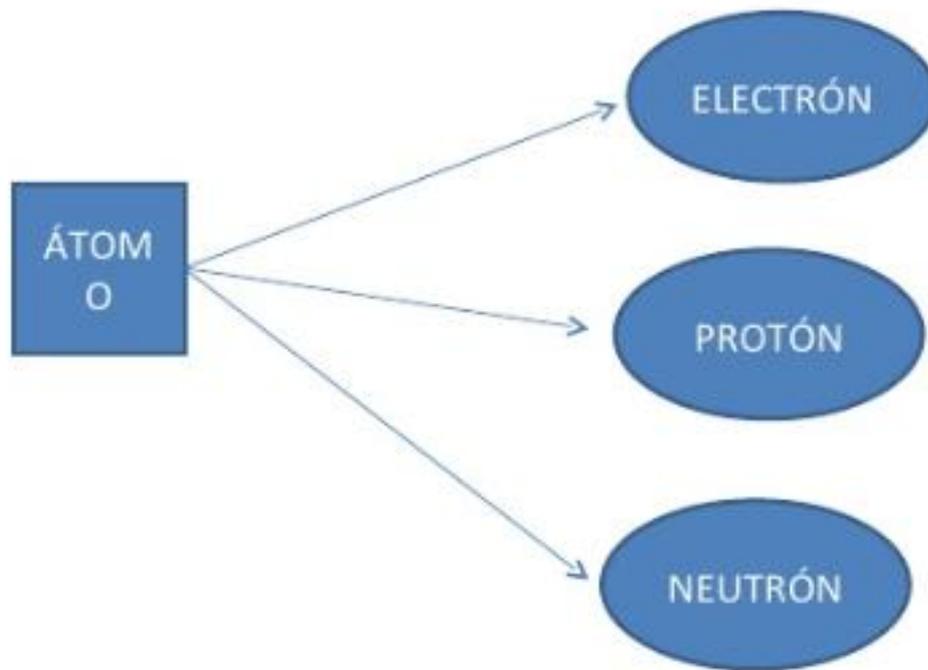


Prof.ehernandez@hotmail.com

[www.profehernandez.weebly.com](http://www.profehernandez.weebly.com)

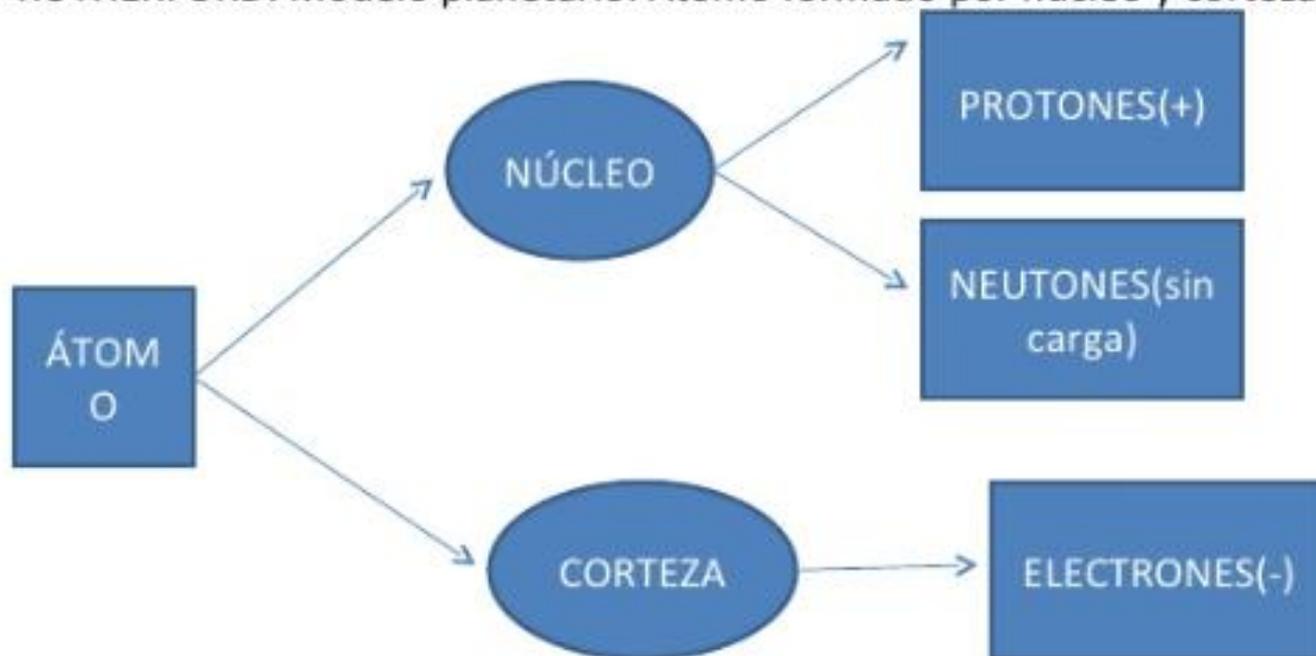
Cel. 787-240-9446

## ESTRUCTURA DEL ÁTOMO



# MODELOS ATÓMICOS

1. THOMSON: electrones distribuidos en esfera de carga positiva, en cantidad suficiente para neutralizar la carga.
3. LENARD: El átomo vacío en su mayor parte.  
Su masa no distribuida uniformemente.
3. RUTHERFORD: Modelo planetario. Átomo formado por núcleo y corteza.



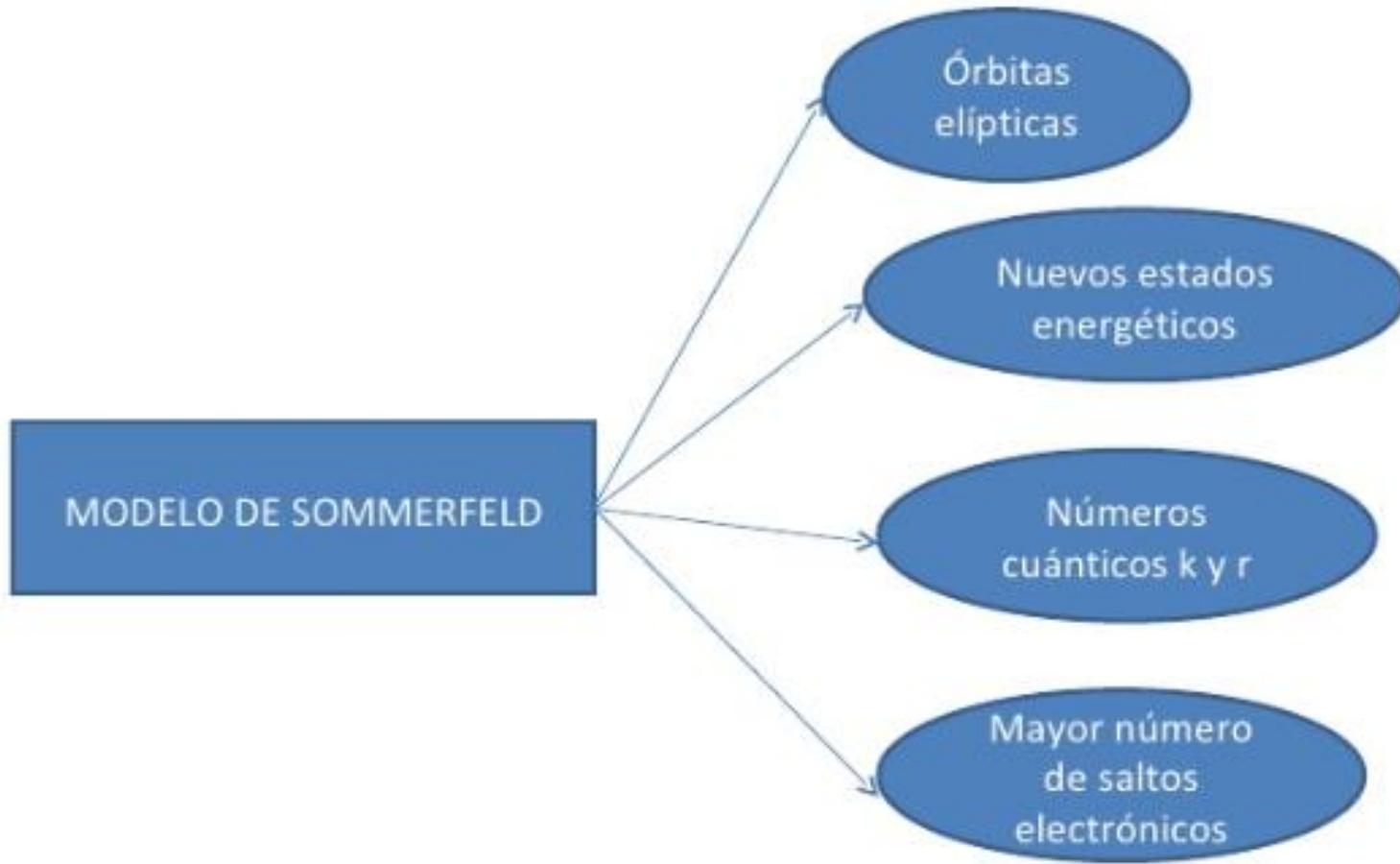
MODELO DE BOHR

```
graph LR; A[MODELO DE BOHR] --> B[Calcula radios de las órbitas]; A --> C[Calcula energía del electrón]; A --> D[Proporciona valores de frecuencias y de energías muy acordes con lo encontrado por los espectroscopistas];
```

Calcula radios de las órbitas

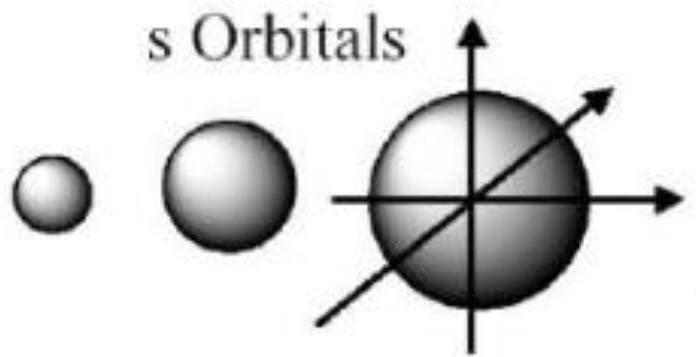
Calcula energía del electrón

Proporciona valores de frecuencias y de energías muy acordes con lo encontrado por los espectroscopistas

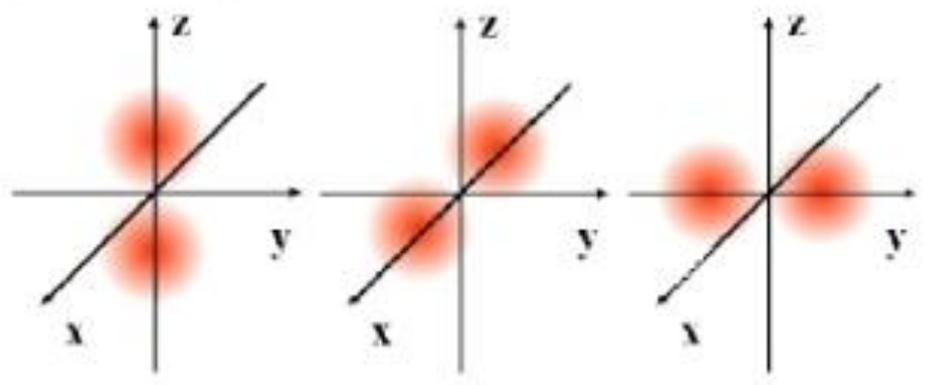


# FORMA DE LOS ORBITALES

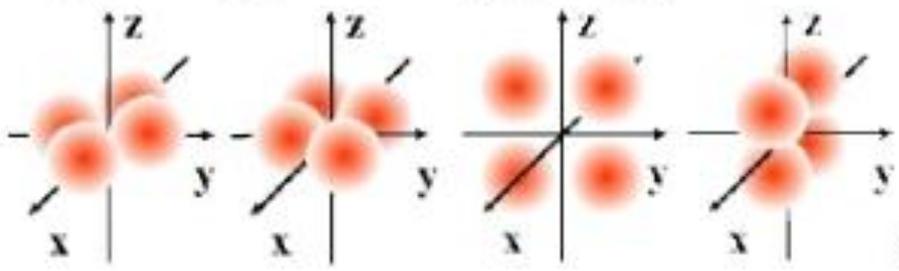
s Orbitals



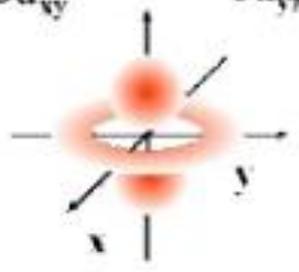
1s      2s      3s      etc.



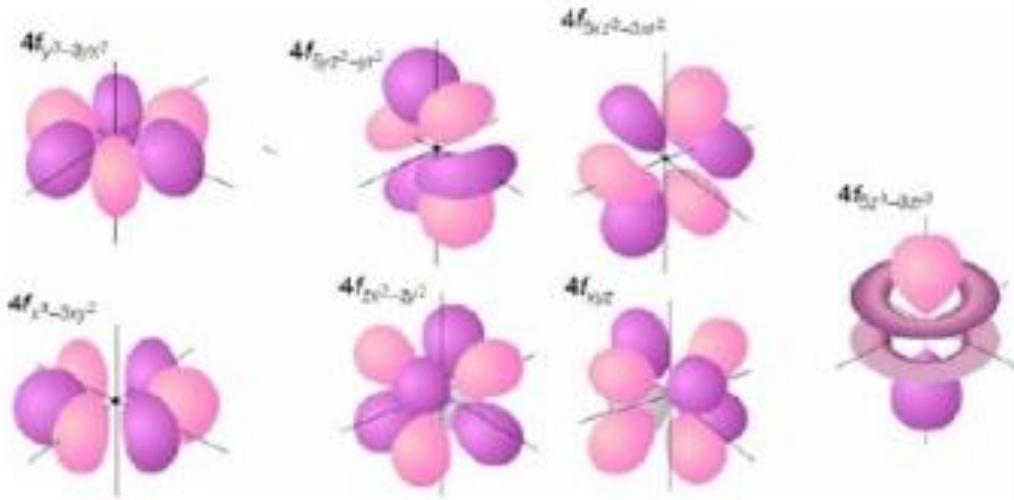
$2p_z$        $2p_x$        $2p_y$



$3d_{x^2-y^2}$        $3d_{xy}$        $3d_{yz}$        $3d_{xz}$

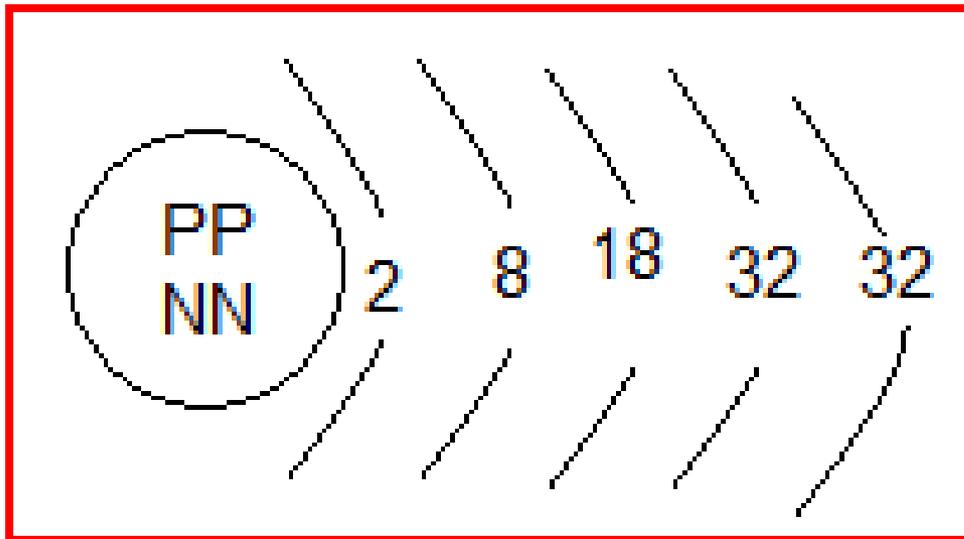


$3d_{z^2}$



$4f_{y^2-3x^2}$        $4f_{y^2-3z^2}$        $4f_{3x^2-5y^2}$        $4f_{yz}$        $4f_{xz}$        $4f_{xy}$

- Modelo de Neils Bohr



- Numero maximo de electrones / orbita

$$2(N)^2$$

- $2(1)^2 = 2(1) = 2$  Electrones Máximos
- $2(2)^2 = 2(4) = 8$  Electrones Máximos
- $2(3)^2 = 2(9) = 18$  Electrones Máximos
- $2(4)^2 = 2(16) = 32$  Electrones Máximos
- Nota: Después de la cuarta orbita el #máximo de electrones por orbita será siempre igual a 32

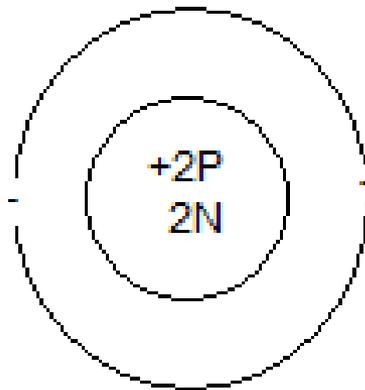
- Átomos simples
- Hidrogeno



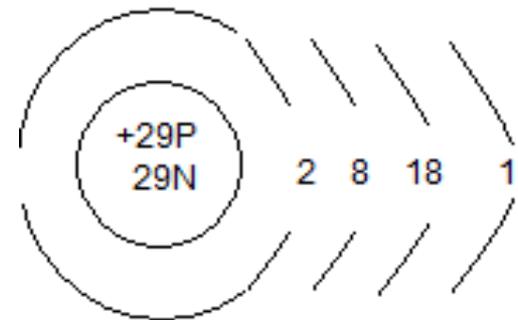
*Átomo de hidrógeno (H).*

*Contiene un solo protón en el núcleo central. Por tanto, su número atómico es "1".*

- Átomos simples
- Helio



- Átomos simples
- Cobre (Cu)
- Electron de Valencia
- Átomo de Cobre Cu 29
- 1capa 2e
- 2capa 8e
- 3capa 18e
- 4capa 1e (capa de valencia)



- Ley de electrostática
  - Cargas eléctricas iguales se repelan
  
  - Cargas eléctricas desiguales se atraen

- Ejercicios:
  - Hallar Fuerza
  - Hallar Distancia ( $r$ )
  - Hallar Cargas

# Electrones de valencia

- Los electrones de las orbitas mas alejadas del núcleo están mas débilmente ligadas al átomo que las mas cercanos al núcleo. Esto se debe a que la fuerza de atracción entre el núcleo cargado positivamente y los electrones cargados negativamente disminuye al aumentar la distancia. Los electrones con los nivel energéticos mas altos se encuentran en la capa mas alejada del átomo y están relativamente poco ligadas al átomo.

# Electrones de valencia

- Estos electrones de valencia contribuyen a las reacciones químicas y al enlace dentro de la estructura del material.
- La valencia de un átomo es el número de electrones que hay en su capa más alejada.

# Ionización

- Cuando un átomo absorbe energía de una fuente calorífica o de la luz, por ejemplo, los niveles energéticos de los electrones se elevan. Cuando un electrón gana energía, pasa a una orbita mas alejada del núcleo.
- Como los electrones de valencia poseen mas energía y están ligados mas débilmente al átomo que los electrones interiores, pueden saltar a orbitas mas altas mas fácilmente cuando absorben energía externa.

# Ionización

- Si un electrón de valencia adquiere una cantidad suficiente de energía, puede removerse completamente de la capa exterior y de la influencia del átomo. La salida de un electrón de valencia deja a un átomo previamente neutro con un exceso de carga positiva, o sea, mas protones que electrones.
- El proceso de perder un electrón de valencia se conoce como ionización y el átomo resultante, cargado positivamente, se denomina ion positivo.

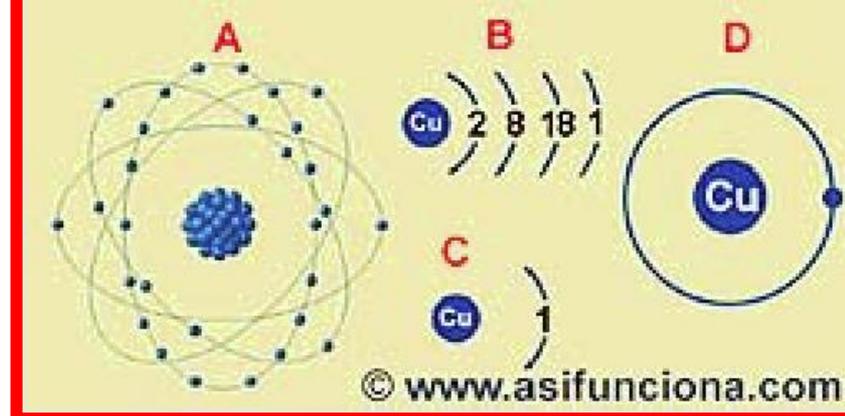
# Electron Libre

- Si el símbolo químico de hidrogeno es H, cuando pierde su electrón de valencia y se convierte en ion positivo, se designa por H<sup>+</sup>.
- El electrón de valencia que escapo se denomina electrón libre.
- Cuando un electrón libre cae en la capa externa de un átomo de hidrogeno neutro, el átomo se carga negativamente, ósea, mas electrones que protones y se domina ion negativo y se designa H<sup>-</sup>.

# Formación de los Cristales

- Tipo P
- Tipo N

# Atomo de Cobre (Cu)

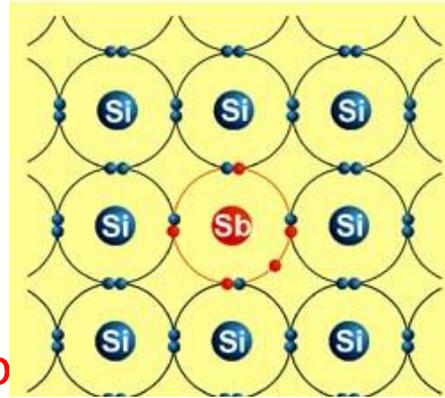


- *Diferentes formas de representar de forma grafica un mismo atomo, en este caso de cobre (Cu):*
- **A)** Normal, en la que aparecen todos los electrones girando alrededor de alrededor de un núcleo de ese elemento en sus respectivas órbitas.
- **B)** Representación plana en la que se pueden observar, de forma parcial, las cuatro órbitas o niveles de energía que le corresponden a ese átomo con la distribución numérica de todos los electrones que posee en cada una de ellas. (29 en total).
- **C)** La misma representación plana, pero.
- *más simplificada, en la que se muestra solamente la última órbita o banda de valencia, identificada con el número "1", o sea, el único electrón que posee en esa posición.*
- **D)** El mismo átomo mostrado ahora en representación plana, con la última órbita y el único electrón que gira en la misma.

# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-N"

- Ni los átomos de silicio, ni los de germanio en su forma cristalina ceden ni aceptan electrones en su última órbita; por tanto, no permiten la circulación de la corriente eléctrica, por tanto, se comportan como materiales aislantes.
- Pero si la estructura cristalina de uno de esos elementos semiconductores la dopamos añadiéndole una pequeña cantidad de impurezas provenientes de átomos de un metaloide como, por ejemplo, antimonio (Sb) (elemento perteneciente los elementos semiconductores del Grupo Va de la Tabla Periódica, con cinco electrones en su última órbita o banda de valencia), estos átomos se integrarán a la estructura del silicio y compartirán cuatro de sus cinco electrones con otros cuatro pertenecientes a los átomos de silicio o de germanio, mientras que el quinto electrón restante del antimonio, al quedar liberado, se podrá mover libremente dentro de toda la estructura cristalina. De esa forma se crea un semiconductor extrínseco tipo-N, o negativo, debido al exceso de electrones libres existentes dentro de la estructura cristalina del material semiconductor.

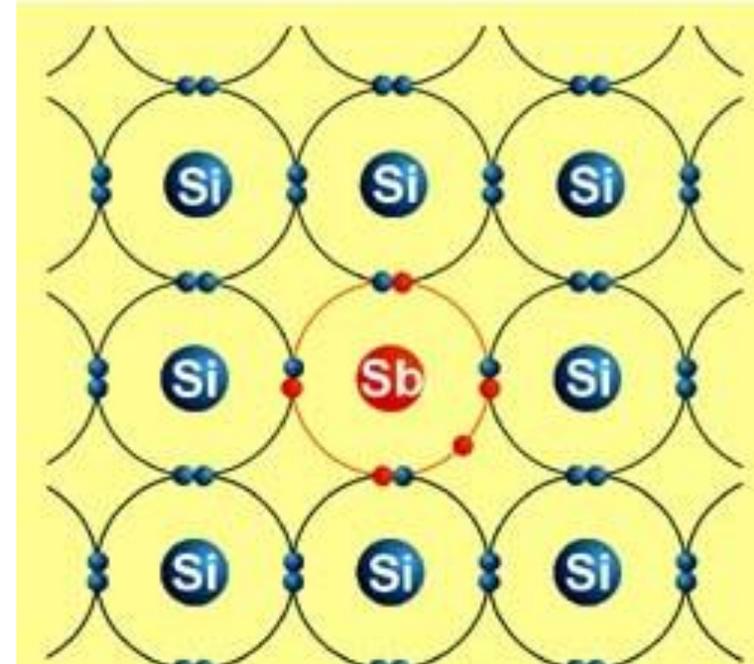
# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-N"



- Pero si la estructura cristalina de uno de esos elementos semiconductores la dopamos añadiéndole una pequeña cantidad de impurezas provenientes de átomos de un metaloide como, por ejemplo, antimonio (Sb) (elemento perteneciente a los elementos semiconductores del Grupo Va (cinco) de la Tabla Periódica, con cinco electrones en su última órbita o banda de valencia), estos átomos se integrarán a la estructura del silicio y compartirán cuatro de sus cinco electrones con otros cuatro pertenecientes a los átomos de silicio o de germanio, mientras que el quinto electrón restante del antimonio, al quedar liberado, se podrá mover libremente dentro de toda la estructura cristalina. De esa forma se crea un semiconductor extrínseco tipo-N, o negativo, debido al exceso de electrones libres existentes dentro de la estructura cristalina del material semiconductor.

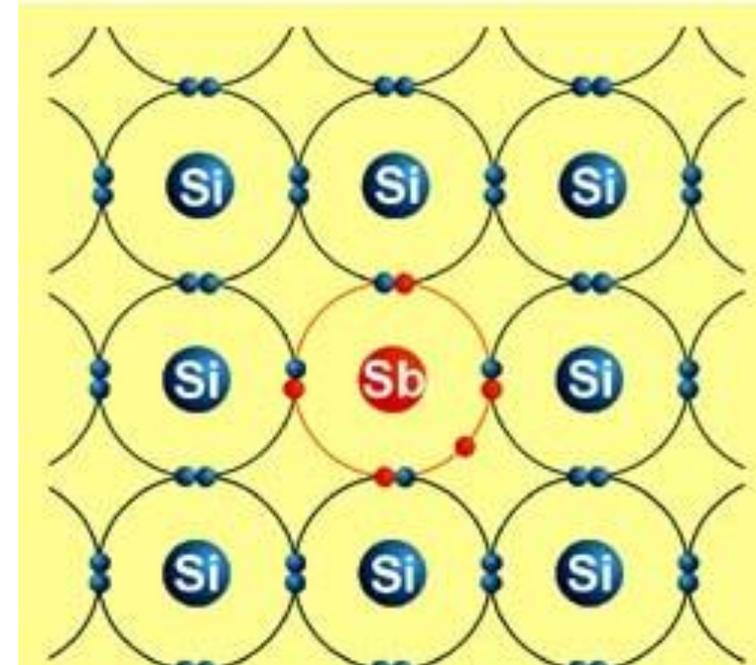
# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-N"

- Estructura cristalina compuesta por átomos de silicio (Si) formando una celosía. Como se puede observar, esta estructura se ha dopado añadiendo átomos de antimonio (Sb) para crear un material semiconductor "extrínseco". Los átomos de silicio (con cuatro electrones en la última órbita o banda de valencia) se unen formando enlaces covalentes con los átomos de antimonio (con cinco en su última órbita banda de valencia). En esa unión quedará un electrón libre dentro de la estructura cristalina del silicio por cada átomo de antimonio que se haya añadido. De esa forma el cristal de silicio se convierte en material semiconductor tipo-N (negativo) debido al exceso de electrones libres con cargas negativas presentes en esa estructura.*



# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-N"

- Si a un semiconductor tipo-N le aplicamos una diferencia de potencial o corriente eléctrica en sus extremos, los electrones libres portadores de cargas negativas contenidos en la sustancia impura aumentan. Bajo esas condiciones es posible establecer un flujo de corriente electrónica a través de la estructura cristalina del semiconductor si le aplicamos una diferencia de potencia o corriente eléctrica.



# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-P"

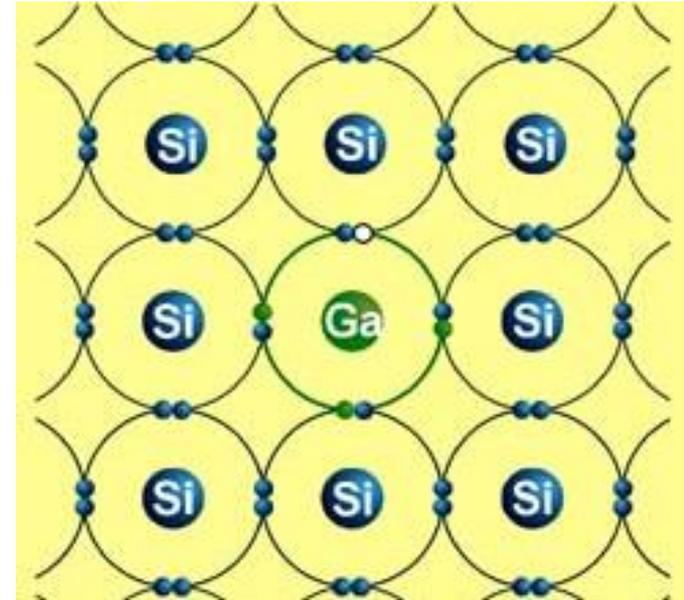
- Si en lugar de introducir átomos pentavalentes al cristal de silicio o de germanio lo dopamos añadiéndoles átomos o impurezas trivalentes como de galio (Ga) (elemento perteneciente al Grupo IIIa (tres) de la Tabla Periódica con tres electrones en su última órbita o banda de valencia), al unirse esa impureza en enlace covalente con los átomos de silicio quedará un hueco o agujero, debido a que faltará un electrón en cada uno de sus átomos para completar los ocho en su última órbita.

# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-P"

- En este caso, el átomo de galio tendrá que captar los electrones faltantes, que normalmente los aportarán los átomos de silicio, como una forma de compensar las cargas eléctricas. De esa forma el material adquiere propiedades conductoras y se convierte en un semiconductor extrínseco dopado tipo-P (positivo), o aceptante, debido al exceso de cargas positivas que provoca la falta de electrones en los huecos o agujeros que quedan en su estructura cristalina.

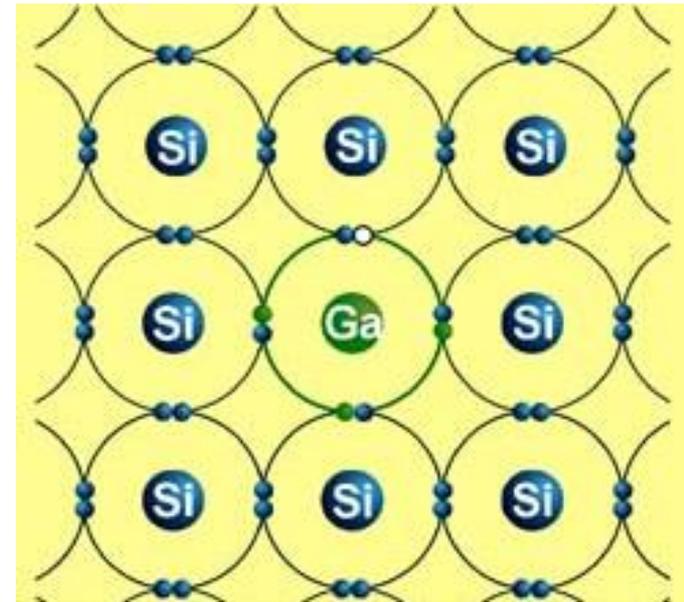
# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-P"

- *Estructura cristalina compuesta por átomos de silicio (Si) que forman, como en el caso anterior, una celosía, dopado ahora con átomos de galio (Ga) para formar un semiconductor "extrínseco". Como se puede observar en la ilustración, los átomos de silicio (con cuatro electrones en la última órbita o banda de valencia) se unen formando enlaces covalente con los átomos de galio (con tres electrones en su banda de valencia).*



# SEMICONDUCTOR DE SILICIO "TIPO-P"

- *En esas condiciones quedará un hueco con defecto de electrones en la estructura cristalina de silicio, convirtiéndolo en un semiconductor tipo-P (positivo) provocado por el defecto de electrones en la estructura.*



# MECANISMO DE CONDUCCIÓN DE UN SEMICONDUCTOR

- Cuando a un elemento semiconductor le aplicamos una diferencia de potencial o corriente eléctrica, se producen dos flujos contrapuestos:
  - uno producido por el movimiento de electrones libres que saltan a la “banda de conducción” y otro por el movimiento de los huecos que quedan en la “banda de valencia” cuando los electrones saltan a la banda de conducción.

# MECANISMO DE CONDUCCIÓN DE UN SEMICONDUCTOR

- *Cuando aplicamos una diferencia de potencial a un elemento semiconductor, se establece una “corriente de electrones” en un sentido y otra “corriente de huecos” en sentido opuesto.*



- Si analizamos el movimiento que se produce dentro de la estructura cristalina del elemento semiconductor, notaremos que mientras los electrones se mueven en una dirección, los huecos o agujeros se mueven en sentido inverso. Por tanto, el mecanismo de conducción de un elemento semiconductor consiste en mover cargas negativas (electrones) en un sentido y cargas positivas (huecos o agujeros) en sentido opuesto.

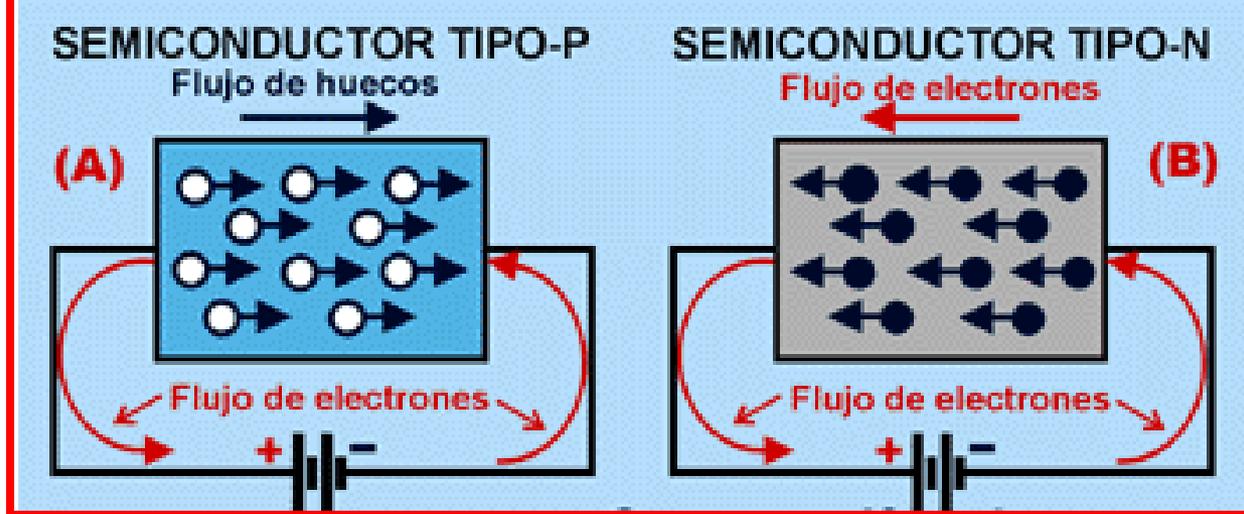
Ese mecanismo de movimiento se denomina "conducción propia del semiconductor", que para las cargas negativas (o de electrones) será "conducción N", mientras que para las cargas positivas (de huecos o agujeros), será "conducción P".

Diodo

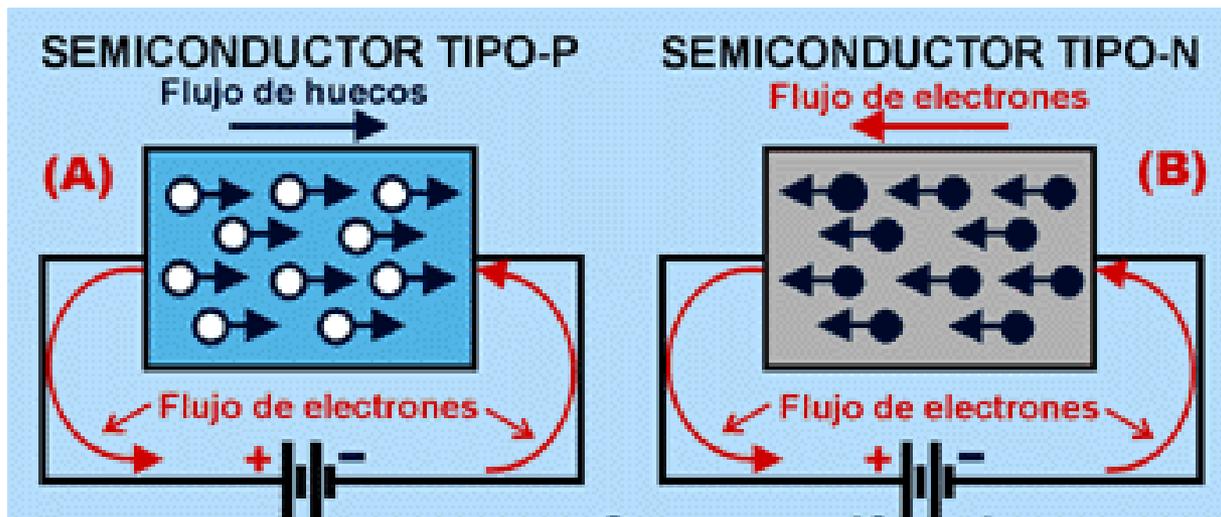
- Un diodo semiconductor de estado sólido consta de dos partes, formadas por cristales de silicio (Si) de diferente polaridad. Un cristal de silicio en estado puro constituye un elemento químico tetravalente por estar compuesto por átomos de valencia +4, pero para obtener dos cristales semiconductores de polaridad diferente es necesario “doparlos” durante el proceso de producción del diodo, añadiéndole a la estructura molecular de cada uno de esos cristales cierta cantidad de impurezas pertenecientes a átomos de otros elementos químicos (también semiconductores), pero de valencias diferentes para cada una de las partes que formarán el diodo, con sus correspondientes polaridades.

- Para fabricar un diodo, primeramente uno de los cristales de silicio se dopa añadiéndole, como impureza, un elemento químico de valencia +3 (trivalente) como el galio (Ga), por ejemplo. Al final del proceso se obtiene un semiconductor “**tipo-p**”, con polaridad positiva (**P**), que presentará defecto o falta de electrones en la última órbita de los átomos de galio añadidos como impurezas. En esas órbitas se formarán “huecos” en aquellos lugares que debían estar ocupados por los electrones faltantes.

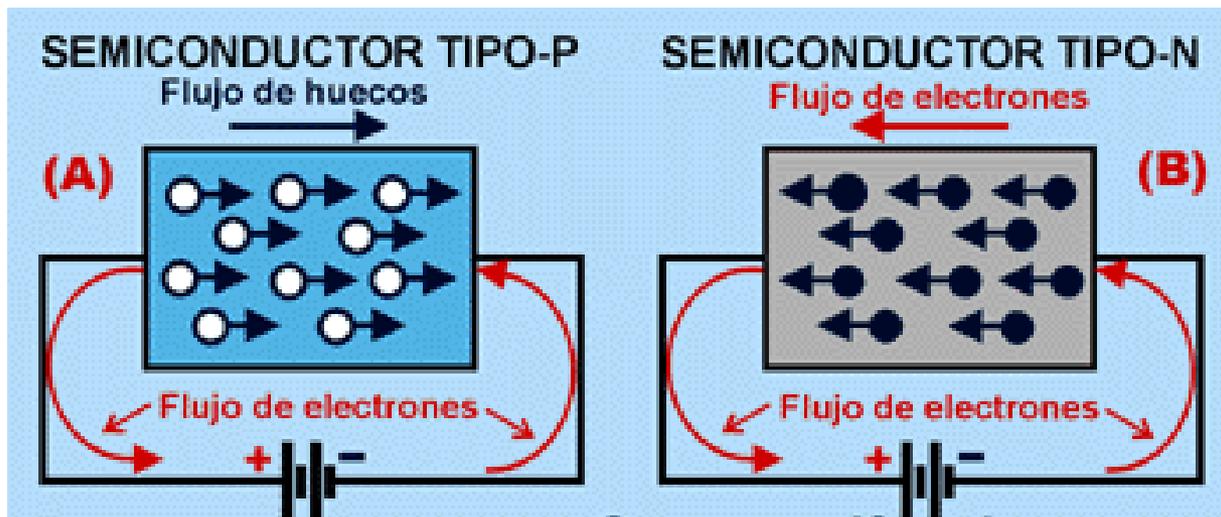
- El otro cristal de silicio, que inicialmente es igual al empleado en el proceso anterior, se dopa también durante el proceso de fabricación del diodo, pero añadiéndole esta vez impurezas pertenecientes a átomos de otro elemento químico también semiconductor, pero de valencia +5 (pentavalente) como, por ejemplo, antimonio (Sb). Una vez finalizado este otro proceso de dopado se obtiene un semiconductor “**tipo-n**”, con polaridad negativa (**N**), caracterizado por presentar exceso de electrones libres en la última órbita de los átomos de antimonio añadidos como impurezas.



- *Representación gráfica de dos elementos semiconductores de cristal de silicio (Si), simplificados de forma esquemática.*
- *A.- Semiconductor de silicio de conducción “**tipo-p**”, o sea, de polaridad positiva. (P). En su estructura molecular se puede observar que en los lugares que debían ocupar los electrones. lo que encontramos son “huecos”.*



- Cuando conectamos una batería a los extremos de un cristal semiconductor positivo, se establece un. flujo de “huecos” en sentido opuesto al flujo de electrones que proporciona la fuente de energía eléctrica.. En la ilustración se puede observar también que mientras el flujo de electrones o corriente electrónica. se establece del polo negativo al polo positivo de la batería, el flujo de “huecos”, por el contrario, se. establece en el sentido inverso a través del cristal de silicio.*



- *B.- Semiconductor de silicio de conducción “tipo-n”, de polaridad negativa (N), con exceso de electrones libres en su estructura molecular. Si a este tipo de semiconductor negativo le conectamos una batería, el flujo electrónico se establecerá en el mismo sentido de circulación de la propia fuente de suministro eléctrico, o sea, del polo negativo al polo positivo*

# Formación

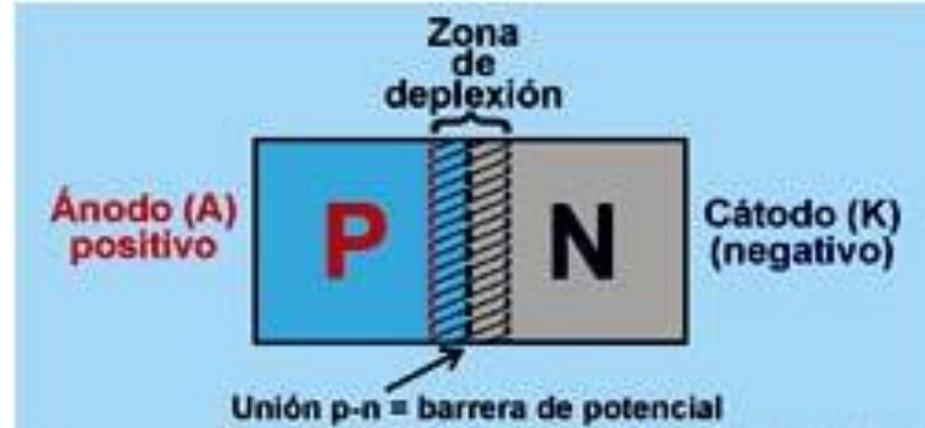
- En el mismo momento que un cristal semiconductor de silicio (Si) de conducción “**tipo-p**” (positivo) se pone en contacto con otro cristal semiconductor también de silicio, pero de conducción “**tipo-n**” (negativo), se crea un **diodo de empalme o de unión “p-n”**. Si al diodo así formado le conectamos una fuente de corriente eléctrica, éste reacciona de forma diferente a como ocurre con cada una de las dos partes semiconductoras por separado.

# Formación



- *Representación gráfica de las dos partes que componen un diodo de silicio de unión p-n: a la izquierda la parte positiva (P) y a la derecha la negativa (N). En la ilustración se puede apreciar la "zona de depleción" que se forma alrededor del punto donde se unen los dos cristales semiconductores de diferente polaridad. El punto de unión p-n de los dos cristales se denomina "barrera de potencial del diodo".*

# Formación



- Para que los electrones en exceso en el semiconductor con polaridad negativa (N) puedan atravesar la barrera de potencial del diodo y saltar a la parte positiva y “llenar” los huecos, es necesario energizarlos suministrándoles una corriente eléctrica o diferencia de potencial en los extremos del diodo, por medio de una batería o cualquier otra fuente de fuerza electromotriz. **Cuando la tensión aplicada al diodo de silicio alcanza 0,7 volt, el tamaño de la zona de deplexión se reduce por completo y los electrones en la parte negativa adquieren la carga energética necesaria que les permite atravesar la barrera de potencial. A diferencia de los diodos de silicio (Si), los de germanio (Ge) sólo requieren 0,3 volt de polarización directa para que la zona de deplexión se reduzca y los electrones adquieran la carga energética que requieren para poder atravesar la barrera de potencial.**

# Formación



- *En la parte de arriba de esta ilustración aparece el símbolo general. utilizado para identificar un diodo semiconductor común y abajo el. aspecto físico externo que presentan la mayoría de los diodos de. silicio. Como se puede observar en ambas ilustraciones, el ánodo "A" constituye la parte positiva y el cátodo "K" la negativa. En un diodo real, el extremo correspondiente al cátodo se identifica por. medio de una marca o anillo color plata impreso junto al terminal. negativo de conexión al circuito eléctrico.*

# Notación Científica

- Cualquier número se puede escribir en potencias de base diez como producto de sus factores, siéndole primer factor un número comprendido entre 1 y 9 y el segundo la potencia de base diez. Este proceso recibe el nombre de **notación científica**.
- La notación científica es muy útil para expresar números muy grandes o muy pequeños.

# Notación Científica

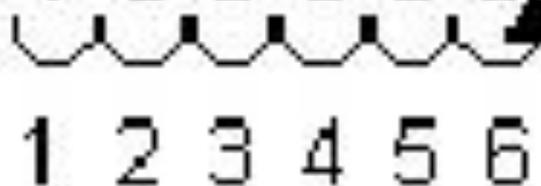
- Tiene tres partes:
- Una parte entera de una sola cifra
- Las otras cifras significativas como la parte decimal
- Una potencia de base diez que da el orden de magnitud de la cifra

# Notación Científica

- Ejemplo:
- $3.287 \times 10^{12} = 3287000000000$
- Cada cero en los números de arriba representa un múltiplo de 10. Por ejemplo, el número 100 representa 2 múltiplos de 10 ( $10 \times 10 = 100$ ). En la notación científica, 100 puede ser escrito como 1 por 2 múltiplos de 10:

# Notación Científica

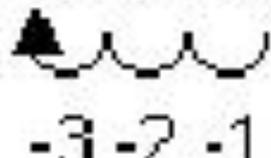
- $100 = 1 \times 10 \times 10 = 1 \times 10^2$  (en la notación científica)
- Por ejemplo

$$5.7 \times 10^6 = 5700000$$


1 2 3 4 5 6

# Notación Científica

- Esta abreviación también puede ser usada con números muy pequeños. Cuando la notación científica se usa con números menores a uno, el exponente sobre el 10 es negativo, y el decimal se mueve hacia la izquierda, en vez de hacia la derecha.
- Por ejemplo:

$$6.5 \times 10^{-3} = 0.0065$$


-3 -2 -1

# Notación Científica

- Por consiguiente, usando la notación científica, el diámetro de un glóbulo rojo es  $6.5 \times 10^{-3}$  cm., la distancia de la tierra al sol es  $1.5 \times 10^8$  Km. y el número de moléculas en 1g de agua es  $3.34 \times 10^{22}$ .
- Nota final: En la notación científica, la base numeral es siempre representada como un dígito simple seguido por decimales si es necesario. Por consiguiente, el número 0.0065 siempre se representa como  $6.5 \times 10^{-3}$ , nunca como  $.65 \times 10^{-2}$  o  $65 \times 10^{-4}$ .

# Notación Científica

- Ejercicios
- 1)  $67,000,000,000=$
- 2)  $3,800,000=$
- 3)  $0.0026=$
- 4)  $0.0000901=$

# Notación Científica

- Ejercicios
- Realiza operaciones usando notación científica.  
Expresa el resultado en notación Científica
- 5)  $(1.23 \times 10^7 \Omega) + (8.9 \times 10^8 \Omega) =$
- 6)  $(4.05 \times 10^{-6} \text{ kg}) + (2.1 \times 10^{-5} \text{ kg}) =$
- 7)  $(9 \times 10^3 \text{ A}) - (3 \times 10^2 \text{ A}) =$
- 8)  $(5.8 \times 10^{-4} \text{ s}) - (1.4 \times 10^{-5} \text{ s}) =$
- 9)  $(9 \times 10^2 \text{ kg}) (3 \times 10^6 \text{ m}) =$
- 10)  $(8.1 \times 10^7 \text{ m}) / (9 \times 10^5 \text{ s}) =$
- 11)  $(6.4 \times 10^8 \text{ kg}) (3.2 \times 10^6 \text{ m}) / (1.6 \times 10^4 \text{ s}) =$
- 12)  $(7.8 \times 10^3 \text{ kg}) (2.4 \times 10^6 \text{ m}) / (3.0 \times 10^7 \text{ s}) (1.3 \times 10^{10} \text{ s}) =$

# Prefijos métricos

Prefijo Métrico	Símbolo Métrico	Potencia de 10	Valor
ZETTA	Z	$10^{21}$	Sextillon o Mil Trillones
EXA	E	$10^{18}$	Quintillon
PETA	P	$10^{15}$	Mil billones
TERA	T	$10^{12}$	Un trillón
GIGA	G	$10^9$	Un Billón
MEGA	M	$10^6$	Un Millón
KILO	k	$10^3$	Mil
mili	m	$10^{-3}$	Un milésima
micro	$\mu$	$10^{-6}$	Un millonésimo
nano	n	$10^{-9}$	Una billonésima
pico	p	$10^{-12}$	Una trillonésima
femto	f	$10^{-15}$	Una mil billonesima
atto	a	$10^{-18}$	Un millón millonésimo (quintillonesimo)
zepto	z	$10^{-21}$	Un sextillonesimo

# Prefijos métricos

- Ejemplos
- $50,000\text{V} = 50\text{KV}$
- $25,000,000\Omega = 25\text{M}\Omega$
- $0.000036\text{A} = 36\mu\text{A}$
- $56,000,000 \Omega = 56\text{M}\Omega$
- $0.00047\text{A} = 0.47\text{mA} = 470\mu\text{A}$

# Prefijos métricos

- Ejemplos
- Realiza las conversiones correspondientes usando prefijos métricos
- 13)  $470 \text{ mf} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ f}$
- 14)  $6.95 \text{ MHz} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$
- 15)  $1.45 \mu\text{A} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$
- 16)  $38\text{KV} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$
- 17)  $906 \text{ MHz} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kHz}$
- 18)  $321 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ns}$
- 19)  $87.3 \mu\text{H} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mH}$
- 20)  $8.2 \times 10^2 \text{ W} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mW}$

