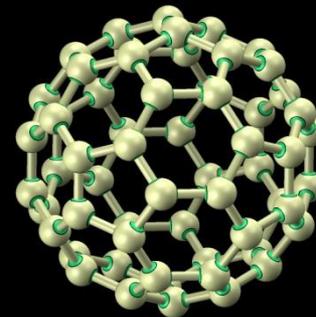




Los elementos del bloque *p*



Química Inorgánica I



El grupo 13, el del Boro

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 |
| 1 H | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 He |
| 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne |
| 11 Na | 12 Mg | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe |
| 55 Cs | 56 Ba | 57-71 | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn |
| 87 Fr | 88 Ra | 89-103 | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Uuu | 112 Uuu | 113 Uuu | 114 Uuu | 115 Uuu | 116 Uuu | 117 Uuu | 118 Uuu |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu |
| 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr |



Grupo 13: propiedades relevantes

- Todos sus elementos son metálicos excepto el boro.
- Boro es diferente a los demás, para empezar, el catión B^{3+} no es estable en agua mientras que Al^{3+} sí lo es.
- Talio manifiesta el llamado *efecto del par inerte*. ¿Sabes qué es?

De nuevo aquí, la reactividad y propiedades del boro, cabeza del grupo, son diferentes a las del resto del grupo.



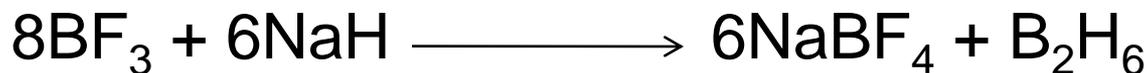
Boro: propiedades relevantes

- El boro ocupa un lugar especial dentro de la química covalente porque solamente tiene 3 electrones de valencia y no alcanza a completar el octeto en sus compuestos.
- Algunos de sus compuestos tienen importantes aplicaciones tanto tradicionales como novedosas.

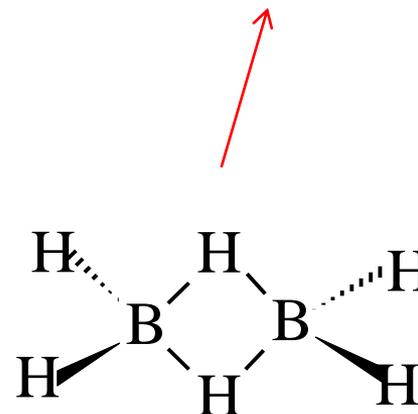
¿Sabes que es el Pyrex[®]?



El boro y sus hidruros, los boranos



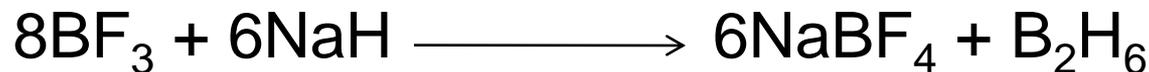
El diborano es el hidruro más simple ya que el borano BH_3 es inestable y presenta una constante de dimerización de 10^5 .



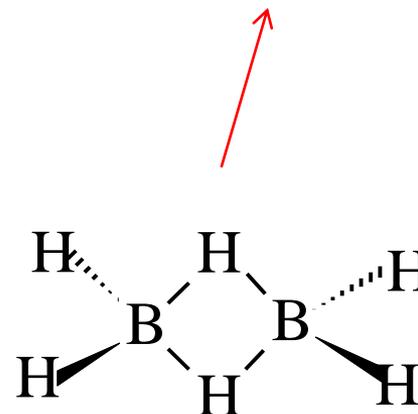
A los boranos se les menciona frecuentemente como compuestos “deficientes en electrones” En el diborano hay solamente 12 electrones para formar los 8 enlaces. Existen por lo tanto 4 enlaces de 2 centros dos electrones y los 2 enlaces centrales son enlaces de 3 centros 2 electrones llamados *banana bonds*.



El boro y sus hidruros, los boranos



El diborano es el hidruro más simple ya que el borano BH_3 es inestable y presenta una constante de dimerización de 10^5 .



diborano

A los boranos se les menciona frecuentemente como compuestos “deficientes en electrones” En el diborano hay solamente 12 electrones para formar los 8 enlaces. Existen por lo tanto 4 enlaces de 2 centros y dos electrones y 2 enlaces, los centrales, que se llaman enlaces de 3 centros y 2 electrones (banana bonds).

¿Qué le pasa al diborano con el oxígeno y qué le pasa con el agua?



Algo sobre el aluminio

Producto preferente en su reacción con oxígeno

Bauxita, el óxido: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Presenta propiedades reductoras:

El hidruro doble de litio y aluminio: LiAlH_4 es un agente reductor muy empleado en síntesis orgánica.

Se le asocia a trastornos mentales como el mal de Alzheimer

Dosis máxima recomendada en UK en la dieta: $6 \mu\text{g}/\text{día}$

¿Qué le pasa al Al(s) en medios muy ácidos o muy alcalinos?

¿Qué son las zeolitas y para que sirven?



Grupo 14

- Una característica notable de este grupo es la gradualidad de sus propiedades que a lo largo de éste van cambiando progresivamente desde los débilmente electronegativos hasta los débilmente electropositivos.
- Todos muestran una valencia de 4 pero, con el incremento progresivo en el carácter metálico, la valencia 2 se vuelve preferente. El grupo 13 presenta un comportamiento similar, los elementos pesados manifiestan preferentemente una valencia de 1 en lugar de 3 como la que presentan los elementos ligeros del grupo.
- Todos los elementos del grupo forman tetrahalogenuros MX_4 excepto el plomo que solamente forma el PbF_4 y el $PbCl_4$ como especies estables a temperatura ambiente.
- La estabilidad de los halogenuros va disminuyendo hacia los elementos pesados del grupo.



Los elementos con estados de oxidación, al menos formalmente hablando, altos tienden a formar enlaces covalentes ya que polarizan demasiado los enlaces. Tal es el caso de C^{4+} , S^{6+} , etc.



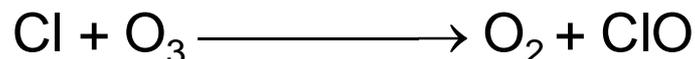
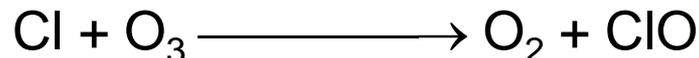
Grupo 14: carbono



- Carbono, carburos, CO_2 , CH_4 , efecto invernadero.

- Clorofluorocarbonos (CFCs)

El CFCl_3 , aunque inerte en condiciones normales, en la alta atmósfera libera cloro que destruye al ozono.

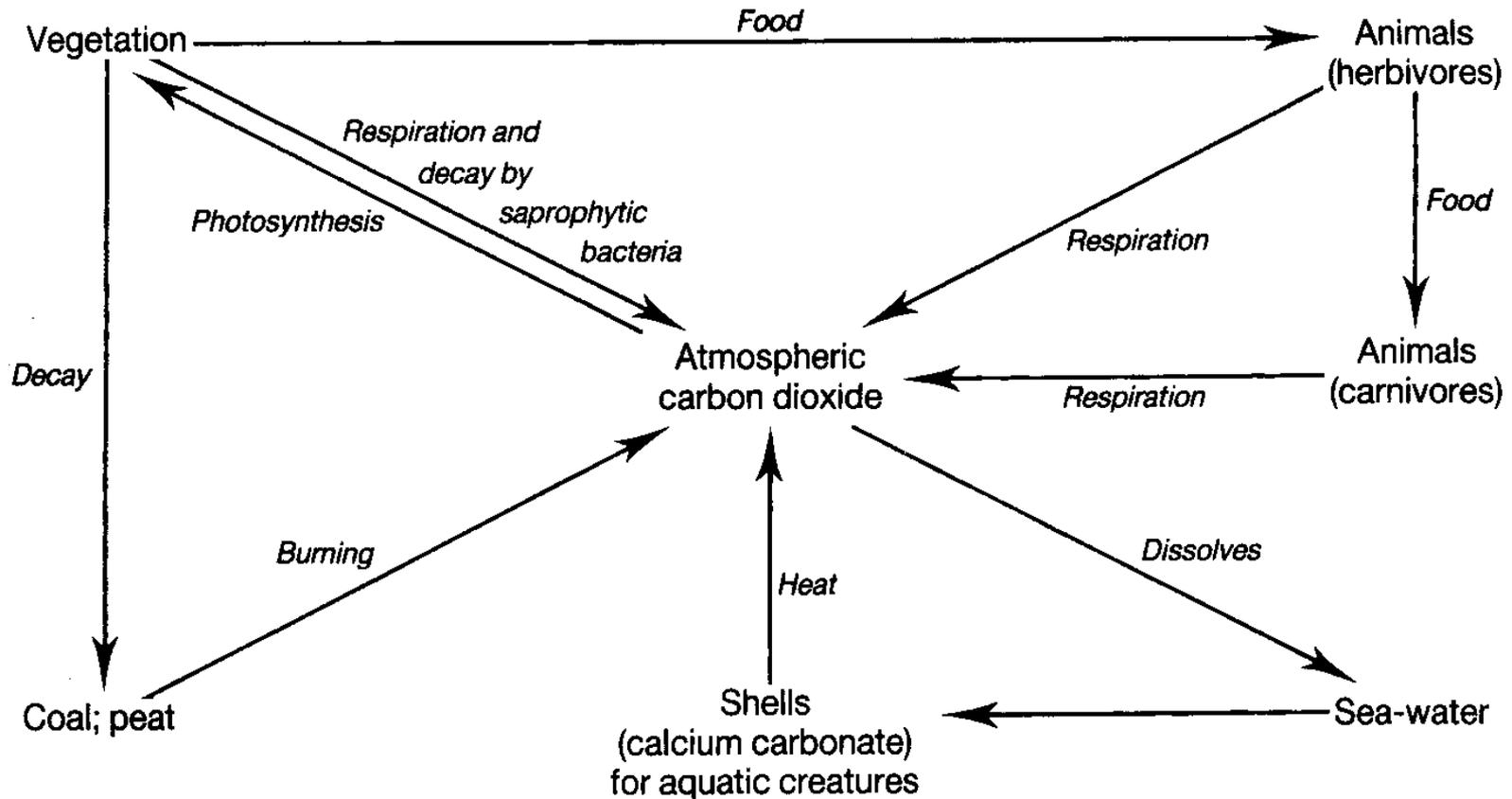


¿Quién fabricaba los clorofluorocarbonos en 1974 y cuándo y cómo se dejaron de producir masivamente?

- Perfluorocarbonos. (sangre artificial)
- SiO_2 , vidrios, silicatos y zeolitas.
- Estaño y plomo, tetraetilo de plomo y salud.
- Aspectos biológicos.



El ciclo del carbono

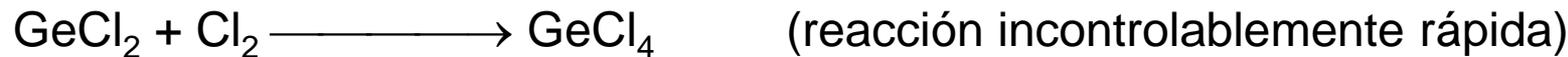


¿Qué suceso, relacionado con el dióxido de carbono, ocurrió la noche del 21 de agosto de 1986 en la ribera del lago Nyos en Camerún?

¿Cómo se le quita la cafeína al café?



Grupo 14: tendencias ...





... Grupo 14: tendencias

| <u>Hidruro</u> | <u>temperatura de descomposición (°C)</u> |
|------------------|---|
| CH ₄ | 800 |
| SiH ₄ | 450 |
| GeH ₄ | 285 |
| SnH ₄ | 150 |
| PbH ₄ | 0 |



El efecto del par inerte

| Energía de ionización | C | Si | Ge | Sn | Pb |
|--|-------|------|------|------|------|
| $I_1: M(g) \longrightarrow M^+(g) + e^-$ | 1086 | 786 | 760 | 707 | 715 |
| $I_2: M^+(g) \longrightarrow M^{2+}(g) + e^-$ | 2354 | 1573 | 1534 | 1409 | 1447 |
| $I_3: M^{2+}(g) \longrightarrow M^{3+}(g) + e^-$ | 4621 | 3232 | 3300 | 2943 | 3087 |
| $I_4: M^{3+}(g) \longrightarrow M^{4+}(g) + e^-$ | 6223 | 4351 | 4409 | 3821 | 4081 |
| | | | | | |
| $I_3 + I_4$ | 10844 | 7583 | 7709 | 6764 | 7168 |

Como puede verse de la suma de las terceras (I_3) y cuartas (I_4) energías de ionización del plomo, éste cede sus electrones 6s aún con más facilidad que el germanio, el silicio o el carbono.

No obstante, estos elementos no manifiestan el efecto de par inerte.



Efectos relativistas

- Provocan contracciones del *core* y, por ende, alteran las distancias de enlace.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

m_0 = masa en reposo
 v = velocidad
 c = velocidad de la luz

La velocidad v de un electrón 1s en un átomo con carga nuclear $+Ze$ está dada por:

$$v_{1s} = Z a c$$

$a = 0.0073$ (cte. de estructura fina, adimensional)

Por ejemplo: para un átomo como ${}_{82}\text{Pb}$: $v_{1s} = 0.0073 (82) c = \mathbf{0.5986 c}$

$$a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi Z e^2 m}$$

a_0 = radio atómico
 m = masa
 ϵ_0 = permitividad en el vacío
 h = cte. de Planck



Efectos relativistas

- La contracción del enlace es particularmente significativa en los enlaces de átomos pesados como Au y Pt donde llega a ser del orden de 0.2 Å.
- Aún en compuestos de Cu llega a ser de 0.02-0.03 Å, es decir, superior a la incertidumbre de las distancias experimentales.
- Por ejemplo, la distancia de enlace M-H en AuH es menor que en AgH (1.52 vs 1.62 Å). Se ha propuesto que otras importantes propiedades de los elementos pesados como la conductividad eléctrica, el estado líquido del mercurio y el *efecto del par inerte* encuentran una componente importante en los efectos relativistas.

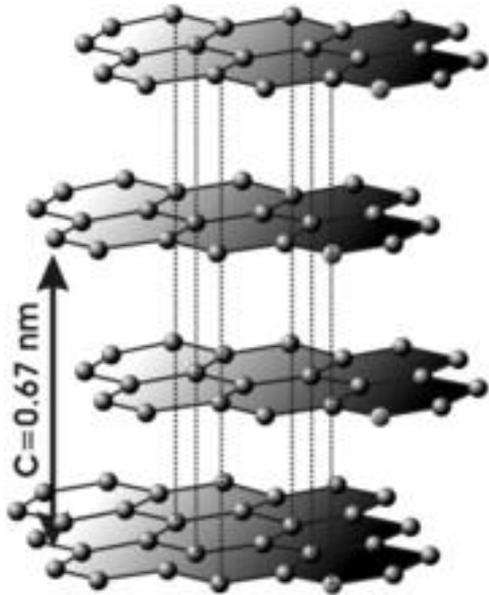


Efectos relativistas

- Los orbitales de valencia en átomos polielectrónicos también se verán afectados ya que al contraerse el *core* el apantallamiento aumenta.
- Esto provoca una contracción de los penetrantes orbitales *s* y *p* que reduce la distancia de enlace, y una expansión de los no penetrantes orbitales *d* y *f* aunque este efecto no es tan dramático como el anterior.

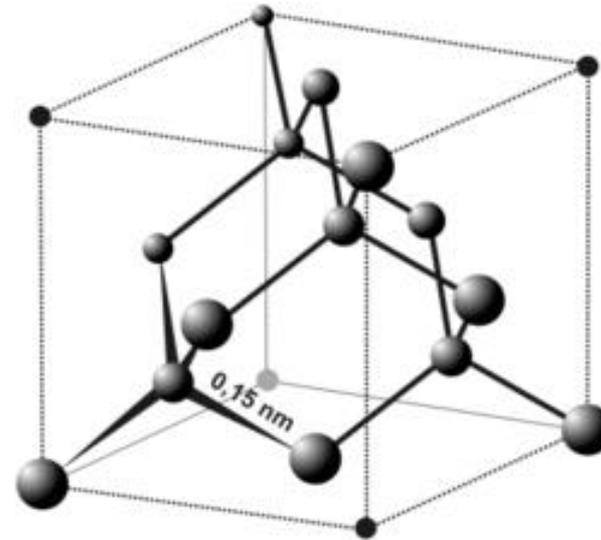


Alótropos de carbono



Grafito

buen conductor eléctrico

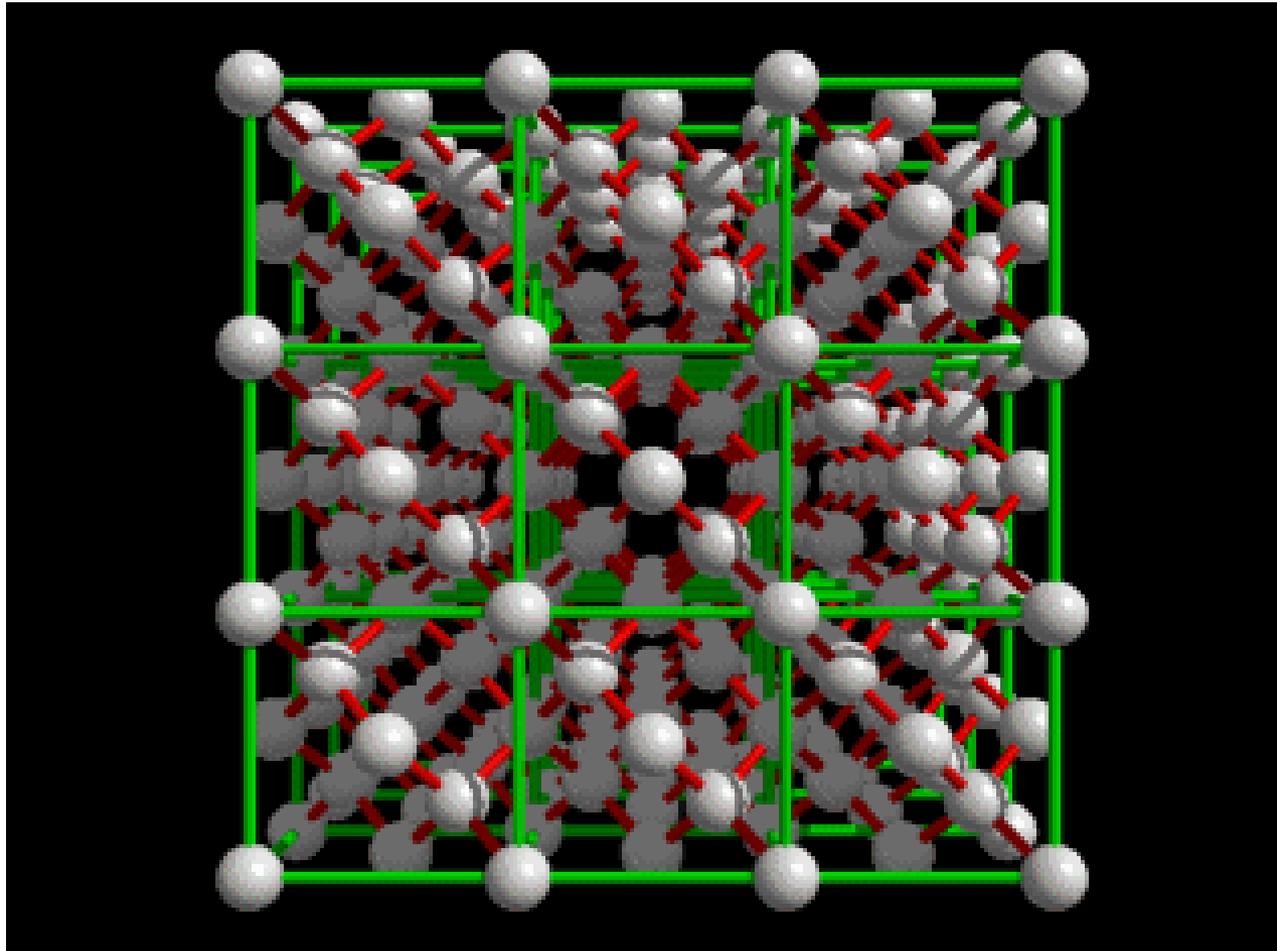


Diamante

No conduce la electricidad pero es
mejor conductor térmico que cobre

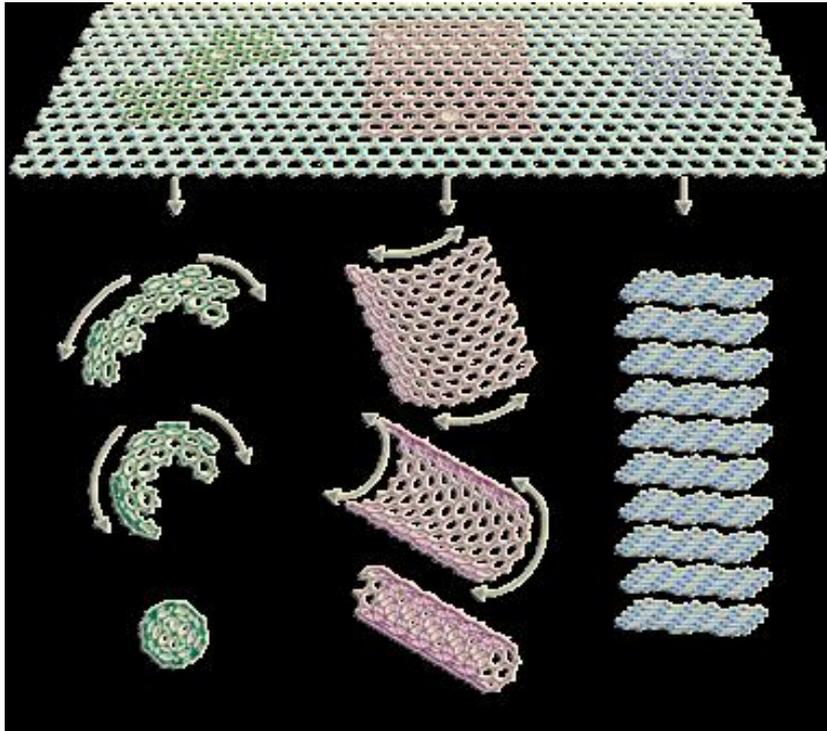


El diamante

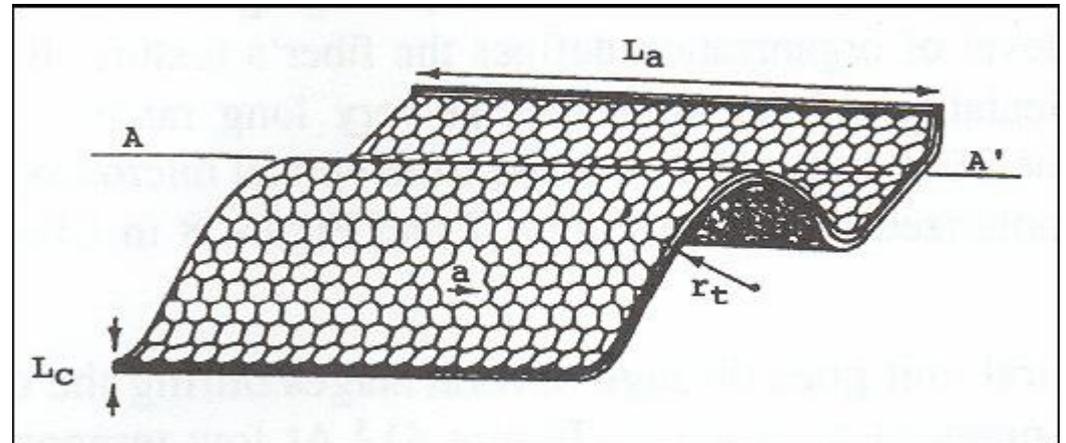




Grafenos

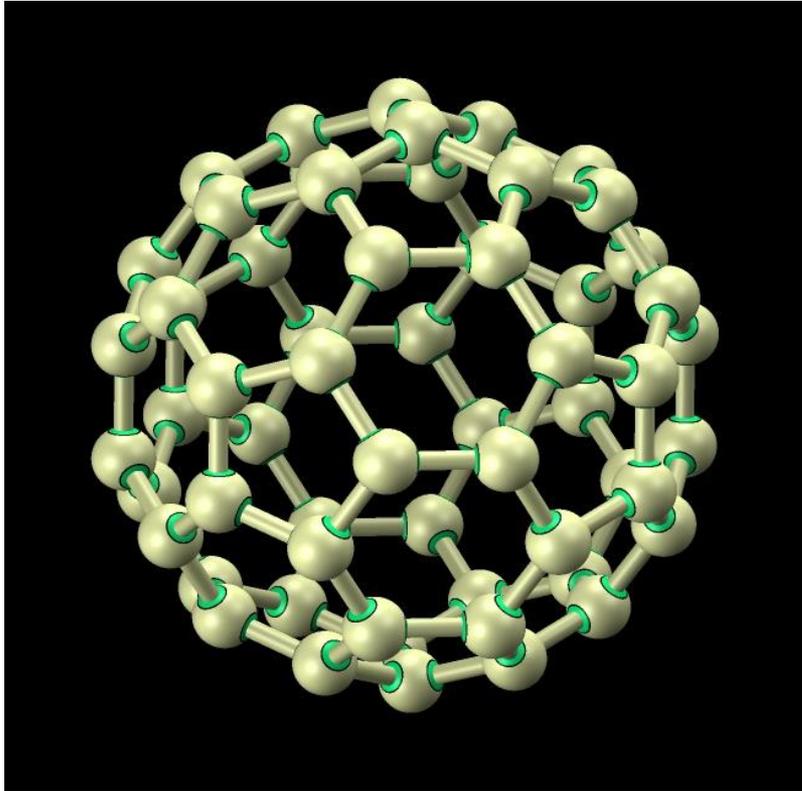


Nanoestructuras relacionadas al grafito con interesantes propiedades electrónicas ópticas y electroópticas.

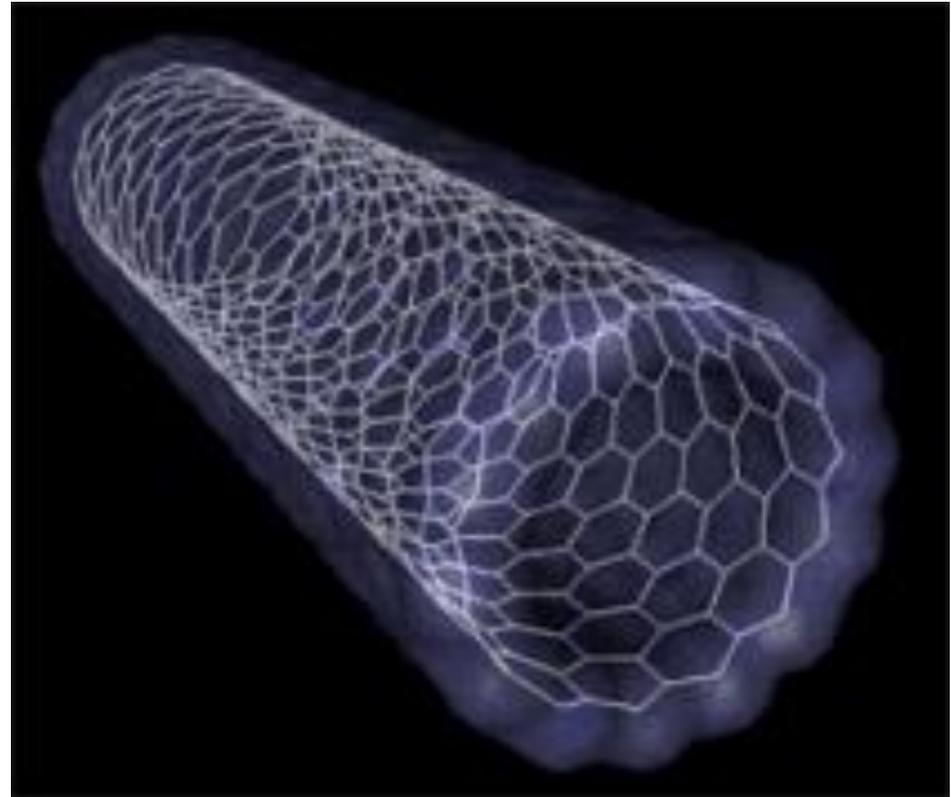




El carbón y sus alótopos



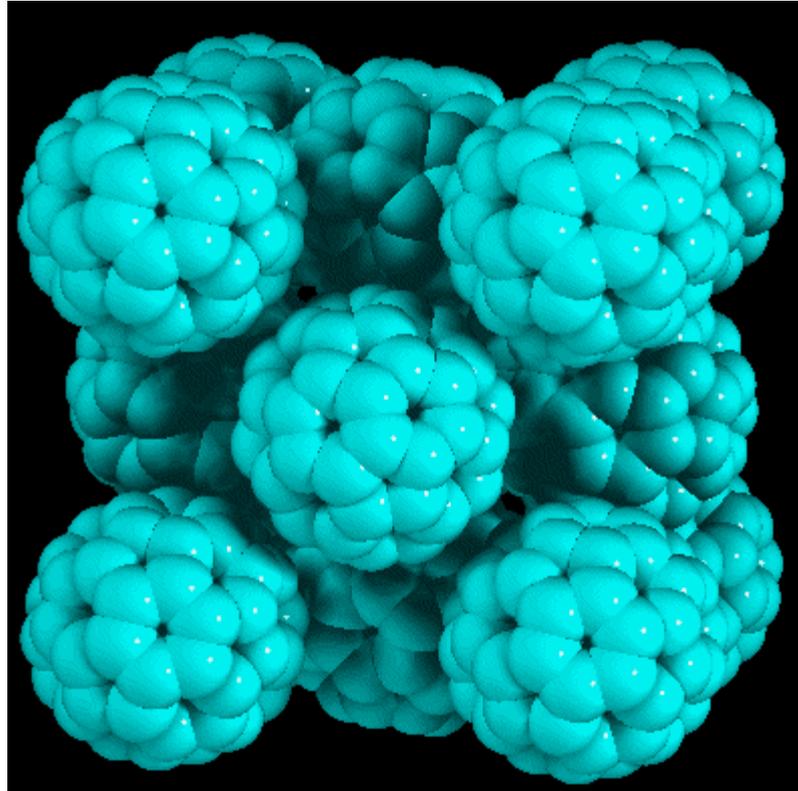
Fullereno C₆₀



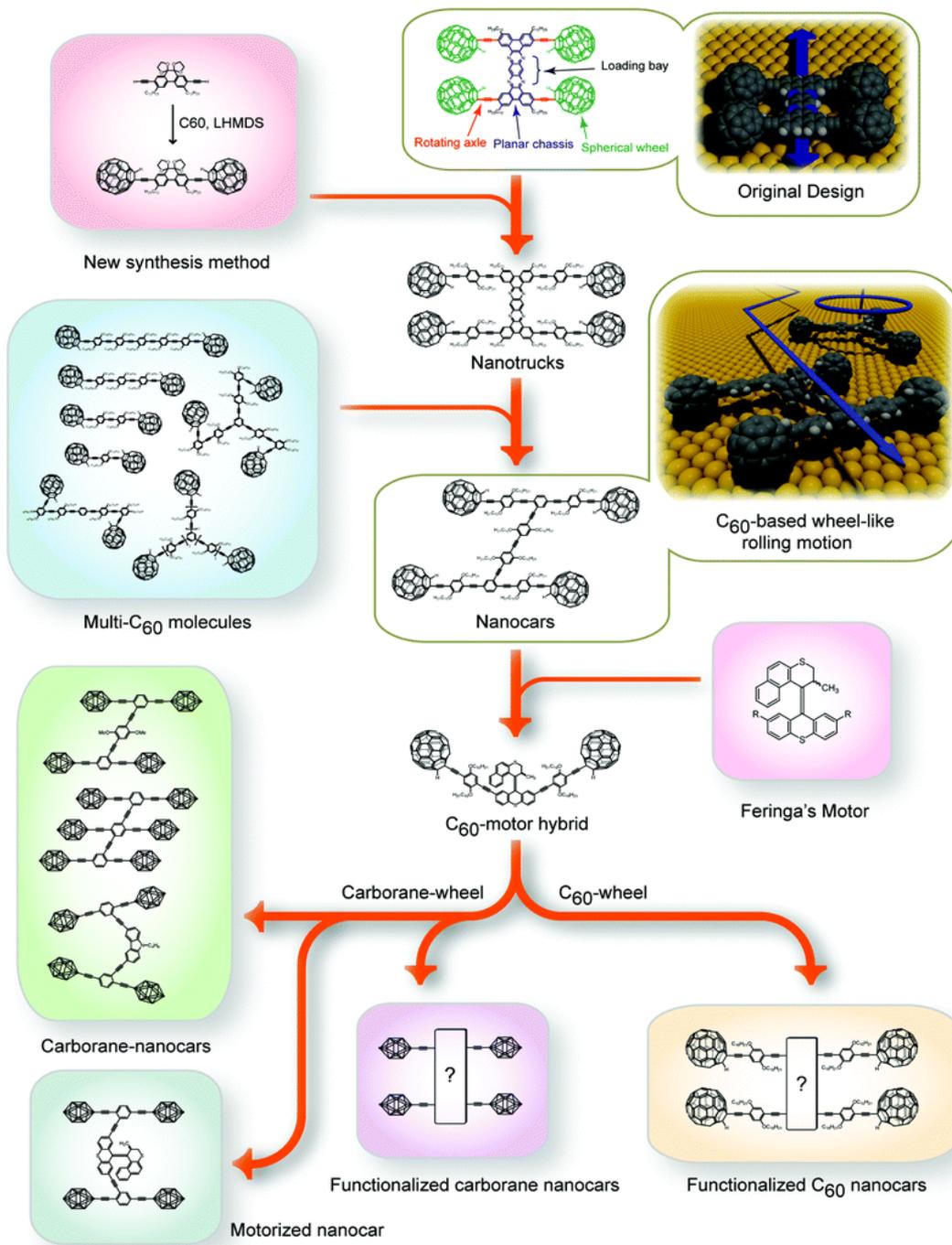
Nanotubo de carbono



Fulereo



C_{60} otro miembro de la familia de alótipos del carbono.
Es de baja densidad, aislante eléctrico, sublima con el calor.
Su química es objeto de estudio intensivo en el presente.



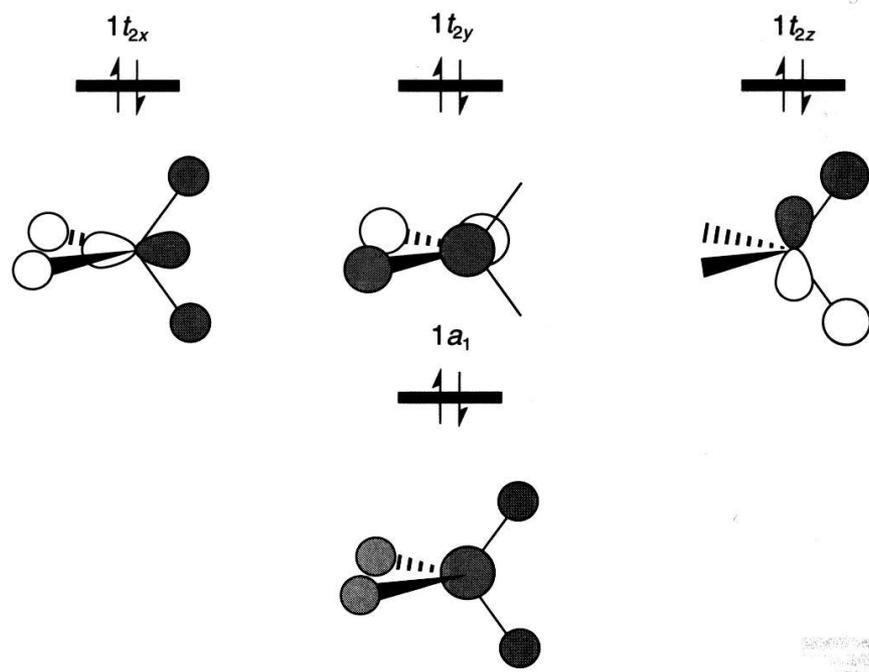
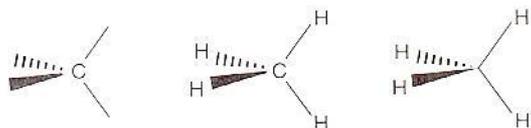
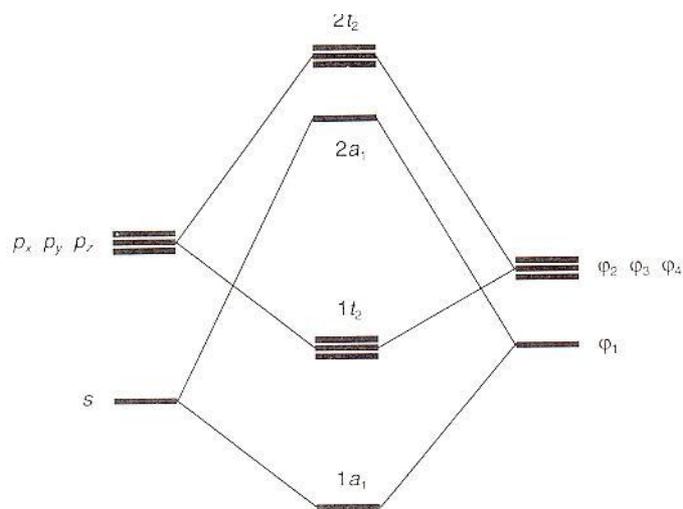
¿Nanovehículos?

Yasuhiro Shirai, Jean-François Morin,
 Takashi Sasaki, Jason M. Guerrero and
 James M. Tour.
Chem. Soc. Rev., 2006, **35**, 1043-1055



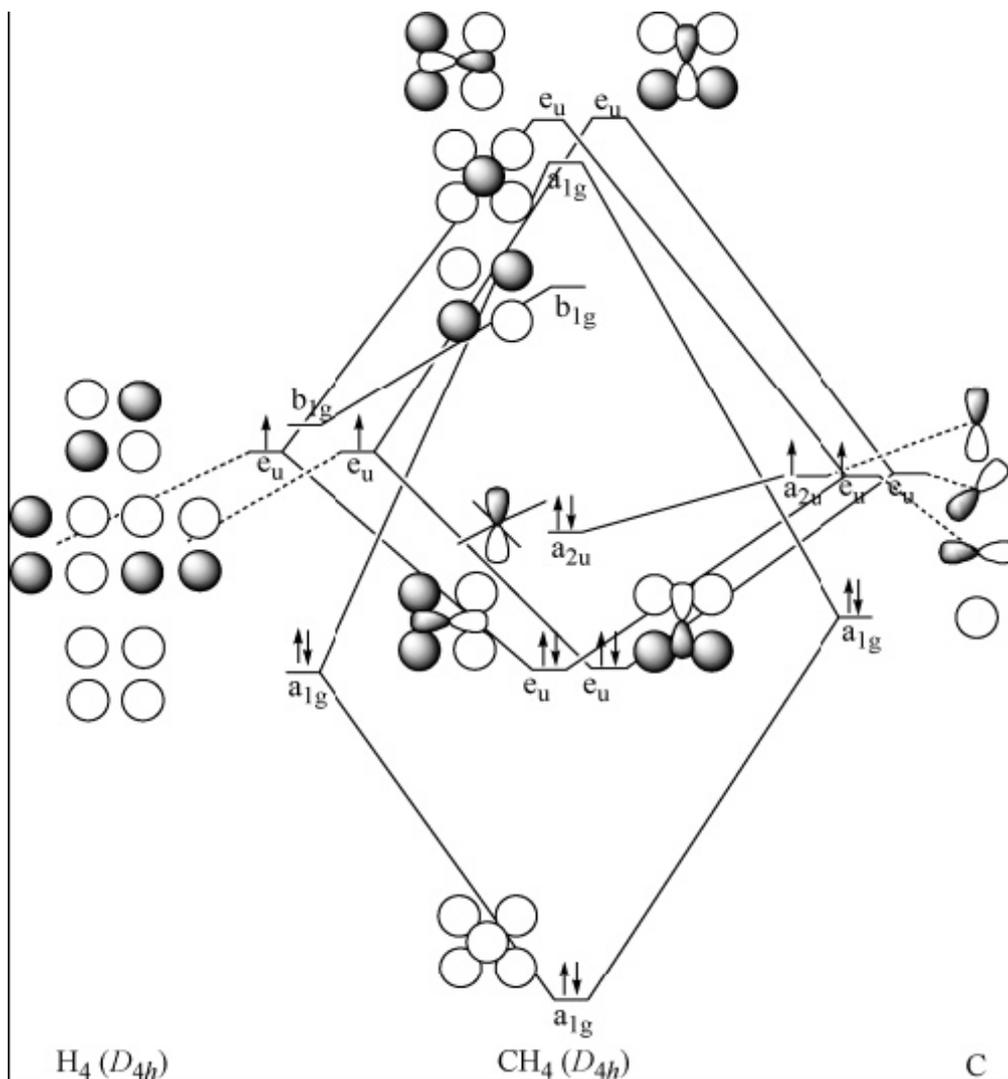
CH₄ con simetría T_d

En 1874 van't Hoff y Le Bel propusieron que la geometría del átomo de carbono enlazado a 4 átomos debía ser tetraédrica. La química orgánica se ha desarrollado con base en esto. Sin embargo, esa no es toda la historia.





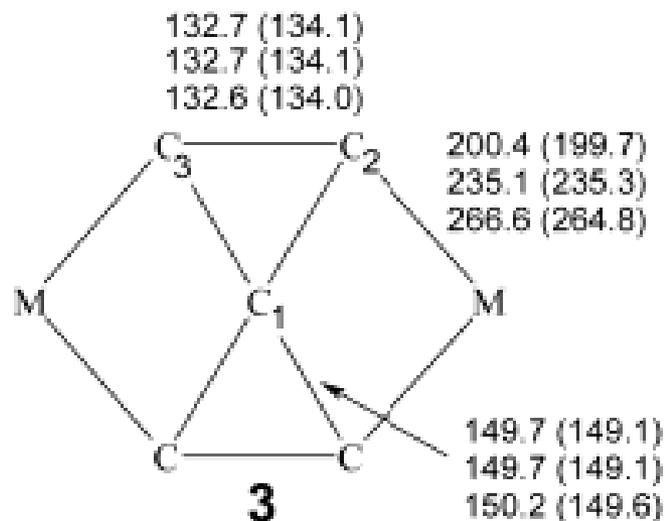
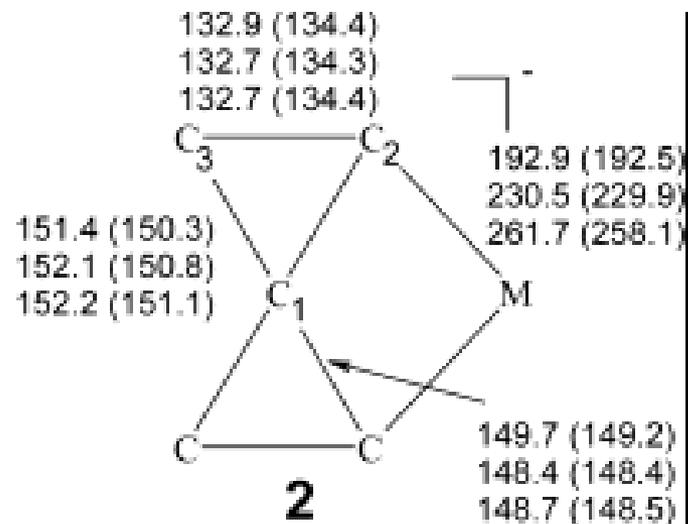
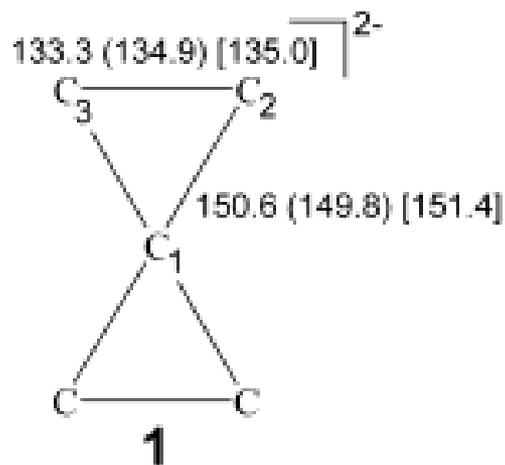
CH₄ con simetría D_{4h}



No parece muy estable pero ...



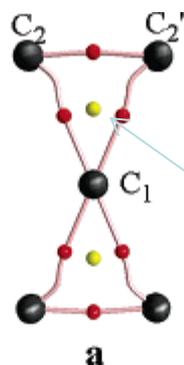
C_5^{2-} , estructuras plausibles



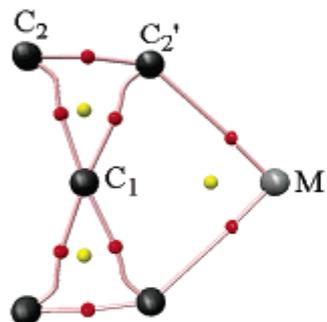


Gráficas moleculares

Más información en:
Bader, R.F.W. "Atoms in Molecules,
A Quantum Theory"
Oxford University Press
Oxford, 1990.

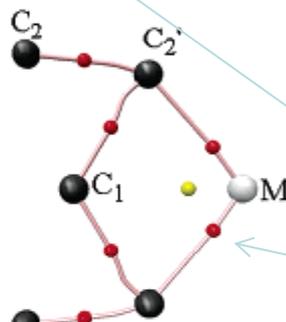


a



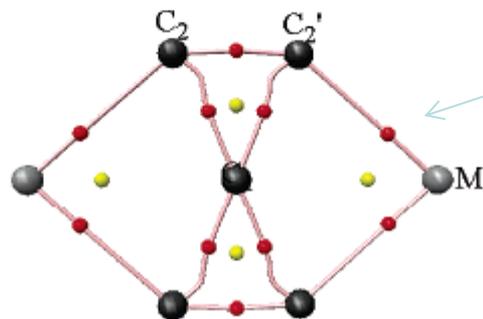
M = Li, Na, K, Cu

b



M = Be, Mg, Ca, Zn

c



M = Li, Na, K, Cu, Be, Mg, Ca, Zn

d

Puntos críticos de la
densidad electrónica.



Enlaces π

Energías de enlace (kJ mol^{-1})

| | | | | |
|-----------------|--|------------------|--|------------------|
| C=C 272 | | | | |
| C=Si 159 | | Si=Si 105 | | |
| C=Ge 130 | | Si=Ge 105 | | Ge=Ge 105 |
| C=Sn 79 | | | | |

Algunas diferencias entre carbono y silicio:

CO_2 es un monómero gaseoso lineal con enlaces dobles.
(C-O: 358 kJ mol^{-1} , C=O: 799 kJ mol^{-1})

SiO_2 es un polímero infinito con enlaces tetrahédricos Si-Si sencillos.

(S-O: 452 kJ mol^{-1})



El silicio

- ¿Qué es la gel de sílice?
- ¿Qué es un aerogel?
- ¿Qué es el vidrio?
- ¿Qué es el cuarzo?
- ¿Qué es el asbesto y por qué es peligroso?
- ¿Qué es el circón o las circonas?
- ¿Qué es el talco?
- ¿Recuerdan qué son las zeolitas?
- ¿Qué son los materiales cerámicos?
- ¿Qué son los silicones o siliconas?



Batería de plomo-ácido

La corriente eléctrica se genera cuando el plomo se oxida a sulfato de plomo y el óxido de plomo (IV) se reduce a sulfato de plomo (II).

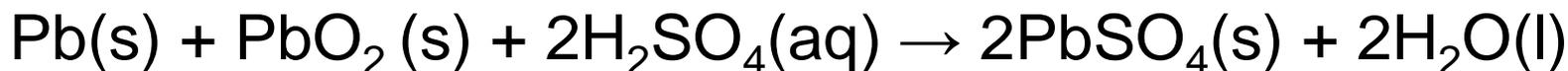
Reacción en el polo negativo (ánodo):



Reacción en el polo positivo (cátodo):



Reacción total:

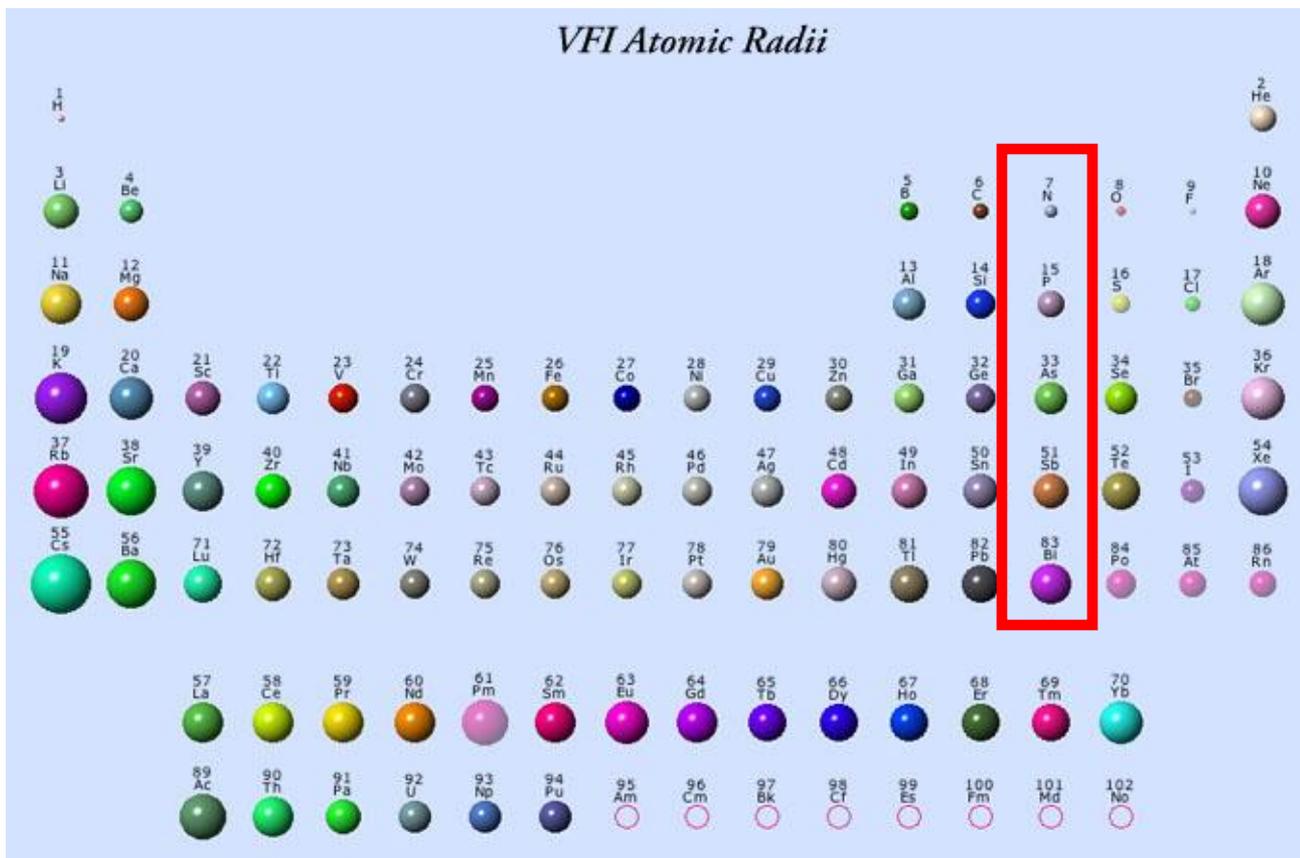


Esta batería, inventada a mediados del siglo XIX, se sigue usando actualmente a pesar de ser tan contaminante.

¿Por qué creen que pase esto?



El grupo 15



Es un grupo que se resiste a la clasificación fácil. Por lo tanto no es posible relacionar TODAS sus propiedades para distinguir cuáles de sus elementos son metálicos y cuales no lo son.



Grupo 15

- Peculiaridades del nitrógeno. Nitrógeno tiene una tendencia manifiesta hacia la formación de fuertes enlaces triples pero débiles enlaces sencillos.

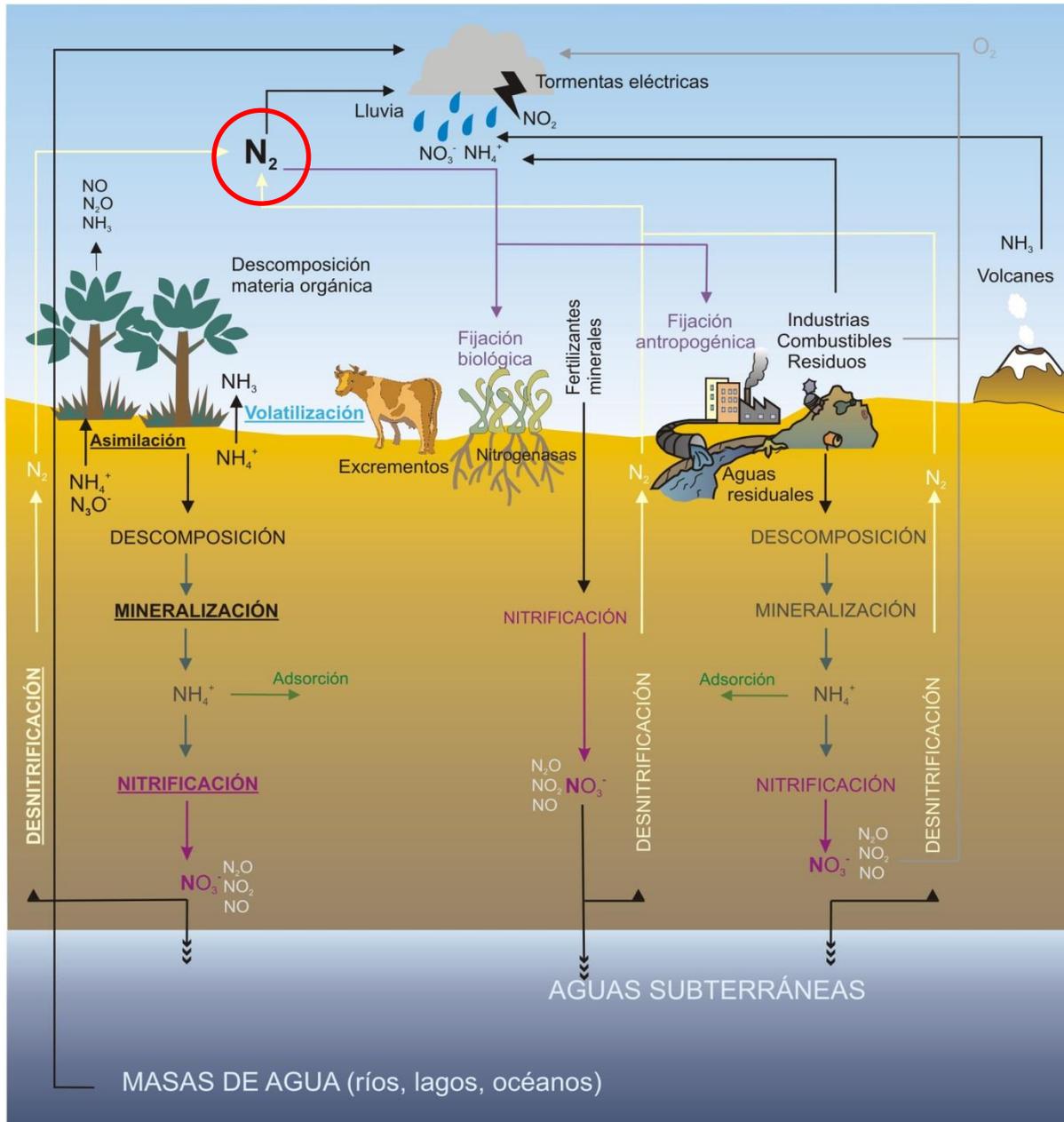
| elemento | $E(A \equiv A)$ kJ/mol | $E(A - A)$ kJ/mol | diferencia |
|----------|---------------------------|----------------------|------------|
| N | 942 | 200 | 742 |
| C | 835 | 346 | 489 |
| P | 481 | --- | --- |

- Óxidos de nitrógeno: NO, N₂O, N₂O₃, NO₂, N₂O₄, N₂O₅.

¿Qué son los NO_x, sabes cómo es que algunos de ellos aparecen en la atmósfera?

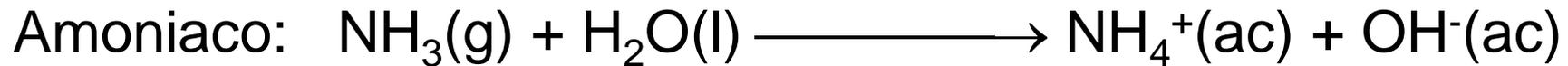


El ciclo del nitrógeno

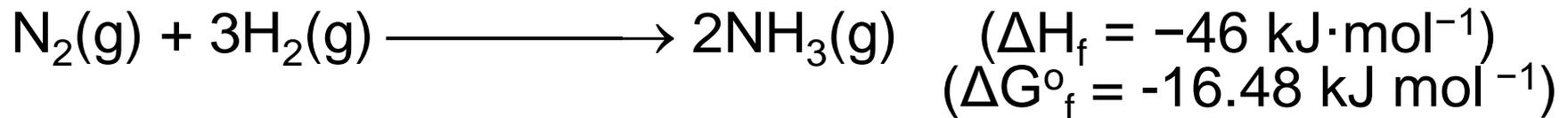




El amoniac y la fijación de nitrógeno

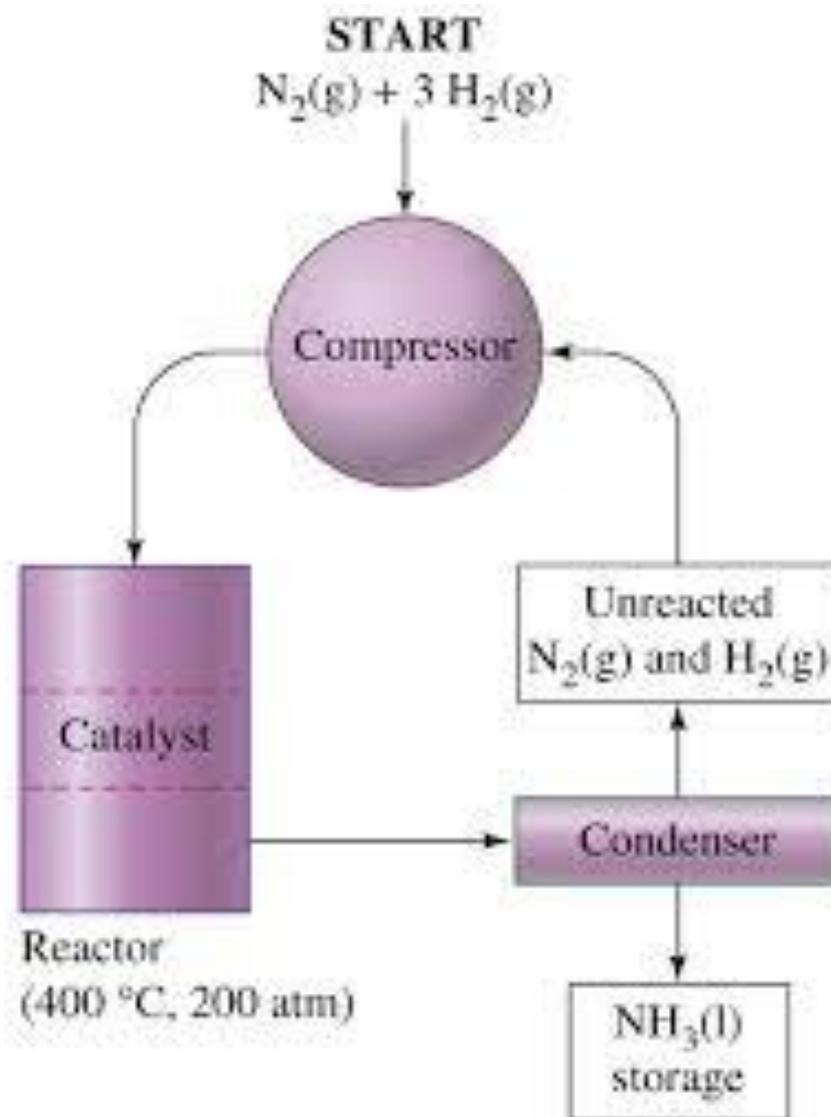
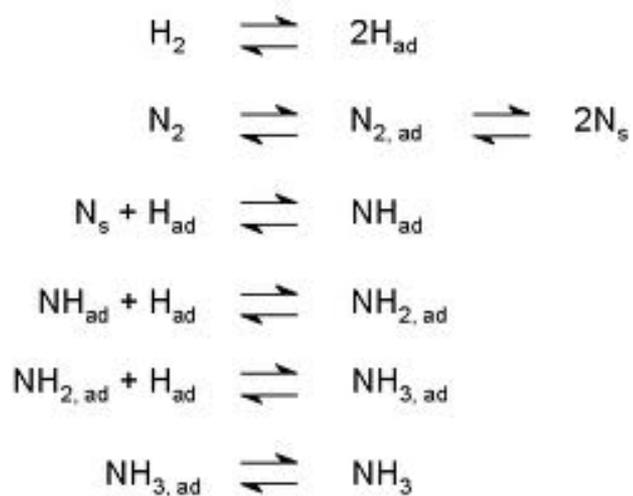


Formación de amoniac:



reacción favorecida energéticamente pero no cinética ($\Delta H_{\text{act.}} > 450 \text{ kJ}$) ni entrópicamente ($\Delta S_o = -99 \text{ J mol K}^{-1}$).

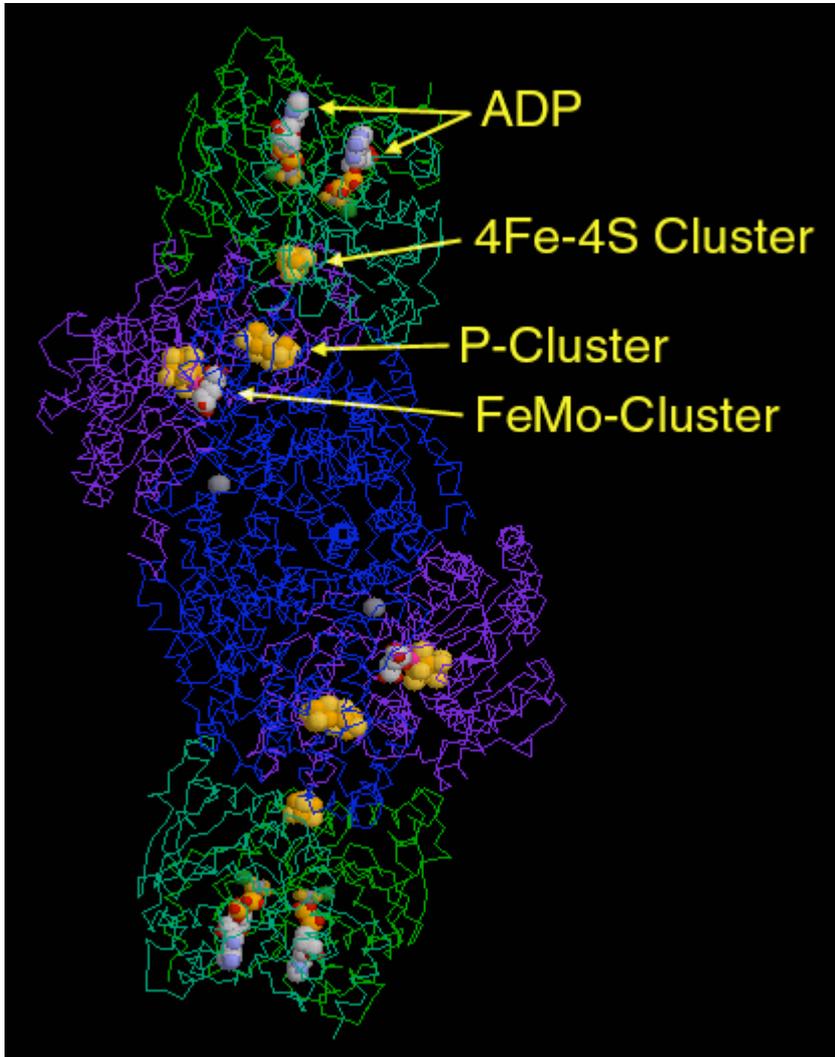
El proceso Haber-Bosch



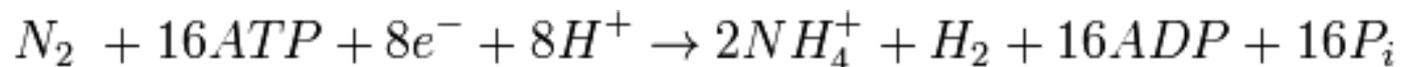


Producción biológica de NH_3

Fijación de nitrógeno.



El complejo de la
Nitrogenasa





El proceso Haber-Bosch



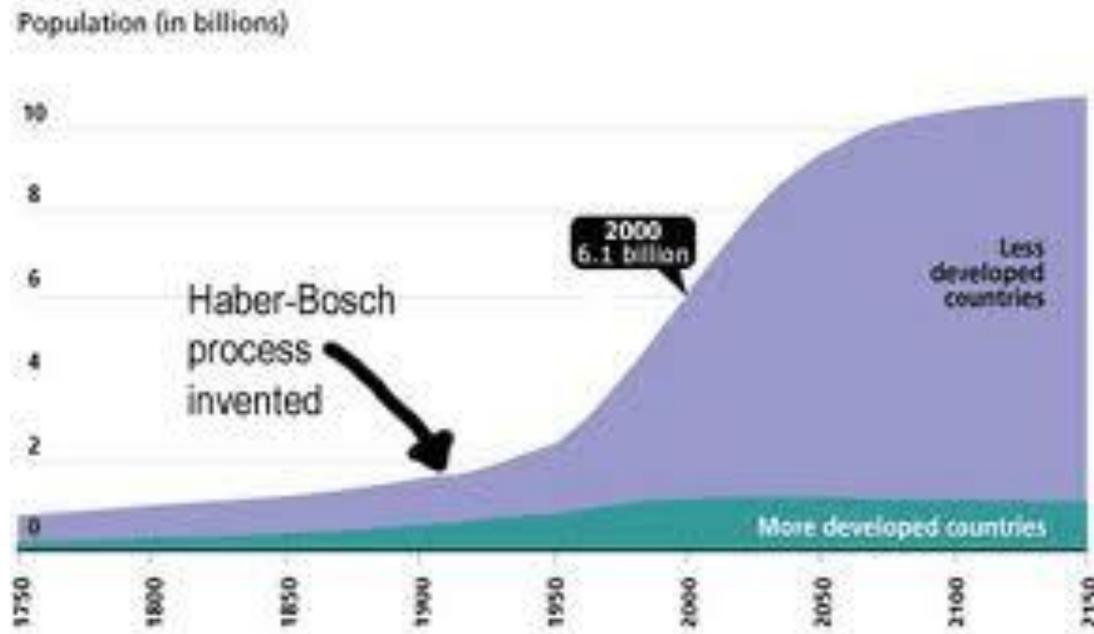
Fritz Haber



Karl Bosch



Haber y Einstein





Clara y Fritz, una pareja trágica



Fritz Haber esposo de
Clara Immerwahr

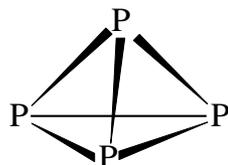
*Lo que Fritz ganó en esos ocho años, eso —y mucho más—
he perdido yo, y todo lo que queda de mí me llena de la más
absoluta insatisfacción [. . .]*

Clara Immerwahr

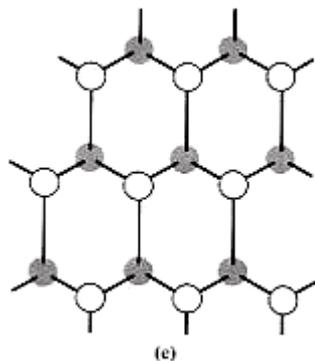


El fósforo

- Alótropos de fósforo:
- Blanco, P_4 muy reactivo y tóxico, $pf = 44\text{ }^\circ\text{C}$

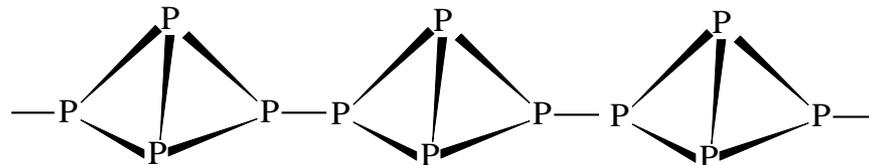


Insoluble en agua pero muy soluble en CS_2 .



Negro, polimérico hexagonal
 $pf = 610\text{ }^\circ\text{C}$.

Rojo, polimérico, es estable e inocuo
 $pf = 590\text{ }^\circ\text{C}$



- ¿P y As, son sólo venenos?
- ¿Qué hay en la isla de Nauru?



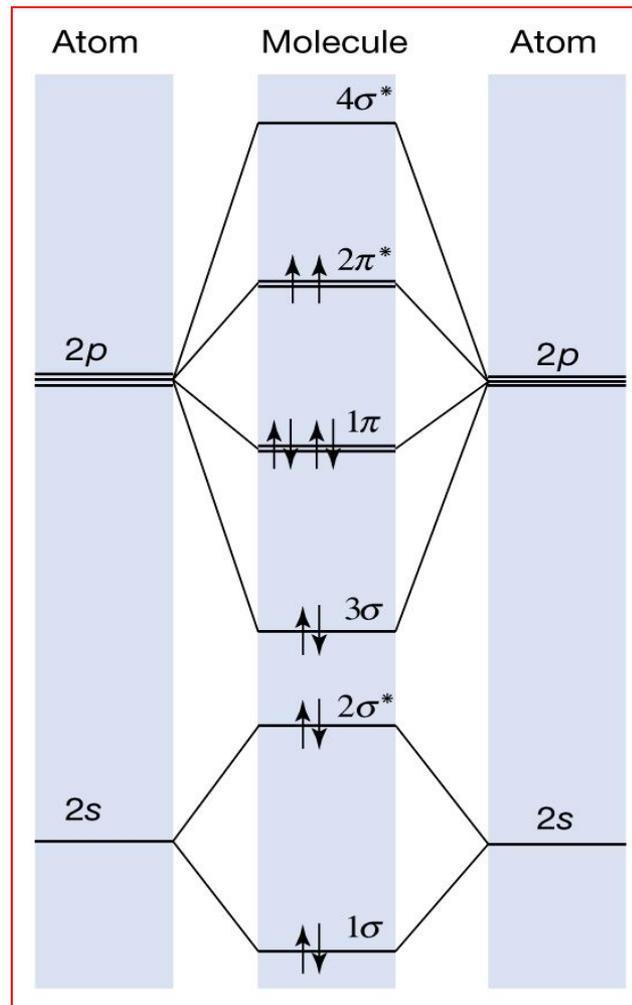
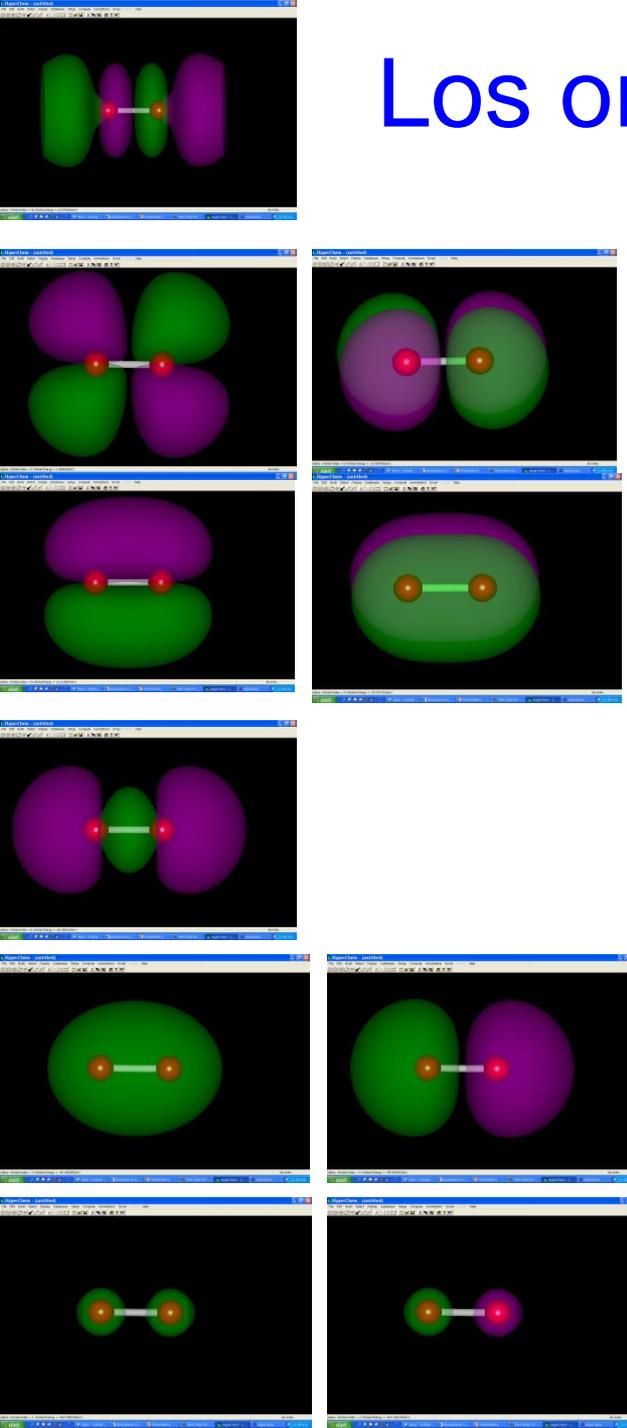
El fósforo

- Fosfinas y aminas.



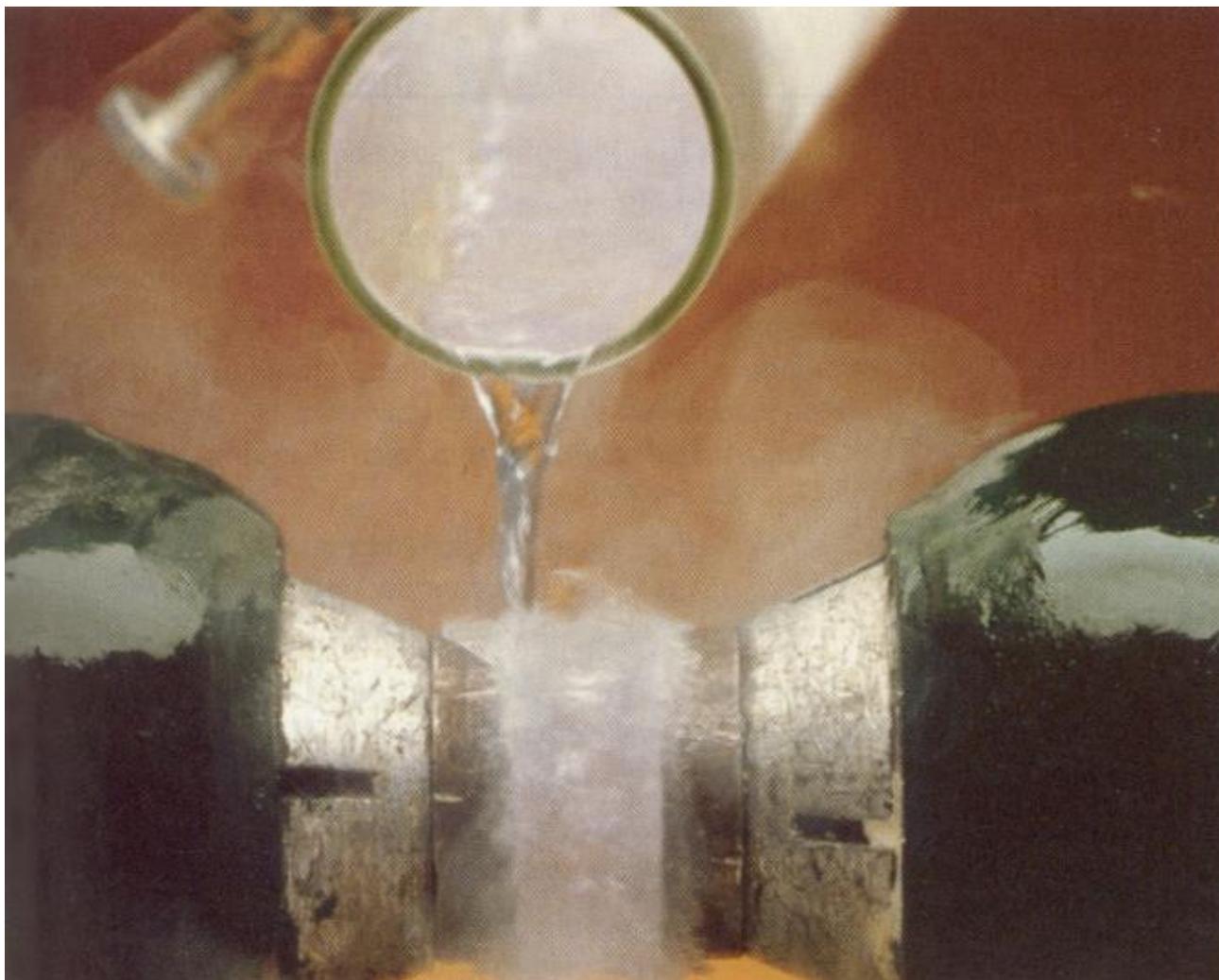
¿Qué tan diferentes son?

Los orbitales moleculares del O₂.





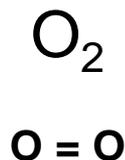
Evidencia experimental del paramagnetismo del dioxígeno (O_2)



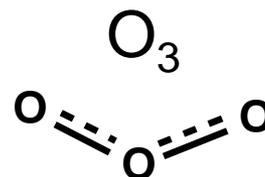
Oxígeno líquido atrapado entre los polos de un potente magneto



Alótropos del oxígeno:



vs

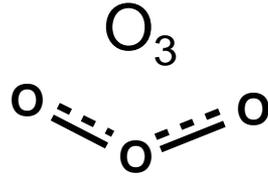


- Presente de forma natural en la atmósfera.
- Paramagnético pero se conocen estados excitados diamagnéticos.
- **singulete vs triplete**
- Oxidante ($E^0 = 1.23 \text{ V}$)
- Sensible a la radiación UV
- Indispensable para los seres vivientes especialmente los que realizan fosforilación oxidativa en las mitocondrias.

- Presente en forma natural en la estratósfera.
- Diamagnético
- Muy oxidante ($E^0 = 2.07 \text{ V}$)
- Su formación y su descomposición involucran absorción de fotones UV.
- Es benéfico en la estratósfera y dañino a nivel del suelo.



El trioxígeno: ozono



El O_3 está presente de forma natural en la estratósfera.

Ahí resulta benéfico para los seres vivientes pues absorbe significativamente la radiación UV evitando que alcance la superficie terrestre.

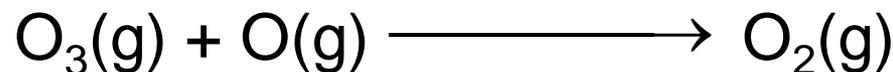
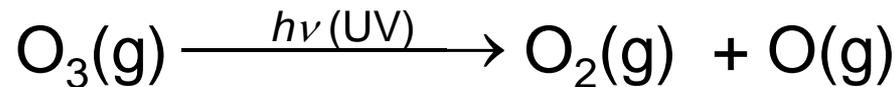
Se usa como germicida en hospitales y como potabilizador de agua a nivel doméstico.

Tanto su formación como su descomposición involucra la absorción de fotones ultravioleta UV.

Generación de O_3

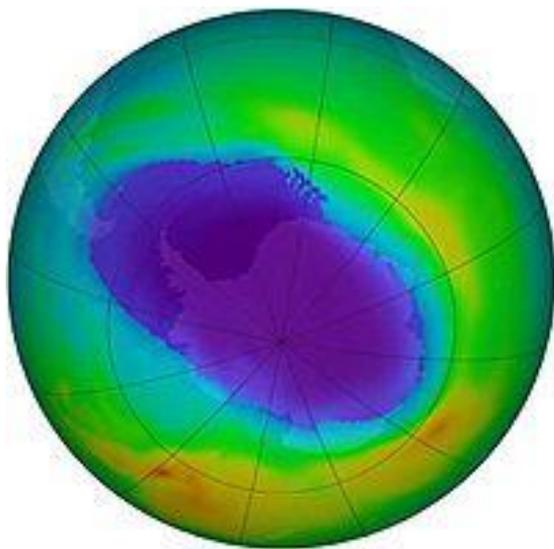


Descomposición de O_3



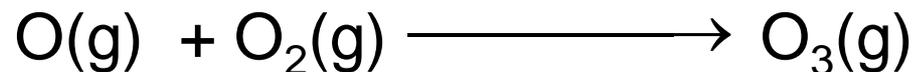
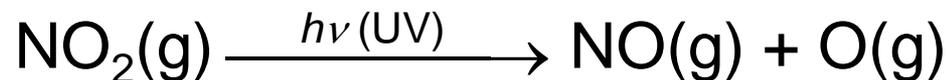


El ozono: O₃



El ozono a nivel de superficie terrestre es peligroso pues su alta reactividad afecta las mucosas de los seres vivos, entre otros efectos.

¿Cómo se genera a nivel del suelo?



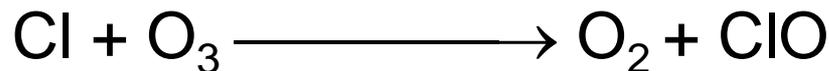
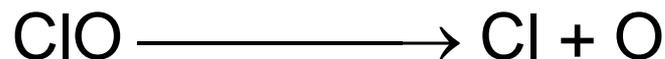
Estas especies, junto con varias más, conforman la *fotoniebla* en las ciudades.



El ozono: O_3

Los clorofluorocarbonos (CFCs) como el $CFCl_3$ y el CF_2Cl_2 destruyen la capa de ozono en la estratósfera.

Esta destrucción ocurre porque en la alta atmósfera los CFCs liberan cloro atómico (Ver grupo 14)



En la 1ª reacción la energía de enlace Cl–O es mayor que las diferencias de ΔH_f entre O_3 y O_2 .

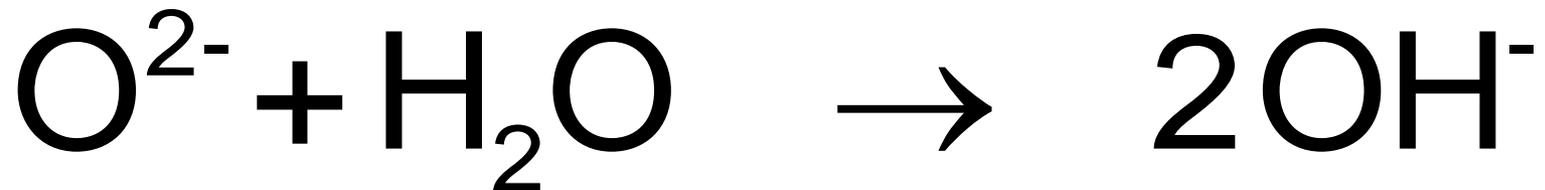
En la última, la energía de enlace de Cl–O es menor que la energía de enlace O=O.



Basicidad del ion O^{2-}

Debido a su pequeño tamaño y su gran carga el ion O^{2-} es un anión muy básico que no puede existir en agua.

La reacción siguiente, denominada de *nivelación*, hace imposible la existencia de este anión o cualquier otra base más fuerte que el OH^- en agua.



También resulta imposible la existencia de cualquier otro ácido más fuerte que H^+ en agua como por ejemplo el hipotético S^{6+} .

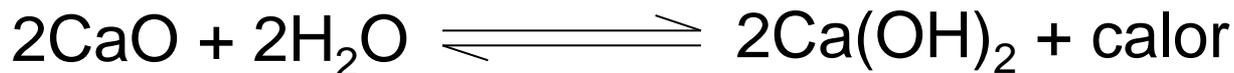


Óxidos y solubilidad

¿Cómo será la solubilidad de los óxidos?

¿Recuerdan cómo se relacionan las propiedades ácido-base y la solubilidad?

Solamente los óxidos de cationes no ácidos y tenuemente ácidos son solubles en agua con la cual reaccionan muy exotérmicamente para dar el hidróxido correspondiente. ¿Algún ejemplo?



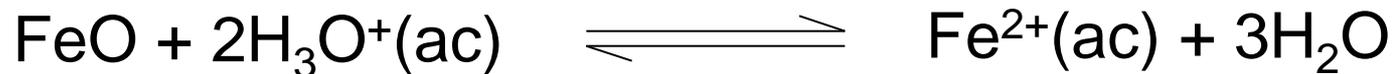
También los hidróxidos de cationes no ácidos o tenuemente ácidos serán solubles.

Por ejemplo ...



Óxidos: propiedades ácido-base

Óxidos básicos, son los anteriores, así como todos aquellos que reaccionan con ácidos fuertes, por ejemplo:

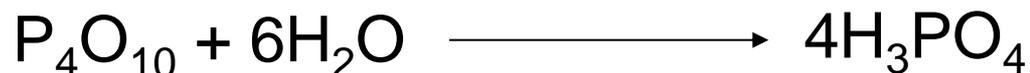


Los cuales contienen cationes débil y moderadamente ácidos.



propiedades ácido-base... cont.

Óxidos ácidos son todos aquellos óxidos covalentes (anhidridos ácidos) de hipotéticos cationes muy ácidos, por ejemplo:

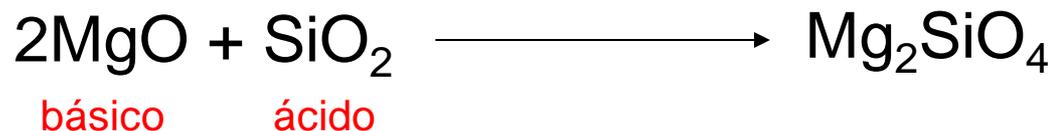


Estos oxi-ácidos se disocian en agua y producen iones H^+ que disminuyen el pH, de ahí su cualidad de ácidos.



propiedades ácido-base... cont.

No es de sorprender, por lo tanto, que los óxidos básicos reaccionen con los óxidos ácidos para dar las oxi sales correspondientes.



Estas reacciones en fase sólida o gas-sólido se aprovechan en la industria del vidrio, el concreto, la cerámica y contra la contaminación atmosférica.



propiedades ácido-base... cont.

Algunos óxidos se disuelven tanto en ácidos como en álcalis fuertes, por lo que se les denomina **óxidos anfotéricos**.

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--|
| B_2O_3 | CO_2 | N_2O_5 N_2O_3 | | | | |
| Al_2O_3 | SiO_2 | P_4O_{10} P_4O_6 | SO_3 SO_2 | Cl_2O_7 Cl_2O | | |
| Ga_2O_3 | GeO_2 | As_2O_5 As_4O_6 | SeO_3 SeO_2 | Br_2O | | |
| In_2O_3 | SnO_2 SnO PbO_2 PbO | Sb_2O_5 Sb_2O_3 | TeO_3 TeO_2 | I_2O_5 | XeO_4 XeO_3 | |
| | | V_2O_5 | CrO_3 | Mn_2O_7 | | |
| | | Nb_2O_5 | MoO_3 | Tc_2O_7 | RuO_4 | |
| | | Ta_2O_5 | WO_3 | Re_2O_7 | OsO_4 | |

Óxidos ácidos.
Parcialmente solubles en agua en donde liberan H⁺.

Óxidos también ácidos.
Insolubles en agua pero se disuelven y reaccionan con bases fuertes.

Otros óxidos no manifiestan propiedades ni ácidas ni básicas en agua. Se les denomina **óxidos neutros** como el CO, N₂O y NO.



Fuerza ácida de los óxidos

Se determina comparando su ΔG de reacción con una misma especie.

Óxidos ácidos



Óxidos básicos





Clasificación ácido-base de silicatos (M^{n+} , Si, O)

| % de SiO_2 | color | carácter ácido | ejemplo |
|---------------------------------------|--------------|-----------------------|---|
| > 66 | claro | ácido | Granito (gris claro) |
| 52 - 66 | ↓ | intermedio | |
| 45 - 52 | ↓ | básico | Basalto (negro) |
| < 45 | oscuro | muy básico | Olivina (MgFeSiO_4 , 35% de SiO_2) |



Los óxidos y la oxidación

- Muchos óxidos son de enorme importancia tecnológica como los vidrios, las **zeolitas**, etc.
- Otros, como los que se encuentran en la atmósfera, son de interés ambiental, principalmente los de nitrógeno y azufre.
- Las reacciones redox están presentes en casi todos los ambientes químicos naturales y artificiales.
- La ubicua presencia del agua y del oxígeno en La Tierra favorecen las reacciones redox.
- Estas reacciones dependen de la inestabilidad termodinámica de un soluto en presencia de agua, oxígeno y otros solutos.

**VER SECCIÓN 4.5 DEL
WOOLFSBERG (PAGS. 106-113)**

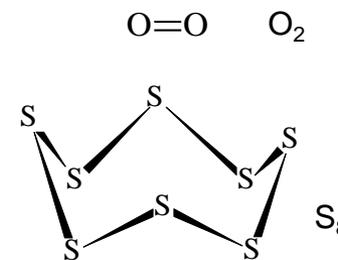
¿De qué se trata?



El grupo 16

- Dentro de este grupo, el oxígeno y el azufre son los que muestran el comportamiento más diverso y sobresaliente.
- El oxígeno, por su pequeño tamaño y su ausencia de orbitales d , cumple con la regla del octeto. Por esto, oxígeno sólo forma el OF_2 mientras que azufre puede formar SF_2 , SF_4 y SF_6 entre otros.
- Al contrario del grupo 14, en los calcógenos la tendencia a formar cadenas aumenta hacia abajo en el grupo.

| Enlace | E_σ (kJ/mol) | E_π (kJ/mol) |
|---------|---------------------|------------------|
| O – O | 142 | 350 |
| S – S | 270 | 155 |
| Se – Se | 210 | 125 |



- Dioxígeno. Aunque el oxígeno es uno de los elementos más abundantes en La Tierra, el O_2 en la atmósfera apareció por causas biológicas más que geológicas. **¿Sabes cómo fue?**
- ozono, peróxido de hidrógeno, agua.

¿Qué sabes de estas especies oxigenadas y de las llamadas especies reactivas de oxígeno?

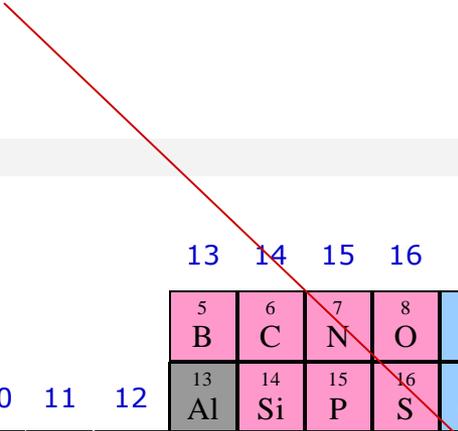


Grupo 16

- A diferencia del oxígeno, el azufre presenta muchas formas alotrópicas.
- La química del azufre es extremadamente amplia y diversa.
- Muchos de sus halogenuros son de gran importancia como el SF_6 .
¿Qué tiene de bueno y de malo este compuesto?
- Otros compuestos, no menos importantes son:
 - H_2S : ácido sulfhídrico
 - H_2SO_4 : ácido sulfúrico. ¿Sabes cuánto y cómo se produce y en qué se usa?
 - SO_2 y SO_3 :
- Aspectos biológicos.
¿Sabes qué es lo que produce los “rizos” en el cabello de los que no son lacios?
¿Qué importancia tiene el selenio en los sistemas biológicos?



Grupo 17, los halógenos



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | |
| 1 H | 2 | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 | He |
| 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne | |
| 11 Na | 12 Mg | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr | |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe | |
| 55 Cs | 56 Ba | 57-71 | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn | |
| 87 Fr | 88 Ra | 89-103 | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Uuu | 112 Uuu | 113 Uuu | 114 Uuu | 115 Uuu | 116 Uuu | 117 Uuu | 118 Uuu | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu |
| 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr |



Los halógenos

El estado de agregación en estos elementos manifiesta una tendencia desde el estado gaseoso hasta el estado sólido.

El bromo es el único no metal líquido a temperatura ambiente.

¿Por qué el bromo es líquido?



Los halógenos

Cloro tiene la mayor afinidad electrónica de la tabla periódica, 349 kJ/mol.

Pero es menos oxidante que flúor cuya afinidad electrónica es de 328 kJ/mol.

En cambio, el flúor es el elemento más oxidante.

$$E^\circ(\text{F}) = 2.86 \text{ V} \quad \text{vs} \quad E^\circ(\text{Cl}) = 1.35 \text{ V}$$

¿Por qué esta aparente discrepancia?



Los halógenos

Mientras que la reactividad de los metales alcalinos aumenta hacia abajo en el grupo, en los halógenos ocurre lo contrario.

Pueden presentar casi todos los estados de oxidación.

Sus oxoaniones son agentes oxidantes, algunos muy fuertes.

¿Qué pasa con los percloratos?



Los halógenos

Los halógenos y sus oxoaniones muchas veces sufren dismutación.

Analiza los diagramas de Frost para cloro, bromo y yodo y compruébalo.



Los halógenos mucho más que saber...

- ¿Inertes o reactivos?
- ¿Oxidantes o reductores?
- ¿Escasos o abundantes?
- ¿Venenos o nutrientes?
- ¿Para qué se usan?
- ...etc.



Grupo 18, los gases nobles

- Debido a su baja o nula reactividad, todos se encuentran en forma de gases monoatómicos. Son incoloros e inodoros.
- Hasta hoy, sólo se han aislado compuestos de Xe, Kr y Rn.
- Son poco abundantes en la atmósfera y, exceptuando al argón, todos poseen abundancias menores a 0.002 % en volumen.
- A pesar de su escasez, se producen un millón de toneladas anuales de argón por medio de destilación fraccionada del aire.
- **¿De dónde se obtiene el helio en La Tierra?**
- Forman clatratos. **¿Sabes qué es un clatrato?**
- **¿Un clatrato es un compuesto químico?**

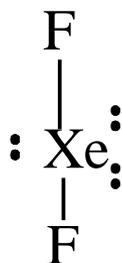


Grupo 18, los gases nobles

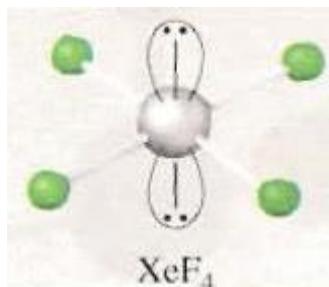
- A pesar de su baja reactividad se han logrado obtener algunos compuestos, principalmente del xenón.



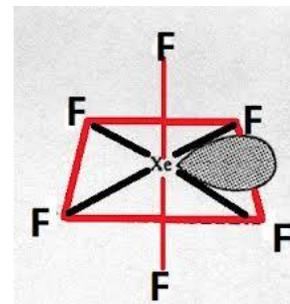
Los 3 son sólidos blancos estables.



10 e



12 e



14 e

¿Por qué son estables estos compuestos?

¿Hay alguna relevancia biológica de estos elementos?

¿Qué otros compuestos de gases nobles se han preparado?



Obtención de XeF_6

Xenon hexafluoride, XeF_6 , is prepared by the 1966 method of heating a 20: 1 mixture of fluorine and xenon in a sealed reactor at **300 °C** for 15-17 hours at a total pressure of approximately **50 atm**. The product mixture can be purified by complexing with sodium fluoride followed by thermal decomposition of the NaXeF_7 , which is formed, to yield pure XeF_6 .

However, this method must be used with extreme caution because it requires the use of fluorine at high temperatures and pressures.

Irradiation of Xe and F_2 with a high-pressure UV lamp has also been used to prepare XeF_6 but with poor yields and purity.



Para saber más:

Leer y estudiar en el Rayner-Canham, en el Wulfsberg, en el Atkins o en el Housecroft

Sería importante que sepan para cada grupo representativo de la tabla periódica lo siguiente:

- ¿Qué les pasa a sus elementos en agua?
- ¿Qué compuestos forman con el oxígeno?
- ¿Qué haluros forman?
- ¿Qué nitruros forman?
- ¿Qué sulfuros forman?

Piloto de evaluación docente

- Información para los alumnos:
- Con el propósito de mejorar la evaluación docente de esta facultad, les solicitamos su amable participación en contestar con la mayor objetividad posible un cuestionario piloto que consiste en 15 preguntas con cinco opciones múltiples para responderlo.
- Este proceso lo podrán realizar, fuera de la facultad, **desde el viernes 15 al domingo 17 de mayo** del año en curso, corresponderá a las asignaturas de Química General I , Química General II y Química Inorgánica que actualmente están cursando.
- Adicional a su participación en este pilotaje, deberán de realizar la evaluación de sus profesores de la manera acostumbrada antes del proceso de inscripción del siguiente semestre.
- **Operatividad:**
- El estudiante ingresará a la página: “**escolares.quimica.unam.mx**” y seleccionará el rubro “**pilotaje química**” para contestar el cuestionario mencionado.
- Gracias por su participación en este proyecto, la cual redundará en una mejora para la facultad

**Si no tienes nada que decir,
aún tienes mucho que leer.**

gandhi[®]
libros · música · video · café