaño a través de la comida y la respiración y a través de la piel. La toma de enlaces de estaño puede provocar efectos agudos así como efectos a largo plazo.

Los efectos agudos son:

- Irritaciones de ojos y piel
  - Dolores de cabeza
  - Dolores de estómago
  - Vómitos y mareos
  - Sudoración severa

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

- Falta de aliento
- Problemas para orinar

Los efectos a largo plazo son:

- Depresiones
- Daños hepáticos
- Disfunción del sistema inmunitario
- Daños cromosómicos
- Escasez de glóbulos rojos
- Daños cerebrales (provocando ira, trastornos del sueño, olvidos y dolores de cabeza)

### **Efectos ambientales del estaño**

El estaño como simple átomo o en molécula no es muy tóxico para ningún tipo de organismo. La forma tóxica es la forma orgánica. Los compuestos orgánicos del estaño pueden mantenerse en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo. Son muy persistentes y no fácilmente biodegradables. Los microorganismos tienen muchas dificultades en romper compuestos orgánicos del estaño que se han acumulado en aguas del suelo a lo largo de los años. Las concentraciones de estaño orgánico todavía aumentan debido a esto.

Los estaños orgánicos pueden dispersarse a través de los sistemas acuáticos cuando son absorbidos por partículas residuales. Se sabe que causan mucho daño en los ecosistemas acuáticos, ya que son muy tóxicos para los hongos, las algas y el fitoplancton. El fitoplancton es un eslabón muy importante en el ecosistema acuático, ya que proporciona oxígeno al resto de los organismos acuáticos. También es una parte importante de la cadena alimenticia acuática.

Hay muchos tipos diferentes de estaño orgánico que pueden variar mucho en su toxicidad. Los estaños tributílicos son los compuestos del estaño más tóxicos para los peces y los hongos, mientras que el estaño trifenólico es mucho más tóxico para el fitoplancton.

Se sabe que los estaños orgánicos alteran el crecimiento, la reproducción, los sistemas enzimáticos y los esquemas de alimentación de los organismos acuáticos. La exposición tiene lugar principalmente en la capa superior del agua, ya que es ahí donde los compuestos orgánicos del estaño se acumulan.

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

### Propiedades químicas del germanio

<b>Nombre</b>	Germanio
<b>Número atómico</b>	32
<b>Valencia</b>	4
<b>Electronegatividad</b>	1,8
<b>Radio covalente</b>	1,22
<b>Radio iónico (estado de oxidación)</b>	0,53 (+4)
<b>Radio atómico</b>	1,37
<b>Configuración electrónica</b>	[Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>
<b>Primer potencial de ionización (eV)</b>	8,16
<b>Masa atómica (g/mol)</b>	72,59
<b>Densidad (g/ml)</b>	5,32
<b>Punto de ebullición (°C)</b>	2830
<b>Punto de fusión (°C)</b>	937,4

Elemento químico, metálico, gris plata, quebradizo, símbolo Ge, número atómico 32, peso atómico 72.59, punto de fusión 937.4°C (1719°F) y punto de ebullición 2830°C (5130°F), con propiedades entre el silicio y estaño. El germanio se encuentra muy distribuido en la corteza terrestre con una abundancia de 6.7 partes por millon (ppm). El germanio se halla como sulfuro o está asociado a los sulfuros minerales de otros elementos, en particular con los del cobre, zinc, plomo, estaño y antimonio.

El germanio tiene una apariencia metálica, pero exhibe las propiedades físicas y químicas de un metal sólo en condiciones especiales, dado que está localizado en la tabla periódica en donde ocurre la transición de metales a no metales. A temperatura ambiente hay poca indicación de flujo plástico y, en consecuencia, se comporta como un material quebradizo.

El germanio es divalente o tetravalente. Los compuestos divalentes (óxido, sulfuro y los halogenuros) se oxidan o reducen con facilidad. Los compuestos tetravalentes son más estables. Los compuestos organogermánicos son numerosos y, en este aspecto, el germanio se parece al silicio. El interés en los compuestos organogermánicos se centra en su acción biológica. El germanio y sus derivados parecen tener una toxicidad menor en los mamíferos que los compuestos de estaño o plomo.

Las propiedades del germanio son tales que este elemento tiene varias aplicaciones importantes, especialmente en la industria de los semiconductores. El primer dispositivo de estado sólido, el transistor, fue hecho de germanio. Los cristales especiales de

## Química General III. Tema VI. Los elementos del grupo IV A.

germanio se usan como sustrato para el crecimiento en fase vapor de películas finas de GaAs y GaAsP en algunos diodos emisores de luz. Se emplean lentes y filtros de germanio en aparatos que operan en la región infrarroja del espectro. Mercurio y cobre impregnados de germanio son utilizados en detectores infrarrojos; los granates sintéticos con propiedades magnéticas pueden tener aplicaciones en los dispositivos de microondas para alto poder y memoria de burbuja magnética; los aditivos de germanio incrementa los amper-horas disponibles en acumuladores.

### **Efectos del hidruro de germanio y el tetrahidruro de germanio sobre la salud**

El hidruro de germanio y el tetrahidruro de germanio son extremadamente inflamables e incluso explosivos cuando son mezclados con el aire. Inhalación: Calambres abdominales. Sensación de quemadura. Tos. Piel: Enrojecimiento. Dolor. Ojos: Enrojecimiento. Dolor.

*Peligros físicos:* El gas es más pesado que el aire y puede viajar por el suelo; es posible la ignición a distancia.

*Vías de exposición:* La sustancia puede ser absorbida por el cuerpo por inhalación.

*Riesgo de inhalación:* En caso de pérdidas en el contenedor se alcanzará rápidamente una concentración peligrosa del gas en el aire.

*Efectos de la exposición a corto plazo:* La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede tener efectos en la sangre, resultando en lesiones de las células sanguíneas. La exposición puede resultar en la muerte.

### **Efectos ambientales del germanio**

Como metal pesado se considera que tiene algún efecto negativo en los ecosistemas acuáticos.