

# UNIDAD II

## ESTRUCTURA ELECTRÓNICA Y TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

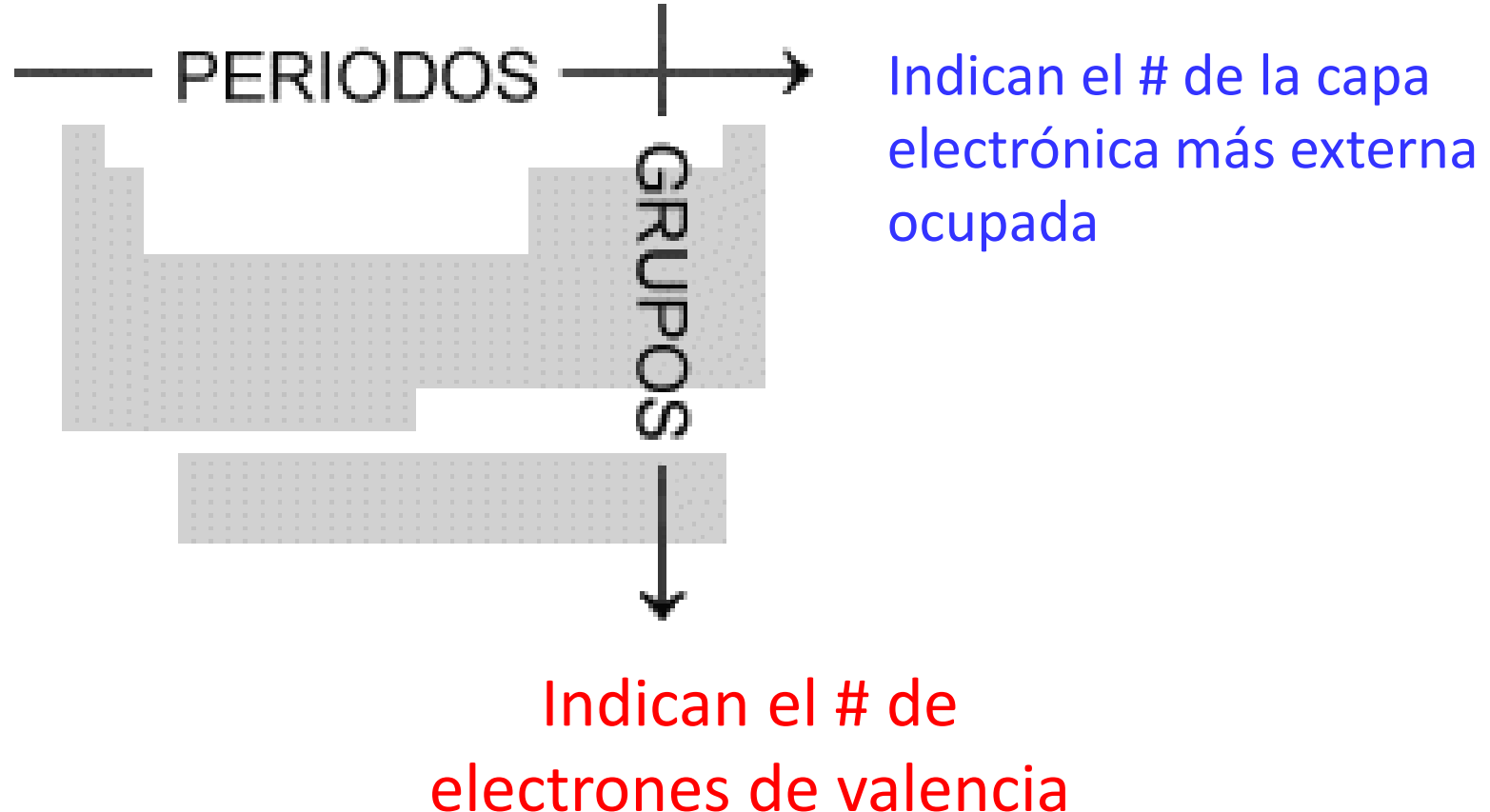
- 2.1 Evolución de los modelos atómicos. Modelo actual del átomo.
- 2.2 Números cuánticos y la configuración electrónica de los átomos.
- 2.3 Estructura de la Tabla Periódica de los elementos en función de la configuración electrónica de los átomos. Diagramas de Lewis.
- 2.4 Propiedades periódicas de los elementos. Radios atómicos, energía de ionización, radios iónicos, afinidad electrónica y electronegatividad.

- En la tabla periódica, los elementos están ordenados de acuerdo con su número atómico Z.

| Periodo    |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |            |
|------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1          | 1<br>H   |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            | 2<br>He    |
| 2          | 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 5<br>B     | 6<br>C     | 7<br>N     | 8<br>O     | 9<br>F     | 10<br>Ne   |
| 3          | 11<br>Na | 12<br>Mg |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 13<br>Al   | 14<br>Si   | 15<br>P    | 16<br>S    | 17<br>Cl   | 18<br>Ar   |
| 4          | 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti  | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn  | 31<br>Ga   | 32<br>Ge   | 33<br>As   | 34<br>Se   | 35<br>Br   | 36<br>Kr   |
| 5          | 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr  | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd  | 49<br>In   | 50<br>Sn   | 51<br>Sb   | 52<br>Te   | 53<br>I    | 54<br>Xe   |
| 6          | 55<br>Cs | 56<br>Ba | *        | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg  | 81<br>Tl   | 82<br>Pb   | 83<br>Bi   | 84<br>Po   | 85<br>At   | 86<br>Rn   |
| 7          | 87<br>Fr | 88<br>Ra | **       | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112<br>Cn | 113<br>Uut | 114<br>Uuq | 115<br>Uup | 116<br>Uuh | 117<br>Uus | 118<br>Uuo |
| Lantánidos |          | *        | 57<br>La | 58<br>Ce  | 59<br>Pr  | 60<br>Nd  | 61<br>Pm  | 62<br>Sm  | 63<br>Eu  | 64<br>Gd  | 65<br>Tb  | 66<br>Dy  | 67<br>Ho   | 68<br>Er   | 69<br>Tm   | 70<br>Yb   | 71<br>Lu   |            |
| Actínidos  |          | **       | 89<br>Ac | 90<br>Th  | 91<br>Pa  | 92<br>U   | 93<br>Np  | 94<br>Pu  | 95<br>Am  | 96<br>Cm  | 97<br>Bk  | 98<br>Cf  | 99<br>Es   | 100<br>Fm  | 101<br>Md  | 102<br>No  | 103<br>Lr  |            |

# Estructura de la Tabla Periódica de los Elementos

- Los elementos químicos se ordenan según su número atómico.
- Los elementos de una columna constituyen un **grupo**.
- Los elementos de una fila horizontal constituyen un **periodo**.



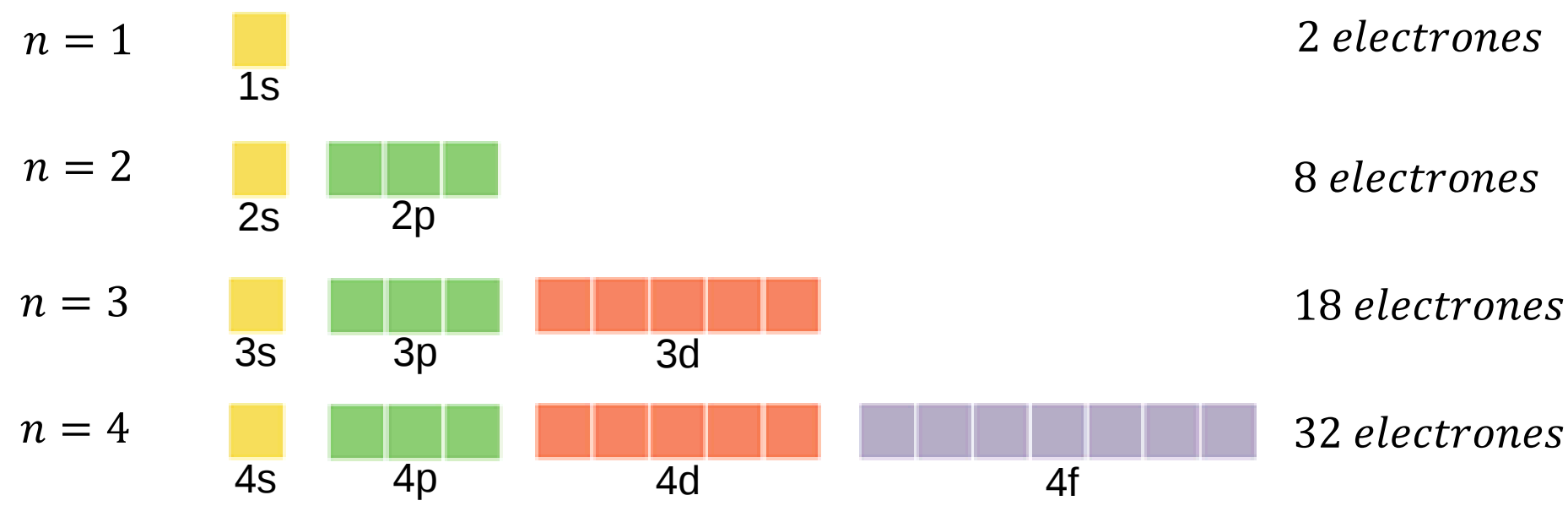
# CAPAS Y SUBCAPAS ELECTRÓNICAS

- Al conjunto de orbitales con igual  $n$ , se les llama capa electrónica.

Ej. Todos los orbitales con  $n = 3$  pertenecen a la tercera capa.

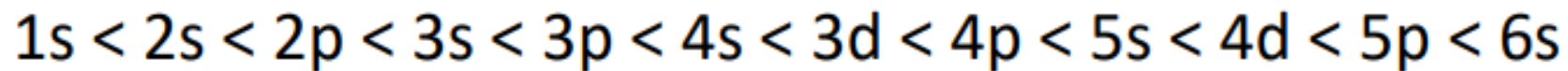
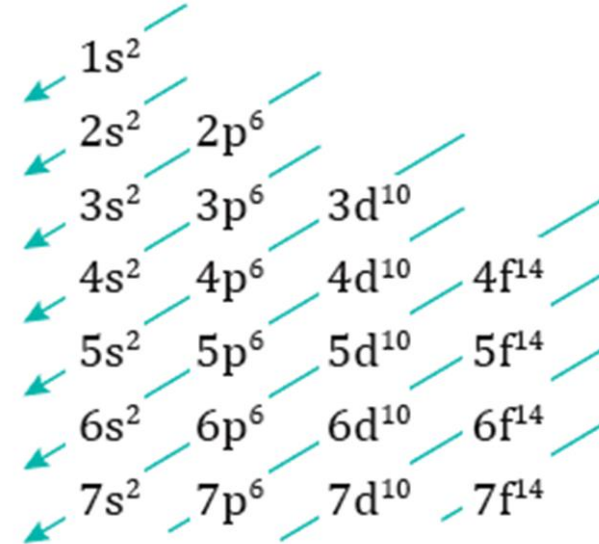
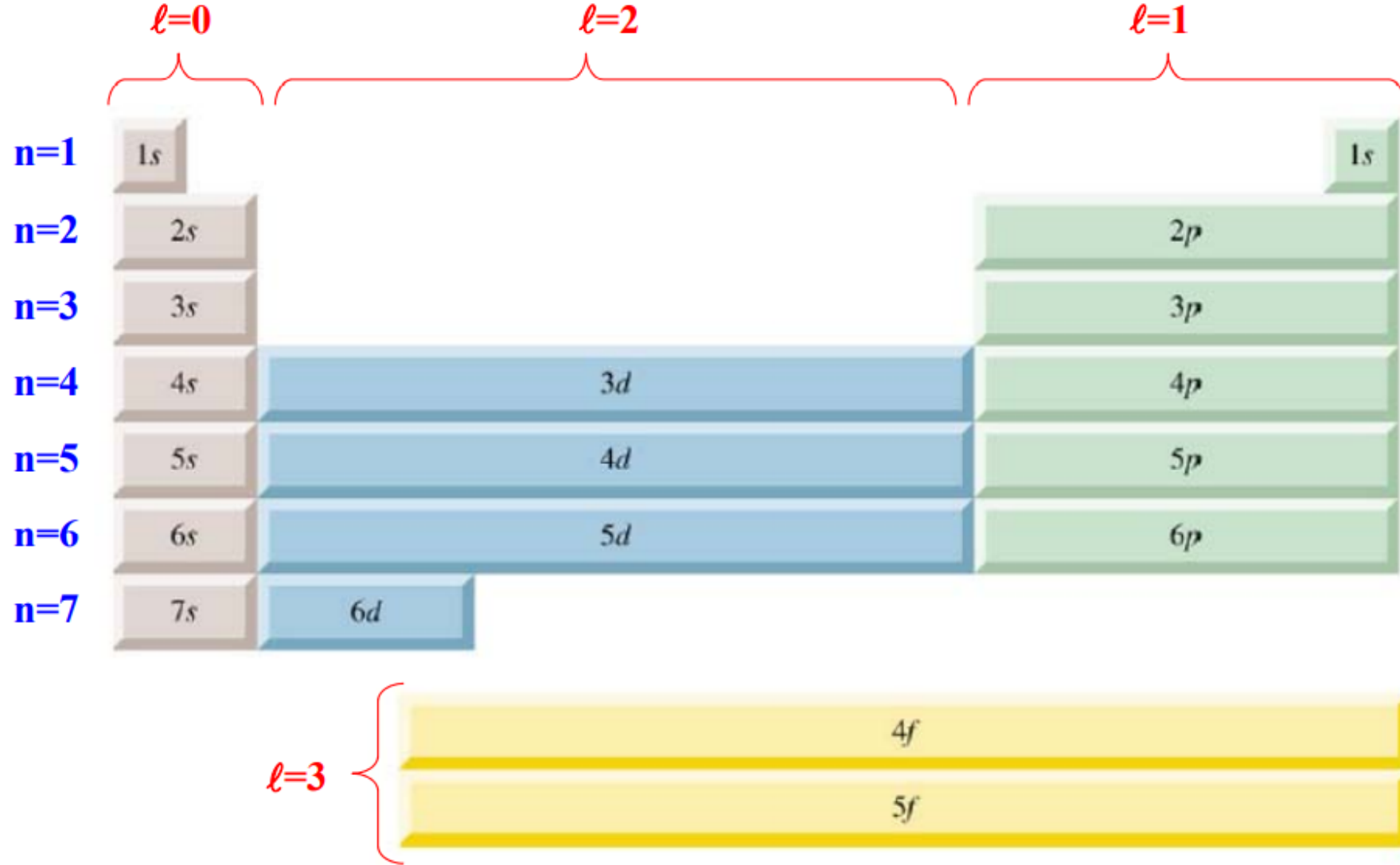
- Cada capa está formada por subcapas (con igual valor de  $n$  y  $\ell$ ).

Ej. Los orbitales de la tercera capa con  $\ell = 2$ , forman la subcapa 3d.



| Estado | Número<br>cuántico<br>principal<br>$n$ | Número<br>cuántico<br>orbital<br>$\ell$ | Número<br>cuántico<br>magnético<br>$m_\ell$ | Número<br>cuántico<br>de espín<br>$m_s$ | Número<br>máximo de<br>electrones |
|--------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| 1s     | 1                                      | 0                                       | 0                                           | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            | 2                                 |
| 2s     | 2                                      | 0                                       | 0                                           | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            | 2 } 8                             |
| 2p     | 2                                      | 1                                       | -1,0,+1                                     | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            |                                   |
| 3s     | 3                                      | 0                                       | 0                                           | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            | 2 } 18                            |
| 3p     | 3                                      | 1                                       | -1,0,+1                                     | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            |                                   |
| 3d     | 3                                      | 2                                       | -2,-1,0,+1,+2                               | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$            |                                   |

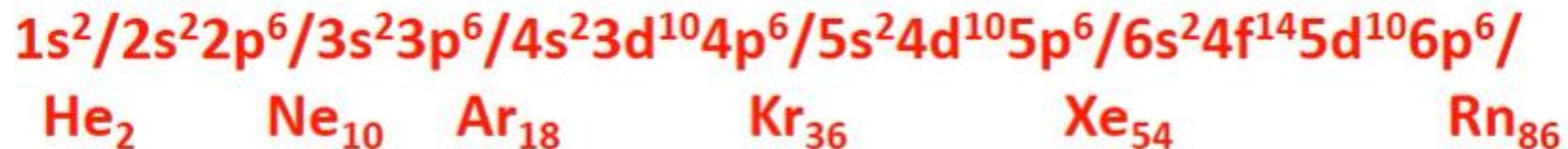
# Tipo de subnivel más externo ocupado por los e<sup>-</sup>



| Elemento | Z  | Diagrama de orbitales |    |    |    |    |    | Configuración electrónica |
|----------|----|-----------------------|----|----|----|----|----|---------------------------|
|          |    | 1s                    | 2s | 2p |    |    | 3s |                           |
| H        | 1  | ↑                     |    |    |    |    |    | $1s^1$                    |
| He       | 2  | ↑↓                    |    |    |    |    |    | $1s^2$                    |
| Li       | 3  | ↑↓                    | ↑  |    |    |    |    | $1s^2 2s^1$               |
| Be       | 4  | ↑↓                    | ↑↓ |    |    |    |    | $1s^2 2s^2$               |
| B        | 5  | ↑↓                    | ↑↓ | ↑  |    |    |    | $1s^2 2s^2 2p^1$          |
| C        | 6  | ↑↓                    | ↑↓ | ↑  | ↑  |    |    | $1s^2 2s^2 2p^2$          |
| N        | 7  | ↑↓                    | ↑↓ | ↑  | ↑  | ↑  |    | $1s^2 2s^2 2p^3$          |
| O        | 8  | ↑↓                    | ↑↓ | ↑↓ | ↑  | ↑  |    | $1s^2 2s^2 2p^4$          |
| F        | 9  | ↑↓                    | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑  |    | $1s^2 2s^2 2p^5$          |
| Ne       | 10 | ↑↓                    | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ |    | $1s^2 2s^2 2p^6$          |

Octeto completo:  
configuración muy estable

## Configuración electrónica de Kernell (abreviada)



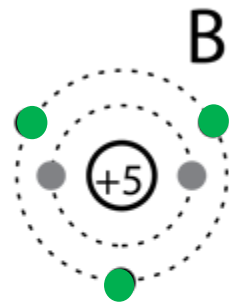
|        |    |                                                                                 |                           |
|--------|----|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Z = 1  | H  | 1s <sup>1</sup>                                                                 |                           |
| Z = 2  | He | 1s <sup>2</sup>                                                                 | ← Capa completa (2 e-)    |
| Z = 3  | Li | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>                                                 |                           |
| Z = 4  | Be | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>                                                 |                           |
| Z = 5  | B  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>                                 |                           |
| Z = 6  | C  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>                                 |                           |
| Z = 7  | N  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>                                 |                           |
| Z = 8  | O  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>                                 |                           |
| Z = 9  | F  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>                                 |                           |
| Z = 10 | Ne | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>                                 | ← Capas completas (10 e-) |
| Z = 11 | Na | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>1</sup>                 |                           |
| Z = 12 | Mg | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup>                 |                           |
| Z = 13 | Al | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> |                           |
| Z = 14 | Si | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> |                           |
| Z = 15 | P  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> |                           |
| Z = 16 | S  | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> |                           |
| Z = 17 | Cl | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> |                           |
| Z = 18 | Ar | 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> | ← Capas completas (18 e-) |

## Capa de VALENCIA:

- Es la capa con mayor número cuántico principal  $n$

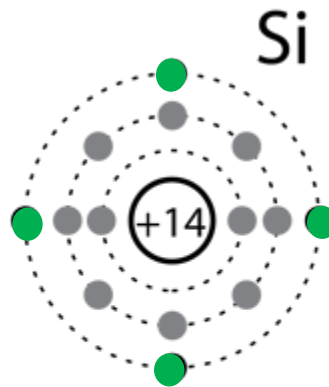
## Electrones de VALENCIA:

- Son los más externos, los de la capa de valencia



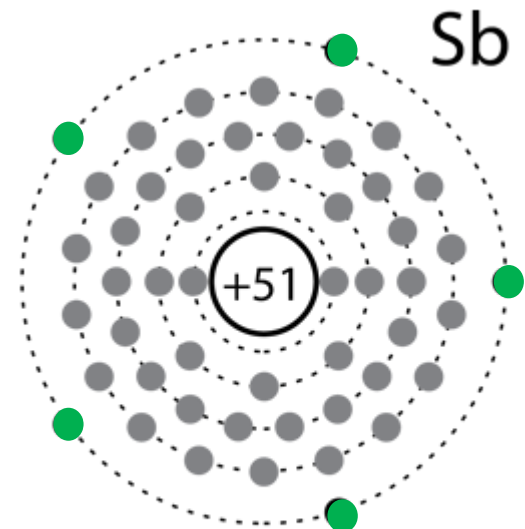
Boro  
3 Electrones  
de Valencia

$$n = 2$$



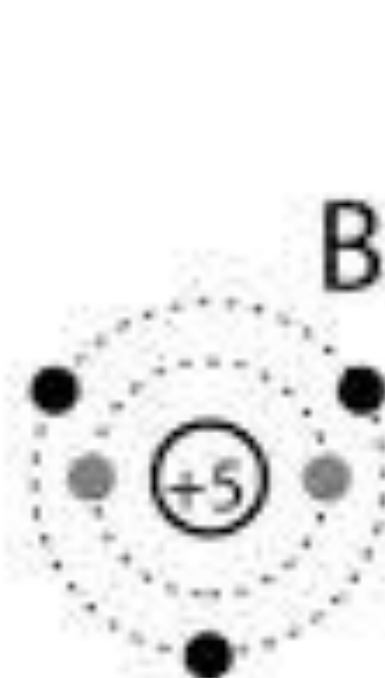
Silicio  
4 Electrones  
de Valencia

$$n = 3$$

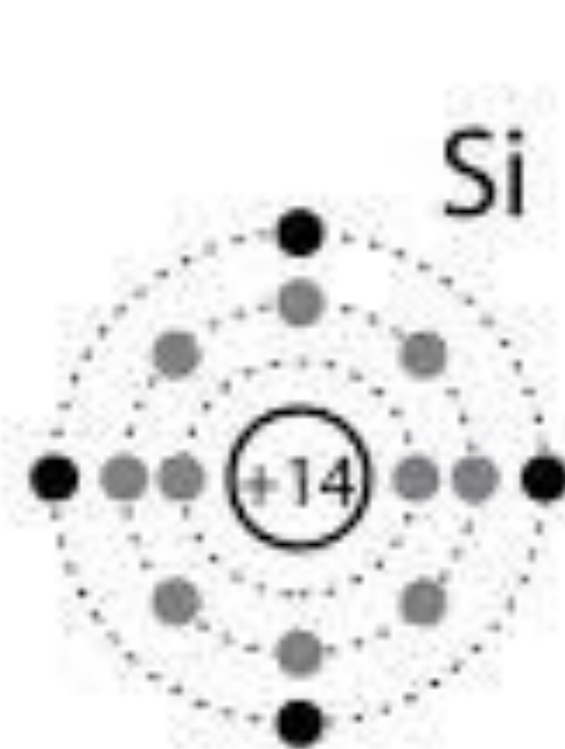


Antimonio  
(5 Electrones de Valencia)

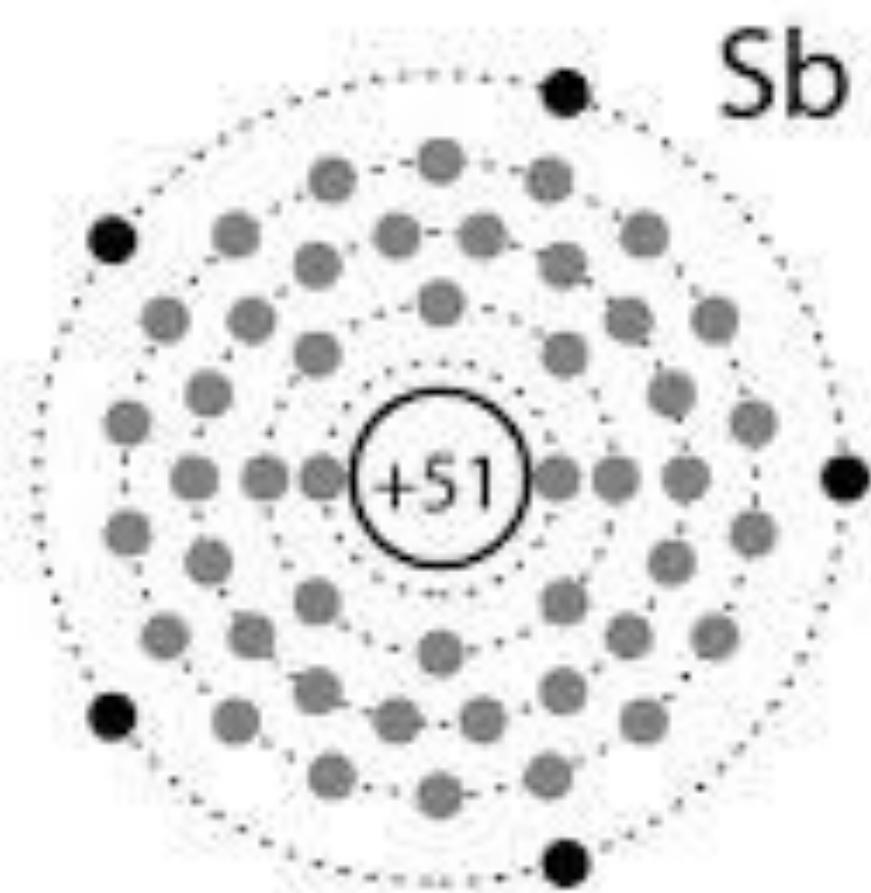
$$n = 5$$



Boro  
3 Electrones  
de Valencia



Silicio  
4 Electrones  
de Valencia



Antimonio  
(5 Electrones de Valencia)

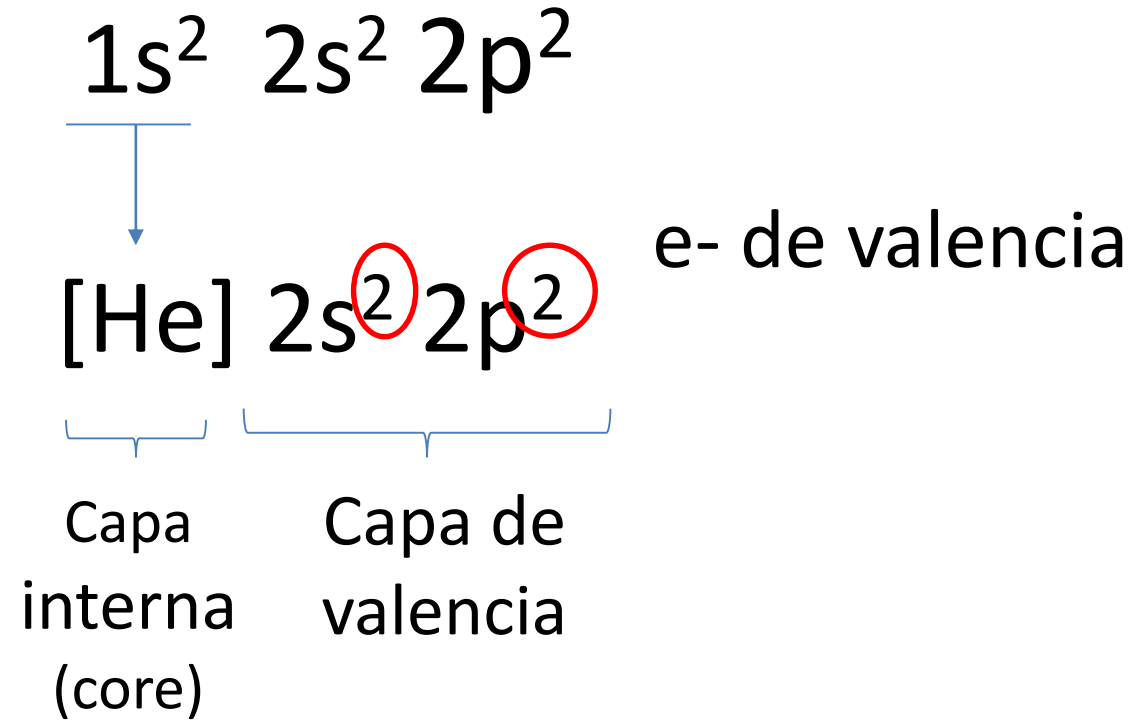
## Configuración electrónica de VALENCIA

- Los átomos con frecuencia ganan, pierden o comparten electrones tratando de alcanzar el mismo número de electrones que los gases nobles más cercanos a ellos en la tabla periódica.
- La configuración electrónica del último nivel (capa) ocupado es fundamental para determinar las propiedades químicas de los elementos, ya que son esos electrones más externos, los que van a interaccionar con los electrones externos de otros átomos, dando lugar a las reacciones químicas.

## Configuración electrónica de VALENCIA

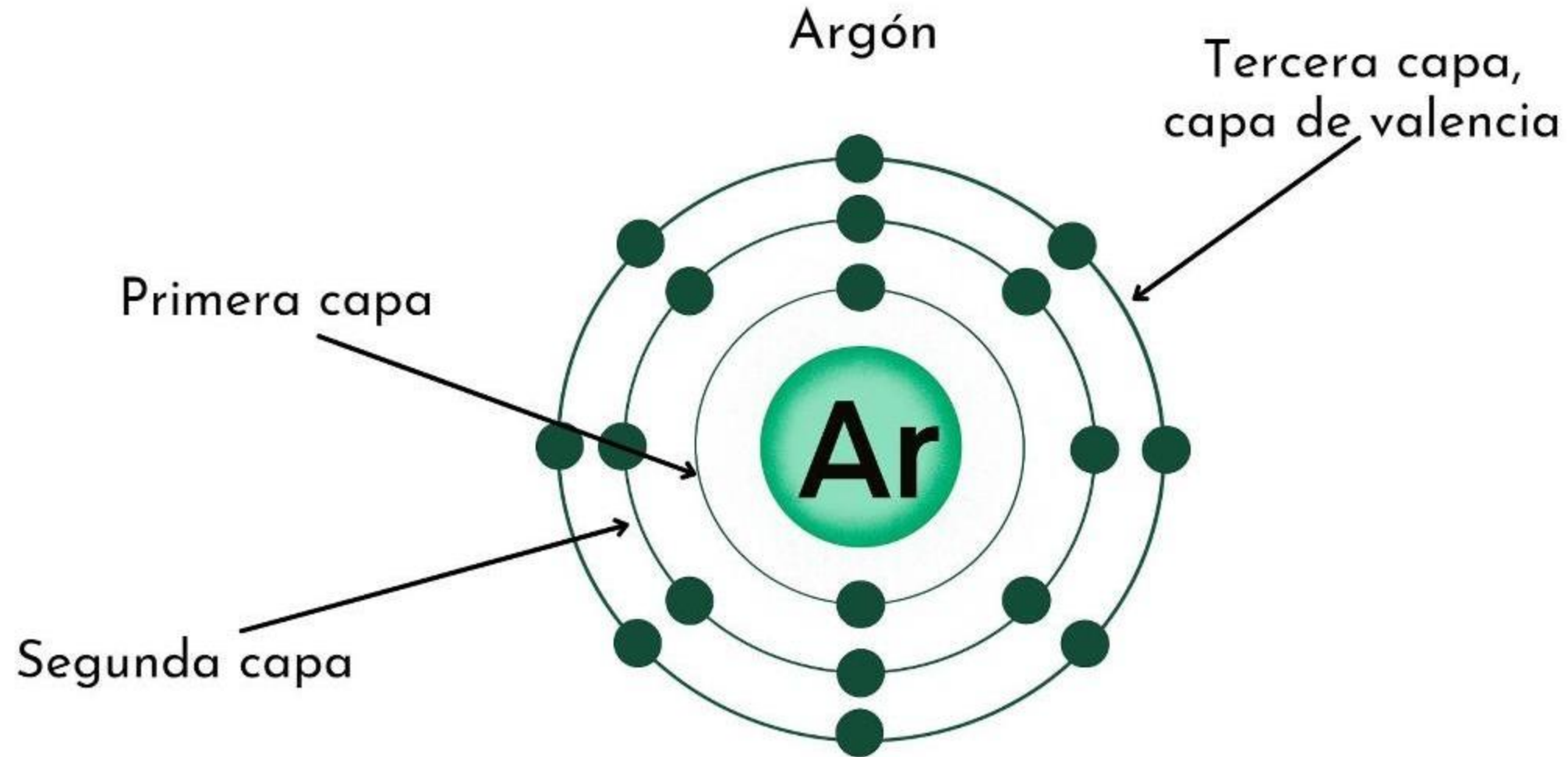
- Muestra los e- de valencia:

C (Z=6)



$Z = 18$

Configuración electrónica:  $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6$



|        |    |                  |                                         |
|--------|----|------------------|-----------------------------------------|
| Z = 1  | H  | $1s^1$           | Capa de VALENCIA: $n = 1$               |
| Z = 2  | He | $1s^2$           | ← Capa completa (configuración estable) |
| Z = 3  | Li | $[He] 2s^1$      | Capa de VALENCIA: $n = 2$               |
| Z = 4  | Be | $[He] 2s^2$      |                                         |
| Z = 5  | B  | $[He] 2s^2 2p^1$ |                                         |
| Z = 6  | C  | $[He] 2s^2 2p^2$ |                                         |
| Z = 7  | N  | $[He] 2s^2 2p^3$ |                                         |
| Z = 8  | O  | $[He] 2s^2 2p^4$ |                                         |
| Z = 9  | F  | $[He] 2s^2 2p^5$ | ← Capa completa                         |
| Z = 10 | Ne | $[He] 2s^2 2p^6$ |                                         |
| Z = 11 | Na | $[Ne] 3s^1$      | Capa de VALENCIA: $n = 3$               |
| Z = 12 | Mg | $[Ne] 3s^2$      |                                         |
| Z = 13 | Al | $[Ne] 3s^2 3p^1$ |                                         |
| Z = 14 | Si | $[Ne] 3s^2 3p^2$ |                                         |
| Z = 15 | P  | $[Ne] 3s^2 3p^3$ |                                         |
| Z = 16 | S  | $[Ne] 3s^2 3p^4$ |                                         |
| Z = 17 | Cl | $[Ne] 3s^2 3p^5$ | ← Capa completa                         |
| Z = 18 | Ar | $[Ne] 3s^2 3p^6$ |                                         |

# Configuraciones electrónicas de los gases nobles

He  $1s^2$

Ne [He]  $2s^2 2p^6$

Ar [Ne]  $3s^2 3p^6$

Kr [Ar]  $4s^2 3d^{10} 4p^6$

Xe [Kr]  $5s^2 4d^{10} 5p^6$

Rn [Xe]  $4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^6$

- Son muy estables
- Prácticamente no reaccionan con otros elementos.

## Electrones de VALENCIA:

- Son los más externos, los de la capa de valencia

### *Elementos Representativos:*

| <u>Grupo</u> | <u>Configuración</u> | <u># de e- de valencia</u> |
|--------------|----------------------|----------------------------|
| 1A           | $ns^1$               | 1                          |
| 2A           | $ns^2$               | 2                          |
| 3A           | $ns^2np^1$           | 3                          |
| 4A           | $ns^2np^2$           | 4                          |
| 5A           | $ns^2np^3$           | 5                          |
| 6A           | $ns^2np^4$           | 6                          |
| 7A           | $ns^2np^5$           | 7                          |
| 8A           | $ns^2np^6$           | 8                          |

## Capa de valencia de los 18 primeros elementos

Grupo 1A  $\longrightarrow$  1 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 2A  $\longrightarrow$  2 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 3A  $\longrightarrow$  3 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 4A  $\longrightarrow$  4 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 5A  $\longrightarrow$  5 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 6A  $\longrightarrow$  6 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 7A  $\longrightarrow$  7 e<sup>-</sup> de valencia  
Grupo 8A  $\longrightarrow$  Capa completa

Periodo 1  $\longrightarrow$  Capa de valencia n = 1  
Periodo 2  $\longrightarrow$  Capa de valencia n = 2  
Periodo 3  $\longrightarrow$  Capa de valencia n = 3  
.....

| 1A                                 |                                    | 2A                                                 | 3A                                                 | 4A                                                | 5A                                                | 6A                                                 | 7A                                                 | 8A                                |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1<br><b>H</b><br>1s <sup>1</sup>   |                                    |                                                    |                                                    |                                                   |                                                   |                                                    |                                                    | 2<br><b>He</b><br>1s <sup>2</sup> |
| 3<br><b>Li</b><br>2s <sup>1</sup>  | 4<br><b>Be</b><br>2s <sup>2</sup>  | 5<br><b>B</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>   | 6<br><b>C</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>   | 7<br><b>N</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>  | 8<br><b>O</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>  | 9<br><b>F</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>   | 10<br><b>Ne</b><br>2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> |                                   |
| 11<br><b>Na</b><br>3s <sup>1</sup> | 12<br><b>Mg</b><br>3s <sup>2</sup> | 13<br><b>Al</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup> | 14<br><b>Si</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup> | 15<br><b>P</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> | 16<br><b>S</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>4</sup> | 17<br><b>Cl</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>5</sup> | 18<br><b>Ar</b><br>3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> |                                   |

# Configuraciones electrónicas de los grupos 1A y 2A

## GRUPO 1A

Li [He] 2s<sup>1</sup>

Na [Ne] 3s<sup>1</sup>

K [Ar] 4s<sup>1</sup>

Rb [Kr] 5s<sup>1</sup>

Cs [Xe] 6s<sup>1</sup>

Fr [Rn] 7s<sup>1</sup>

## GRUPO 2A

Be [He] 2s<sup>2</sup>

Mg [Ne] 3s<sup>2</sup>

Ca [Ar] 4s<sup>2</sup>

Sr [Kr] 5s<sup>2</sup>

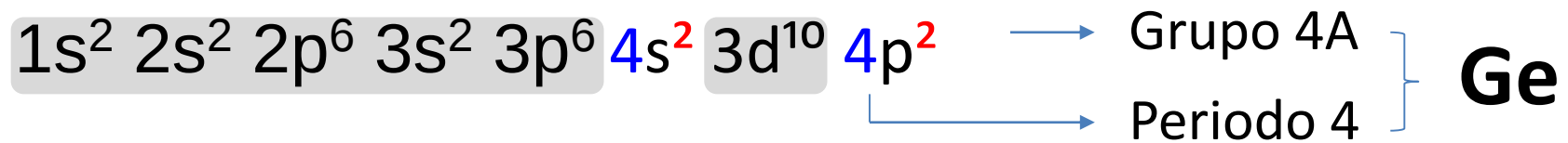
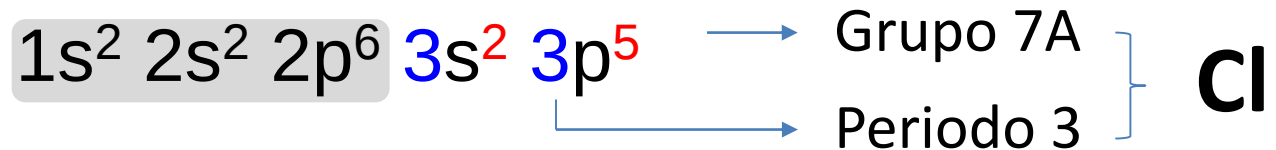
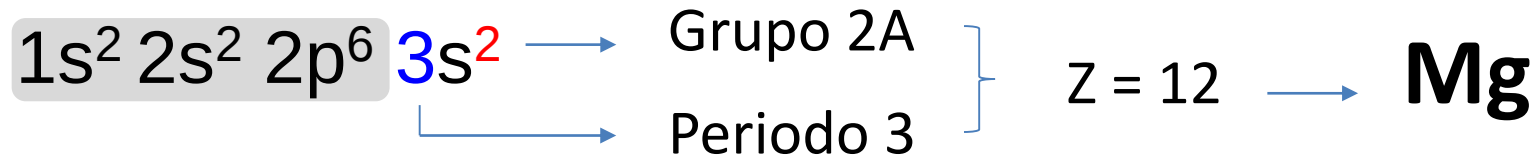
Ba [Xe] 6s<sup>2</sup>

Ra [Rn] 7s<sup>2</sup>

# ¿Cómo se determina la ubicación de un elemento en la Tabla Periódica?

N de la capa de valencia  $\longrightarrow$  Periodo

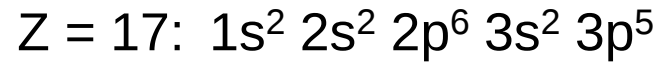
No. e- de valencia  $\longrightarrow$  Grupo





Determine el grupo y el período del sistema periódico, al cual pertenecen los siguientes elementos, determinando sus respectivas configuraciones electrónicas, a partir de sus números atómicos: 17, 56, 33, 16, 30, 24. Indique el nombre de cada uno.

### Solución:



7 electrones de valencia, pertenece al grupo VII A (ó 17)  
número cuántico más alto = 3, pertenece al tercer período.



Número cuántico más alto = 6  $\rightarrow$  6º período  
2 electrones en la última capa  $\rightarrow$  Grupo II A ó 2.

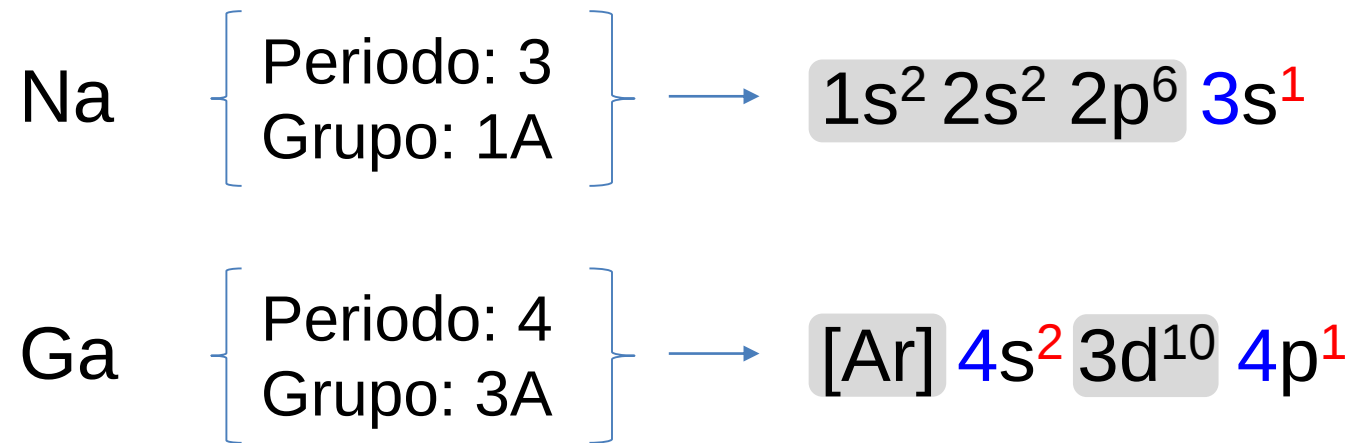


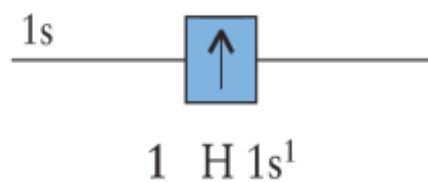
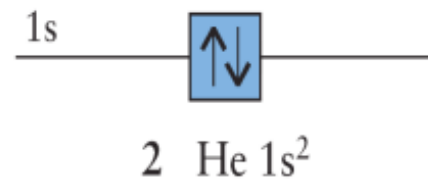
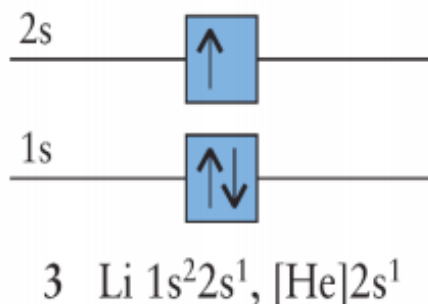
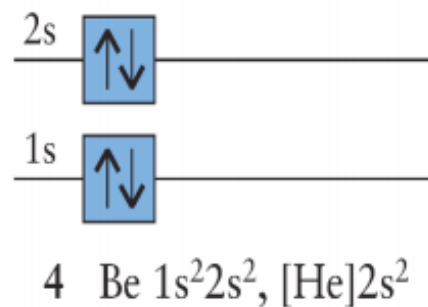
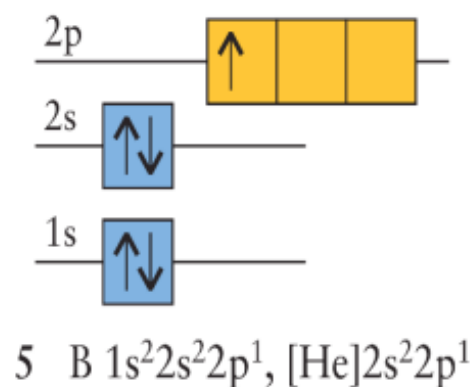
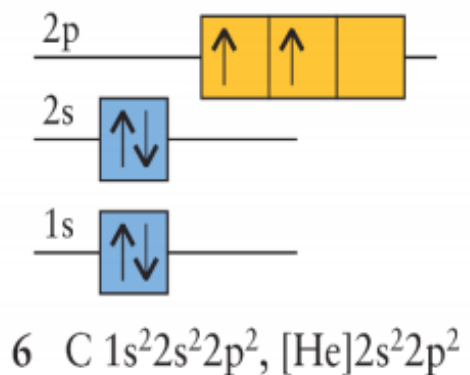
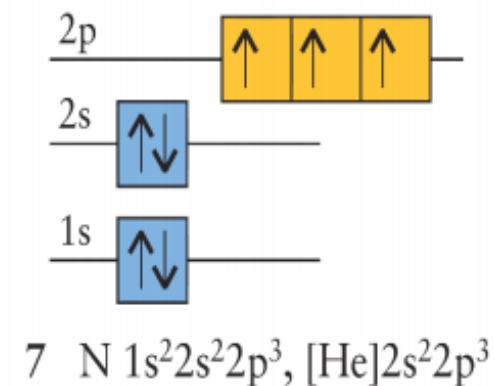
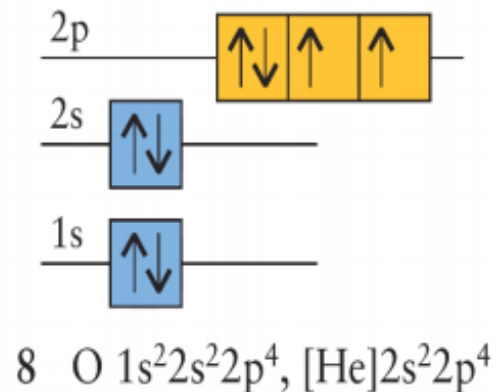
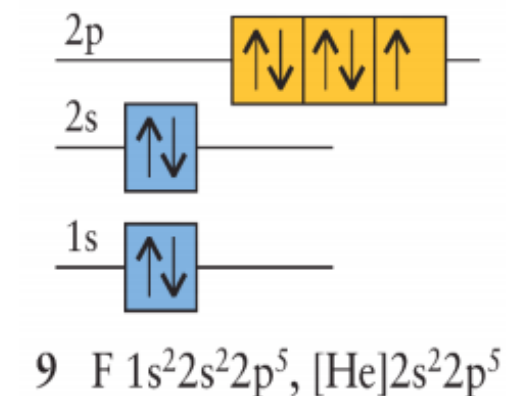
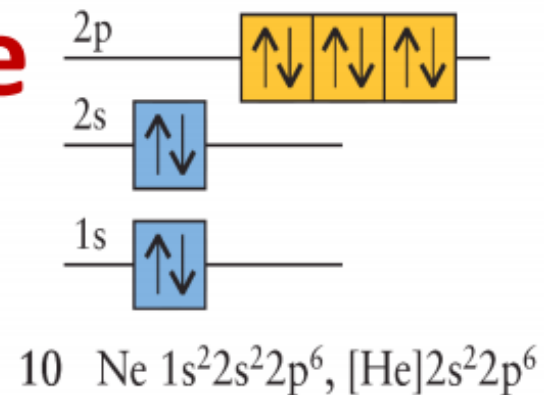
Elemento de transición, presenta anomalía en el llenado de orbitales

# ¿Cómo se determina la configuración electrónica conociendo la ubicación del elemento en la Tabla Periódica?

Periodo  $\longrightarrow$  n de la capa de valencia

Grupo  $\longrightarrow$  No. e- de valencia



**H****He****Li****Be****B****C****N****O****F****Ne**

# ESPECIES ISOELECTRÓNICAS

- Dos especies son isoelectrónicas cuando presentan la misma configuración electrónica.

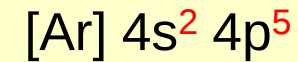
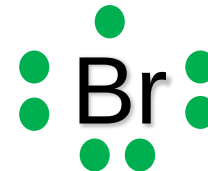
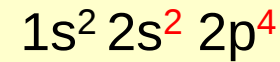
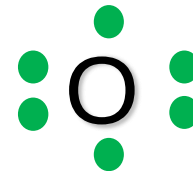
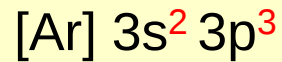
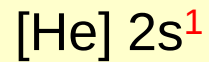
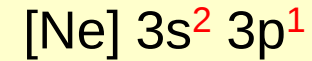
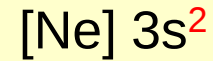
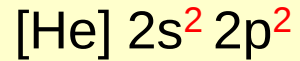
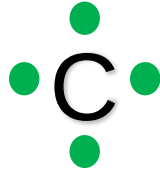
|                                                                                                                  |                                                                                                                     |                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>8 <b>O</b><sup>-2</sup></p> |  <p>11 <b>Na</b><sup>+1</sup></p> |  <p>13 <b>Al</b><sup>+3</sup></p> |
| 8 Protones                                                                                                       | 11 Protones                                                                                                         | 13 Protones                                                                                                          |
| 10 Electrones                                                                                                    | 10 Electrones                                                                                                       | 10 Electrones                                                                                                        |

# ESPECIES ISOELECTRÓNICAS



# Diagramas de Lewis

- El símbolo de Lewis para un elemento consiste en el símbolo químico del elemento más un punto por cada electrón de valencia.



|         |         |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---|---|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1<br>1A |         |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          |          |          |          |          |          | 18<br>8A |
| •H      | 2<br>2A |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          | 13<br>3A | 14<br>4A | 15<br>5A | 16<br>6A | 17<br>7A | He:      |
| •Li     | •Be•    |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          | •B•      | •C•      | •N•      | •O•      | •F•      | •Ne•     |
| •Na     | •Mg•    | 3<br>3B | 4<br>4B | 5<br>5B | 6<br>6B | 7<br>7B | 8 | 9 | 10 | 11<br>1B | 12<br>2B | •Al•     | •Si•     | •P•      | •S•      | •Cl•     | •Ar•     |
| •K      | •Ca•    |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          | •Ga•     | •Ge•     | •As•     | •Se•     | •Br•     | •Kr•     |
| •Rb     | •Sr•    |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          | •In•     | •Sn•     | •Sb•     | •Te•     | •I•      | •Xe•     |
| •Cs     | •Ba•    |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          | •Tl•     | •Pb•     | •Bi•     | •Po•     | •At•     | •Rn•     |
| •Fr     | •Ra•    |         |         |         |         |         |   |   |    |          |          |          |          |          |          |          |          |

Símbolos de puntos de Lewis para los elementos representativos y los gases nobles.