

# Química

## Configurações eletrônicas

**Prof. Diego J. Raposo**

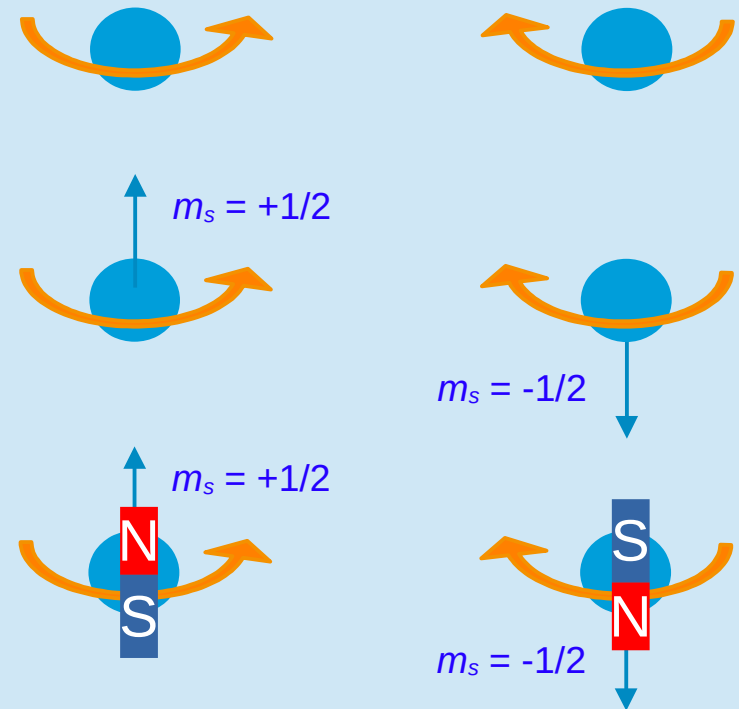
**UPE – Poli**

**2025.2**

# Spin do elétron

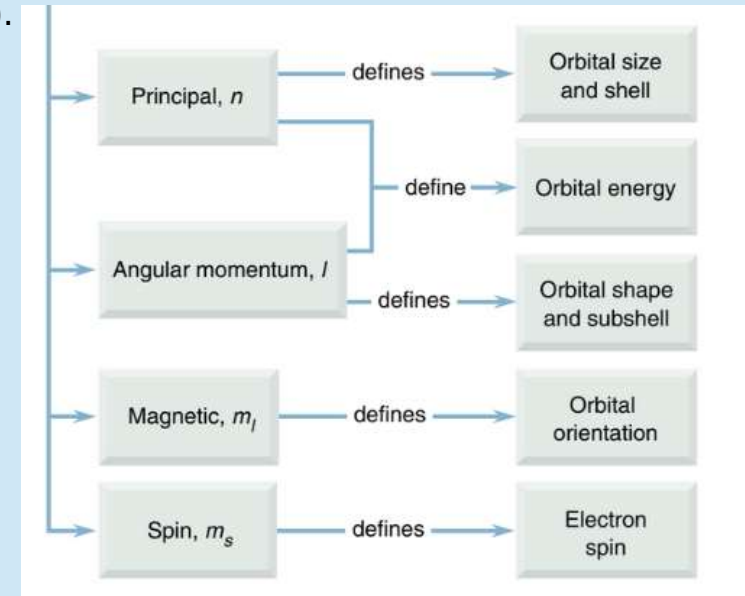
- O elétron, assim como outras partículas, possui uma propriedade chamada spin,  $s$ , associada (classicamente) ao sentido de um rodopio.
- O momento angular do elétron devido ao spin só pode assumir certos valores discretos. A componente do momento angular ao longo do eixo perpendicular ao plano da rotação ( $m_s$ ) é o quarto número quântico, podendo assumir, no caso do elétron, dois valores:  $+1/2$  (designado por  $\uparrow$ ) ou  $-1/2$  (designado por  $\downarrow$ ).
- O momento angular do spin, como deve-se ao rodopio de cargas, também gera um campo magnético.

Spin do elétron:  $s = 1/2$



# Spin do elétron

- Esse número quântico, mais os três abordados anteriormente, permitem obter a configuração eletrônica de um átomo no seu estado fundamental (arranjo dos elétrons nos orbitais que leva a menor energia do átomo).
- A função de onda que inclui os três números quânticos e o do spin é chamada de **spin-orbital**;
- Relembrando, os números quânticos são:
  - Número quântico principal ( $n$ );
  - Número quântico do momento angular ( $l$ );
  - Número quântico magnético ( $m_l$ );
  - Número quântico do spin ( $m_s$ ).



# Exercício

**1)** Determine se cada um dos seguintes conjuntos de números quânticos para o átomo de hidrogênio são válidos. Se um conjunto não for válido, indique qual dos números quânticos cujo valor é inválido, e porque.

**a)**  $n = 4, l = 1, m_l = 2, m_s = -1/2;$

**b)**  $n = 4, l = 3, m_l = -3, m_s = +1/2;$

**c)**  $n = 3, l = 2, m_l = -3, m_s = +1/2;$

**d)**  $n = 5, l = 0, m_l = 0, m_s = 0;$

**e)**  $n = 2, l = 2, m_l = 1, m_s = +1/2;$

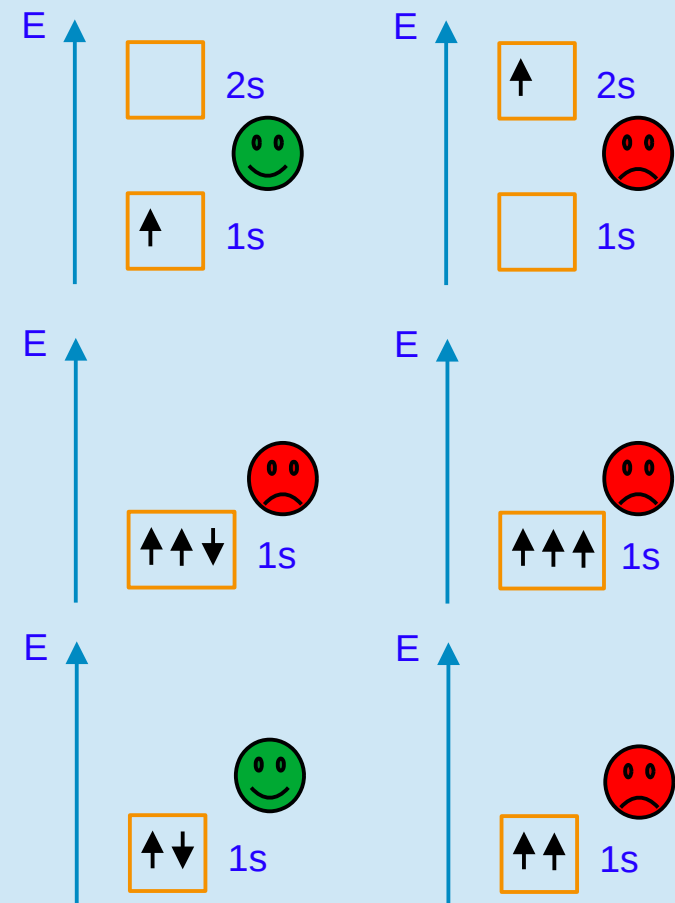
# Regras para dispor elétrons em orbitais

- O arranjo dos elétrons no átomo é o que dá várias das propriedades físicas e químicas de átomos e moléculas que observamos;
- Para determinar tal arranjo mais provável, chamado de configuração eletrônica, são observadas quatro regras:
- 1) Regra do Aufbau:** Elétrons devem ocupar primeiro os subníveis com menor energia (estabilidade), e quando seus orbitais estiverem preenchidos, ocupam o próximo na ordem de energia;
- 2) Princípio de exclusão de Pauli:** a) dois elétrons não podem possuir os mesmos 4 números quânticos ou b) orbitais podem ser ocupado por, no máximo, 2 elétrons, e com spins opostos (par emparelhado).

Emparelhados:

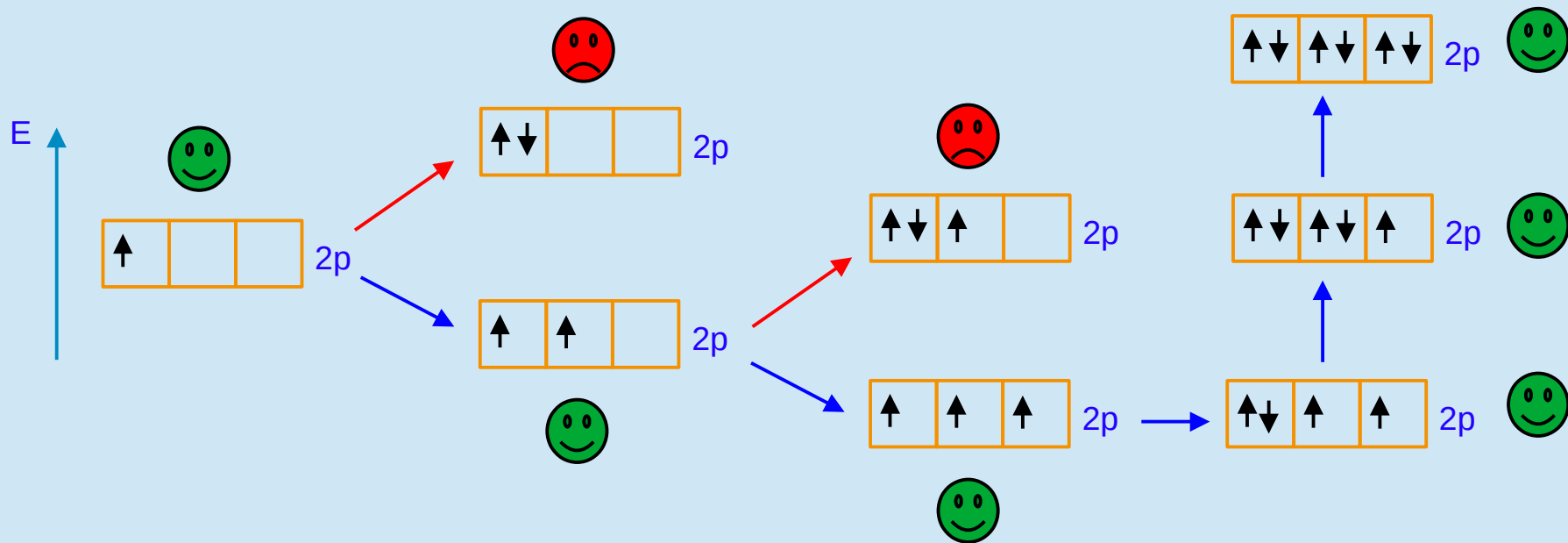


Desemparelhados:



# Regras para dispor elétrons em orbitais

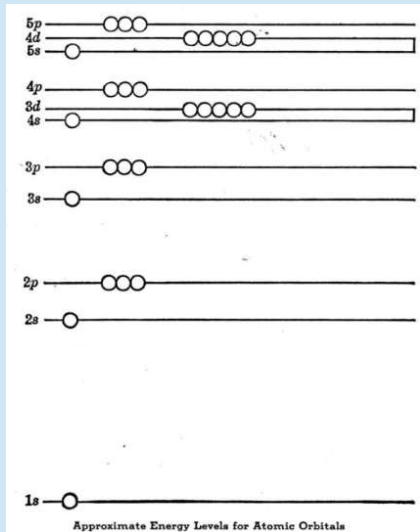
- **3) Regra de Hund:** elétrons, para evitar a repulsão ao ocuparem um mesmo orbital, primeiro ocupam orbitais diferentes caso esses possuam mesma energia (degenerados) ou diferença pequena de energia (veremos tal exemplo em hibridização);



# Regras para dispor elétrons em orbitais

- **4) Regra de Bohr (diagrama de Pauling):**

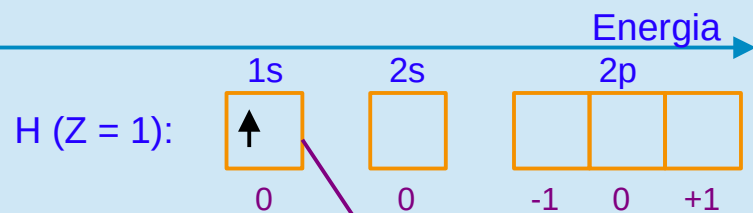
a) orbitais com  $n + l$  menor possuem menor energia (são ocupados primeiro) e b) entre aqueles com mesmo  $n + l$ , os com menor  $n$  são os com menor energia.



Camada	l					Máximo de elétrons em camadas
	n	0	1	2	3	
K	1	1s				2
L	2	2s	2p			8
M	3	3s	3p	3d		18
N	4	4s	4p	4d	4f	32
O	5	5s	5p	5d	5f	50
P	6	6s	6p	6d		62
Q	7	7s	7p			88
	8					

Diagram illustrating the filling order of atomic orbitals (Aufbau principle) using the Madelung rule. The diagram shows the principal quantum number (n) on the vertical axis and the azimuthal quantum number (l) on the horizontal axis. The orbitals are filled in order of increasing n+l, with lower values filled first. The sequence of filling is indicated by red arrows: 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, 8s, 6f, 7d, 8p, 9s, 7f, 8d, 9p, 10s, 8f, 9d, 10p, 11s, 9f, 10d, 11p, 12s, 10f, 11d, 12p, 13s, 11f, 12d, 13p, 14s, 12f, 13d, 14p, 15s, 13f, 14d, 15p, 16s, 14f, 15d, 16p, 17s, 15f, 16d, 17p, 18s, 16f, 17d, 18p, 19s, 17f, 18d, 19p, 20s, 18f, 19d, 20p, 21s, 19f, 20d, 21p, 22s, 20f, 21d, 22p, 23s, 21f, 22d, 23p, 24s, 22f, 23d, 24p, 25s, 23f, 24d, 25p, 26s, 24f, 25d, 26p, 27s, 25f, 26d, 27p, 28s, 26f, 27d, 28p, 29s, 27f, 28d, 29p, 30s, 28f, 29d, 30p, 31s, 29f, 30d, 31p, 32s, 30f, 31d, 32p, 33s, 31f, 32d, 33p, 34s, 32f, 33d, 34p, 35s, 33f, 34d, 35p, 36s, 34f, 35d, 36p, 37s, 35f, 36d, 37p, 38s, 36f, 37d, 38p, 39s, 37f, 38d, 39p, 40s, 38f, 39d, 40p, 41s, 39f, 40d, 41p, 42s, 40f, 41d, 42p, 43s, 41f, 42d, 43p, 44s, 42f, 43d, 44p, 45s, 43f, 44d, 45p, 46s, 44f, 45d, 46p, 47s, 45f, 46d, 47p, 48s, 46f, 47d, 48p, 49s, 47f, 48d, 49p, 50s, 48f, 49d, 50p, 51s, 49f, 50d, 51p, 52s, 50f, 51d, 52p, 53s, 51f, 52d, 53p, 54s, 52f, 53d, 54p, 55s, 53f, 54d, 55p, 56s, 54f, 55d, 56p, 57s, 55f, 56d, 57p, 58s, 56f, 57d, 58p, 59s, 57f, 58d, 59p, 60s, 58f, 59d, 60p, 61s, 59f, 60d, 61p, 62s, 60f, 61d, 62p, 63s, 61f, 62d, 63p, 64s, 62f, 63d, 64p, 65s, 63f, 64d, 65p, 66s, 64f, 65d, 66p, 67s, 65f, 66d, 67p, 68s, 66f, 67d, 68p, 69s, 67f, 68d, 69p, 70s, 68f, 69d, 70p, 71s, 69f, 70d, 71p, 72s, 70f, 71d, 72p, 73s, 71f, 72d, 73p, 74s, 72f, 73d, 74p, 75s, 73f, 74d, 75p, 76s, 74f, 75d, 76p, 77s, 75f, 76d, 77p, 78s, 76f, 77d, 78p, 79s, 77f, 78d, 79p, 80s, 78f, 79d, 80p, 81s, 79f, 80d, 81p, 82s, 80f, 81d, 82p, 83s, 81f, 82d, 83p, 84s, 82f, 83d, 84p, 85s, 83f, 84d, 85p, 86s, 84f, 85d, 86p, 87s, 85f, 86d, 87p, 88s, 86f, 87d, 88p, 89s, 87f, 88d, 89p, 90s, 88f, 89d, 90p, 91s, 89f, 90d, 91p, 92s, 90f, 91d, 92p, 93s, 91f, 92d, 93p, 94s, 92f, 93d, 94p, 95s, 93f, 94d, 95p, 96s, 94f, 95d, 96p, 97s, 95f, 96d, 97p, 98s, 96f, 97d, 98p, 99s, 97f, 98d, 99p, 100s, 98f, 99d, 100p, 101s, 99f, 100d, 101p, 102s, 100f, 101d, 102p, 103s, 101f, 102d, 103p, 104s, 102f, 103d, 104p, 105s, 103f, 104d, 105p, 106s, 104f, 105d, 106p, 107s, 105f, 106d, 107p, 108s, 106f, 107d, 108p, 109s, 107f, 108d, 109p, 110s, 108f, 109d, 110p, 111s, 109f, 110d, 111p, 112s, 110f, 111d, 112p, 113s, 111f, 112d, 113p, 114s, 112f, 113d, 114p, 115s, 113f, 114d, 115p, 116s, 114f, 115d, 116p, 117s, 115f, 116d, 117p, 118s, 116f, 117d, 118p, 119s, 117f, 118d, 119p, 120s, 118f, 119d, 120p, 121s, 119f, 120d, 121p, 122s, 120f, 121d, 122p, 123s, 121f, 122d, 123p, 124s, 122f, 123d, 124p, 125s, 123f, 124d, 125p, 126s, 124f, 125d, 126p, 127s, 125f, 126d, 127p, 128s, 126f, 127d, 128p, 129s, 127f, 128d, 129p, 130s, 128f, 129d, 130p, 131s, 129f, 130d, 131p, 132s, 130f, 131d, 132p, 133s, 131f, 132d, 133p, 134s, 132f, 133d, 134p, 135s, 133f, 134d, 135p, 136s, 134f, 135d, 136p, 137s, 135f, 136d, 137p, 138s, 136f, 137d, 138p, 139s, 137f, 138d, 139p, 140s, 138f, 139d, 140p, 141s, 139f, 140d, 141p, 142s, 140f, 141d, 142p, 143s, 141f, 142d, 143p, 144s, 142f, 143d, 144p, 145s, 143f, 144d, 145p, 146s, 144f, 145d, 146p, 147s, 145f, 146d, 147p, 148s, 146f, 147d, 148p, 149s, 147f, 148d, 149p, 150s, 148f, 149d, 150p, 151s, 149f, 150d, 151p, 152s, 150f, 151d, 152p, 153s, 151f, 152d, 153p, 154s, 152f, 153d, 154p, 155s, 153f, 154d, 155p, 156s, 154f, 155d, 156p, 157s, 155f, 156d, 157p, 158s, 156f, 157d, 158p, 159s, 157f, 158d, 159p, 160s, 158f, 159d, 160p, 161s, 159f, 160d, 161p, 162s, 160f, 161d, 162p, 163s, 161f, 162d, 163p, 164s, 162f, 163d, 164p, 165s, 1

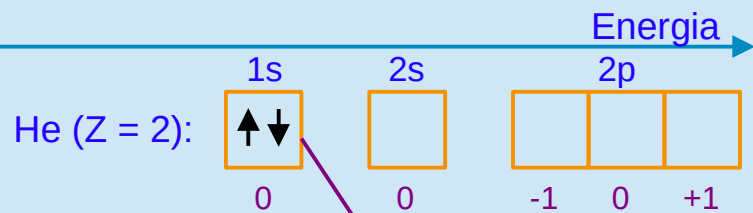
# Configurações de alguns elementos



Usa regra do Aufbau e regra de Bohr

Configuração eletrônica:  $1s^1$

Números quânticos desse elétron:  $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2$

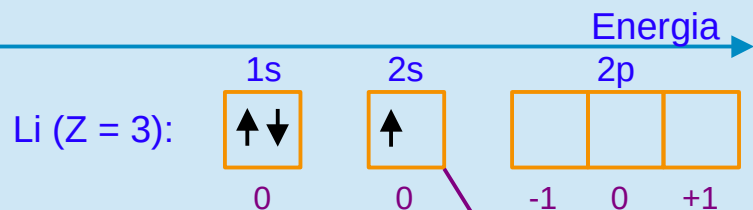


Usa regra do Aufbau e regra de Bohr e princípio de exclusão de Pauli

Configuração eletrônica:  $1s^2$

Números quânticos do último elétron:  $n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$

Nível completo: conf. estável gás nobre



Usa regra do Aufbau e regra de Bohr e princípio de exclusão de Pauli

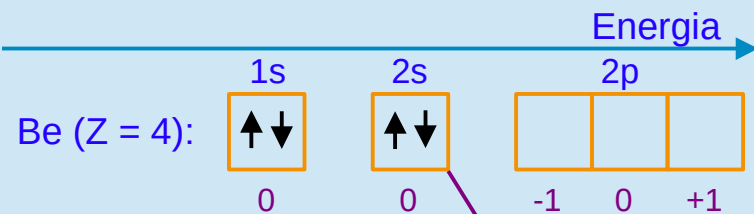
Configuração eletrônica:  $1s^2 2s^1$  ou  $[\text{He}] 2s^1$

Números quânticos do último elétron:  $n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2$

Essa notação é mais econômica, e evidencia elétrons do caroço: fortemente ligados ao núcleo



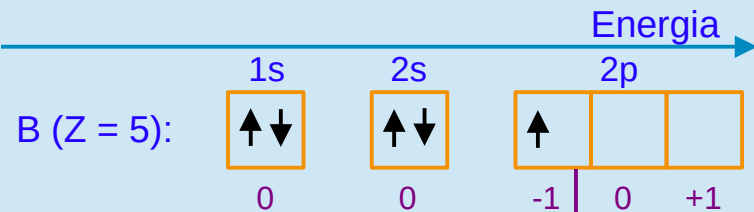
# Configurações de alguns elementos



Usa regra do Aufbau  
e regra de Bohr e  
princípio de exclusão  
de Pauli

Configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2$  ou  $[\text{He}] 2s^2$

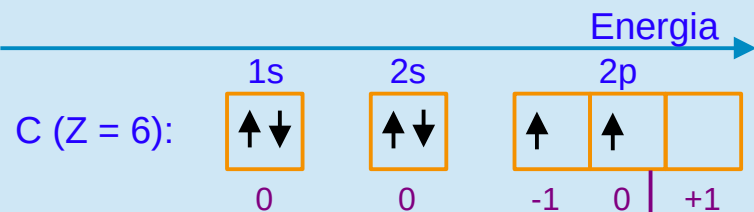
Números quânticos do último elétron:  $n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = -1/2$



Usa regra do Aufbau  
e regra de Bohr e  
princípio de exclusão  
de Pauli

Configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^1$   
ou  $[\text{He}] 2s^2 2p^1$

Números quânticos do último elétron:  $n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = +1/2$



Usa regra do Aufbau  
e regra de Bohr,  
princípio de exclusão  
de Pauli e **regra de Hund**

Configuração eletrônica:  $1s^2 2s^2 2p^2$   
ou  $[\text{He}] 2s^2 2p^2$

Números quânticos do último elétron:  $n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = +1/2$

# Configurações de alguns elementos

Energia →									
N (Z = 7):	1s ↑↓ 0	2s ↑↓ 0	2p ↑   ↑   ↑ -1   0   +1			Configuração eletrônica: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup> ou [He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>			
O (Z = 8):	1s ↑↓ 0	2s ↑↓ 0	2p ↑↓   ↑   ↑ -1   0   +1			Configuração eletrônica: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup> ou [He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>4</sup>			
F (Z = 9):	1s ↑↓ 0	2s ↑↓ 0	2p ↑↓   ↑↓   ↑ -1   0   +1			Configuração eletrônica: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup> ou [He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>			
Ne (Z = 10):	1s ↑↓ 0	2s ↑↓ 0	2p ↑↓   ↑↓   ↑↓ -1   0   +1			Configuração eletrônica: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> ou [He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>			
Na (Z = 11):	1s ↑↓ 0	2s ↑↓ 0	2p ↑↓   ↑↓   ↑↓ -1   0   +1			3s ↑ 0	Configuração eletrônica: 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>1</sup> ou [Ne] 3s <sup>1</sup>		

Nível conf. gás r

Nível completo:  
conf. estável  
gás nobre

# Exercícios

**2)** Diferencie o princípio de exclusão de Pauli da regra de Hund;

**3)** Escreva as configurações eletrônicas condensadas dos átomos a seguir e indique quantos elétrons desemparelhados cada um possui:

**a)** Mg;

**b)** Ge;

**c)** V.

**4)** O que está errado com as seguintes configurações eletrônicas para os átomos em seus estados fundamentais?

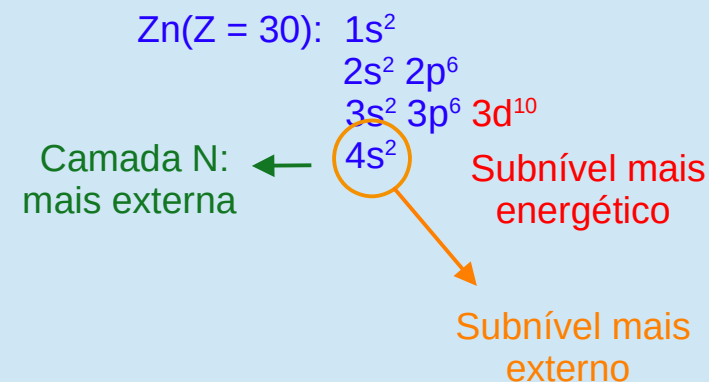
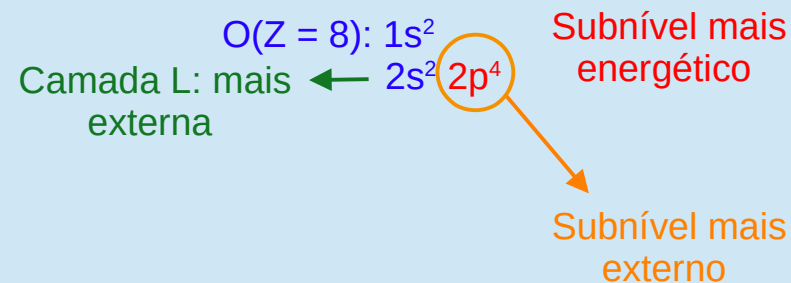
**a)**  $1s^2 2s^2 3s^1$

**b)**  $[\text{Ne}] 2s^2 2p^3$

**c)**  $[\text{Ne}] 3s^2 3d^5$

# Tipos de camadas/subníveis

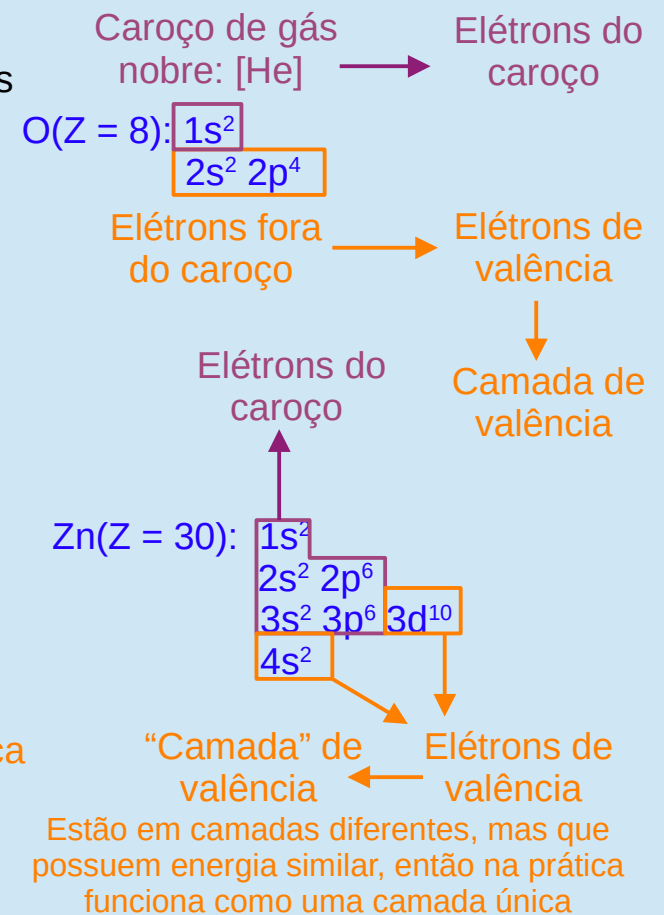
- Subníveis são divididos em:
  - Subnível mais energético:** último a ser ocupado;
  - Subnível mais externo:** com maior valor de  $n$ .
- Em elementos com poucos elétrons, é comum o subnível mais externo ser também o mais energético. Porém, isso passa a mudar em elementos com  $Z$  maior que 20;
- A camada mais externa é aquela que possui o subnível mais externo (ou seja, a com maior valor de  $n$ ).



# Elétrons nos átomos

- É interessante dividir os elétrons nas configurações eletrônicas dos átomos em dois tipos:

- Elétrons do caroço:** mais fortemente ligados ao núcleo. São identificados quando:
  - fazem parte de uma configuração de gás nobre no átomo ou, analogamente,
  - quando uma camada é fechada: 2 elétrons na camada K, 8 elétrons nas restantes. Nas camadas K, L e M correspondem à uma camada fechada (totalmente preenchida);
- Elétrons de valência:** menos ligados ao núcleo, são todos os elétrons que não fazem parte do caroço. Se fazem parte de uma única camada, esta é chamada de camada de valência. São os principais responsáveis pelas propriedades físicas e químicas dos átomos.



**Bons estudos!**