

Química

Clase 2

Prof. Daniel Muñoz

daniel.munoz3@mail_udp.cl

Universidad Diego Portales

11 de marzo de 2025

udp FACULTAD DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS

Tópicos

¿Qué es la TP? un poco de historia: J. Döbereiner [?]

- J.W. Döbereiner, científico alemán fue el primero que propuso un ordenamiento, las llamadas *triadas* de elementos.



Figura: J.W. Döbereiner 1780-1849

¿Qué es la TP? un poco de historia: J. Döbereiner [?]

- J.W. Döbereiner, científico alemán fue el primero que propuso un ordenamiento, las llamadas *triadas* de elementos.
- Descubrió que si se promedian los *pesos equivalentes* de ciertos elementos (por ejemplo óxidos de...) se obtiene, aproximadamente la masa de un tercer elemento.

- $SrO = \frac{CaO + BaO}{2} = \frac{59 + 155}{2} = 107$
- $Br = \frac{Cl + I}{2} = \frac{35,5 + 127}{2} = 81,25$
- $Na = \frac{Li + K}{2} = \frac{7 + 39}{2} = 23,0$

Un poco de historia. Newlands [?]

- J Newlands, químico inglés que desarrolló el primer esbozo de la ley periódica, la ley de las octavas.

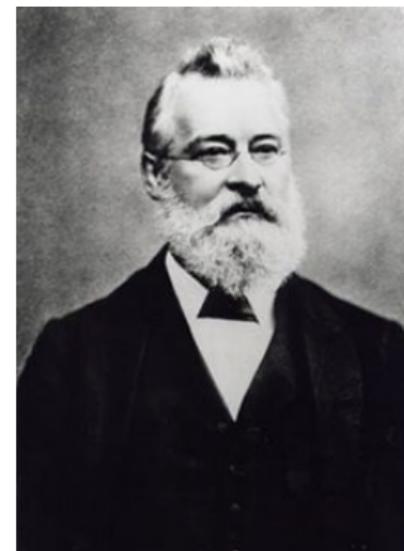


Figura: J. Newlands, químico inglés 1837 - 1898

Un poco de historia. Newlands [?]

- J Newlands, químico inglés que desarrolló el primer esbozo de la ley periódica, la ley de las octavas.
- Se percató que cuando se ordenan los elementos según su peso equivalente hay un incremento aproximado de 7 unidades, y una repetición de sus propiedades químicas cada 8 elementos

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50	
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Os 51	
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 24	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Hg 52	
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 25	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Tl 53	
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Pb 54	
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55	
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Th 56	

Figura: 1864 Publica «On the Law of Octaves»

Mendeléyev, El padre de la Tabla periódica [?].

- El padre de la TP y el gran hito fue marcado por el Profesor ruso Dmitri Mendeléyev.

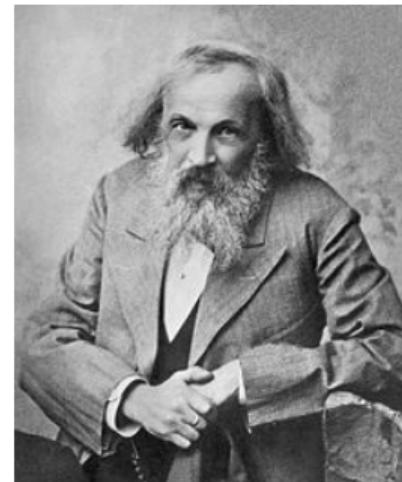


Figura: D. Mendeléyev (1834 - 1907)

Mendeléyev, El padre de la Tabla periódica [?].

- El padre de la TP y el gran hito fue marcado por el Profesor ruso Dmitri Mendeléyev.
- Intentando desarrollar de un modelo para enseñar los elementos conocidos hasta la fecha, Mendeléyev encontró ciertas regularidades en los elementos cuando se ordenan por sus masas.

Periodo	Gruppe I. H ⁺	Gruppe II. B ²⁺	Gruppe III. B ³⁺	Gruppe IV. BP ⁴⁻	Gruppe V. BP ³⁻	Gruppe VI. BP ²⁻	Gruppe VII. BP ⁻	Gruppe VIII. BP ⁰
1	H=1							
2	Li=7	B=8,9,10	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	K=19	Ca=20	Sc=21	Ti=24	Al=27	Si=28	P=31	Cl=35
4	Ca=23	Os=43	Cr=44	Tl=48	V=51	Cr=52	Mo=55	Pu=92, Os=93, Cr=95, Mo=96, Ca=93.
5	Fr=35	Br=37	Eu=38	Y=39	Zr=40	La=41	Pr=43	
6	(Quim 42)	Br=40	Eu=41	Y=42	Zr=42	La=43	Pr=45	Fe=56, Br=58, Ag=62
7	(Agm 105)	Cl=41,13	In=43,13	In=45,13	Sc=46,13	Sc=47,13	Y=48,13	
8	Os=153	In=137	Tl=139	(Os=140)	—	—	—	
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	(—)	—	Te=138	Te=139	Te=140	Te=141	Te=142	Te=143
11	(Agm 109)	Br=90	—	Tl=94	Tl=95	Br=96	—	Os=156, Br=157, Po=158, As=159.
12	—	—	—	Tl=95	Tl=96	Br=97	—	—

Figura: La TP propuesta por Mendeléyev, se pueden apreciar diferentes espacios en vacíos.

Mendeléyev, El padre de la Tabla periódica [?].

- El padre de la TP y el gran hito fue marcado por el Profesor ruso Dmitri Mendeléyev.
- Intentando desarrollar de un modelo para enseñar los elementos conocidos hasta la fecha, Mendeléyev encontró ciertas regularidades en los elementos cuando se ordenan por sus masas.
- Utilizando, esta idea de regularidad (ahora conocida como *ley periódica*), se aventuró a predecir el descubrimiento de varios elementos, entre ellos: Eka-aluminio, Eka-silicio.

Propiedad	Eka-aluminio	Galio
Masa	68	69.723
Densidad (g/cm ³)	6.0	5.91
T. Fusión (°C)	Baja	29.76
Formula del Oxido	Ea ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃
Formula del cloruro	Ea ₂ Cl ₆	Ga ₂ Cl ₆
Presión de vapor	Volátil	Volátil

En la actualidad.

- Existen muchos Sistemas Periódicos (no todos son tablas).

En la actualidad.

- Existen muchos Sistemas Periódicos (no todos son tablas).
- Cada uno de ellos tiene un uso diferente.

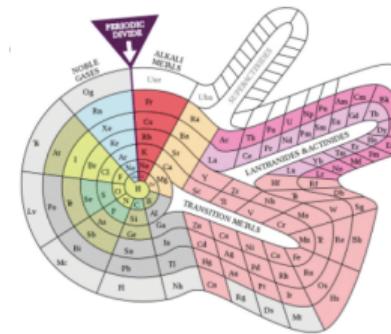


Figura: Espiral de Benfley 1964.

En la actualidad.

- Existen muchos Sistemas Periódicos (no todos son tablas).
- Cada uno de ellos tiene un uso diferente.

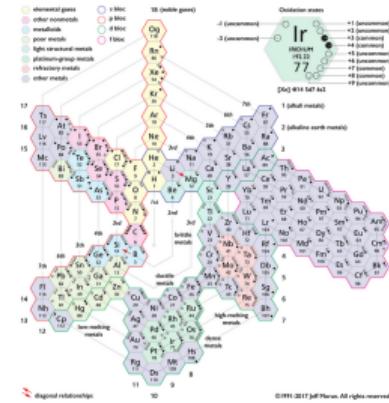


Figura: Hidrógeno central de Jeff Morgan.

En la actualidad.

- Existen muchos Sistemas Periódicos (no todos son tablas).
- Cada uno de ellos tiene un uso diferente.

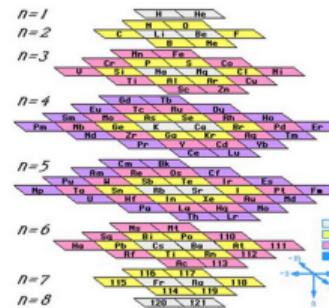


Figura: Capas 3D de Timothy Stowe.

En la actualidad.

- Existen muchos Sistemas Periódicos (no todos son tablas).
- Cada uno de ellos tiene un uso diferente.

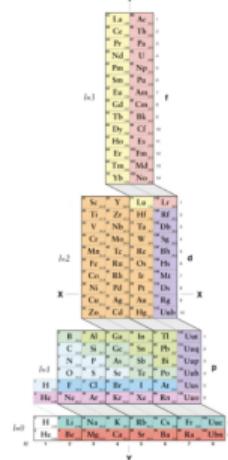


Figura: Columnas de Valery Tsimmerman 2006.

La «clásica»: 18 grupos (columnas) y 7 períodos (filas):

The image shows a standard periodic table with the following features:

- Groups (Columns):** Labeled 1 through 18 along the top.
- Periods (Rows):** Labeled 1 through 7 along the left.
- Element Properties:**
 - Atomic Number:** Indicated by a small number above each element symbol.
 - Symbol:** The standard one- or two-letter symbol for each element.
 - Name:** The full name of each element.
 - Average Atomic Mass:** Indicated by a small number below each element symbol.
- Color Coding:**
 - metals:** Pink boxes (Groups 1-2 and 13-18).
 - nonmetals:** Blue boxes (Groups 3-12).
 - metaloids:** Green boxes (Elements in Group 12).
 - He:** Yellow box (Hydrogen).
 - Ne:** Purple box (Helium).
- Specific Elements:**
 - Scandium (Sc):** Labeled with "Scandium 44.956".
 - Titanium (Ti):** Labeled with "Titanium 47.867".
 - Vanadium (V):** Labeled with "Vanadium 50.942".
 - Chromium (Cr):** Labeled with "Chromium 51.996".
 - Manganese (Mn):** Labeled with "Manganese 54.938".
 - Iron (Fe):** Labeled with "Iron 55.845".
 - Cobalt (Co):** Labeled with "Cobalt 58.933".
 - Nickel (Ni):** Labeled with "Nickel 58.693".
 - Copper (Cu):** Labeled with "Copper 63.546".
 - Zinc (Zn):** Labeled with "Zinc 65.38".
 - Gallium (Ga):** Labeled with "Gallium 69.723".
 - Germanium (Ge):** Labeled with "Germanium 72.630".
 - Arsenic (As):** Labeled with "Arsenic 74.922".
 - Selenium (Se):** Labeled with "Selenium 78.97".
 - Bromine (Br):** Labeled with "Bromine 79.904".
 - Krypton (Kr):** Labeled with "Krypton 83.798".
 - Antimony (Sb):** Labeled with "Antimony 121.766".
 - Tellurium (Te):** Labeled with "Tellurium 127.60".
 - Iodine (I):** Labeled with "Iodine 126.904".
 - Xenon (Xe):** Labeled with "Xenon 131.293".
 - Actinium (Ac):** Labeled with "Actinium 227".
 - Thorium (Th):** Labeled with "Thorium 232.038".
 - Protactinium (Pa):** Labeled with "Protactinium 231.036".
 - Uranium (U):** Labeled with "Uranium 238.029".
 - Nepalium (Np):** Labeled with "Nepalium 237".
 - Putherfordium (Pu):** Labeled with "Putherfordium 244".
 - American (Am):** Labeled with "American 243".
 - Curium (Cm):** Labeled with "Curium 247".
 - Berkelium (Bk):** Labeled with "Berkelium 247".
 - Californium (Cf):** Labeled with "Californium 251".
 - Einsteinium (Es):** Labeled with "Einsteinium 252".
 - Fermium (Fm):** Labeled with "Fermium 257".
 - Mendelevium (Md):** Labeled with "Mendelevium 258".
 - Nothelium (No):** Labeled with "Nothelium 259".
- Lanthanide series:** Elements 57-71 (La-Lu) are grouped together.
- Actinide series:** Elements 89-102 (Ac-Ts) are grouped together.

Algunos apuntes de la TP que debe conocer:

	Nombre	Bloque
IA	Metales Alcalinos	s
IIA	M. Alcalinos Térreos	s
IIIA	Boroídeos	p
IVA	Carbonoides	p
V A	Calcógenos	p
VIA	Anfígenos	p
VIIA	Halógenos	p
0	Gases nobles	p
Grupos B	Transición	d
Grupos A	Representativos	sp
Lantánidos y actínidos	Transición interna	f

¿Qué propiedades de los elementos varían a lo largo y ancho de la Tabla periódica?

- Existen muchas propiedades que varían a lo largo y ancho de la TP, a esas propiedades se les conoce como *Propiedades periódicas*.

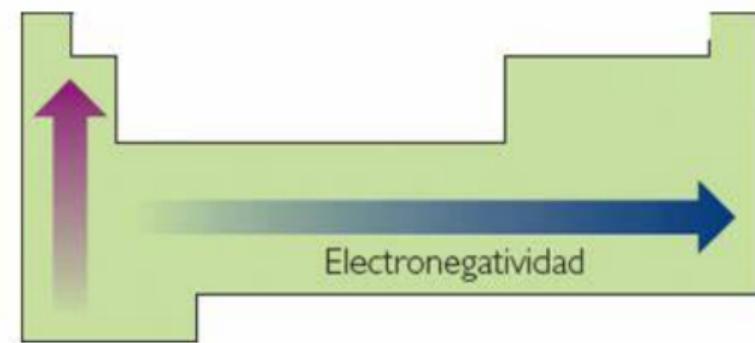


Figura: Variación en aumento de la EN a lo largo y ancho de la TP

¿Qué propiedades de los elementos varían a lo largo y ancho de la Tabla periódica?

- Existen muchas propiedades que varían a lo largo y ancho de la TP, a esas propiedades se les conoce como *Propiedades periódicas*.
- En este curso solamente estudiaremos la *Electronegatividad*.

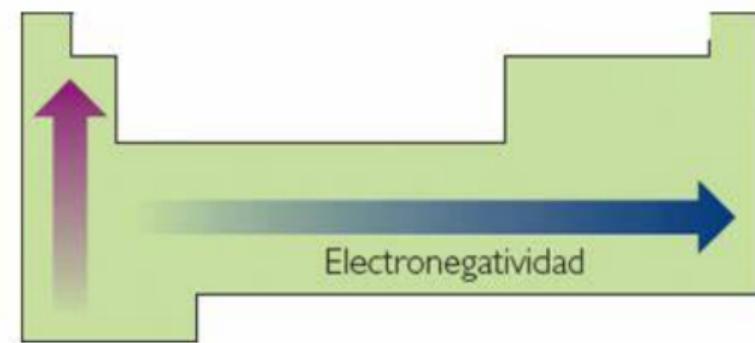


Figura: Variación en aumento de la EN a lo largo y ancho de la TP

¿Qué propiedades de los elementos varían a lo largo y ancho de la Tabla periódica?

- Existen muchas propiedades que varían a lo largo y ancho de la TP, a esas propiedades se les conoce como *Propiedades periódicas*.
- En este curso solamente estudiaremos la *Electronegatividad*.
- Electronegatividad: Tendencia de un elemento para atraer electrones [en un enlace].

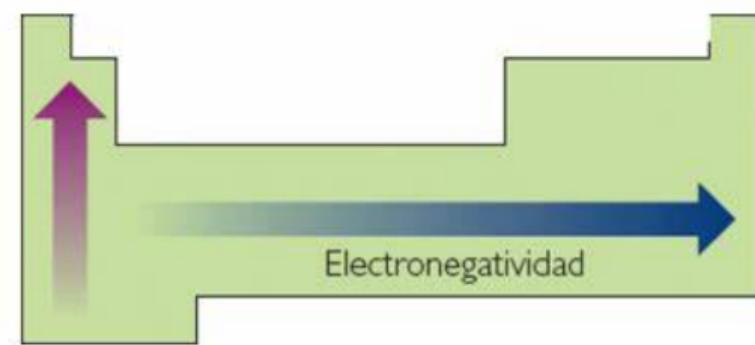


Figura: Variación en aumento de la EN a lo largo y ancho de la TP

¿Qué propiedades de los elementos varían a lo largo y ancho de la Tabla periódica?

- Existen muchas propiedades que varían a lo largo y ancho de la TP, a esas propiedades se les conoce como *Propiedades periódicas*.
- En este curso solamente estudiaremos la *Electronegatividad*.
- Electronegatividad: Tendencia de un elemento para atraer electrones [en un enlace].
- Existen, principalmente, dos escalas de electronegatividad, de Mulliken y Pauli. Usaremos la escala de Pauli la cual toma valores desde: 0,7 a 4 (sin unidades)

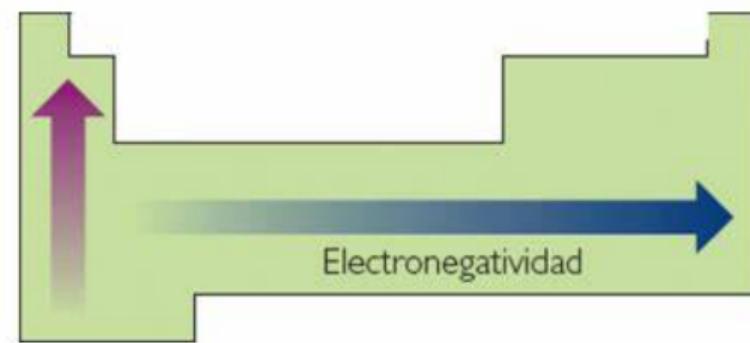


Figura: Variación en aumento de la EN a lo largo y ancho de la TP

Configuración electrónica y TP

- Habrá notado que si el elemento posee muchos electrones la configuración electrónica puede tornarse muy larga de escribir, ejemplo:
- ${}_{38}\text{Sr} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2$
- En química, los electrones que participan en las reacciones químicas son los del *último nivel*, dichos electrones reciben el nombre de **electrones de valencia** (ev), mientras que los «otros» corresponden al «kernel».
- Es por ello que para escribir CE que resalten solo a los ev utilizamos el gas noble anterior más próximo para resumir el «kernel» con ello la configuración anterior quedará:
- ${}_{38}\text{Sr} = [\text{Kr}]5s^2$

¿Qué es un enlace?

- Un enlace se define como la unión de dos átomos (o grupo) que conlleva a la formación de una entidad molecular independiente y estable. [?]

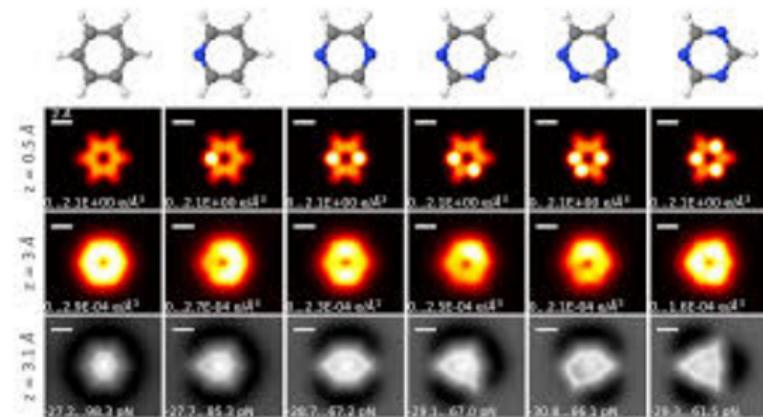


Figura: Imagen del benceno utilizando Microscopía de fuerza atómica

¿Qué es un enlace?

- Un enlace se define como la unión de dos átomos (o grupo) que conlleva a la formación de una entidad molecular independiente y estable. [?]
- Revisaremos 3 tipos de enlace

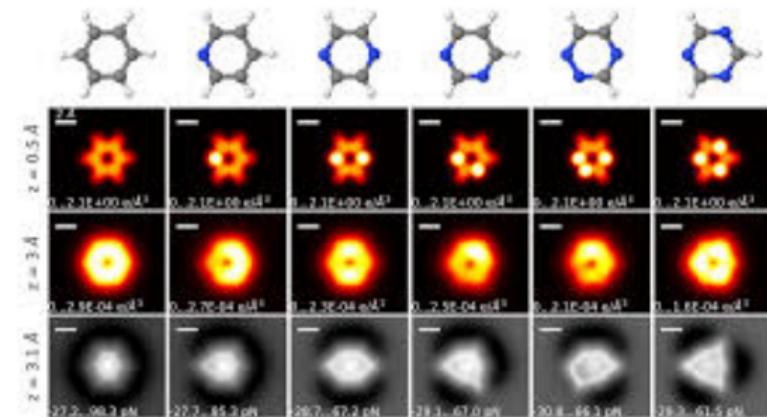


Figura: Imagen del benceno utilizando Microscopía de fuerza atómica

¿Qué es un enlace?

- Un enlace se define como la unión de dos átomos (o grupo) que conlleva a la formación de una entidad molecular independiente y estable. [?]
- Revisaremos 3 tipos de enlace
 - Metálico



Figura: Vigas metálicas

¿Qué es un enlace?

- Un enlace se define como la unión de dos átomos (o grupo) que conlleva a la formación de una entidad molecular independiente y estable. [?]
- Revisaremos 3 tipos de enlace
 - Metálico
 - Iónico



Figura: Sal (cristal de halita)

¿Qué es un enlace?

- Un enlace se define como la unión de dos átomos (o grupo) que conlleva a la formación de una entidad molecular independiente y estable. [?]
- Revisaremos 3 tipos de enlace
 - Metálico
 - Iónico
 - Covalente



Figura: Carbón

Enlace metálico

- El enlace metálico se da porque los electrones ceden sus electrones de valencia a todos los elementos del conjunto.

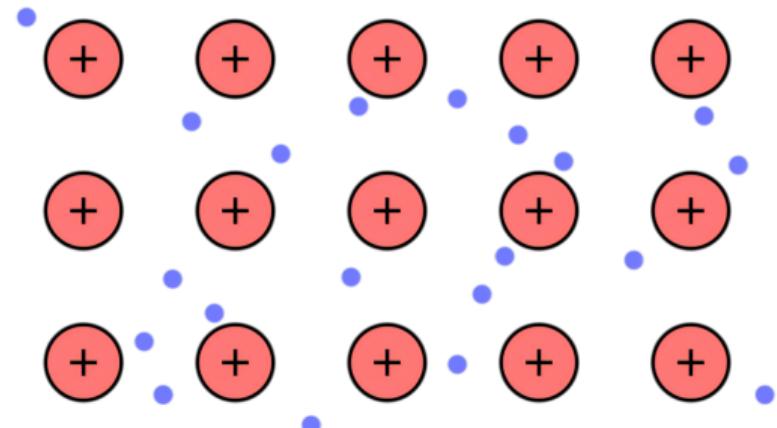


Figura: Teoría del *Mar de electrones*

Enlace metálico

- El enlace metálico se da porque los electrones ceden sus electrones de valencia a todos los elementos del conjunto.
- Esta deslocalización de los electrones se debe a: la baja electronegatividad

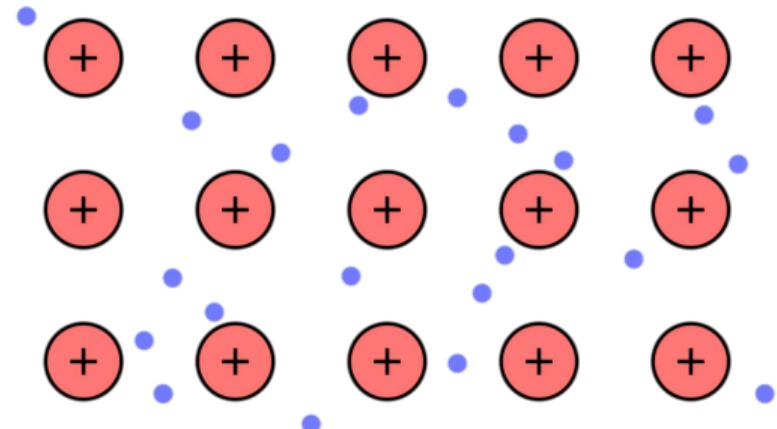


Figura: Teoría del *Mar de electrones*

Enlace iónico

- El enlace iónico se da entre un elemento metálico y otro no-metálico.

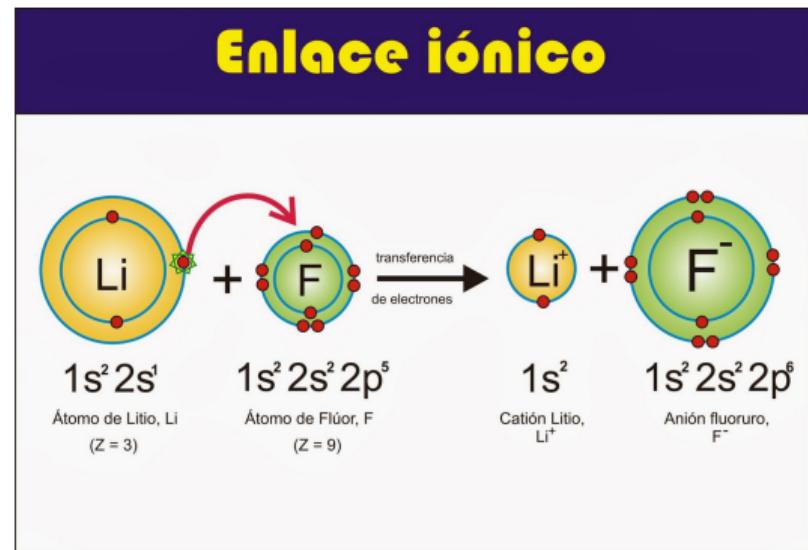


Figura: Explicación de la formación del LiF

Enlace iónico

- El enlace iónico se da entre un elemento metálico y otro no-metálico.
- Una determinación más cuantitativas es si $\Delta EN > 1,7$

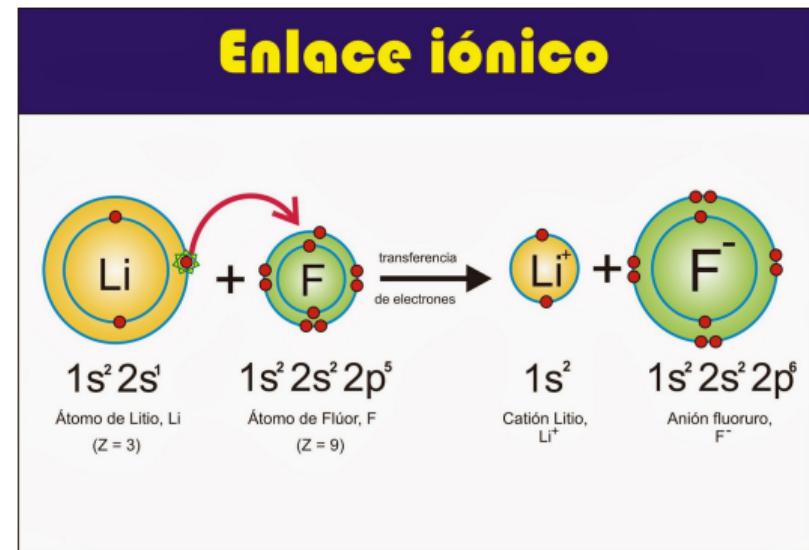


Figura: Explicación de la formación del LiF

Enlace iónico

- El enlace iónico se da entre un elemento metálico y otro no-metálico.
- Una determinación más cuantitativas es si $\Delta EN > 1,7$
- Una característica que aquí existe una cesión de electrones del metal al no-metal.

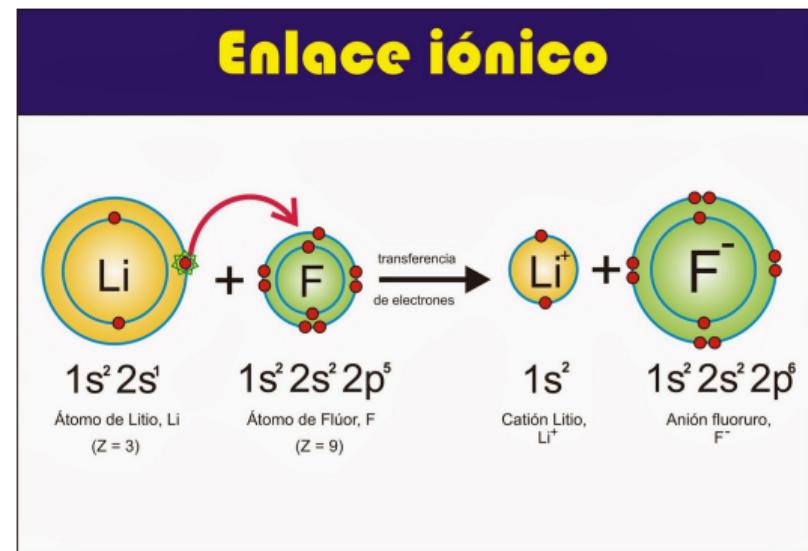


Figura: Explicación de la formación del LiF

Enlace iónico

- El enlace iónico se da entre un elemento metálico y otro no-metálico.
- Una determinación más cuantitativas es si $\Delta EN > 1,7$
- Una característica que aquí existe una cesión de electrones del metal al no-metal.
- De esta forma dejando al metal como *cátion* y al no-metal como *anión*.

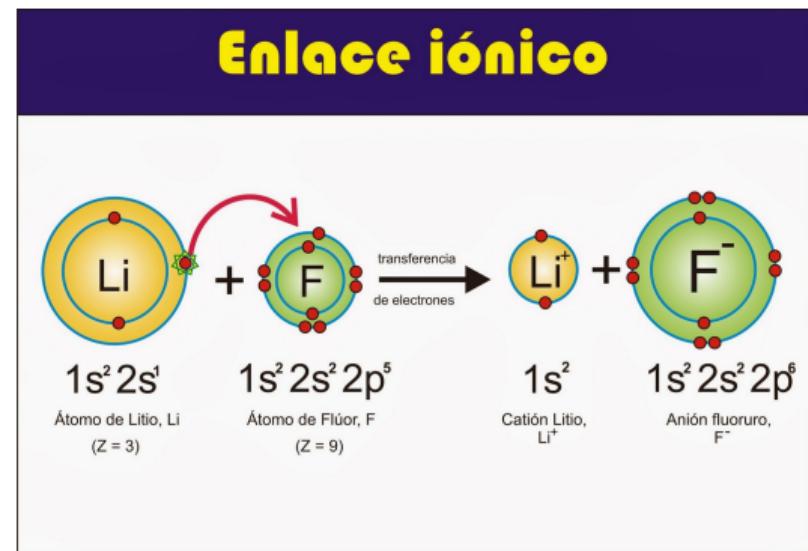


Figura: Explicación de la formación del LiF

Enlace iónico

- El enlace iónico se da entre un elemento metálico y otro no-metálico.
- Una determinación más cuantitativas es si $\Delta EN > 1,7$
- Una característica que aquí existe una cesión de electrones del metal al no-metal.
- De esta forma dejando al metal como *cátion* y al no-metal como *anión*.
- La transferencia de electrones se da en la medida que ambos elementos queden con una **capa llena**.

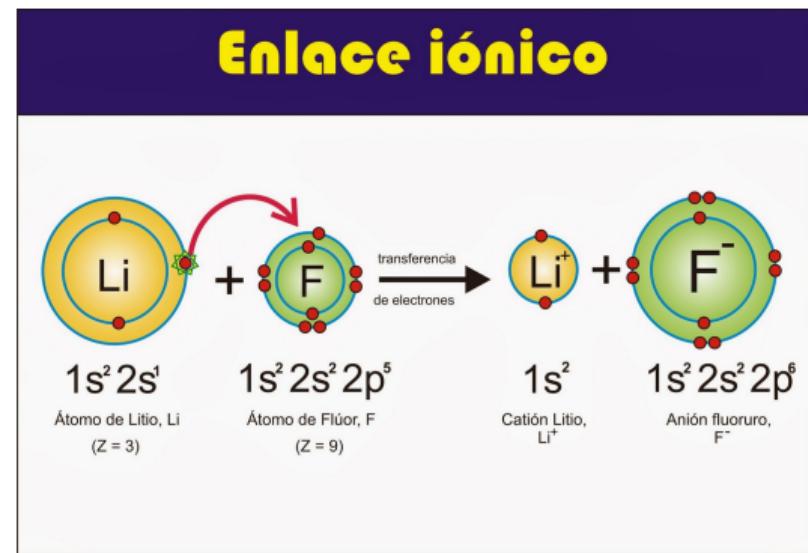
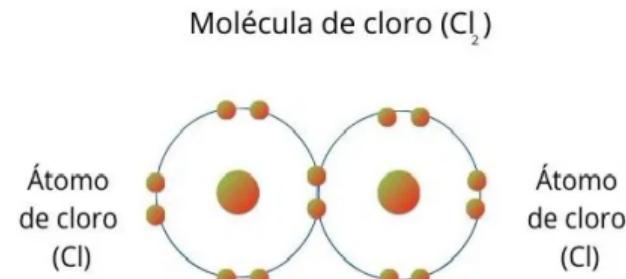


Figura: Explicación de la formación del LiF

Enlace Covalente

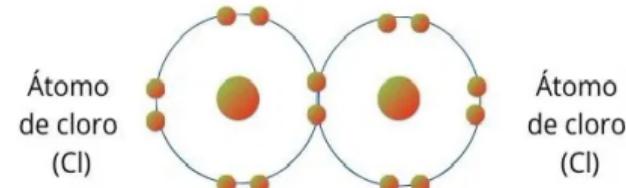
- El enlace covalente se entre la unión de dos no-metales.



Enlace Covalente

- El enlace covalente se entre la unión de dos no-metáles.
- En este tipo de enlaces se dice que ocurren cuando $\Delta EN < 1,7$

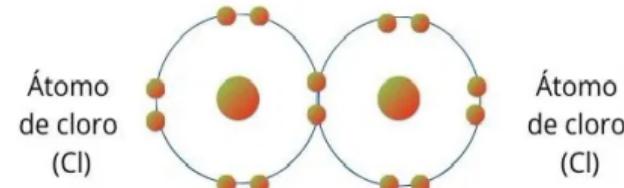
Molécula de cloro (Cl_2)



Enlace Covalente

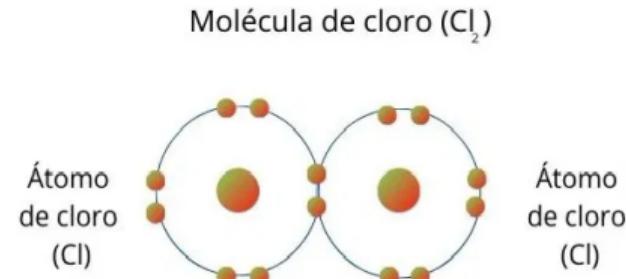
- El enlace covalente se establece entre la unión de dos no-metálicos.
- En este tipo de enlaces se dice que ocurren cuando $\Delta EN < 1,7$
- Dado que la diferencia de EN es pequeña, ambos elementos compiten por los electrones del otro.

Molécula de cloro (Cl_2)



Enlace Covalente

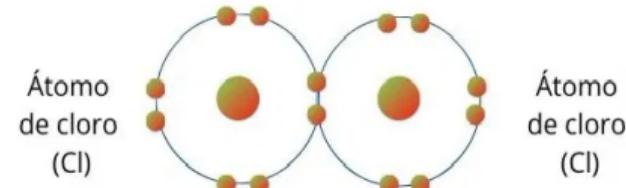
- El enlace covalente se establece entre la unión de dos no-metálicos.
- En este tipo de enlaces se dice que ocurren cuando $\Delta EN < 1,7$
- Dado que la diferencia de EN es pequeña, ambos elementos compiten por los electrones del otro.
- Existen dos tipos de enlace covalente:



Enlace Covalente

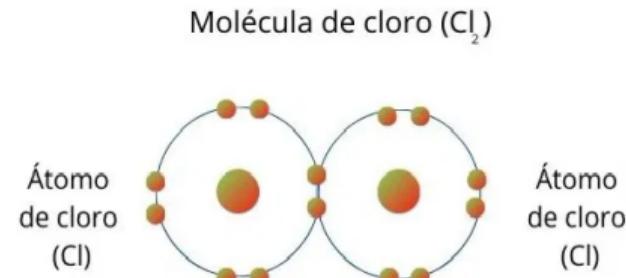
- El enlace covalente se entre la unión de dos no-metáles.
- En este tipo de enlaces se dice que ocurren cuando $\Delta EN < 1,7$
- Dado que la diferencia de EN es pequeña, ambos elementos compiten por los electrones del otro.
- Existen dos tipos de enlace covalente:
 - Si $\Delta EN = 0$, entonces sera un enlace covalente **apolar**.

Molécula de cloro (Cl_2)



Enlace Covalente

- El enlace covalente se entre la unión de dos no-metáles.
- En este tipo de enlaces se dice que ocurren cuando $\Delta EN < 1,7$
- Dado que la diferencia de EN es pequeña, ambos elementos compiten por los electrones del otro.
- Existen dos tipos de enlace covalente:
 - Si $\Delta EN = 0$, entonces sera un enlace covalente **apolar**.
 - En caso contrario será un enlace covalente **polar**.



Estructuras de Lewis

- El nombre de Estructuras de Lewis deben el nombre a Gilber N. Lewis



Figura: Gilber N. Lewis 1875 - 1946

Estructuras de Lewis

- El nombre de Estructuras de Lewis deben el nombre a Gilber N. Lewis
- Científico de EEUU que en 1916 formula la *regla del octeto*.



Figura: Gilber N. Lewis 1875 - 1946

Estructuras de Lewis

- El nombre de Estructuras de Lewis deben el nombre a Gilber N. Lewis
- Científico de EEUU que en 1916 formula la *regla del octeto*.
- Lewis desarrollo toda su teoría aún sin conocer todo el desarrollo mecanocuántico que explica en el enlace químico y, aún así usamos sus ideas hasta el día de hoy.



Figura: Gilber N. Lewis 1875 - 1946

Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**

Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.

Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Simbolos de Lewis

- Primero que todo: **solo trabajaremos con elementos representativos**
- Para construir una estructura de Lewis, primero se dibujarán los *símbolos de lewis*.
- Para dibujar un símbolo de lewis bastará con rodear al elemento en sus cuatro costados con tantos puntos como electrones de valencia tenga: ejemplo Cl, Grupo VIIA = 7 e⁻ *de valencia*.



Estructuras de Lewis

- 1 Contar los ev de todos los átomos en la molécula.



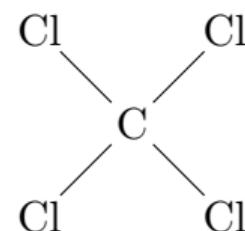
Estructuras de Lewis

- 1 Contar los ev de todos los átomos en la molécula.
- 2 Elegir el átomo central, menos electro-negativo (excepto H)

$$C = 2,55 > Cl = 3.16$$

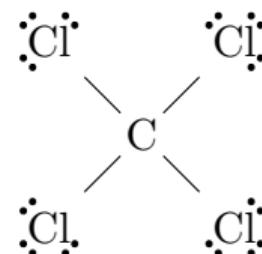
Estructuras de Lewis

- 1 Contar los ev de todos los átomos en la molécula.
- 2 Elegir el átomo central, menos electro-negativo (excepto H)
- 3 Dibujar enlaces del átomo central a los *ligandos*.



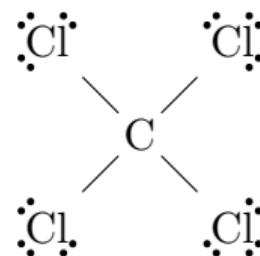
Estructuras de Lewis

- 1 Contar los ev de todos los átomos en la molécula.
- 2 Elegir el átomo central, menos electro-negativo (excepto H)
- 3 Dibujar enlaces del átomo central a los *ligandos*.
- 4 Distribuir los electrones sobrantes al átomo central y después a los *ligandos*.



Estructuras de Lewis

- 1 Contar los ev de todos los átomos en la molécula.
- 2 Elegir el átomo central, menos electro-negativo (excepto H)
- 3 Dibujar enlaces del átomo central a los *ligandos*.
- 4 Distribuir los electrones sobrantes al átomo central y después a los *ligandos*.
- 5 Todos los átomos cumplen la *regla del octeto* o *dueto* para el hidrógeno y se conserva el número de electrones del paso 1.



Otros tipos de enlaces

- A veces para que el átomo central o los ligandos puedan cumplir el *octeto* será necesario tener más de un par de electrones en el enlace, a veces, puede ser:

Otros tipos de enlaces

- A veces para que el átomo central o los ligandos puedan cumplir el *octeto* será necesario tener más de un par de electrones en el enlace, a veces, puede ser:
 - Dos pares, y se llamará *enlace doble*

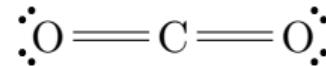


Figura: CO₂

Otros tipos de enlaces

- A veces para que el átomo central o los ligandos puedan cumplir el *octeto* será necesario tener más de un par de electrones en el enlace, a veces, puede ser:
 - Dos pares, y se llamará *enlace doble*
 - Tres pares, u se llamará *enlace triple*



Figura: HCN

Bibliografía I



Laboratory news

Alternative periodic tables

<https://www.labnews.co.uk/article/2029799/alternative-periodic-tables>



Lifeder

Tríadas de Döbereiner

<https://www.lifeder.com/triadas-de-dobereiner/>



Energía Nuclear

Ley de las Octavas de Newlands

<https://energia-nuclear.net/quimica/tabla-periodica/linea-del-tiempo/ley-de-las-octavas>



Scerri, Eric.

The Periodic Table: Its Story and Its Significance

Oxford University Press, 2007

Bibliografía II



International Union of Pure and Applied Chemistry

IUPAC Compendium of Chemical Terminology, 5th ed.

<https://doi.org/10.1351/goldbook.CT07009>

