

# Enlaces de uno y tres electrones en los semiconductores

## Links of one and three electrons in semiconductors

Heber Gabriel Pico Jiménez MD<sup>1</sup>

---

### Resumen

La Nueva Regla del Octeto descubre que para configurar un enlace, con excepción de los enlaces de las moléculas hipervalentes, casi siempre se necesitan cuatro partículas que en los enlaces ordinarios son dos electrones y dos huecos. Un conductor intrínseco a quien no le interesa alterar el número de electrones y huecos de valencia utilizan pues a estos tipos de enlaces ordinarios. El enlace de un electrón como es un enlace deficiente en electrones, entonces necesita adoptar a tres huecos por eso es utilizado en los dopajes tipo P que tienen más hueco-partículas que electrones. El enlace de tres electrones como es un enlace con excesos de electrones utiliza a un solo hueco y es usado en los dopajes tipo N que precisamente tiene excesos de electrones con deficiencia de hueco-partículas. Los enlaces propios de las moléculas hipervalentes se constituyen con solo tres partículas que son dos electrones y un solo hueco.

**Palabras claves:** Células Fotoeléctricas, Células Fotovoltaicas, Panel Solar.

### Abstract

The new rule of the octet discovers that to set up a link, with the exception of the links of the hypervalent molecules, almost always four particles which are two electrons and two holes on the ordinary links are needed. A driver that is intrinsic to who no interest in altering the number of electrons and holes from Valencia used as these types of ordinary links. The link of an electron as it is a poor link in electrons, then needs to take three holes that is used in the doping type P that are more hueco-partículas than electrons. The three electron bond as a link with excess of electrons uses a single hole and is used in the doping type N that just has excess electrons with hueco-partículas deficiency. Own molecules hypervalent links are with only three particles which are two electrons and a single hole.

**Keywords:** Photoelectric cells, photovoltaic cells, Solar Panel.

© [heberpico@hotmail.com](mailto:heberpico@hotmail.com) todos los derechos reservados<sup>1</sup>.

---

## 1. Introducción

Precisamos que todo el desarrollo de este artículo, estará siempre sostenido en el principio de que químicamente los electrones por lo general, estarán casi siempre apareados. Bajo este principio se desarrollan los anteriores trabajos de energía atómica [Número cuántico magnético del electrón](#), el

trabajo de la [superconductividad](#), el artículo del acoplamiento [espín-órbita](#) del electrón, además el anterior [trabajo de Semiconductores](#) y el de Células fotoeléctricas publicado en [textoscientíficos](#) y [Monografías](#). También este artículo se basa en la [nueva regla del octeto](#).

En la molécula de [monóxido de carbono](#) el átomo de carbono se comporta como un nucleófilo rico en electrones es decir como un carbanión.

## 2. Desarrollo del Tema.

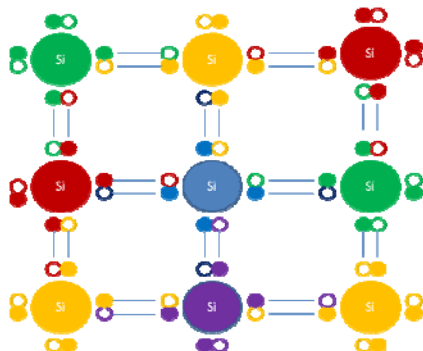
### SEMICONDUCTOR INTRINSECO

En un cristal de Silicio o Germanio mediante enlaces covalentes entre sus átomos, se forma una estructura tetraédrica similar a la del carbono.

Cada átomo de silicio establece cuatro enlaces covalentes ordinarios tipo I o los llamados enlaces covalentes tipo mixto-mixto, enlace originado entre el par electrón-hueco de un silicio, con el otro par electrón-hueco de otro silicio vecino.

Estos huecos introducidos en la nueva regla del octeto, que se aparean con el electrón, son partículas permanentes que para existir no dependen de la temperatura.

En la siguiente figura los átomos de silicio se les describen con colores distintos, en busca de claridad pero todos son idénticos.



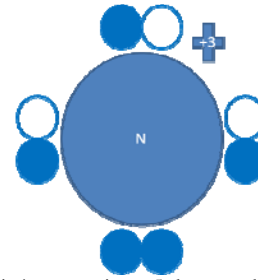
Si representa al átomo de silicio y cada uno de ellos tiene a 4 electrones de valencia identificados por 4 círculos pequeños y rellenos, cada átomo de silicio tiene a 4 huecos representados por 4 círculos pequeños y vacíos. Cada átomo tiene 4 enlaces covalentes que están representados por dos barras que unen a los átomos.

Figura No.1.

En la estructura íntima de un cristal de silicio, el número que hay de electrones de valencia, es idéntico al número de estas hueco-partículas, pero poseen cargas eléctricas contrarias.

Reemplazando al silicio central Si de color azul en la anterior figura No.1, si lo reemplazamos por un átomo del grupo del nitrógeno.

El grupo del nitrógeno tiene a 5 electrones de valencia y con 3 hueco-partículas y tienen la siguiente configuración de valencia. Este grupo tiene a un par de electrones libres y además la carga eléctrica de +3.

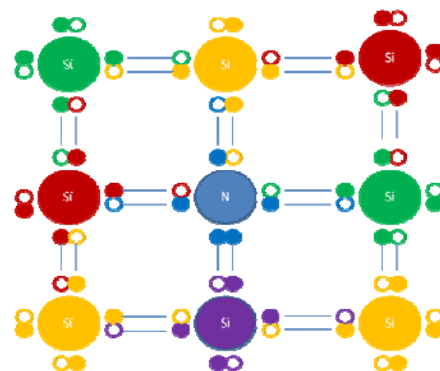


N figura al átomo de nitrógeno que tiene a 5 electrones de valencia representados por 5 pequeños círculos rellenos de color azul a su alrededor y los 3 huecos que son 3 círculos pequeños y vacíos. La carga eléctrica del átomo es +3. El grupo del nitrógeno tiene a un par de electrones libres que configuran a un enlace de 3 electrones.

Figura No.2.

### SEMICONDUCTOR TIPO $N_5$ CON UN SOLO ENLACE DE TRES ELECTRONES

Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del nitrógeno que lo vamos a identificar como un *dopaje tipo  $N_5$*  donde es N, porque es un dopaje que permite la aparición de electrones adicionales asociados al dopaje y 5, porque el átomo dopante donante es del grupo del nitrógeno donde tienen todos a 5 electrones de valencia.



N es la representación del átomo central de color azul que es el átomo dopante tipo N con 5 electrones de valencia identificados por 5 círculos pequeños rellenos de azul y con 3 huecos representados por círculos pequeños vacíos.

Figura No.3.

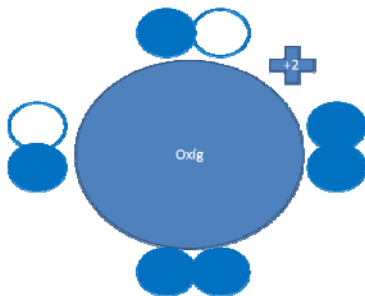
Ese átomo dopante tipo  $N_5$  establece en el cristal de silicio a 3 enlaces covalentes ordinarios tipo I o lo que es lo mismo, tres enlaces covalentes tipo mixto-mixto.

Le quedan dos electrones que persisten apareados para configurar a un cuarto enlace que es un enlace covalente *con tres electrones y un hueco*.

Ese enlace lo hace el átomo dopante en la figura anterior No.3 con el silicio de color purpura ubicado en la parte inferior del átomo dador.

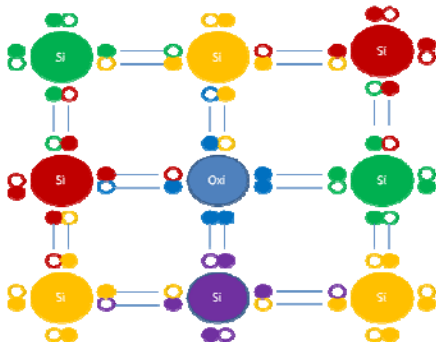
#### SEMICONDUCTOR TIPO $N_6$ CON SOLO DOS ENLACES DE TRES ELECTRONES.

Comenzamos describiendo a un átomo del grupo del oxígeno que tienen a 6 electrones de valencia y dos huecos.



Oxi figura al átomo de oxígeno que tiene 6 electrones de valencia representados por 6 pequeños círculos rellenos de color azul a su alrededor y los 2 huecos que son 2 círculos pequeños y vacíos. La carga eléctrica es +2. El grupo del oxígeno tiene a dos pares de electrones libres que configuran a 2 enlaces de 3 electrones.  
Figura No.4.

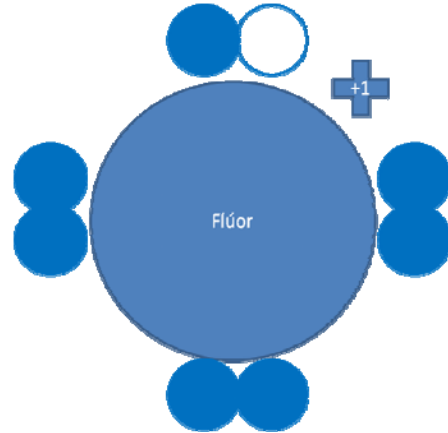
Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del Oxígeno que lo vamos a identificar como un *dopaje tipo  $N_6$*  donde es  $N$ , porque es un dopaje que permite la aparición de electrones adicionales asociados al dopaje y 6, porque el átomo dopante donante es del grupo del oxígeno donde tienen todos a 6 electrones de valencia.



Oxi es la representación del átomo central dopante y de color azul como donante tipo N con 6 electrones de valencia identificados por 6 círculos pequeños rellenos de azul y con 2 huecos representados por círculos pequeños y vacíos.  
Figura No.5.

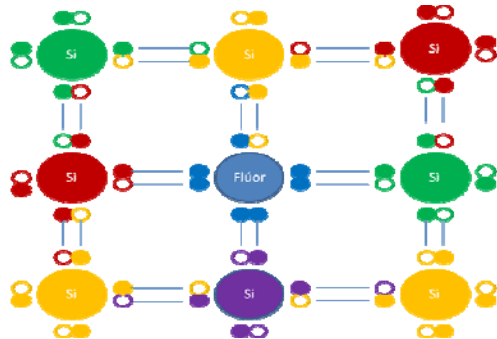
#### SEMICONDUCTOR TIPO $N_7$ CON TRES ENLACES DE TRES ELECTRONES.

Comenzamos describiendo la valencia de un átomo del grupo del flúor que tienen a 7 electrones de valencia y un solo hueco-partícula apareado con uno de los electrones.



Flúor figura al grupo del átomo del flúor que tienen a 7 electrones de valencia representados por 7 pequeños círculos rellenos de color azul a su alrededor y un solo hueco que es un círculo pequeño vacío apareado a uno de los electrones. La carga eléctrica del átomo es +1. El grupo del flúor tiene a 3 pares de electrones libres.  
Figura No.6.

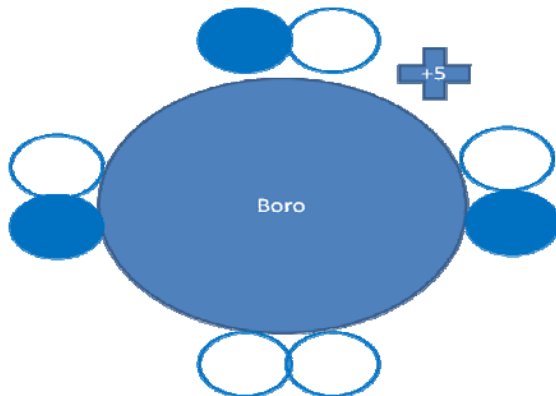
Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del Flúor que lo vamos a identificar como un *dopaje tipo  $N_7$*  donde es  $N$ , porque es un dopaje que permite la aparición de electrones adicionales asociados al dopaje y 7, porque el átomo dopante donante es del grupo del flúor donde tienen todos a 7 electrones de valencia.



Flúor denota al átomo central de color azul que es el átomo dopante tipo N con 7 electrones de valencia identificados por 7 círculos pequeños rellenos de azul y con un solo hueco representado por círculos pequeños vacíos. El grupo del flúor tiene a 3 pares de electrones libres que configuran a los 3 enlaces de 3 electrones.  
Figura No.7.

### SEMICONDUCTOR TIPO $P_3$ CON UN SOLO ENLACE DE UN ELECTRÓN

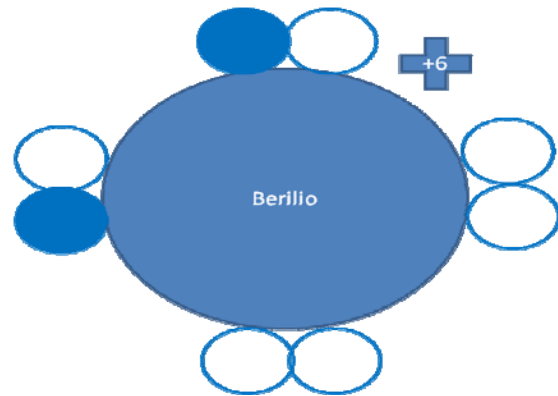
Comenzamos describiendo la valencia de un átomo del grupo del Boro que tienen a 3 electrones de valencia y cinco hueco-partículas.



**Boro** figura al grupo del átomo de boro que tiene a 3 electrones de valencia representados por 3 pequeños círculos rellenos de color azul a su alrededor y los 5 huecos que son 5 círculos pequeños y vacíos. La carga eléctrica del átomo es +5. El grupo del boro tiene a un par de huecos libres que configuran al enlace de un electrón.  
Figura No.8.

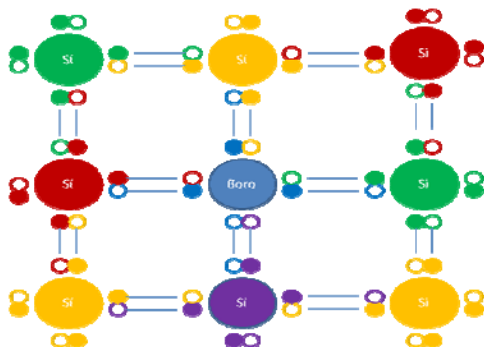
### SEMICONDUCTOR TIPO $P_2$ CON DOS ENLACES DE UN ELECTRÓN.

Comenzamos describiendo la valencia de un átomo del grupo del Berilio y algunos elementos de transición que tienen a 2 electrones de valencia y seis huecos.



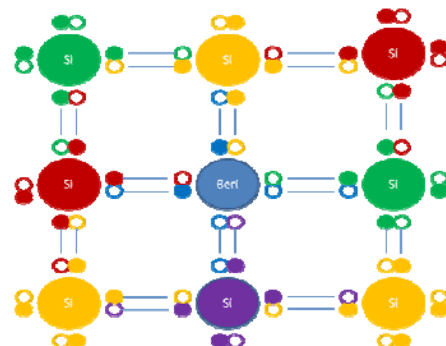
**Berilio** figura al grupo del átomo de berilio que tiene a 2 electrones de valencia representados por 2 pequeños círculos rellenos de color azul a su alrededor y los 6 huecos que son 6 círculos pequeños y vacíos. La carga eléctrica del átomo es +6. El grupo del berilio tiene a dos pares de huecos libres que configuran a los dos enlaces de un electrón.  
Figura No.10.

Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del Boro que lo vamos a identificar como un **dopaje tipo  $P_3$**  donde es **P**, porque es un dopaje que permite la aparición de hueco-partículas adicionales asociadas al dopaje y **3**, porque el átomo dopante donante de huecos es del grupo del Boro donde solo tienen todos a 3 electrones de valencia.



**Boro** denota al átomo central de color azul que es el átomo dopante tipo N con 3 electrones de valencia identificados por 3 círculos pequeños rellenos de azul y con 5 huecos representados por 5 círculos pequeños vacíos. El átomo de boro tiene a un par de huecos libres usados para un enlace de un electrón.  
Figura No.9

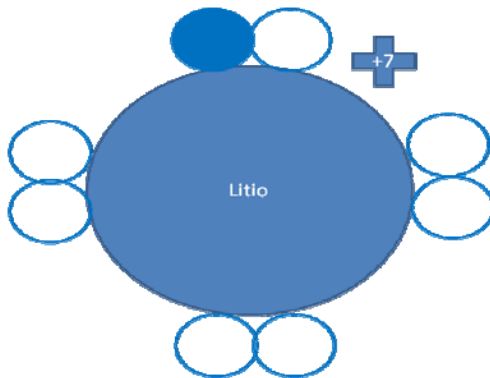
Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del Berilio que lo vamos a identificar como un **dopaje tipo  $P_2$**  donde es **P**, porque es un dopaje que permite la aparición de hueco-partículas adicionales asociadas al dopaje y **3**, porque el átomo dopante donante de huecos es del grupo del Berilio donde solo tienen todos a 2 electrones de valencia.



**Berilio** denota al grupo del átomo del berilio central de color azul que es el átomo dopante tipo N con 2 electrones de valencia identificados por 2 círculos pequeños rellenos de azul y con 5 huecos representados por 5 círculos pequeños vacíos. El berilio tiene a dos pares de hueco-partículas libres.  
Figura No.11.

## SEMICONDUCTOR TIPO $P_1$ CON TRES ENLACES DE UN ELECTRÓN.

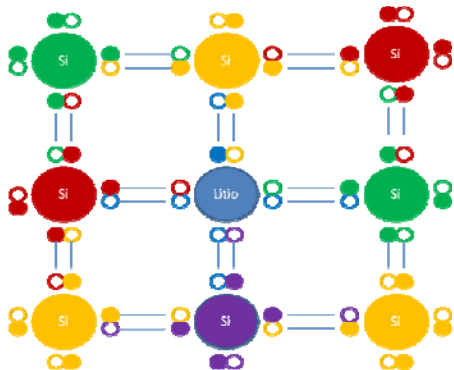
Comenzamos describiendo la valencia de un átomo del grupo del Litio y algunos elementos de transición que tienen a un solo electrón de valencia y siete huecos.



**Litio** figura al grupo del átomo de litio y algunos elementos de transición que tienen a un solo electrón de valencia representados por un pequeño círculo relleno de color azul a su alrededor y los 7 huecos que son 7 círculos pequeños y vacíos. La carga eléctrica del átomo es +7. El grupo del litio tiene a tres pares de hueco-partículas libres que son los que configuran a 3 enlaces de un electrón.

Figura No.12.

Si dopamos al cristal de silicio con un átomo del grupo del Litio que lo vamos a identificar como un *dopaje tipo  $P_1$*  donde es **P**, porque es un dopaje que permite la aparición de hueco-partículas adicionales asociadas al dopaje y **1**, porque el átomo dopante donante de hueco-partículas es del grupo del Litio y algunos elementos de transición donde solo tienen todos a un solo electrón de valencia.

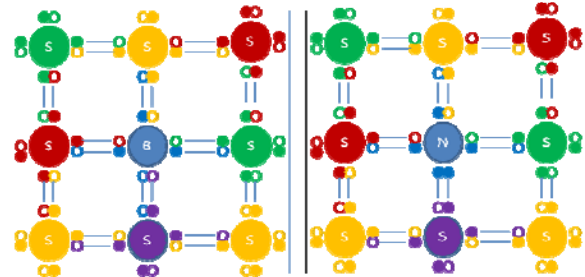


**Litio** figura al átomo central de color azul que es el átomo dopante tipo P con un electrón de valencia identificado por un círculo pequeño relleno de azul y con 7 huecos representados por 7 círculos pequeños vacíos. El litio tiene a 3 pares de hueco-partículas libres.

Figura No.13.

## UNIÓN METALÚRGICA TIPO $P_3N_5$ .

En la siguiente figura aparece la estructura de un semiconductor que tiene una barrera interna de potencial central, que separa en la izquierda al dopaje tipo  $P_3$ , del dopaje tipo  $N_5$  ubicado a la derecha de la misma barrera.

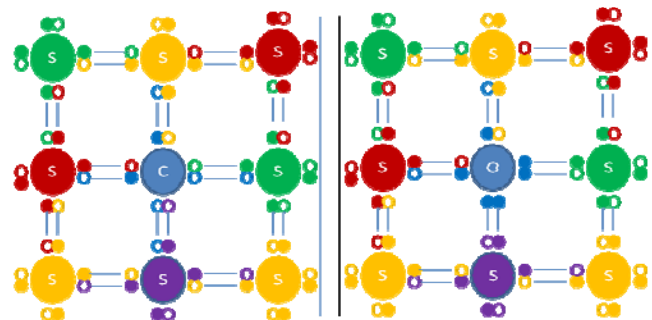


**B** denota al átomo dopante tipo P a la izquierda de la barrera interna y es de color azul con 3 electrones de valencia identificados por 3 círculos pequeños rellenos de color azul. **N** denota al átomo dopante tipo N a la derecha de la barrera interna y también de color azul con 5 electrones de valencia identificados por 5 círculos pequeños rellenos de azul y con 3 huecos representados por círculos pequeños vacíos.

Figura No.14.

## UNIÓN METALÚRGICA TIPO $P_2N_6$ .

En la siguiente figura aparece la estructura de un semiconductor que tiene una barrera interna de potencial central, que separa en la izquierda al dopaje tipo  $P_2$ , del dopaje tipo  $N_6$  ubicado a la derecha de la misma barrera.



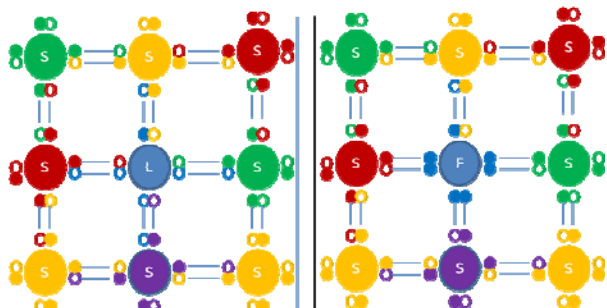
**C** denota al átomo dopante tipo P a la izquierda de la barrera interna y es de color azul con 2 electrones de valencia identificados por 2 círculos pequeños rellenos de color azul. **O** denota al átomo dopante tipo N a la derecha de la barrera interna y también de color azul con 6 electrones de valencia identificados por 6 círculos pequeños rellenos de azul y con 2 huecos representados por círculos pequeños vacíos.

Figura No.15.

## UNIÓN METALÚRGICA TIPO $P_1N_7$ .

Figura No.17.

En la siguiente figura aparece la estructura de un semiconductor que tiene una barrera interna de potencial central, que separa en la izquierda al dopaje tipo  $P_1$ , del dopaje tipo  $N_7$  ubicado a la derecha de la misma barrera.



L denota al átomo dopante tipo P a la izquierda de la barrera interna y es de color azul con un solo electrón de valencia identificado por un círculo pequeño relleno de color azul. N denota al átomo dopante tipo N a la derecha de la barrera interna y también de color azul con 7 electrones de valencia identificados por 7 círculos pequeños rellenos de azul y con un hueco representado por un círculo pequeño y vacío.

Figura No.16.

## ENLACES DE UN ELECTRÓN

Además de los enlaces originados en los dopajes tipo P que son enlaces de un solo electrón, vamos a describir o a referirnos como ejemplo al catión dihidrógeno  $H_2^+$  y al hidrógeno molecular protonado  $H_3^+$ .

### CATIÓN DIHIDRÓGENO $H_2^+$ .

Este catión se forma en la naturaleza por interacción de los rayos cósmicos y la molécula de hidrógeno.

Este ión se destruye por reacción con otras moléculas de hidrógeno dando por ejemplo el hidrógeno molecular protonado.



H es la representación del átomo de hidrógeno, un solo círculo pequeño relleno de verde es el único electrón del enlace, los círculos pequeños y vacíos son los huecos. Se describe la carga eléctrica de los dos hidrógenos.

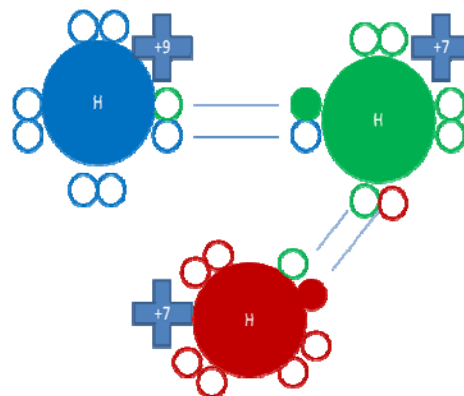
### HIDRÓGENO MOLECULAR PROTONADO $H_3^+$ .

Este catión  $H_3^+$  es la molécula triatómica más simple y es así mismo un ejemplo de un sistema de enlace de tres centros y dos electrones o lo que es lo mismo, la presencia de dos enlaces de un electrón.

Recordemos que el principal mecanismo para la producción de  $H_3^+$  es el propuesto por E. Herbst y consiste en la reacción entre el catión dihidrógeno  $H_2^+$  y el hidrógeno molecular  $H_2$  con liberación de átomos de hidrógenos H.

La concentración de cationes  $H_2^+$  es la que limita esta reacción y por eso los iones  $H_3^+$  solo pueden generarse en el espacio interestelar por la presencia de  $H_2$  ionizado por los rayos cósmicos.

La ordenación de los átomos de hidrógenos en la molécula es un triángulo equilátero. Creemos que existe un grado de atracción eléctrica entre los dos hidrógenos de los extremos en la molécula del hidrógeno molecular protonado.



H es la representación del átomo de hidrógeno, hay dos círculos pequeños rellenos uno de verde y el otro de rojo representando a los dos electrones del enlace, los círculos pequeños y vacíos son los huecos-partículas. Se describe la carga eléctrica de los 3 hidrógenos.

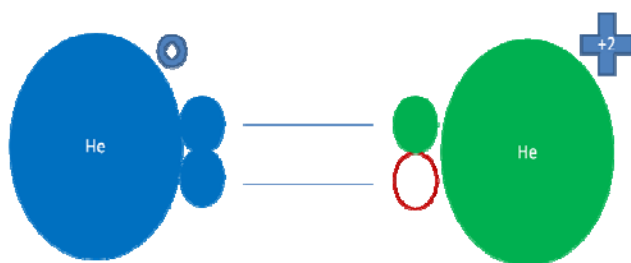
Figura No.18.

## ENLACES DE TRES ELECTRONES

Como ejemplo para enlaces de tres electrones además de los enlaces de los dopajes tipo N, vamos a referirnos al catión de helio dimérico  $He_2^+$  y al dióxido de hidrógeno  $NO_2$ .

## CATIÓN DE HELIO DIMÉRICO $\text{He}_2^+$ .

El catión de helio dimérico ha necesitado la incorporación catalizadora de un hueco-partícula. Los átomos que son neutros, como los gases nobles, no requieren cumplir la nueva regla del octeto que es una regla propia para los elementos con carga eléctrica.



He es la representación de los átomos de helio, dos círculos pequeño rellenos de azul son los dos electrones del helio de la izquierda y un círculo pequeño relleno de verde es el único electrón del átomo de helio de la derecha, el único círculo pequeño de color rojo y vacío es el único hueco catalizador de la reacción en el helio de la derecha, el helio de la izquierda no tiene carga eléctrica mientras el helio de la derecha tiene carga eléctrica de +2.

Figura No.19.

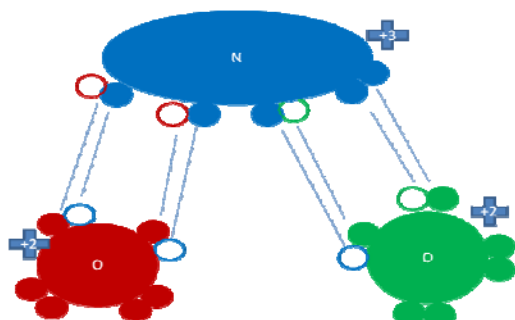
## 3- Conclusiones:

1- LA PRIMERA ÚNICA Y GRAN CONCLUSIÓN de este artículo es que en realidad, los huecos revolucionan a la fisicoquímica, por las grandes repercusiones que tiene en la carga eléctrica de los átomos en las moléculas. Si bien es cierto que este artículo es solo teoría y que hace falta sobre todo probar en unos semiconductores propuesto en el trabajo de [células fotoeléctricas](#). Además hay fenómenos indiscutibles, como son la identificación de dos tipos de enlaces covalentes en las moléculas hipervalentes, la descripción de los iones divalentes de plomo, etc., etc. Es probable también que el hueco como partícula, explique las anomalías en la configuración electrónica que tienen los elementos de transición.

## 4- Referencias

## DIÓXIDO DE NITRÓGENO $\text{NO}_2$ .

En la siguiente figura donde ilustramos al dióxido de nitrógeno describimos de color rojo y color verde a los dos átomos de oxígeno no porque sean elementos distintos porque ambos son oxígenos sino para ayudar a entender la molécula.



N es la representación del átomo de Nitrógeno, O representa a los dos átomos de oxígeno y tienen colores verdes y rojos, los círculos pequeño relleno de verde, rojos y azules son los electrones, los círculos pequeños y vacíos son los huecos, cada par de barras o líneas representan a un solo enlace covalente. El enlace del extremo derecho es un enlace de 3 electrones.

## REFERENCIAS DEL ARTÍCULO.

- [1] [Origen de la barrera rotacional del etano](#)
- [2] [Monóxido de Carbono](#)
- [3] [Nueva regla fisicoquímica del octeto](#)
- [4] [Células fotoeléctricas Monografías.](#)
- [5] [Células Fotoeléctricas textoscientíficos.](#)
- [6] [Semiconductores Monografías.](#)
- [7] [Semiconductores textoscientíficos.](#)
- [8] [Superconductividad.](#)
- [9] [Superconductividad.](#)
- [10] [Alotropía.](#)
- [11] [Alotropía del Carbono.](#)
- [12] [Alotropía del Oxígeno.](#)
- [13] [Ozono.](#)
- [14] [Diborano](#)
- [15] [Semiconductores y temperatura.](#)

## REFERENCIAS DE LA TEORÍA



- [1] [Número cuántico magnético.](#)
- [2] [Ángulo cuántico](#)
- [3] [Paul Dirac y Nosotros](#)
- [4] [Numero cuántico Azimutal monografías](#)
- [5] [Numero cuántico Azimutal textoscientificos](#)
- [6] [Inflación Cuántica textos científicos.](#)
- [7] [Números cuánticos textoscientificos.com.](#)
- [8] [Inflación Cuántica Monografías](#)
- [9] [Orbital Atómico](#)
- [10] [Números Cuánticos.](#)
- [11] [Átomo de Bohr.](#)
- [12] [Líneas de Balmer.](#)
- [13] [Constante Rydberg.](#)
- [14] [Dilatación gravitacional del tiempo.](#)
- [15] [Número Cuántico magnético.](#)
- [16] [Numero Cuántico Azimutal.](#)

Copyright © Derechos Reservados<sup>1</sup>.

Heber Gabriel Pico Jiménez MD<sup>1</sup>. Médico Cirujano 1985 de la Universidad de Cartagena Colombia. Investigador independiente de problemas biofísicos médicos propios de la memoria, el aprendizaje y otros entre ellos la enfermedad de Alzheimer.

Estos trabajos, que lo más probable es que estén desfasados por la poderosa magia secreta que tiene la ignorancia y la ingenuidad, sin embargo, como cualquier representante de la comunidad académica que soy, también han sido debidamente presentados sobretodo este se presentó el 28 de Julio del 2013 en la “Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales” ACCEFYN.