

## Tema N° 3

# Estructura Atómica de la Materia. Modelos Atómicos

### Contenido Temático:

- 1.- Estructura atómica
- 2.- Partículas subatómicas
- 3.- Isótopos
- 4.- Modelos atómicos
  - 4.1.- Modelo atómico de Thomson
  - 4.2.- Modelo atómico de Rutherford
  - 4.3.- Modelo atómico de Böhr

### 1.- Estructura atómica de la Materia

El ser vivo tiene dos características: una, ser **altamente CURIOSO** lo que le proporciona muchas alegrías y a veces desgracias, y la otra, sin mencionar **ESPECIE**, ser muy **DESTRUCTIVO** (Cambio Climático).

Vamos a aplicar la primera de ellas y nos centraremos en el estudio de la **estructuración** y **composición** de la **Materia**.

**Leucipo**, en el 440 a. C., sostenía la teoría de que **sólo había un tipo de materia**. Admitía que esta se podía ir dividiendo hasta llegar a una unidad que ya no era factible su división.

**Demócrito**, discípulo de Leucipo llamó **átomos** a estos trozos de materia indivisible (teoría Atomista).

**Empédocles**, coetáneo de Demócrito, postuló que la **materia** estaba formada por cuatro elementos: **tierra, agua, aire y fuego**.

**Aristóteles**, no podía faltar en todo este proceso, admitió la teoría de **Empédocles** y rechazó las teorías **atomistas** de **Demócrito**. Durante 2000 años más el **átomo** no volvió a aparecer.

Mucho más recientes son los **alquimistas** que no conocían la **estructura y composición de la materia** pero experimentaban con ella. Hacían mezclas de diferentes sustancias, las primeras **reacciones químicas**, y a veces se encontraban con sustancias **inflamables, tóxicas o explosivas**. Si se escapaban de estas sustancias también debían lidiar con la **Inquisición o Santa Inquisición**, como queramos llamarle.

El trabajo experimental de los **alquimistas** se centraba en encontrar una **sustancia** que pudiera:

1. Transformar los **metales no nobles** (cobre, hierro, plomo) en **metales preciosos**, como la plata o el oro
2. Que fuera capaz **depurar la sangre y curar** cualquier enfermedad
3. Proporcionar **vida eterna** a quien la ingiriera

Estos tres objetivos constituyen la búsqueda de la famosa **"piedra filosofal"** (el Elixir de la vida).

Lejos de los **alquimistas**, en el período 1803-1808, **Jonh Dalton** intentando esclarecer la ley de la **"Conservación de la Masa"** establecida por Lavoisier y la ley de las **"Proporciones definidas"**, ley de Proust, establece su **teoría atómica** sobre

la **materia**. Esta teoría se resume en los siguientes postulados:

- 1.- La **materia** está formada por partículas **indivisibles**, los **átomos**, que permanecen **inalterables** en cualquiera **proceso químico**.
- 2.- Los **átomos de un mismo elemento** son todos **iguales entre sí**, en masa, tamaño y en cualquier otra propiedad, y **distintos de los átomos** de los otros elementos.
- 3.- Los **átomos** se combinan entre ellos en una proporción constante en masa para formar **moléculas**. Las **moléculas** de un **mismo compuesto** son todas **iguales** entre sí.
- 4.- En las **reacciones químicas**, los átomos ni se crean ni se destruyen, simplemente se **combinan entre ellos de otra forma**.

**Dalton** fue un adelantado en su tiempo. Estamos estudiando la **materia** desde dentro, tarea algo difícil pues nos movemos en un campo **extremadamente pequeño**. El átomo más sencillo pertenece al elemento químico **Hidrógeno** que tiene un diámetro de aproximadamente  $10^{-10}$  m (0,0000000001 m) y una masa alrededor de  $1,7 \times 10^{-27}$  kg. Nunca llegaremos a ver el átomo de un elemento químico y **Dalton** basándose en estudios **estequiométricos** (reacciones químicas) fue capaz de establecer el primer **modelo atómico** de la **materia**.

El 30 de abril de 1897, **Joseph John Thomson** (1856-1940) anunció el **descubrimiento del electrón** con lo cual la **indivisibilidad** del átomo, establecida por Dalton, se abandonó admitiéndose que los átomos **sí se podían dividir** llevándonos a un nuevo **modelo atómico**.

## 2.- Partículas subatómicas

El conocimiento de las **partículas subatómicas elementales** se ha logrado tras muchos años de trabajo e investigación.

En 1897 Thomson fue capaz de determinar la existencia de la primera partícula, el **electrón**.

Experimento de Thomson. Descubrimiento del electrón

<https://www.youtube.com/watch?v=un--o7vFq1Y>

Descubrimiento del Protón

<https://www.youtube.com/watch?v=JtUbmHEOV14&t=26s>

Descubrimiento del Neutrón

<https://www.youtube.com/watch?v=bp-74uZ4TMY>

De los videos anteriores podemos establecer la siguiente tabla:

<u>Partícula</u>	<u>Carga (C)</u>	<u>Masa (Kg)</u>	<u>Descubridor</u>
<b>Electrón (e<sup>-</sup>):</b>	<b>-1,60.10<sup>-19</sup></b>	<b>9,11 . 10<sup>-31</sup></b>	<b>Thomson (1897)</b>
<b>Protón (p<sup>+</sup>):</b>	<b>+1,6.10<sup>-19</sup></b>	<b>1,67 . 10<sup>-27</sup></b>	<b>Rutherford (1919)</b>
<b>Neutrón (n<sup>0</sup>):</b>	<b>0</b>	<b>1,67 . 10<sup>-27</sup></b>	<b>Chadwick (1932)</b>

Según las **masas** de las tres partículas, se puede establecer:

$$m_{\text{electrón}} = (1 / 1850) \cdot m_{\text{protón}}$$

Según la equivalencia anterior, la **masa del electrón** se puede considerar **despreciable** frente a la **masa del protón** y del **neutrón**.

Existen unos parámetros matemáticos que nos determinan el número de partículas subatómicas existentes en los átomos de los elementos químicos. Son dos parámetros:

a) Número atómico (Z)

b) Número Másico (A)

Los átomos de los elementos químicos se representan de la forma:



Siempre el número Másico como exponente y el número Atómico como subíndice.

El número Atómico (Z) nos representa en número de protones y el número de electrones de un átomo neutro:

$$Z = n^{\circ} \text{ protones} = n^{\circ} \text{ electrones}$$

El número Másico es igual a la suma de neutrones y protones:

$$A = \text{neutrones} + \text{protones}$$

$$A = N + Z$$

Donde N = n° de neutrones

### Ejercicio resuelto

Deducir la fórmula que nos determina el número de neutrones de un átomo:

### Resolución

Existe la ecuación:

$$A = Z + N \quad (1)$$

En donde:

**A = Número Másico**

**Z = Número Atómico**

**N = Número de neutrones**

De la ecuación (1) podemos despejar el número de neutrones, **N**:

$$\text{N}^\circ \text{ de neutrones} = N = A - Z$$

### Ejercicio resuelto

¿Cuántos protones, neutrones y electrones tienen los siguientes átomos?:  ${}_5\text{B}^{11}$ ,  ${}_{19}\text{K}^{39}$ ,  ${}_{20}\text{Ca}^{40}$  y  ${}_{29}\text{Cu}^{63}$

### Resolución

${}_5\text{B}^{11}$ ,  ${}_{19}\text{K}^{39}$ ,  ${}_{20}\text{Ca}^{40}$  y  ${}_{29}\text{Cu}^{63}$

${}_5\text{B}^{11} \rightarrow Z = 5 \rightarrow 5 e^- \text{ y } 5 p^+$

$$\text{De } A = Z + N \rightarrow N = A - Z = 11 - 5 = 6 n^0$$

${}_{19}\text{K}^{39} \rightarrow Z = 19 \rightarrow 19 e^- \text{ y } 19 p^+$

$$N = A - Z = 39 - 19 = 20 n^0$$

${}_{20}\text{Ca}^{40} \rightarrow Z = 20 \rightarrow 20 e^- \text{ y } 20 p^+$

$$N = A - Z = 40 - 20 = 20 n^0$$

${}_{29}\text{Cu}^{63} \rightarrow Z = 29 \rightarrow 29 e^- \text{ y } 29 p^+$

$$N = A - Z = 63 - 29 = 34 n^0$$

### Ejercicio resuelto

Un átomo neutro (sin carga) posee 9 protones y 10 neutrones. Determina A y Z.

### Resolución

Z equivale al número de protones y electrones existentes en el átomo, luego  $Z = 9$ .

De la ecuación:

$$A = Z + N \quad (1)$$

$$N = n^{\circ} \text{ neutrones} = 10$$

De la ecuación (1) conoceremos A:

$$A = 9 + 10 = 19$$

### Ejercicio resuelto

El cesio tiene 55 electrones y 77 neutrones. Indica A, Z y número de protones

### Resolución

$$Z = n^{\circ} \text{ electrones} = 55$$

$$A = Z + N$$

$$N = 77$$

$$A = 55 + 77 = 132$$

### 3.- Isótopos

Dalton en su teoría atómica afirma que:

“Los átomos de un mismo elemento son todos iguales entre sí, en masa, tamaño y en cualquier otra propiedad, y distintos de los átomos de los otros elementos”

En la época de Dalton los conocimientos no eran muy avanzados, de ahí su afirmación anterior. Hoy sabemos que los átomos de un mismo elemento **no son iguales**. Al conjunto de átomos distintos de un mismo elemento se le conoce como **Isótopos**.

En el caso del Carbono, presenta tres isótopos:



Podemos comprobar que los tres isótopos presentan el mismo número Atómico ( $Z = 6$ ). Si calculamos el número de neutrones de cada uno de ellos nos encontramos:

$${}_6\text{C}^{12} \rightarrow Z = 6 \rightarrow 6 e^- \text{ y } 6 p^+ \\ A = N + Z \quad ; \quad N = A - Z = 12 - 6 = 6 n^0$$

$${}_6\text{C}^{13} \rightarrow Z = 6 \rightarrow 6 e^- \text{ y } 6 p^+ \\ N = A - Z = 13 - 6 = 7 n^0$$

$${}_6\text{C}^{14} \rightarrow Z = 6 \rightarrow 6 e^- \text{ y } 6 p^+ \\ N = A - Z = 14 - 6 = 8 n^0$$

Como podemos observar estos tres isótopos del Carbono se diferencian en el **número de NEUTRONES**.

Podemos definir los **isótopos** de un mismo elemento químico como átomos de ese elemento químico que tienen el **mismo número Atómico** y distinto **número Másico**.

El elemento Hidrógeno presenta tres isótopos:

${}^1_1\text{H}^1 \rightarrow$  1 electrón y 1 protón  $\rightarrow$  Protio

${}^2_1\text{H}^2 \rightarrow$  1 electrón, 1 protón y 1 neutrón  $\rightarrow$  Deuterio

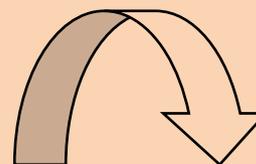
${}^3_1\text{H}^3 \rightarrow$  1 electrón, 1 protón y 2 neutrones  $\rightarrow$  Tritio

### Ejercicio resuelto

Indica cuáles de las siguientes especies atómicas son isótopos:  ${}_6\text{X}^{12}$ ;  ${}_8\text{Y}^{12}$ ;  ${}_6\text{Z}^{14}$ ;  ${}_9\text{U}^{19}$ ;  ${}_8\text{V}^{14}$

### Resolución

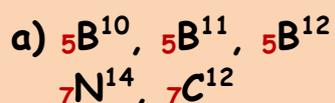
Los isótopos de un elemento químico se caracterizan porque sus átomos tienen idéntico número atómico, Z (nº de protones = nº electrones). Según esto isótopos serán los átomos:



### Ejercicio resuelto

Observa los siguientes átomos:  ${}_5\text{B}^{10}$ ;  ${}_5\text{B}^{11}$ ;  ${}_5\text{B}^{12}$ ;  ${}_7\text{N}^{14}$ ;  
 ${}_8\text{O}^{16}$ ;  ${}_6\text{C}^{12}$ ;  ${}_7\text{C}^{12}$  Agrupa los átomos anteriores según: a) Sean isótopos. b) Tengan el mismo número másico. c) Tengan el mismo número de neutrones.

### Resolución



c)

$${}_5\text{B}^{10} \rightarrow N = A - Z = 10 - 5 = 5$$

$${}_7\text{C}^{12} \rightarrow N = 12 - 7 = 5$$

$${}_5\text{B}^{11} \rightarrow N = 11 - 5 = 6$$

$${}_6\text{C}^{12} \rightarrow N = 12 - 6 = 6$$

$${}_5\text{B}^{12} \rightarrow N = 12 - 5 = 7$$

$${}_7\text{N}^{14} \rightarrow N = 14 - 7 = 7$$

### Ejercicio resuelto

El cobre se presenta en forma de dos isótopos estables:  ${}_{29}\text{Cu}^{63}$  y  ${}_{29}\text{Cu}^{65}$ . ¿Qué diferencia existe entre ellos?

### Resolución

Calculemos el número de partículas elementales de cada uno de ellos:

$${}_{29}\text{Cu}^{63} \rightarrow 29 e^- ; 29 p^+ \text{ y } N = A - Z = 63 - 29 = 34 n^0$$

$${}_{29}\text{Cu}^{65} \rightarrow 29 e^- ; 29 p^+ \text{ y } N = 65 - 29 = 36 n^0$$

Se diferencian en el número de neutrones.

### Ejercicio resuelto

De los siguientes átomos :  ${}_8\text{A}^{15}$ ,  ${}_8\text{B}^{16}$ ,  ${}_7\text{C}^{15}$ ,  ${}_9\text{D}^{19}$ , ¿Cuáles son isótopos?. ¿Cuáles pertenecen al mismo elemento?. ¿Cuáles a elementos distintos?

### Resolución

**Isótopos:**  ${}_8\text{A}^{15}$  y  ${}_8\text{B}^{16}$

**Mismo elemento:**  ${}_8\text{A}^{15}$  y  ${}_8\text{B}^{16}$

**Elementos distintos:**  ${}_7\text{C}^{15}$  y  ${}_9\text{D}^{19}$

## 4.- Modelos atómicos

Los primeros modelos atómicos fueron surgiendo a medida que se iban descubriendo las partículas elementales. Es curioso el hecho de que un nuevo modelo atómico era establecido por un alumno del científico que había establecido el modelo atómico anterior.

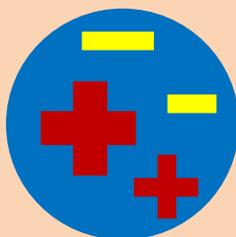
### 4.1.- Modelo atómico de Thomson

Experiencia de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=N-GU-cbeeqE>

Thomson propuso su **modelo atómico** en base a las partículas elementales conocidas, el **protón** y el **electrón**. Sabía que el átomo era **eléctricamente neutro** (cargas positivas = cargas negativas), dicho de otra forma, el **número de protones es igual al número de electrones**. Thomson sugirió que los átomos

eran **uniformes** y contenían **carga positiva** de **forma homogénea**, con **incrustaciones aleatorias** de **electrones** dentro de cada átomo.



Thomson comparó su modelo con el **budín de ciruelas** por su analogía con el dulce inglés. Este símil se empleó posteriormente como un nombre alternativo del modelo.

Debido a **varias inconsistencias** (teóricas y experimentales y el desconocimiento de la existencia de los **neutrones**) sobre la distribución de las cargas eléctricas dentro del átomo, el modelo de Thomson fue **descartado en 1911**.

Conectar, online, para visualizar los videos:

Modelo atómico de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=FfYG06XfsE0>

Modelo atómico de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=D2KYK0T9V8E>

Modelo atómico de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=DaJJYpROxT0>

Modelo atómico de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=8bMKB-zlZHk>

Modelo atómico de Thomson

<https://www.youtube.com/watch?v=9zHJ1x-A-gk>

## 4.2.- Modelo atómico de Rutherford

Conectar, online, para visualizar el video:

Modelo atómico de Rutherford

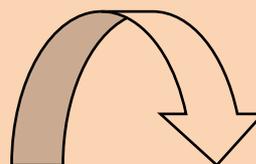
<https://www.youtube.com/watch?v=PcOLWkUWPI8>

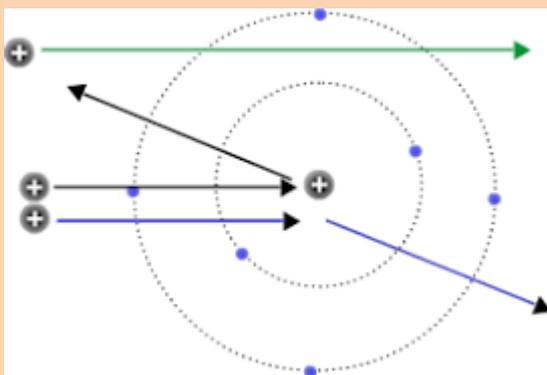
Rutherford, en 1909, mediante el experimento que lleva su nombre, demostró que el modelo del "budín de ciruelas" de Thomson estaba equivocado. La **carga positiva, protones**, en un átomo **no está uniformemente distribuida** sino **concentrada** en una **parte central del átomo** que recibió el nombre de **Núcleo**.

También determinó que los **electrones**, cargas negativas, se encuentran **girando** alrededor del **Núcleo** describiendo **orbitas circulares**, constituyendo la **Corteza Electrónica**.

Su experimento le permitió determinar que el volumen del **Núcleo** es **muy pequeño** en comparación con el **volumen del átomo**.

Escribir en Google: Animaciones Phet de química y buscar la aplicación: **Dispersión de Rutherford**.





Rutherford bombardea una lámina muy delgada de oro con partículas alfa (positivas). Estas partículas positivas, según el dibujo anterior pueden describir tres trayectorias:

- Chocar** con una parte **central del átomo**. Puede quedar **inscrustada** en la misma o pueden **rebotar** en sentido contrario.
- Pueden seguir su camino sin **cambio alguno**.
- Antes de chocar con la parte central pueden ser **desviadas** alejándose de dicha parte central.

La interpretación que hace Rutherford de su experiencia es la siguiente:

En la parte **central del átomo** existe una zona con **carga positiva** de ahí el **rebote** de las **partículas alfa** (cargas del mismo signo se repelen). Si ciertas partículas alfa quedan inscrustadas en la parte central se debe a que esta **contiene la mayor parte de la masa del átomo**. Mucha **masa y carga eléctrica positiva** en la parte central por lo que en la misma se encuentran los **neutrones** y los **protones**, los protones a su vez le proporcionan **carga positiva**. La masa de los electrones se puede despreciar con respecto a la masa de los protones y neutrones, es decir, tienen una masa muy pequeña. A esta parte **central** Rutherford le llamó **NÚCLEO**.

Las partículas que **sufren desviación** alejándose del núcleo se debe que a una **distancia del núcleo** se encuentran los **electrones**. Las **partículas alfa** (positivas) **son atraídas** por los **electrones** que tienen **carga negativa**. Donde se encuentran los electrones Rutherford le llama **CORTEZA ELECTÓNICA**.

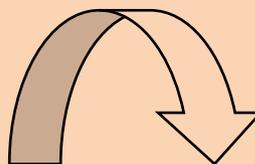
Aquellas **partículas alfa** que **no sufren desviación alguna** es debido al **espacio libre, muy grande**, existente entre el Núcleo y la Corteza Electrónica.

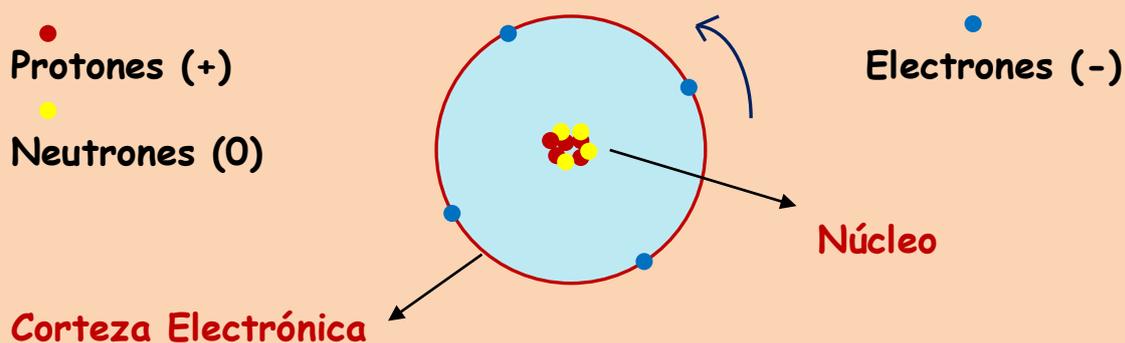
En resumen:

Los **principios básicos** del modelo atómico de Rutherford son:

- 1.- Las partículas con **carga positiva** se encuentran en un **volumen muy pequeño** comparado con el tamaño del átomo.
- 2.- La **mayor parte** de la masa del átomo, **protones más neutrones**, se encuentra en ese pequeño volumen central, **Núcleo**.
- 3.- Los **electrones** con **carga eléctrica negativa**, **giran** alrededor del núcleo describiendo **órbitas circulares**.
- 4.- Tanto los **electrones cargados negativamente** como el **núcleo con carga positiva** se mantienen unidos por una fuerza de **atracción electrostática** (cargas eléctricas de distinto signo se atraen).

La **estructura atómica** según el modelo de Rutherford quedaría de la forma:





Más videos, online:

Modelo atómico de Rutherford

<https://www.youtube.com/watch?v=iaSBpFIunoY>

Modelo atómico de Rutherford

<https://www.youtube.com/watch?v=GeB9D5vNYxo>

### Ejercicio resuelto

Relaciona cada frase con un modelo atómico:

- Es una esfera homogénea con carga positiva en la que se hallan incrustados los electrones, partículas con carga negativa que forman parte de todos los átomos.
- El átomo no es una esfera maciza, sino que posee una parte central llamada núcleo y una corteza, formada por los electrones en movimiento.
- Los átomos son esferas macizas con masa y sin estructura.
- Los electrones se mueven alrededor del núcleo describiendo órbitas, trayectorias circulares.
- Los electrones se hallan alrededor del núcleo en orbitales.

### Resolución

- Modelo atómico de Thomson
- Modelo de Rutherford

- c) Modelo atómico conocido de Demócrito (filósofo griego)
- d) Modelo atómico de Rutherford
- e) No corresponde a modelo atómico conocido

### Ejercicio resuelto

Cuando Dalton formula su teoría atómica de la materia, se conocía la existencia de dos tipos de sustancias. Indica su nombre y la diferencia entre ambas.

### Resolución

Átomos y moléculas. Para Dalton el átomo es la parte más pequeña del átomo que no se puede dividir. Moléculas la combinación de átomos en proporciones determinadas.

### Ejercicio resuelto

Selecciona la respuesta correcta: Los electrones son partículas:

- a) Sin carga
- b) Con carga negativa
- c) Con carga positiva

### Resolución

La b)

### Ejercicio resuelto

Indica las frases que son falsas:

- a) Dalton predijo la existencia de electrones.
- b) Los electrones son más grandes que los átomos.
- c) Los electrones tienen carga negativa

### Resolución

La a) y b)

### Ejercicio resuelto

Indica las frases verdaderas:

- a) Goldstein descubre el electrón.
- b) Dalton descubre el protón.
- c) Thomson descubre el electrón.

### Resolución

La c)

### Ejercicio resuelto

Deducir la fórmula que nos determina el número de neutrones de un átomo:

### Resolución

Existe la ecuación:

$$A = Z + N \quad (1)$$

En donde:

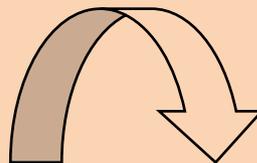
**A** = Número Másico

**Z** = Número Atómico

**N** = Número de neutrones

De la ecuación (1) podemos despejar el número de neutrones, **N**:

$$\text{N}^\circ \text{ de neutrones} = N = A - Z$$



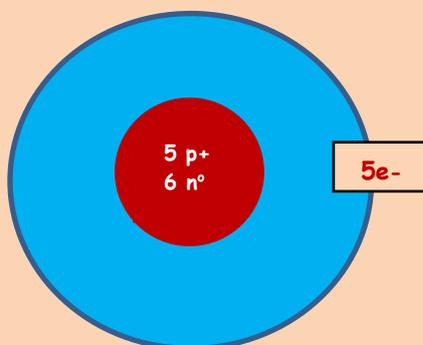
### Ejercicio resuelto

¿Cuántos protones, neutrones y electrones tienen los siguientes átomos?:  ${}^5\text{B}^{11}$ ,  ${}^{19}\text{K}^{39}$ ,  ${}^{20}\text{Ca}^{40}$  y  ${}^{29}\text{Cu}^{63}$ . Determinar la distribución de las partículas elementales según el modelo atómico de Rutherford.

### Resolución

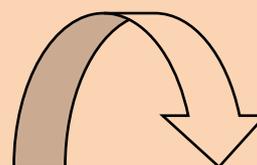
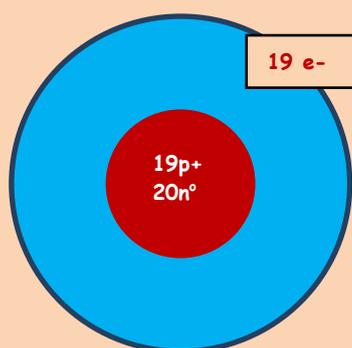
$${}^5\text{B}^{11} \rightarrow Z = 5 \rightarrow 5 e^- \text{ y } 5 p^+$$

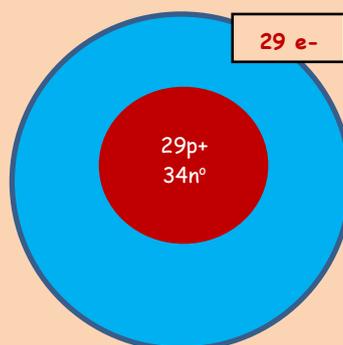
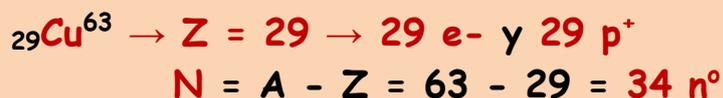
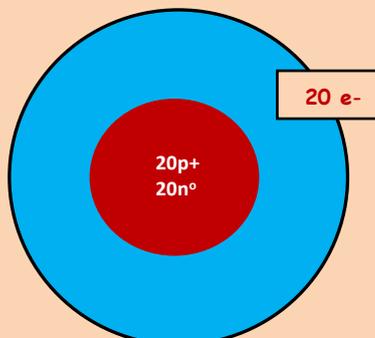
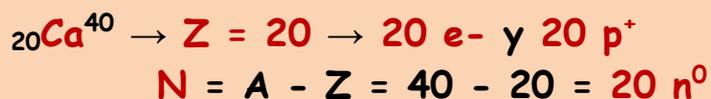
$$\text{De } A = Z + N \rightarrow N = A - Z = 11 - 5 = 6 n^0$$



$${}^{19}\text{K}^{39} \rightarrow Z = 19 \rightarrow 19 e^- \text{ y } 19 p^+$$

$$N = A - Z = 39 - 19 = 20 n^0$$





### Ejercicio resuelto

Un átomo neutro (sin carga) posee 9 protones y 10 neutrones. Determina A y Z. Establecer la distribución de las partículas elementales según el modelo atómico de Rutherford.

### Resolución

**Z** equivale al número de protones y electrones existentes en el átomo, luego **Z = 9**.

De la ecuación:

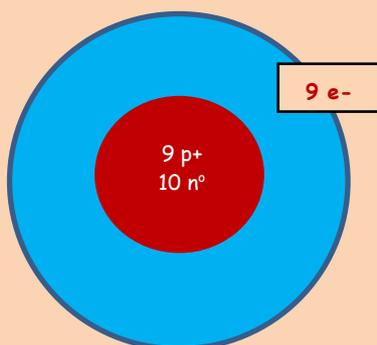
$$A = Z + N \quad (1)$$

**N** = nº neutrones = **10**

De la ecuación (1) conoceremos **A**:

$$A = 9 + 10 = 19$$

Modelo según Rutherford:



### Ejercicio resuelto

El cesio tiene 55 electrones y 77 neutrones. Indica **A**, **Z** y número de protones. Esquema del átomo según el modelo de Rutherford.

### Resolución

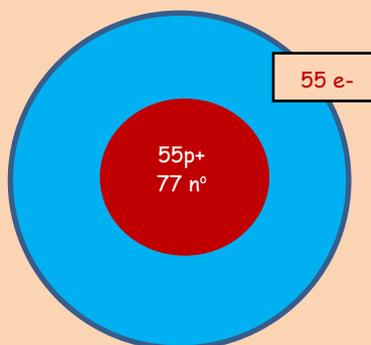
**Z** = nº electrones = **55**

$$A = Z + N$$

**N** = 77

$$A = 55 + 77 = 132$$

Según Rutherford:



### Ejercicio resuelto

Al estar la masa del átomo concentrada casi toda en el núcleo, ¿cómo será éste? a) Poco denso. b) Muy denso. c) Igual de denso que el átomo completo.

### Resolución

Muy denso.

La densidad es la relación existente entre la masa del cuerpo y el volumen del mismo:

$$d = \frac{m}{V}$$

En el núcleo del átomo se encuentra depositada prácticamente la totalidad de la masa del átomo. El volumen es muy pequeño en comparación con el volumen del átomo, luego la relación anterior será muy elevada (numerador muy grande y denominador muy pequeño).

### Ejercicio resuelto

- a) ¿Por qué se afirma que el núcleo atómico tiene la mayor parte de la masa del átomo?
- b) El átomo de carbono, tiene 6 protones y 6 electrones. ¿Qué otras partículas son necesarias para justificar su número másico?

### Resolución

- a) Porque en él se encuentran los protones y los neutrones. La masa de los electrones es muy pequeña en comparación con la masa de los protones y neutrones.
- b) Si tenemos en cuenta que:

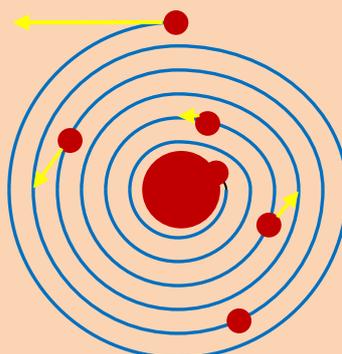
$$A = Z + N$$

Teniendo presente que el número de protones y el de electrones nos lo proporciona Z, para conocer el número másico necesitaremos conocer el número de neutrones

### 4.3.- Modelo atómico de Böhr

Rutherford establecía que los electrones se encuentran en la **Corteza Electrónica** describiendo **órbitas circulares** alrededor del Núcleo.

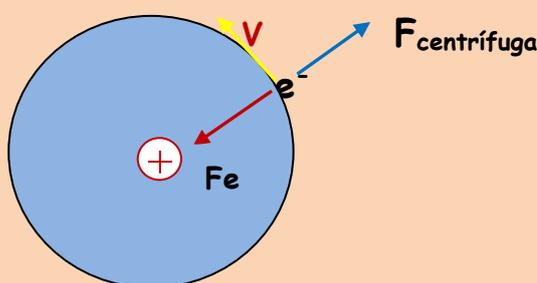
La **Teoría electromagnética** (la admitimos) dice: **Cuando una carga eléctrica describe órbitas circulares, va PERDIENDO ENERGÍA. El electrón describiría una órbita en espiral y terminaría cayendo al núcleo.**



Contra esta teoría **Rutherford no se pudo defender.**

Más tarde un alumno de Rutherford, **BÖHR** pudo resolver el problema de la **teoría electromagnética** considerando que el electrón en su **trayectoria circular** se comporta como un **cuerpo macroscópico** que describe un movimiento circular. En base a ello Böhr concluye:

"Cuando un cuerpo describe orbitas circulares se encuentra bajo la acción de una fuerza llamada **CENTRÍPETA** en dirección radial hacia el centro de la circunferencia descrita. Dicho cuerpo también sufre la acción de una fuerza **CENTRÍFUGA** del mismo valor, de la misma dirección y sentido contrario a la fuerza **CENTRÍPETA**"



En el mundo atómico la  $F_{\text{centrípeta}}$  corresponde a la **fuerza electrostática**,  $F_e$ , que existe entre el **núcleo** cargado positivamente y el **electrón** con carga negativa.

Se cumple:

$$F_e = F_{\text{centrífuga}}$$

Se **anularían mutuamente** y el electrón podría seguir girando.

Video: Modelo atómico de Böhr

<http://www.youtube.com/watch?v=bBfh00VAdIc>

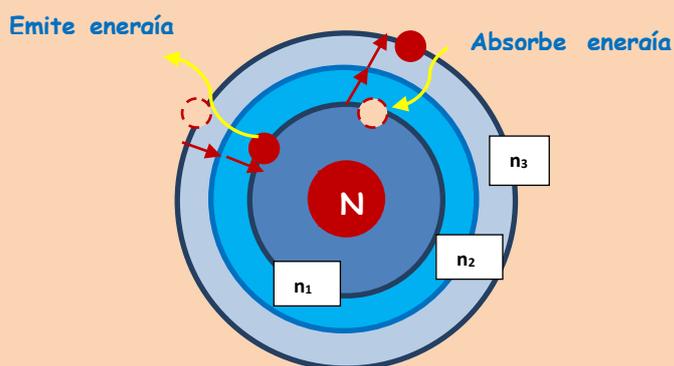
Böhr **acepta el núcleo del modelo atómico** de Rutherford y con los estudios de los **Espectros Atómicos** y la teoría **Cuántica de Planck** establece su modelo atómico basado en **Tres Postulados**:

**Primer Postulado.**- Los electrones giran alrededor del núcleo en órbitas estacionarias, **sin emitir energía** (sin cumplir los principios electromagnéticos).

**Segundo Postulado.**- Sólo son posibles las órbitas en las que el momento angular sea múltiplo de  $h/2\pi$  (**NO HACER CASO DEL POSTULADO**). Es un postulado de alto nivel.

**Tercer Postulado.**- Cuando un electrón pasa de una **órbita superior** a una **inferior** la diferencia de energía de las órbitas **se emite** en forma de radiación electromagnética. Para que un electrón pueda **subir a órbitas superiores** debe **absorber energía**.

Lo dicho anteriormente queda reflejado en la estructura siguiente:



La **corteza electrónica** está dividida en varias **capas u órbitas** siendo el contenido energético de estas **tanto mayor** cuanto **más alejadas** se encuentren de **núcleo**.

**Böhr** necesita de un parámetro que determina el **número de capa u órbita**. Este parámetro se conoce como **NÚMERO CUÁNTICO PRINCIPAL (n)**. Este **número cuántico**, según el dibujo anterior, nos establece el **TAMAÑO DEL ÁTOMO**, a mayor valor de "**n**" **mayor** es el **tamaño (Volumen)** del átomo.

Supongamos el átomo de Sodio,  ${}_{11}\text{Na}$ , tiene 11 **electrones**. **¿Cómo los distribuye Böhr** estos 11 e<sup>-</sup> en la **Corteza electrónica**? Recordar que para Böhr la corteza electrónica puede tener varias capas.

Para distribuirlos, según Böhr seguiremos los criterios:

- El número de electrones máximo por capa viene determinado por la ecuación :

$$\text{N}^\circ \text{ Electrones máximo por capa} = 2 \cdot n^2$$

$$n = \text{n}^\circ \text{ de capa en la corteza electrónica (1, 2, 3...)}$$

b) En la última capa de la corteza electrónica (capa de valencia) **EXISTEN COMO MÁXIMO OCHO ELECTRONES**. Pueden ser **MENOS** de 8 pero **NUNCA MÁS**.

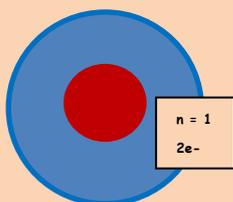
En este modelo los **neutrones** están en el núcleo y **NO intervienen**.

Veamos:

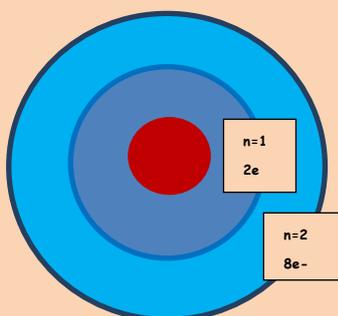
Volvemos al átomo de Sodio

Tenemos un total de 11 e<sup>-</sup>

Capa n° 1 → n = 1 → n° e<sup>-</sup> = 2 · 1<sup>2</sup> = 2 e<sup>-</sup>

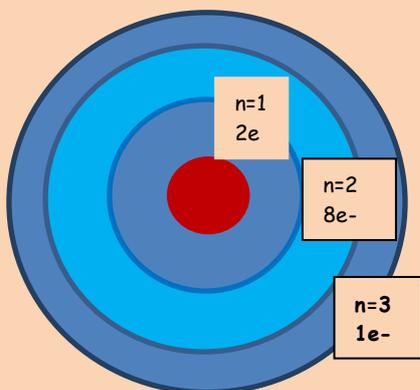


Capa n° 2 → n = 2 → n° e<sup>-</sup> = 2 · 2<sup>2</sup> = 8 e<sup>-</sup>



Ya hemos colocado 10 e<sup>-</sup>, luego sólo nos queda **uno** que iría a **una tercera capa** a pesar de que la fórmula dos daría como máximo:

Tercera capa:  $2 \cdot n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^-$  (Recordar que esta ecuación nos proporciona el número máximo de electrones por capa).



Supongamos el átomo  ${}_{19}\text{X}^{39}$ . Veamos la distribución de los electrones:

$$\text{Capa n}^\circ 1 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

$$\text{Capa n}^\circ 2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

Hasta aquí todo va bien

$$\text{Capa n}^\circ 3 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^-$$

Esto supondría un total de electrones:

$$2 e^- + 8 e^- + 18 e^- = 28 e^-$$

No tenemos tantos electrones. Tenemos la 1ª y 2ª capa ocupada y nos quedan por introducir 9 e- más.

Haremos lo siguiente:

Localizamos al elemento químico en la Tabla Periódica:

Grupos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Periodo	1																			
	2																			
	3																			
	4	19																		
	5																			
	6																			
	7																			

**Grupo: I - A** → 1 e<sup>-</sup> en la última capa

**Periodo = n = 4** → 4 capas en la corteza electrónica

Capa n = 1 →  $2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$

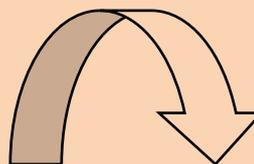
Capa n = 2 →  $2 \cdot 2^2 = 8 e^-$

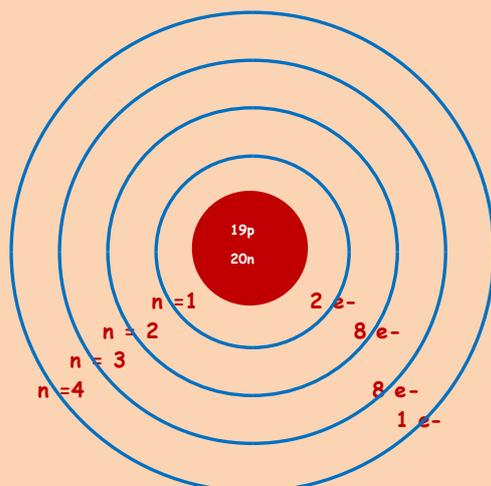
Capa n = 3 → ?

n = 4 → 1 e<sup>-</sup>

$1^a + 2^a + 3^a + 4^a = 19$  ;  $2 e^- + 8 e^- + 3^a + 1 e^- = 19$

$3^a = 19 - 11 = 8 e^-$





### Ejercicio Resuelto

Un átomo tiene de número másico 35 y posee 17 electrones. Determinar la estructura del átomo según el modelo de Bohr.

#### Resolución:

$$A = 35$$

$$Z = 17 \rightarrow 17 e^- \text{ y } 17 p^+$$

$$N = 35 - 17 = 18 n^0$$

Nº de electrones por capa:

$$n = 1 \rightarrow n^0 e^- = 2 n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

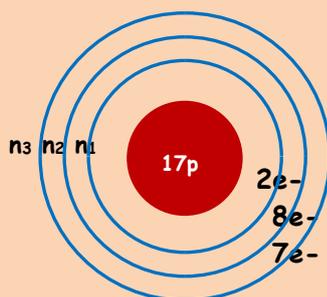
$$n = 2 \rightarrow n^0 e^- = 2 n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

$$n = 3 \rightarrow n^0 e^- = 2 n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^-$$

-----

28 e- (imposible)

Entre la 1ª y 2ª capa hemos colocado 10 e- como tenemos un total 17 e- nos quedan por colocar 7 e- que irán necesariamente a la capa nº 3.



### Ejercicio resuelto

Dados los elementos químicos: A, B, C y D de números atómicos y másicos  ${}_8A^{16}$  ;  ${}_{18}B^{37}$  ;  ${}_{13}C^{27}$  y  ${}_{11}D^{23}$ . Determinar la estructura del átomo según el modelo de Bohr.

### Resolución



$$Z = 8 \rightarrow 8 e^- ; 8 p^+$$

$$N = A - Z = 16 - 8 = 8 n^0$$

### Distribución electrónica:

$$n = 1 \rightarrow n^0 e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

$$n = 2 \rightarrow n^0 e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

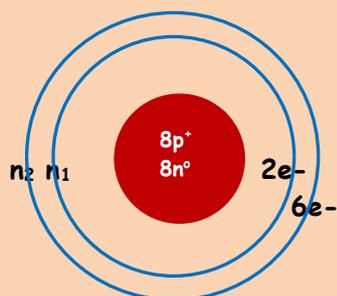
-----

10 e- (imposible)

No tenemos 10 e- luego en la segunda capa existirán:

$$2 + 2^a = 8 ; 2^a = 8 - 2 = 6 e^-$$

Estructura:



$$Z = 18 \rightarrow 18 e^- \text{ y } 18 p^+$$

$$N = A - Z = 37 - 18 = 19 n^\circ$$

Distribución electrónica:

$$n = 1 \rightarrow n^\circ e^- = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

$$n = 2 \rightarrow n^\circ e^- = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

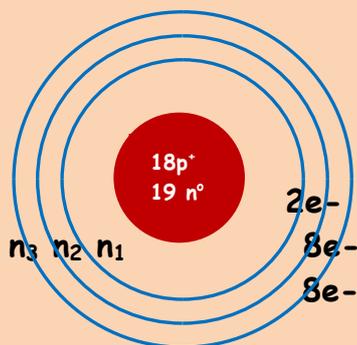
$$n = 3 \rightarrow n^\circ e^- = 2 \cdot 3^2 = 18 e^-$$

-----

$28 e^-$  (imposible)

$$1^a + 2^a + 3^a = 18 ; 2 e^- + 8 e^- + 3^a = 18$$

$$3^a = 18 - 10 = 8 e^-$$





$$Z = 13 \rightarrow 13 e^- \text{ y } 13 p^+$$

$$N = A - Z = 27 - 13 = 14n^0$$

Distribución electrónica:

$$n = 1 \rightarrow n^0 e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

$$n = 2 \rightarrow n^0 e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

$$n = 3 \rightarrow n^0 e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^-$$

-----

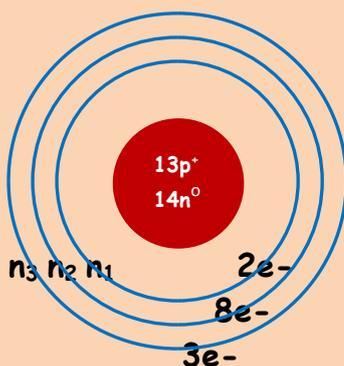
28 e- (imposible)

No tenemos 28 e-

$$1^a + 2^a + 3^a = 13 \quad ; \quad 2 + 8 + 3^a = 13$$

$$3^a = 13 - 10 = 3 e^-$$

Estructura:



$$Z = 11 \rightarrow 11 e^- \text{ y } 11 p^+$$

$$N = A - Z = 23 - 11 = 12 n^0$$

Distribución electrónica:

$$n = 1 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^{-}$$

$$n = 2 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^{-}$$

$$n = 3 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^{-}$$

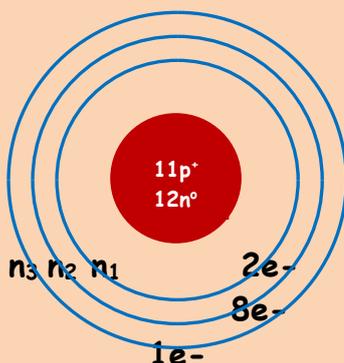
-----  
28 e<sup>-</sup> (imposible)

Solo tenemos 11 e<sup>-</sup>

$$1^{\circ} + 2^{\circ} + 3^{\circ} = 11 \quad ; \quad 2 + 8 + 3^{\circ} = 11$$

$$3^{\circ} = 11 - 10 = 1 e^{-}$$

Estructura:



### Ejercicio resuelto

Dado el elemento químico  ${}_{8}\text{A}^{16}$

- Número de electrones
- Número de protones
- Número de neutrones
- Modelo de átomo según la teoría de Böhr

Resolución:

Tomaremos la anotación:  ${}_{z}\text{X}^{\text{A}}$  como referencia.

Átomo  ${}_8\text{A}^{16}$

a) b) y c)

$$Z = 8 \longrightarrow 8 e^- \text{ y } 8 p^+$$

Recordemos que:

$$A = Z + N \quad (1)$$

$A = n^\circ$  Másico

$N = n^\circ$  neutrones

De la ecuación (1) podemos despejar N:

$$N = A - Z ; N = 16 - 8 = 8 n^\circ$$

Diistribución electrónica:

$$n = 1 \longrightarrow n^\circ e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^-$$

$$n = 2 \longrightarrow n^\circ e^- = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^-$$

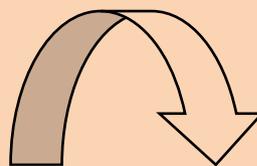
-----

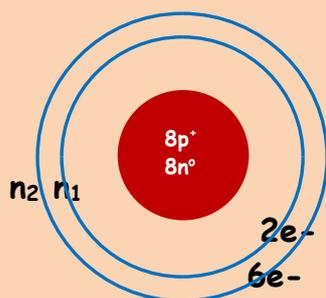
10 e- (imposible)

Tenemos 8 e-

$$1^a + 2^a = 8 ; 2 + 2^a = 8 ; 2^a = 8 - 2 = 6 e^-$$

Estructura:





### Ejercicio resuelto

Dado el elemento químico  ${}_{17}\text{B}^{34}$  establecer la estructura del átomo según:

- Modelo atómico de Rutherford
- Modelo atómico de Böhr

### Resolución

Partículas elementales:

$$Z = 17 \longrightarrow 17 e^- \text{ y } 17 p^+$$

Recordemos que:

$$A = Z + N \quad (1)$$

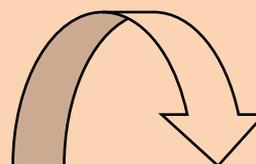
$$A = n^{\circ} \text{ Másico}$$

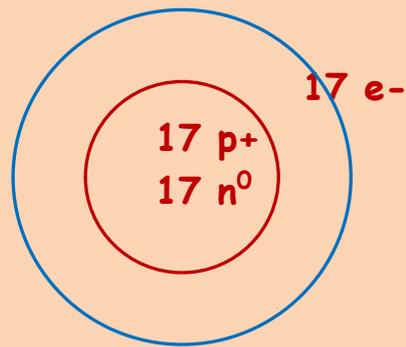
$$N = n^{\circ} \text{ neutrones}$$

De la ecuación (1) podemos despejar N:

$$N = A - Z \ ; \ N = 34 - 17 = 17 n^{\circ}$$

a) Según Rutherford:





b) Según Böhr

Distribución electrónica:

$$n = 1 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 1^2 = 2 e^{-}$$

$$n = 2 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 2^2 = 8 e^{-}$$

$$n = 3 \rightarrow n^{\circ} e^{-} = 2 \cdot n^2 = 2 \cdot 3^2 = 18 e^{-}$$

-----  
28 e- (imposible)

Tenemos 17 e-

$$1^{\text{a}} + 2^{\text{a}} + 3^{\text{a}} = 17 \quad ; \quad 2 + 8 + 3^{\text{a}} = 17$$

$$3^{\text{a}} = 17 - 10 = 7 e^{-}$$

Estructura:

