

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

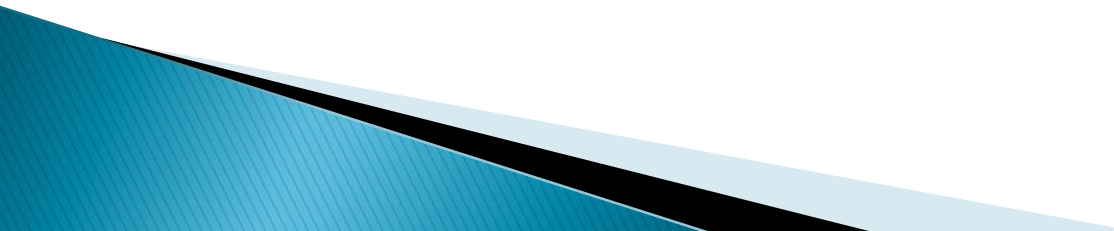
PROG: QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

Identificación de las propiedades
fisicoquímicas de los diferentes grupos de la
tabla periódica

UNIDAD I UA: Química Inorgánica 2018A

M EN C.A. CARLOS MEJÍA MARTÍNEZ

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

- ▶ Permanganato de potasio
 - ▶ Cloruro de hidrógeno
 - ▶ Ácido sulfhídrico
 - ▶ Carbonato ácido de potasio
 - ▶ Acido hipofosforoso
 - ▶ Acido perclórico
 - ▶ Ioduro de estroncio
 - ▶ Cloruro de hierro (III)
- 

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

- ▶ KmnO_4
- ▶ $\text{HCl}_{(g)}$
- ▶ H_2SO_4
- ▶ KHCO_3
- ▶ H_3PO_2
- ▶ HClO_4
- ▶ Srl_2
- ▶ FeCl_3

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

- ▶ TeO_3
- ▶ Cu(OH)_2
- ▶ AlH_3
- ▶ BaCrO_4
- ▶ K_2O_2
- ▶ Cs_2SO_3

Nomenclatura de compuestos inorgánicos

- ▶ trióxido de telurio
- ▶ hidróxido cúprico
- ▶ hidruro de aluminio
- ▶ cromato de bario
- ▶ peróxido de potasio
- ▶ sulfito de cesio

Propiedades fisicoquímicas de los elementos

Carga nuclear efectiva

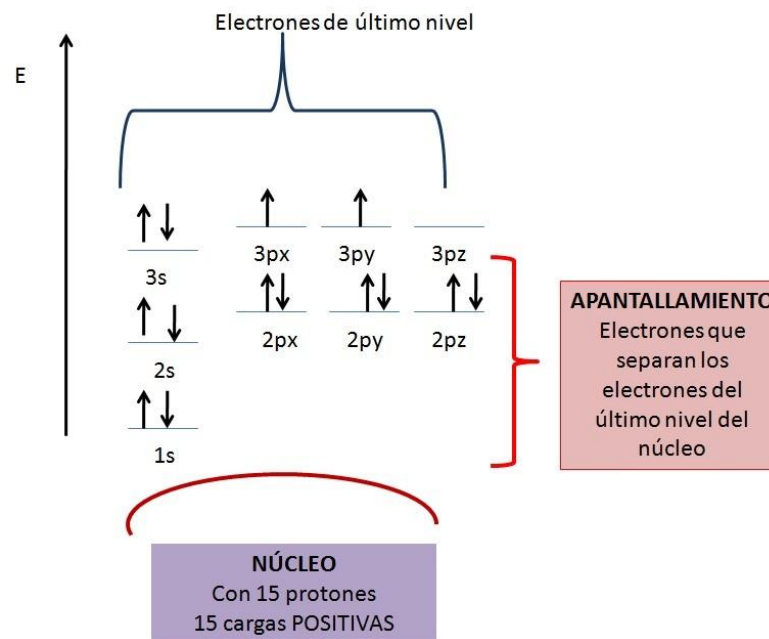
- ▶ La **carga nuclear efectiva** (Z_{ef}) es la **carga** positiva neta experimentada por un electrón en un átomo polielectrónico.
- ▶ El término "**efectiva**" se usa porque el efecto pantalla de los electrones más cercanos al núcleo evita que los electrones en orbitales superiores experimenten la **carga nuclear completa**.

Carga nuclear efectiva, reglas de Slater

- ▶ En 1930 se crearon una fórmula que correlaciona Z_{ef} con la carga nuclear Z .

$$Z_{ef} = Z - \sigma$$

- ▶ Donde σ es la **constante de apantallamiento de Slater**.



Reglas para cálculo de σ

1. Los electrones de orbitales de número cuántico principal más grande contribuyen con cero
2. Cada electrón del mismo número cuántico principal contribuye con 0,35 (solo si son a, d y f en orbitales s y p contribuyen con 1,0)
3. Los electrones del nivel cuántico principal (n-1) contribuyen con 0,85 (solo si es del orbital d o f aportan 1,0).
4. Todos los electrones de los niveles cuánticos principales inferiores aportan 1,0 cada uno.

Ejemplo

- ▶ Calcular la carga nuclear efectiva de una de los electrones 2p del oxígeno ($1s^22s^22p^4$)

1. Primero calcular

$$\sigma = (2 \times 0,85) + (5 \times 0,35) = 3,45$$

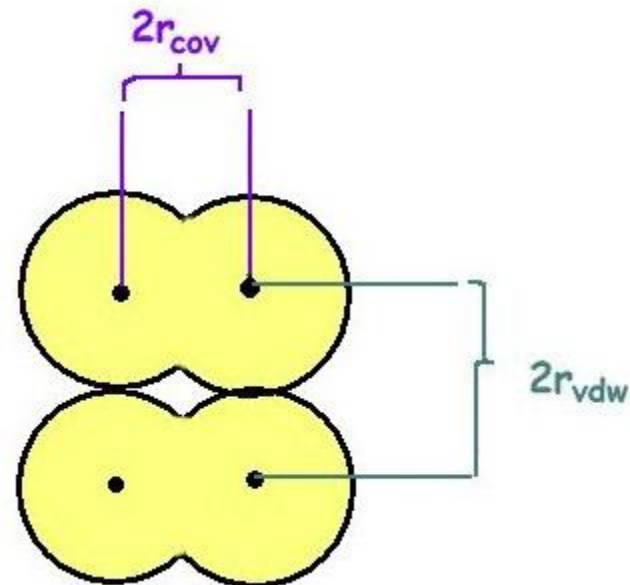
2. Calcular $Z_{ef} = Z - \sigma$

$$Z_{ef} = (2 + 2 + 4) - \sigma$$

$$Z_{ef} = (8) - 3,45 = \underline{4,55}$$

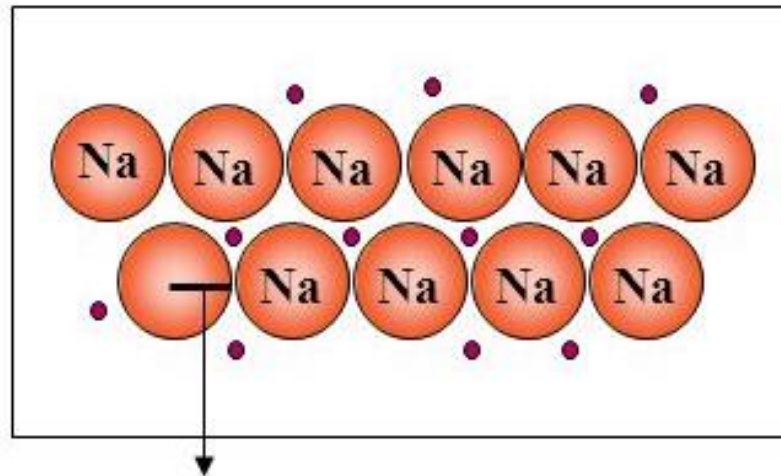
Radios atómicos

- ▶ Mitad de la distancia que separa los núcleos de dos átomos unidos por un enlace covalente, lo que nos da el r_{cov} .
- ▶ Mitad de la distancia que hay entre los núcleos de dos átomos de moléculas vecinas r_{vdw} .



Radios atómicos

- ▶ Para elementos metálicos tenemos que la mitad de la distancia que separa los núcleos de dos átomos vecinos en el metal sólido.

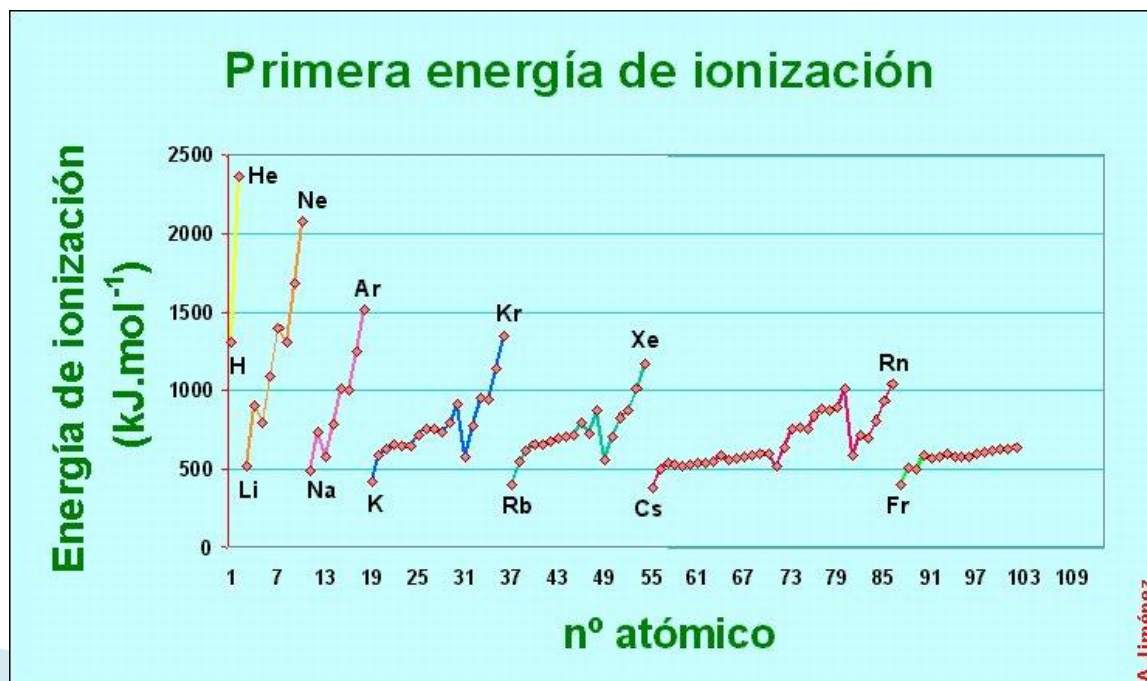
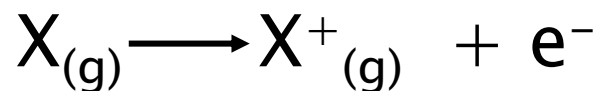


Radio metálico

Sus unidades normales son pm, 10^{-12}m

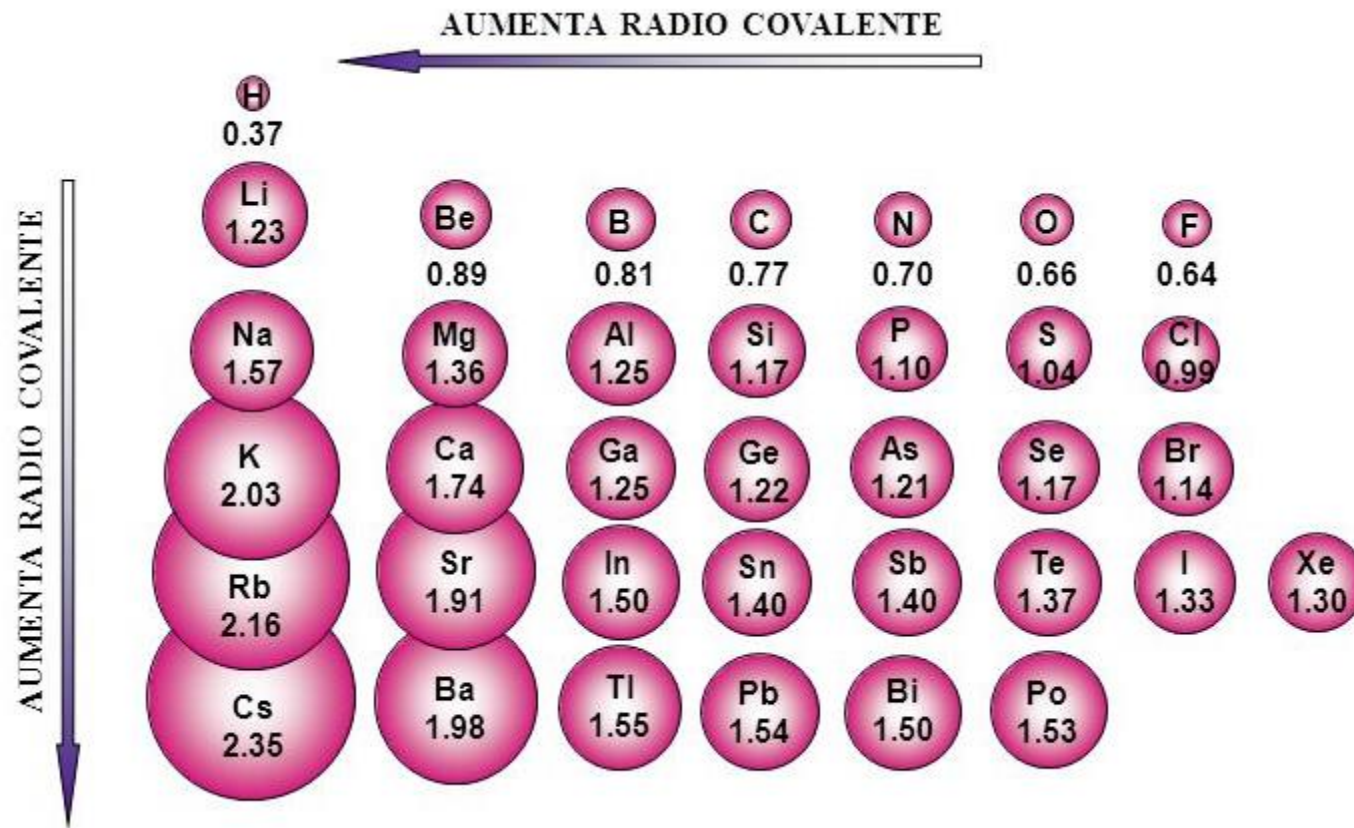
Energía de ionización

- ▶ Es la energía necesaria para extraer un electrón del orbital ocupado más externo al átomo libre. Casi siempre nos interesa la primera



Radios atómicos cont.

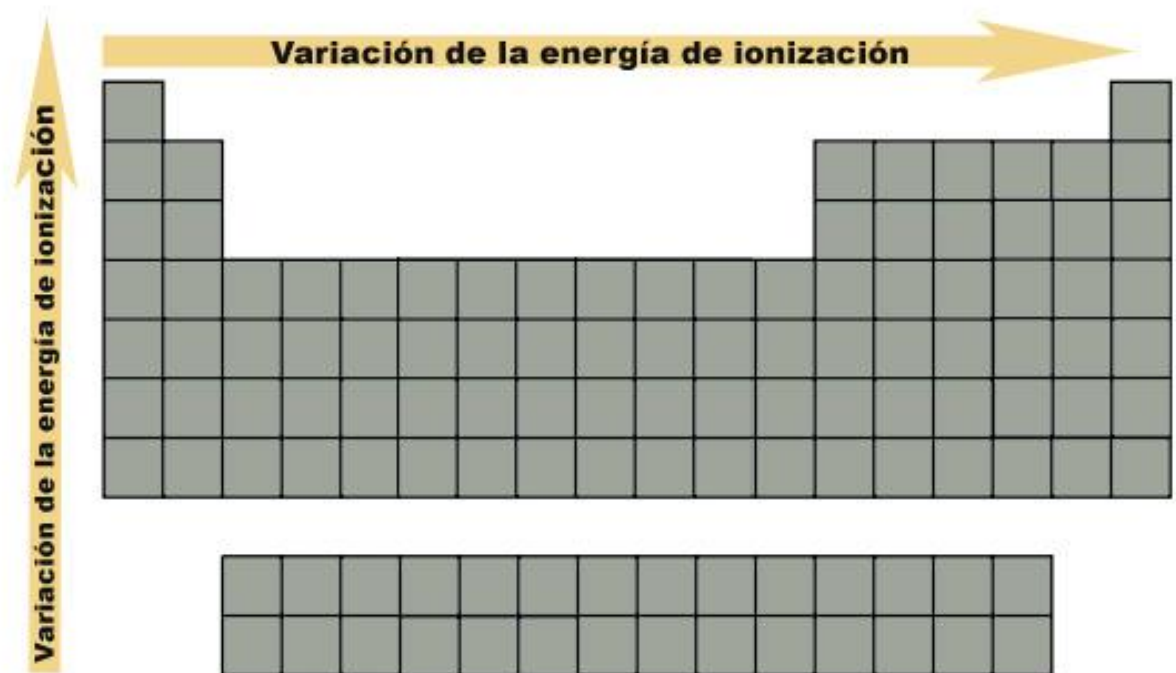
- ▶ Casi siempre usaremos los radios covalentes.



Chequen variaciones de éste en tendencia de la tabla periódica

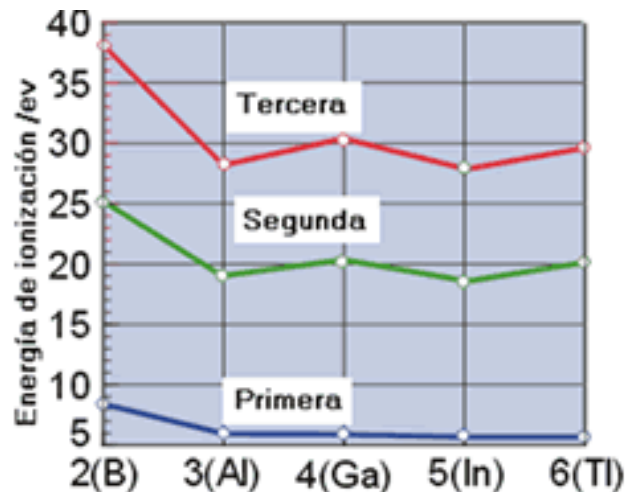
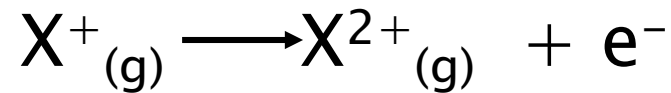
Energía de ionización

- ▶ En términos generales, al descender en un grupo disminuye la primera energía de ionización (en función del radio atómico).



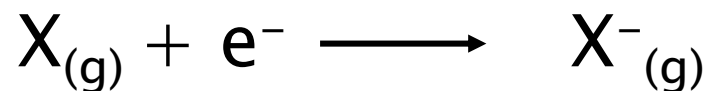
Energía de ionización

- ▶ También podemos calcular la Energía de segunda ionización.



Afinidad electrónica

- ▶ Energía necesaria para agregar un electrón al orbital desocupado de más baja energía en un átomo libre.



- ▶ Energía que se desprende cuando se agrega un electrón a un átomo

*“Para los Químicos inorgánicos
las tendencias son fundamentales”*

Afinidad electrónica

Afinidades Electrónicas (KJ/mol)

FullQuímica.com

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H 73							He <0
Li 60	Be ≤0	B 27	C 122	N 0	O 141	F 328	Ne <0
Na 53	Mg ≤0	Al 44	Si 134	P 72	S 200	Cl 349	Ar <0
K 48	Ca 2,4	Ga 29	Ge 118	As 77	Se 195	Br 325	Kr <0
Rb 47	Sr 4,7	In 29	Sn 121	Sb 101	Te 190	I 295	Xe <0
Cs 45	Ba 14	Tl 30	Pb 110	Bi 110	Po ?	At ?	Rn <0

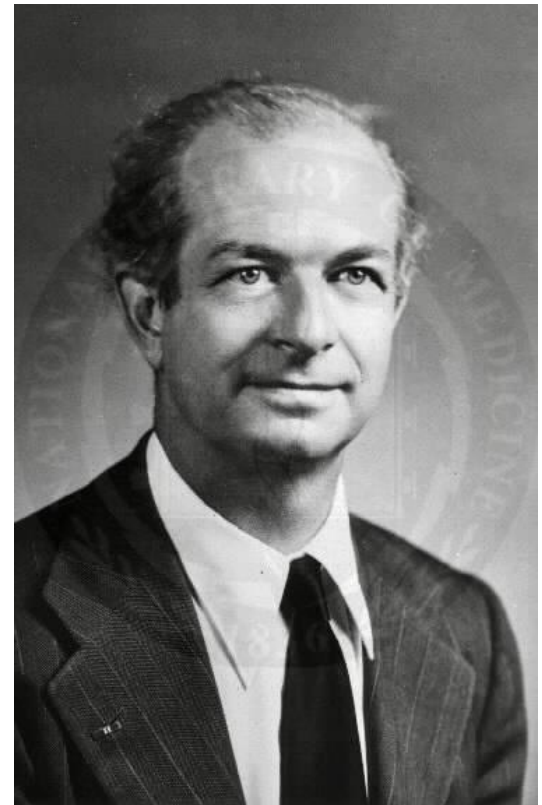
Afinidad electrónica

- ▶ La adición de un electrón a un metal alcalino es un proceso exotérmico ya que se requiere energía.
- ▶ La formación de iones implica la competencia por los electrones entre los elementos, ya que la formación de un anión de un no metal es más exotérmica que la de un metal, son los no metales los que ganan un electrón, en vez de los metales.

¿Por qué la débil afinidad negativa del Be?

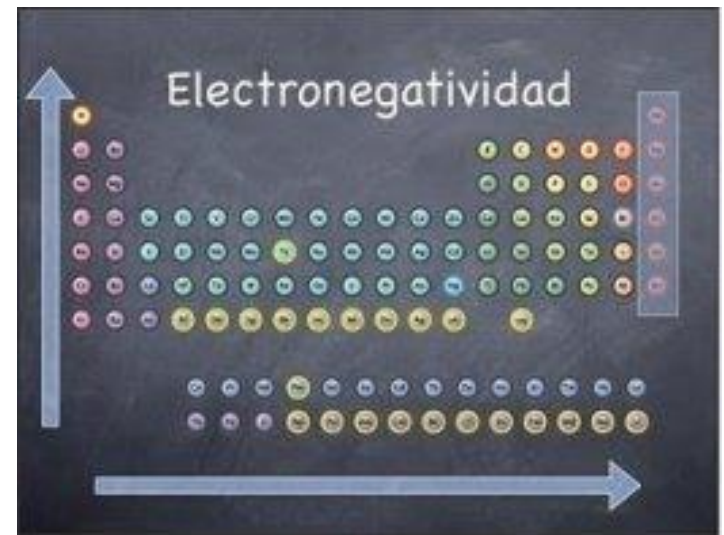
Electronegatividad

- ▶ Linus Pauling la define como:
“Poder que el átomo de una molécula tiene para atraer electrones hacia si mismo”.



Electronegatividad

- ▶ Esta atracción relativa de los pares de electrones enlazantes refleja la Z_{ef} comparativa de los dos átomos sobre los electrones compartidos.
- ▶ Se comportan igual que la E.I.



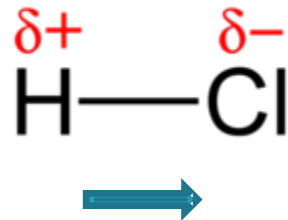
Electronegatividad

- ▶ La escala es arbitraria y le da al flúor el valor más alto.

H						
2.1						
Li	Be	B	C	N	O	F
0.97	1.5	2.0	2.5	3.1	3.5	4.0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
1.0	1.2	1.5	1.7	2.1	2.4	2.8
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
0.9	1.0	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
0.89	1.0	1.5	1.72	1.82	2.0	2.2
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At
0.86	0.97	1.4	1.5	1.7	1.8	1.9

Electronegatividad

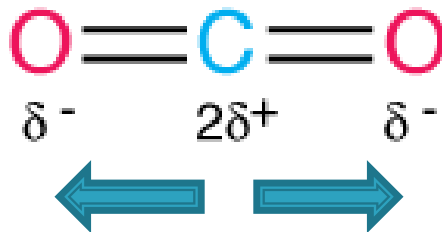
- ▶ Cabe recalcar que los electrones enlazantes no se comparten igual entre los dos átomos, sino la mayor Z_{ef} del cloro hace que el átomo.



- El valor de δ indica una carga parcial y la flecha indica la dirección del dipolo

Electronegatividad

- ▶ Los dipolos pueden cancelarse mutuamente al actuar en sentidos opuestos.
- ▶ Esto nos ayuda a descubrir la polaridad de las moléculas.



Electronegatividad

- ▶ Las atracciones dipolo–dipolo son un efecto secundario adicional al efecto del dipolo inducido.

Checa el efecto del cloruro de hidrógeno contra el bromuro de hidrógeno

ELECTRONEGATIVIDAD DE Robert Mulliken

- ▶ Cuando un elemento presenta una elevada energía de ionización y una elevada afinidad electrónica, entonces presenta una gran tendencia a adquirir electrones más que a perderlos, por ello, cuando ese elemento forma parte de un compuesto químico deberá ser electronegativo.
- ✓ Si tanto E_I y AE son altos, también será elevada la X_M

$$X_M = \frac{E_I + AE}{2}$$



ELECTRONEGATIVIDAD DE Allred y Rochow

- ▶ Esta se obtuvo por el efecto del campo eléctrico sobre la superficie del átomo.
- ▶ El campo eléctrico para un sistema de este tipo debe ser proporcional al Z_{ef}/r^2 , lo que se define como:

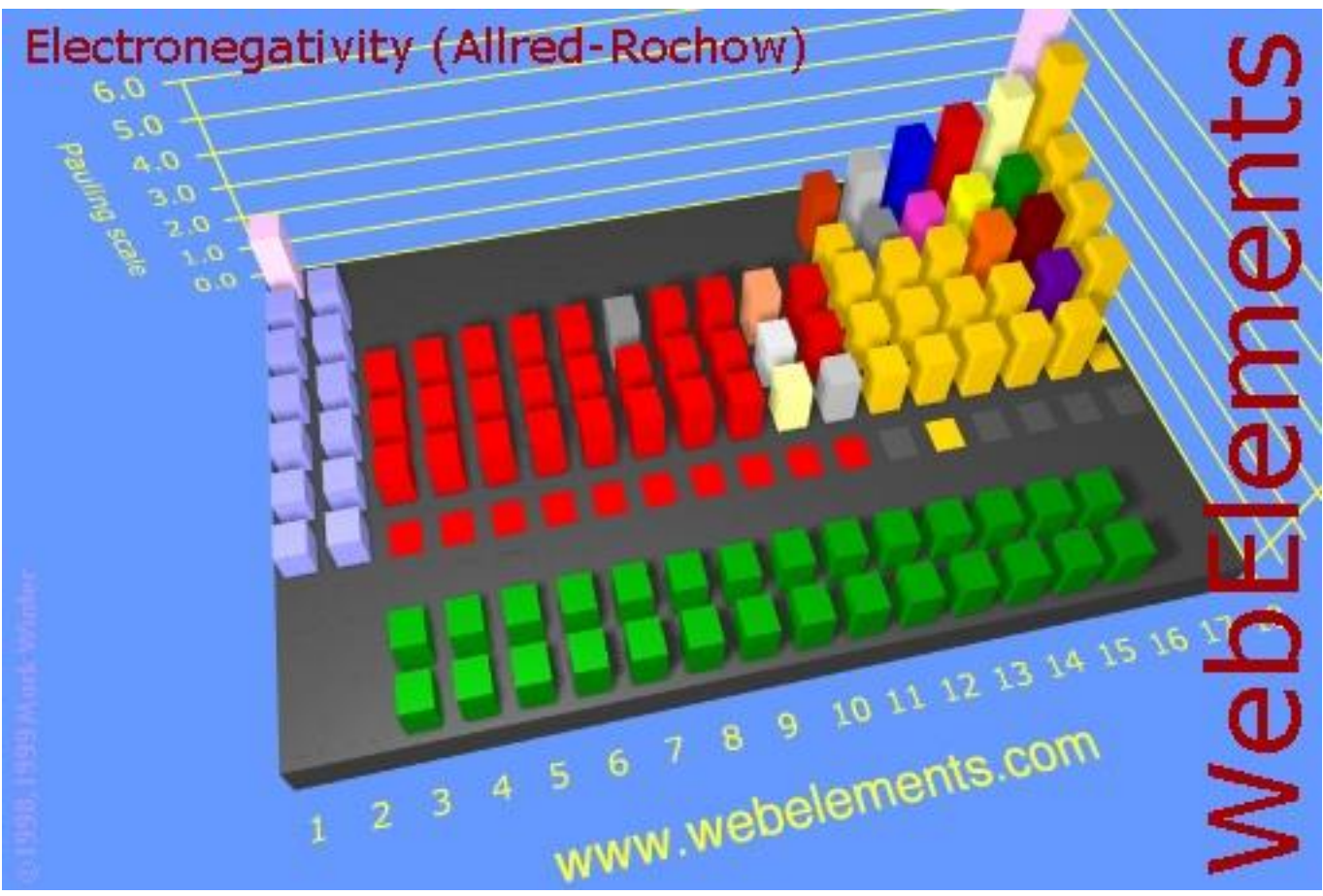
$$X_{AR} = 0,744 + (0,3590 Z_{ef}/r^2)$$

- ✓ Donde r se expresa en Å^0 .

ELECTRONEGATIVIDAD DE Allred y Rochow

- ▶ Esta atracción relativa de electrones refleja la carga nuclear efectiva Z^* comparativa a los dos átomos sobre los electrones compartidos por tanto los valores aumentan de izquierda a derecha a lo largo de un periodo y disminuyen hacia abajo en los grupos de la misma manera que lo hacen las energías de ionización

Electronegativity (Allred-Rochow)



© 1998, 1999 Mark Winter

www.webelements.com

webelements

Carácter ácido – base

TEORIA	ACIDO	BASE	PARTICULA
<u>Arrenius</u>	Cede H ⁺ H ₂ SO ₄	Cede OH ⁻ <u>NaOH</u>	H ⁺ / OH ⁻
<u>Bronsted-Lowry</u>	Cede H ⁺ <u>HCl</u>	Acepta H ⁺ NH ₃	H ⁺
<u>Lux-Flood</u>	Dona O <u>(CaO)</u>	Aceptor O (SiO ₂)	Oxígeno
Lewis	Acepta par de electrones (BF ₃)	Dona un par de electrones (R ₃ Ni)	Par de electrones

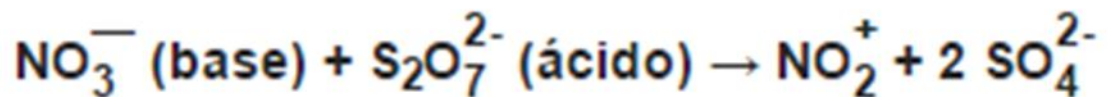
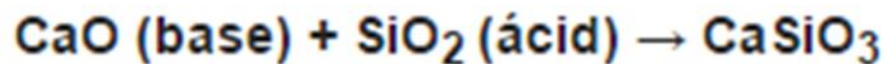
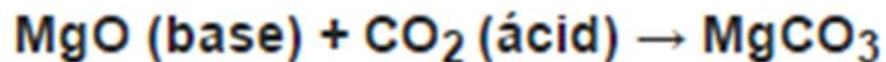
Carácter Ácido Formulado por Brønsted-Lowry

- ▶ Un "ácido es un compuesto que puede donar un protón, y una base es un compuesto que puede recibir un protón".
 - En consecuencia, una reacción ácido-base es la eliminación de un ion hidrógeno del ácido y su adición a la base.
- ▶ Esto no se refiere a la eliminación de un protón del núcleo de un átomo, sino a la eliminación de un ion hidrógeno (H^+).

Definición de Lux–Flood

- ▶ Esta definición, propuesta por el químico alemán Hermann Lux en 1939, mejorada posteriormente por Hakon Flood alrededor de 1947 y ahora usada comúnmente en geoquímica y electroquímica modernas de sales fundidas, describe a un **ácido** como un aceptor de aniones óxido, y una **base** como un donante de aniones óxido.

- Por ejemplo:



Lux-Flood Reactions

Acids are oxide acceptors, bases are oxide donors



base acid



basic
anhydride



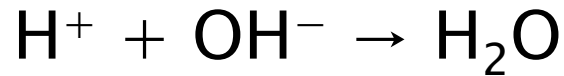
acidic
anhydride

Carácter Ácido Formulado por Brønsted-Lowry

- ▶ La eliminación de un protón (ion hidrógeno) de un ácido produce su base conjugada, que es el ácido con un ion hidrógeno eliminado, y la recepción de un protón por una base produce su ácido conjugado, que es la base con un ion hidrógeno añadido.
- ▶ Por ejemplo La eliminación de H^+ del ácido clorhídrico (HCl) produce el anión cloruro (Cl^-), base conjugada del ácido:
$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

Carácter Ácido Formulado por Brønsted-Lowry

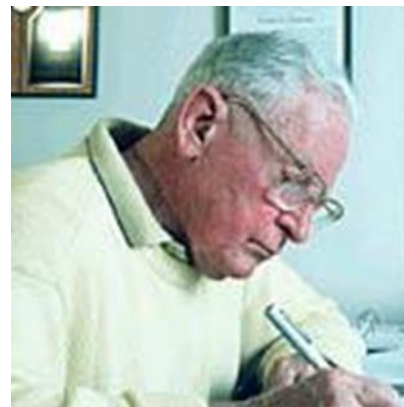
- ▶ La adición de H^+ al anión hidróxido (OH^-), una base, produce agua (H_2O), su ácido conjugado:



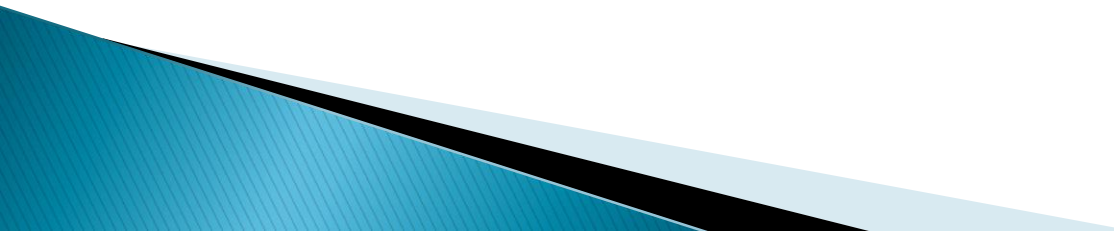
- ▶ También extiende el concepto de reacciones ácido-base a sistemas en los que no hay agua involucrada, tales como la protonación del amoníaco, una base, para formar el catión amonio, su ácido conjugado: $\text{H}^+ + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+$
- ▶ Esta reacción puede ocurrir en ausencia de agua, como en la reacción del amoníaco con el ácido acético: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

Definición de Pearson

- ▶ En 1963 Ralph Pearson propuso un concepto cualitativo avanzado conocido como *teoría ácido-base duro-blando* desarrollada posteriormente de forma cuantitativa con ayuda de Robert Parr en 1984.
 - Esta teoría ha encontrado uso en química orgánica e inorgánica



Definición de Pearson

- ▶ 'Duro' se aplica a especies que son pequeñas, tienen elevados estados de oxidación, y son débilmente polarizables. 'Blando' se aplica a especies que son grandes, tienen bajos estados de oxidación, y son fuertemente polarizables. Los ácidos y las bases interactúan, y las interacciones más estables son las duro-duro y blando-blando.
- 

Pearson

- ▶ Pearson demostró que la inclusión de muchas especies esta en función de su acidez clasificándolos como duros y blandos ayuda a la comprensión de la naturaleza de las reacciones químicas.

Tendencias a acomplejarse con iones metálicos (a)	Tendencias a acomplejarse con iones metálicos (b)
N>>P>As>Sb O>>S>Se>Te F>Cl>Br>I	N<<P>As>Sb O<<S<Se=Te F<Cl<Br<I

Pearson

- ▶ La estabilidad de los elementos complejos e pueden resumir así en dos grupos.
- a) Incluyen a los iones de los metales alcalinos, alcalinotérreos y de transición más ligeros en estados de oxidación muy altos como: Ti^{+4} , Cr^{+3} , Fe^{+3} , Cu^{+2} , H^{+}
- b) Incluye a los iones de los metales de transición más pesados y a los que se encuentran en su estado de oxidación mas bajos como: Cu^{+} , Ag^{+} , Fe^{+2} , Pt^{+2} ,

Ácidos duros**Bases duras**

H^+ , M^+ [elementos del grupo IA(1)]
 M^{2+} [elementos del grupo IIA(2)]
 M^{3+} (tierras raras)
 Cr^{3+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , Mn^{7+} , Fe^{3+} , Co^{3+}
 M^{4+} [elementos del grupo IVA(14)]
 M^{3+} [elementos del grupo IIIA(13)]
 N^{3+} , As^{3+}
 Cl^{3+} , Cl^{7+} , I^{5+} , I^{7+}

NH_3 , RNH_2
 H_2O , ROH , RO^- , R_2O , OH^- , O^{2-}
 $[CH_3CO_2]^-$, $[PO_4]^{3-}$, $[SO_4]^{2-}$, $[ClO_4]^-$, $[CO_3]^{2-}$
 F^-

Ácidos fronterizos**Bases fronterizas**

Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}
 Rh^{3+} , Ir^{3+}
 Sn^{2+} , Pb^{2+}
 Sb^{3+} , Bi^{3+}

C_5H_5N , N_2 , N_3^-
 $[SO_3]^{2-}$, $[NO_2]^-$
 Br^-

Ácidos blandos**Bases blandas**

Pd^{2+} , Pt^{2+} , Pt^{4+}
 M^+ [elementos del grupo IB(11)]
 BH_3 , GaX_3 ($X = Cl, Br, I$)
 CO , PR_3 ($R =$ alquilo, arilo)
 RX^+ ($X = O, S, Se, Te$)
 Cl, Br, I
 M^0

H^-
 CO , C_2H_4 , CN^- , CNR
 SCN^- , PR_3 , $P(OR)_3$, AsR_3
 R_2S , RS^-
 I^-

ACIDEZ DE USANOVICH

- ▶ La definición más general es la del químico ruso Mikhail Usanovich, y puede ser resumida como que un ácido es cualquier especie química que acepta especies negativas o dona especies positivas, y una base lo inverso.
 - Esto tiende a solaparse con el concepto de reacción redox (oxidación-reducción), por lo que no goza del favor de los químicos. Esto se debe a que las reacciones redox se enfocan mejor como procesos físicos de transferencia electrónica, en lugar de procesos de formación y ruptura de enlaces, aunque la distinción entre estos dos procesos es difusa.



ACIDEZ DE USANOVICH

- ▶ Un ácido es cualquier especie química que interacciona con bases, cede cationes o acepta aniones o electrones, lo contrario sucede con las bases.
- ▶ Aquí considera la insaturación de sustancias que interviene en las reacciones ácido-base.



Carácter oxidante reductor

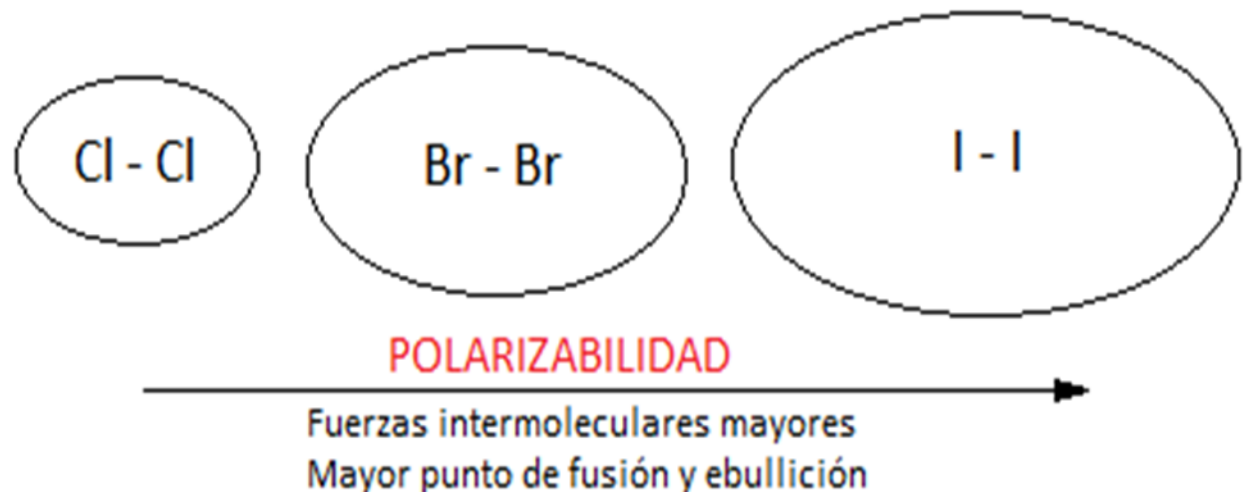
- ▶ El carácter oxidante es la capacidad de una molécula de reducir a la que reaccione con ella, es decir, de cederle electrones.
- ▶ Por el contrario el carácter reductor es la capacidad para oxidar la otra molécula que reaccione y así "quitarle" electrones.

Carácter oxidante reductor

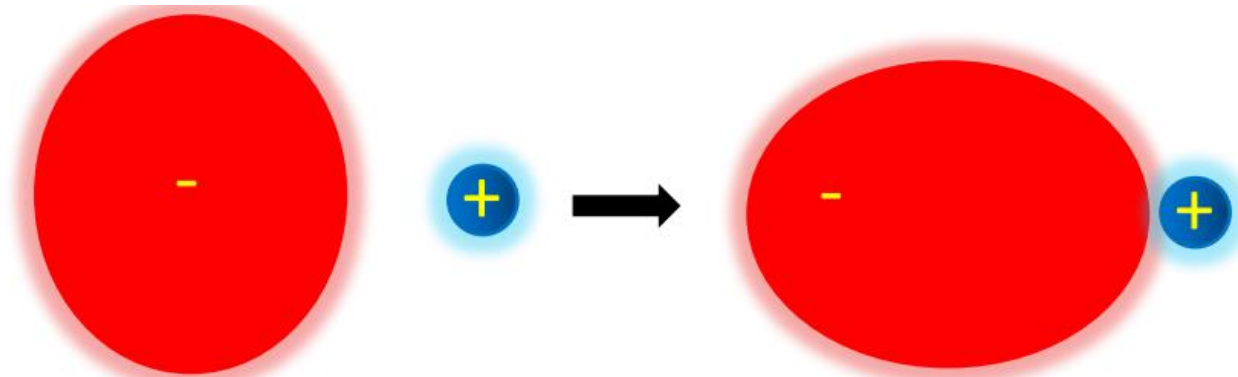
- ▶ Un compuesto de carácter oxidante significa que tiende a ceder, a dar electrones. ($\text{Fe}^0 \text{ ---- } \text{Fe}^{++} + 2\text{e}^-$), Y por el contrario un compuesto de carácter reductor es aquel que tiende a tomar electrones ($\text{Fe}^{+++} + 3\text{e}^- \text{ ----- } \text{Fe}^0$).
- ▶ O sea un compuesto oxidante actúa como agente reductor(sobre otro) y un compuesto que se reduce actúa como agente oxidante. En todos los procesos redox la carga cedida y tomada debe ser la misma.

Polarizabilidad

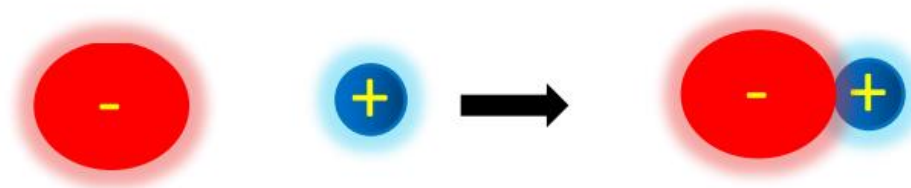
- ▶ Es la tendencia relativa de la nube electrónica a distorsionar su forma por la presencia de un ion o un dipolo cercano, es decir, por la presencia de un campo eléctrico externo.



Poder polarizante



MAS CARGADO POSITIVO, MAS PEQUEÑO: MAS POLARIZANTE, MAS DURO
MAS CARGADO NEGATIVO, MAS GRANDE: MAS POLARIZABLE, MAS BLANDO



MENOS CARGADO POSITIVO, MAS GRANDE: MENOS POLARIZANTE, MAS BLANDO
MENOS CARGADO NEGATIVO, MAS PEQUEÑO: MENOS POLARIZABLE, MAS DURO