



# EL ENLACE QUIMICO

## ¿QUÉ ES EL ENLACE QUÍMICO?

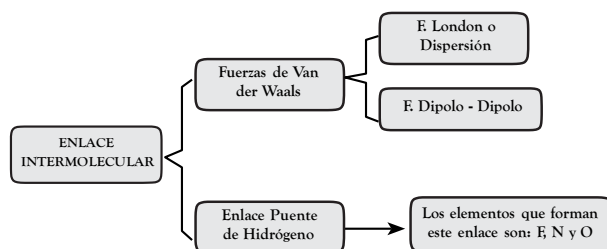
Es la sumatoria de fuerzas de atracción y repulsión que se dan entre dos o más sustancias de tipo electrostático.

### DEFINICIÓN

Un enlace químico se produce entre dos átomos o grupos de átomos, cuando las fuerzas que actúan entre ellos conducen a la formación de un agregado con suficiente estabilidad como para considerarlo una especie química independiente con características propias y diferentes a las especies formadoras.

### PARA EL ESTUDIANTE

Uno de los aspectos más intrigantes de la química es el estudio de las fuerzas entre los átomos. En este capítulo centramos nuestra atención en las dos fuerzas interatómicas más fuertes: enlaces iónicos y covalentes. Es importante destacar que la mayoría de los enlaces no son ni 100% iónicos ni 100% covalentes, por el contrario la mayoría tiene características intermedias pero es fácil entender estos enlaces intermedios si los relacionamos con los tipos ideales de enlaces puros.



## Enlaces Interatómicos

### 1. ENLACES COVALENTES

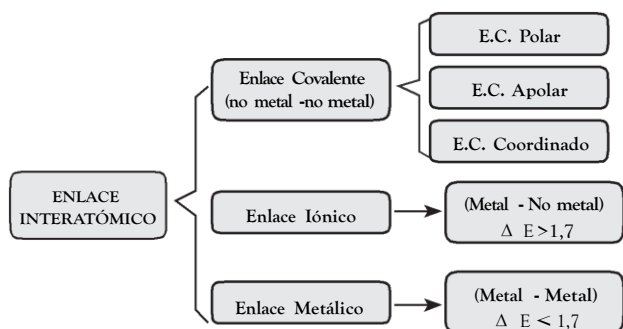
Las sustancias moleculares que tienen la capacidad de compartir 1 par, 2 pares, 3 pares o más pares de electrones en la capas de valencias de los átomos forman enlace covalente.

Muchas veces la diferencia de electronegatividades ( $\Delta EN$ ) nos ayuda a predecir el tipo de enlace; veamos:

**ENLACE COVALENTE:** Entre No Metales  
 $\Delta EN < 1,7$

**ENLACE IÓNICO:** Entre Metal-No metal  
 $\Delta EN \geq 1,7$

**ENLACE METÁLICO:** Entre Metales  
 $\Delta EN < 1,7$



## ELECTRONEGATIVIDAD

Un par de electrones compartidos es atraído simultáneamente por ambos átomos enlazados y puede por tanto considerarse que los átomos compiten con los electrones. El par electrónico no es compartido igualmente a menos que los dos átomos tengan la misma atracción por los electrones. Esta atracción se mide mediante una cantidad conocida como electronegatividad, que se define como la tendencia relativa que muestra un átomo enlazado a atraer electrones hacia él.

La electronegatividad (EN) se define como la tendencia general de los núcleos de los átomos para atraer electrones hacia sí mismo cuando forma un enlace químico.

La escala de electronegatividad más conocida es la de Pauling. Aquí algunos valores:

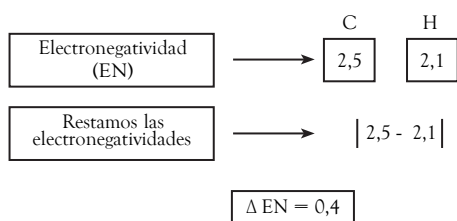
METALES			NO METALES		
Cobre	Cu	1,9	Flúor	F	4,0
Hierro	Fe	1,8	Oxígeno	O	3,5
Cobalto	Co	1,8	Nitrógeno	N	3,0
Níquel	Ni	1,8	Cloro	Cl	3,0
Zinc	Zn	1,6	Bromo	Br	2,8
Aluminio	Al	1,5	Carbono	C	2,5
Berilio	Be	1,5	Yodo	I	2,5
Magnesio	Mg	1,2	Azufre	S	2,5
Litio	Li	1,0	Fósforo	P	2,1
Calcio	Ca	1,0	Hidrógeno	H	2,1
Sodio	Na	0,9	Boro	B	2,0
Potasio	K	0,8			

Aplicación de la electronegatividad para demostrar que un enlace es covalente.

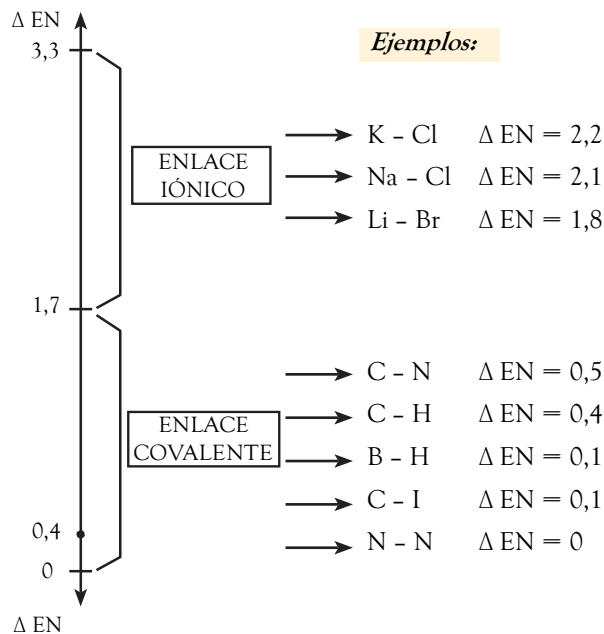
### Ejemplo 1:

¿Qué tipo de enlace tendrá la unión de un átomo de oxígeno con un átomo de hidrógeno?

*Analícemos:*



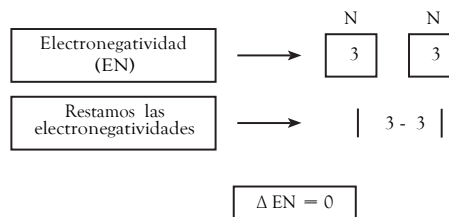
• Notamos que el valor  $\Delta EN = 0,4$  es menor que 1,7, entonces se dice que el enlace es covalente.



### Ejemplo 2:

¿Qué tipo de enlace formará la unión de un átomo de nitrógeno con otro átomo de nitrógeno?

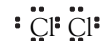
*Analícemos:*



• Luego se nota que  $0 < 1,7$ , entonces se formará un enlace de naturaleza covalente.

## POLARIDAD DE ENLACE

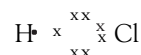
Átomos idénticos tienen electronegatividades idénticas. En la molécula de  $Cl_2$ :



Los átomos de cloro atraen por igual el par electrónico. La distribución de la carga electrónica es simétrica respecto a los dos núcleos; es decir, no está más cerca de un núcleo o al otro. Como un extremo del enlace es electrostáticamente igual al otro, se dice que el enlace no es polar (esto significa que no tiene polos).

Los átomos con electronegatividades idénticas forman enlaces covalentes no polares (apolares).

Los átomos de diferentes elementos tienen diferente electronegatividad. En la molécula de cloruro de hidrógeno:



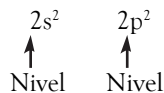


Ejemplo ¿Cuál será la notación de Lewis para el átomo de Carbono (C)?

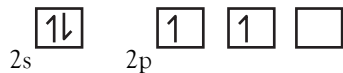
Carbono es  $\boxed{\text{C}_6}$

Su configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^2$

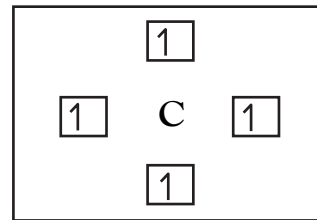
Para la notación de Lewis se considera a los electrones de valencia y estos son:



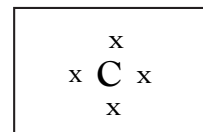
Es decir, los elementos que se encuentran en el último nivel de energía:



La notación de Lewis para el átomo de carbono es:



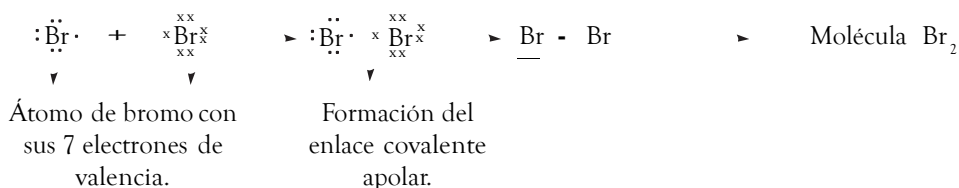
La notación de Lewis considerando aspas para los electrones sería:



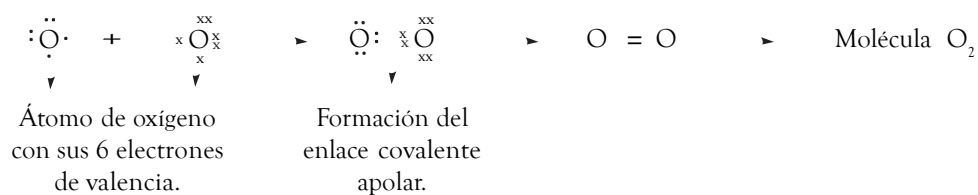
El carbono pertenece al grupo IVA de la tabla periódica, por lo tanto presenta cuatro electrones de valencia.

## ENLACE COVALENTE APOLAR

Ejemplo (1)

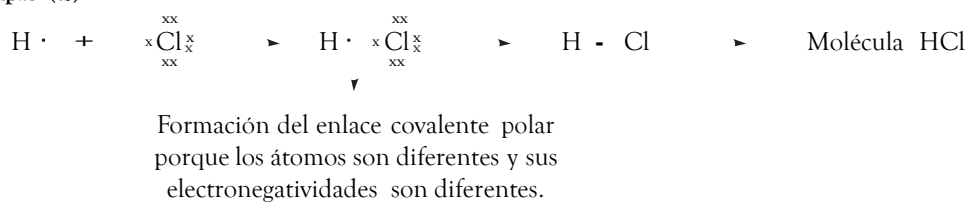


Ejemplo (2)



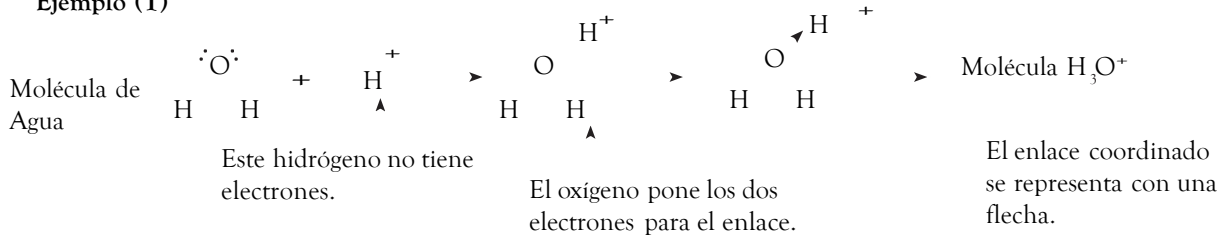
## ENLACE COVALENTE POLAR

Ejemplo (1)

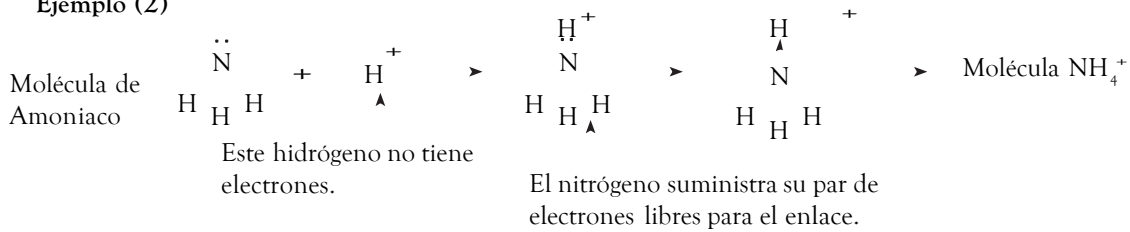


## ENLACE COVALENTE COORDINADO (DATIVO)

### Ejemplo (1)



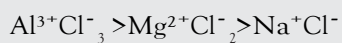
### Ejemplo (2)



## 2. ENLACE IÓNICO

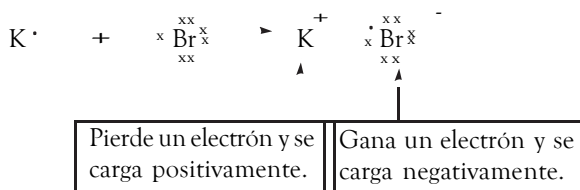
Es la gran fuerza de atracción electrostática entre iones de carga positiva e iones de carga negativa. Los iones se forman por la transferencia de electrones.

La fuerza de atracción electrostática entre iones de un compuesto iónico aumenta con la carga del ion, por ejemplo:



Se forma por la atracción electrostática entre los iones resultantes de la transferencia de electrones de un átomo a otro. Esta transferencia se produce por la gran diferencia de electronegatividades, la cual es mayor o igual a 1,7, se produce entre un metal y otro no metal.

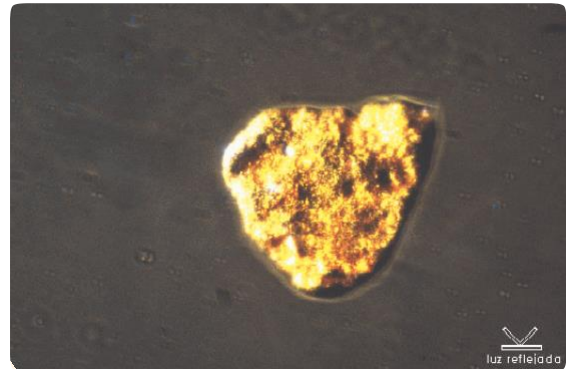
**Por ejemplo:**



## 3. ENLACE METÁLICO

Las unidades que ocupan los puntos reticulares en un sólido metálico son iones positivos. Por ejemplo: En el metal litio encontramos iones  $\text{Li}^+$  ocupando los puntos de un retículo. Se puede considerar que cada uno de los  $\text{Li}^+$  a perdido un electrón y a contribuido con él a la nube electrónica que envuelve todo el retículo. Estos electrones no están unidos a ningún átomo y no forman un par sino que están deslocalizados en todo el cristal. Se llama por ello electrones libres. Se denomina también a menudo gas electrónico.

En un metal típico del cual el sodio es un buen ejemplo, existe una atracción mutua entre el gas electrónico y los iones. Esto estabiliza la estructura y al mismo tiempo le permite distorsionarse sin que se rompa, por ello el litio y otros metales son fácilmente deformables. Los electrones deslocalizados en un metal dan lugar a la conductividad térmica y a la eléctrica.



Oro

## EJERCICIOS RESUELTOS

- 1) ¿Cuál es la diferencia entre un enlace covalente y un enlace coordinado?

### Enlace Covalente:

Comparten electrones de cada átomo involucrado en el enlace.

### Enlace Coordinado:

Comparten electrones donados por uno de los átomos.

- 2) Un enlace metálico se produce entre:

- a) metal - no metal,  $\Delta E < 1,7$
- b) metal - metal,  $\Delta E > 1,7$
- c) no metal - no metal,  $\Delta E > 1,7$
- d) metal - no metal,  $\Delta E > 1,7$
- e) metal - metal,  $\Delta E < 1,7$

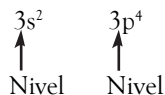
- 3) ¿Cuál es la notación de Lewis del átomo de azufre?

### Solución:

Azufre  $_{16}\text{S}$

Su configuración electrónica sería:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Para la notación de Lewis se considera a los electrones de valencia.



El azufre pertenece al grupo VIA, por lo que presenta 6 electrones de valencia.

- 4) Un metal forma enlace iónico al combinarse con un elemento de:

- a) Baja afinidad electrónica.
- b) Bajo potencial de ionización.
- c) Transición.
- d) Alta afinidad electrónica.
- e) Baja electronegatividad.

- 5) ¿Qué enlace tendrá la unión de un átomo de potasio con otro átomo de cloro?

### Solución:

Electronegatividad

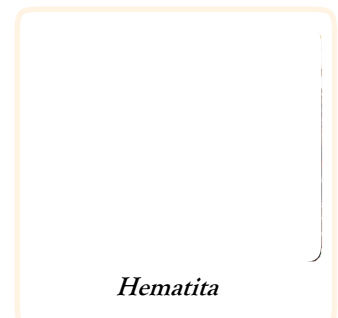
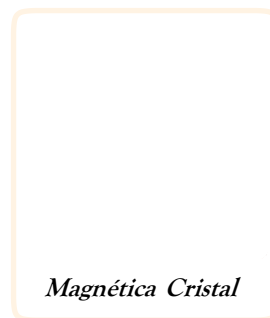
K	Cl
0,8	3,0

Restamos las electronegatividades

$$\rightarrow |3,0 - 0,8|$$

$$\Delta EN = 2,2$$

- Este valor (2,2) pertenece al intervalo donde se tienen los enlaces iónicos.
- 2,2 es mayor que 1,7, entonces el enlace es iónico.



## Resolviendo en clase

- 1 Con respecto al enlace químico, señale verdadero (V) o falso (F):
- Es la fuerza que mantiene unido a los átomos, iones o moléculas en un sistema estable.
  - El enlace se da por fuerzas de la naturaleza electrónica o electromagnética.
  - Para formar un enlace interatómico necesariamente intervienen todos los electrones de valencia.

*Resolución:*

*Rpta:*

- 2 Si un anión trivalente presenta la siguiente notación Lewis.



Además posee 3 niveles, determine su carga nuclear.

*Resolución:*

*Rpta:*

- 3 Respecto al enlace iónico, indicar si es verdadero (V) o falso (F) en:
- Por lo general se presenta en un metal (IA y IIA) y un no metal (VIA y VIIA).
  - Su formación siempre implica transferencia de electrones.
  - Sus compuestos son sólidos cristalinos y buenos conductores de la corriente eléctrica.

*Resolución:*

*Rpta:*

- 4 De la relación de fórmulas, señale el que no posee al menos un enlace iónico.

- |                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| I. CaO               | II. KNO <sub>3</sub>               |
| III. CO <sub>2</sub> | IV. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| V. NaCl              | VI. H <sub>2</sub> S               |

*Resolución:*

*Rpta:*

5 Respecto a los enlaces covalentes, señale lo correcto:

- I. Es una fuerza electromagnética.
- II. El par de electrones de enlace puede ser aportado por uno de los átomos.
- III. Sus compuestos pueden ser sólidos, líquidos y gases a temperatura ambiental.
- IV. Comúnmente ocurre entre elementos metálicos y no metálicos.

*Resolución:*

6 Para la siguiente estructura molecular:



Determine:

- I. Número de enlaces sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ ).
- II. Número de enlaces simples.
- III. Número total de electrones de valencia.
- IV. Número de enlaces normales.

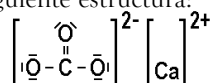
*Resolución:*

*Rpta:*

*Rpta:*

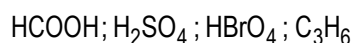
## Ahora en tu cuaderno

7. Dada la siguiente estructura:



Indicar si las proposiciones son verdaderas (V) o falsas (F) en:

- I. Presenta 8 pares de electrones no enlazantes.
  - II. El ión  $\text{SO}_3$  no cumple la regla del octeto.
  - III. Presenta 3 enlaces covalentes.
8. Reconocer la notación de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : e indicar:
- I. Número de electrones de valencia.
  - II. Número de electrones enlazantes.
  - III. Número de enlaces dativos.
9. Indicar qué compuestos presentan enlace covalente coordinado:



10. De los siguientes enlaces:

H - Cl; H - Br; H - N; H - C y H - F

¿Cuál presenta mayor carácter polar?

Datos:

Electronegatividad (EN):

H = 2,1; C = 2,5; N = 3,0; Cl = 3,0; F = 4,0;

Br = 2,8

11. Indicar la veracidad (V) o falsedad (F) de las siguientes proposiciones:

- I. En  $\text{H}_2$  hay 1 enlace dativo.
- II. En  $\text{CH}_4$  hay 2 enlaces pi y 3 sigmas.
- III. El enlace triple es más estable que el enlace doble.
- IV. En  ${}_{13}\text{Al}^{3+}$ ;  ${}_{9}\text{F}^{1-}$ ;  ${}_{7}\text{N}^{3-}$ ;  ${}_{10}\text{Ne}$ ;  ${}_{8}\text{O}^{2-}$  hay 5 enlaces simples.

12. Cuál es la energía de enlace total del alcohol etílico ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ), sabiendo que las energías de enlace en Kcal/mol son:

C - C: 80; C - O: 82; C - H: 100; O - H: 110

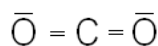


## Para reforzar

1. ¿Cuál es la estructura de Lewis del átomo de carbono, si tiene 6 protones y 6 neutrones?

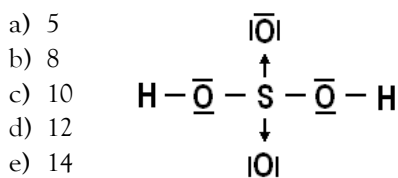
- a)  $\overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}$       b)  $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}$       c)  $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}$   
 d)  $\overset{\cdot}{\text{C}}$       e)  $\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}$

2. Indicar cuántos enlaces sigma tiene la molécula de CaO

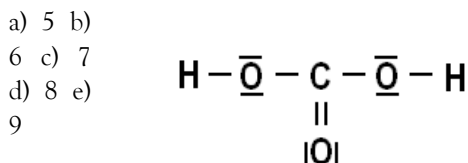


- a) 1      b) 2      c) 3 d)  
 4      e) 5

3. ¿Cuántos pares libres tiene la molécula de ácido sulfúrico?



4. Calcular cuántos pares enlazantes tiene la molécula de:

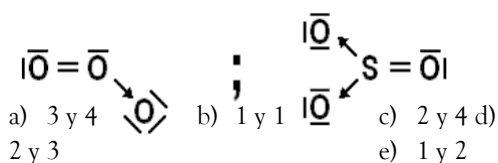


5. Para los compuestos químicos considerados. ¿Cuál de ellos no corresponden al tipo de enlace asignado?

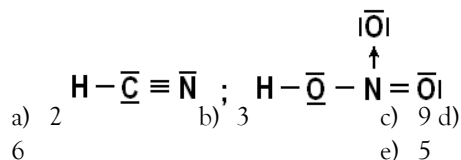
En el H<sub>2</sub>O, el enlace O-H es covalente  
 En la sal común, NaCl, el enlace Na-Cl es iónico  
 En el propano (CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>) el enlace C-C es covalente  
 En el cloruro de hidrógeno (HCl) el enlace H-Cl es un enlace iónico  
 En el metano (CH<sub>4</sub>) el enlace C-H es un enlace covalente

### Electronegatividades:

6. Hallar el número de enlaces sigma en:



7. Hallar la suma de enlaces  $\sigma$  y  $\pi$  para el primero y segundo compuesto respectivamente.



8. Marque la secuencia correcta para la estructura de Lewis del O<sub>3</sub>

- Presenta 1 enlace covalente coordinado  
 Tiene 1 enlace covalente doble  
 Se cumple la regla del octeto  
 Tiene 16 electrones no compartidos

- a) VFFV      b) FVVF      c) VVVV  
 d) VVVF      e) FVFV

9. Marque la secuencia correcta respecto a las proposiciones de los compuestos covalentes.

- Sus átomos comparten electrones de valencia  
 Son buenos conductores de la electricidad  
 Son malos conductores del calor  
 Tienen bajos puntos de fusión

- a) VVFV      b) VFVV      c) FFVV  
 d) VVVF      e) FVVV

10. Marque la secuencia correcta respecto al enlace iónico

- Se forma por la transferencia de electrones  
 Existen fuertes atracciones electrostáticas  
 Se forma entre 2 no metales

- a) VVV      b) VFV      c) FVF  
 d) FVV      e) VVF

11. ¿Qué sustancias son iónicas?

- I. KCl      II. SO<sub>3</sub>  
 III. NaF      IV. S<sub>8</sub>

- a) I, II, III      b) I, IV, V      c) I, III, V  
 d) II, III, V      e) I, IV, V

12. Respecto a las propiedades de los compuestos iónicos:

- a) Son líquidos cristalinos  
 b) Tienen bajos puntos de ebullición  
 c) Tienen altos puntos de fusión  
 d) El estado líquido son malos conductores de electricidad  
 e) Son ductibles y maleables