

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CÉLULA

Célula

Organitos

Compostos
químicos

Elementos
químicos

Mitocôndrias
Ribossomas
Ap. de Golgi
Lisossomas
Peroxisomas
etc.

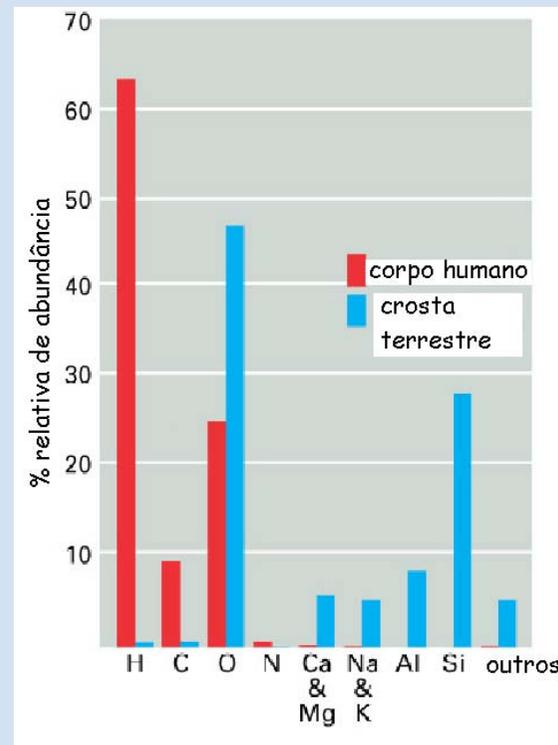
Água
Sais
Proteínas
Lípidos
Carbohidratos
Ac. Nucléicos
Vitaminas

C
H
O
N
Ca
Mg
etc.

A Química da Vida tem características particulares:

- ◆ É uma Química essencialmente Orgânica (as moléculas que têm na sua constituição carbono, designam-se moléculas orgânicas.)
- ◆ Baseia-se em reações químicas em solução aquosa, numa estreita gama de temperaturas.
- ◆ As moléculas predominantes são poliméricas.
- ◆ As reações químicas são rigorosamente controladas no espaço e no tempo.

□ **Bioelementos-** elementos que constituem aproximadamente 96% da massa dos seres vivos (C, H, O, N, S, P)



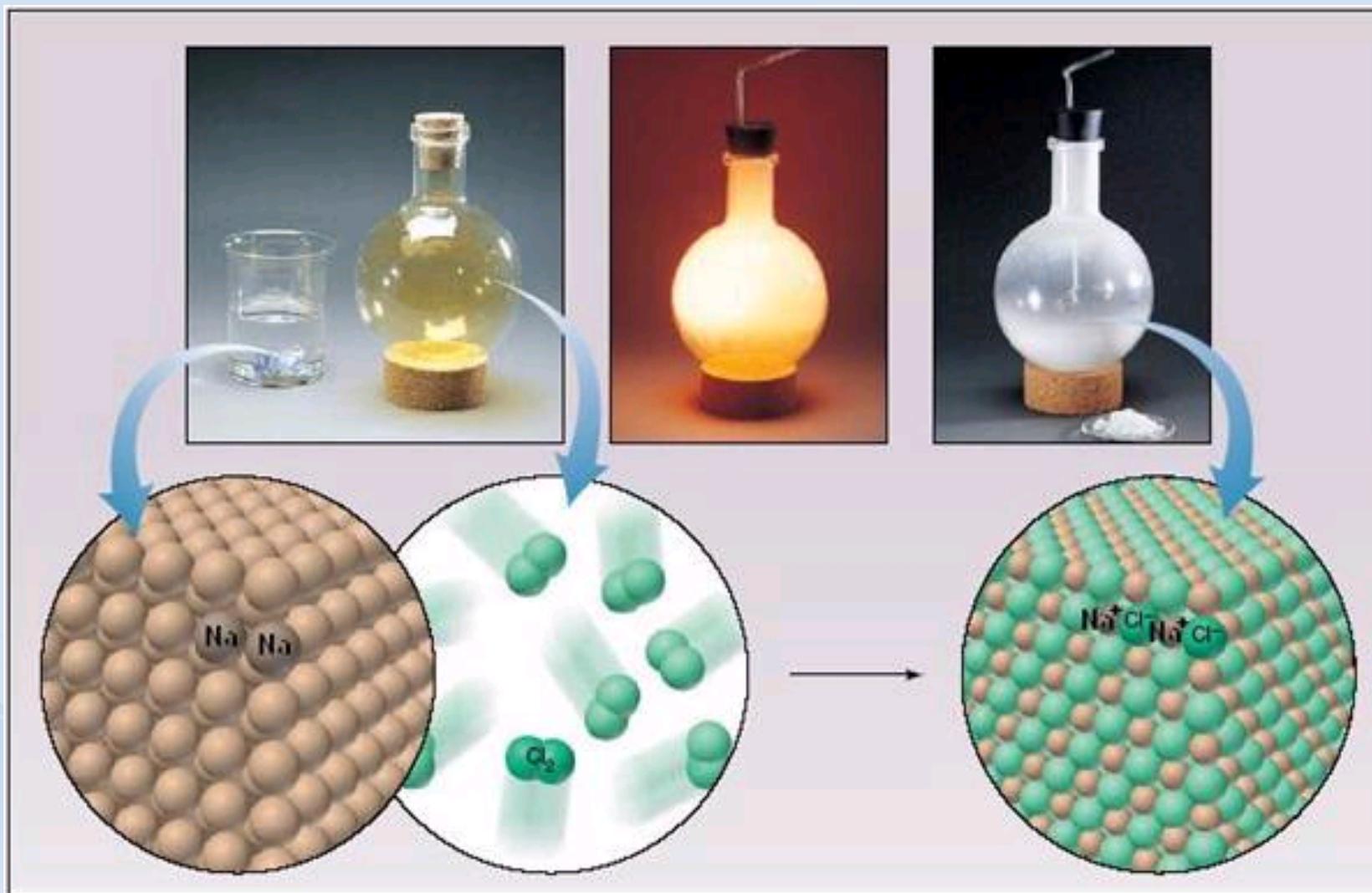
□ **Oligoelementos-** elementos químicos essenciais aos seres vivos, encontrados em baixa concentração mas essenciais aos processos biológicos (Fe, Zn, Cu, etc).

Conceitos básicos a rever:

Elemento- uma substância que é constituída apenas por átomos com o mesmo número de prótons no núcleo e não pode ser quebrada em nada mais simples.

Átomo- a unidade mais pequena de um elemento que possui as propriedades químicas desse elemento.

Molécula- entidade eletricamente neutra constituída por 2 ou mais átomos.



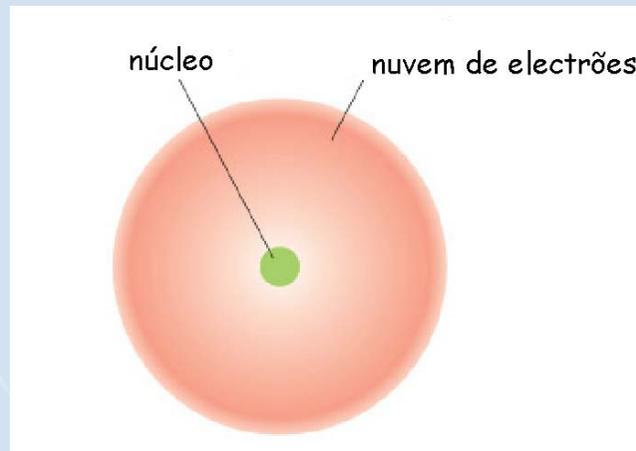
Sódio + cloro \longrightarrow Cloreto de sódio

Adaptado de www.ciadaescola.com.br/zoom/imgs/332/image005.jpg

CONSTITUIÇÃO DO ÁTOMO

Os átomos possuem um núcleo constituído por protões (com carga elétrica positiva) e neutrões (eletricamente neutros), rodeados por uma nuvem eletrónica constituída por eletrões (com carga elétrica negativa).

Exceção: o átomo de hidrogénio que possui apenas um protão e um eletrão.



Protão carga 1+

Neutrão carga 0

Elétrão carga 1-

Carga no núcleo= n° de prótons

O átomo não tem carga, porque o n° de prótons é igual ao n° de elétrons.

As partículas fundamentais

As antigas partículas fundamentais não são na verdade elementares pois delas surgiram várias outras partículas que são importantes e de comprovação científica.

Além de prótons, nêutrons e elétrons existem também:

- ❑ Positrão
- ❑ Neutrino
- ❑ Méson
- ❑ Etc....

Número atómico, representado pela letra **Z**

= carga positiva do seu núcleo atómico

= n° de protões do átomo

Cada elemento tem um **Z único**, que o permite identificar

Número de massa (A) = n° protões (**Z**) + n° neutrões (**N**)

Isótopos átomos de um dado elemento com o mesmo número de protões, mas com números de massa diferentes, devido a diferentes números de neutrões

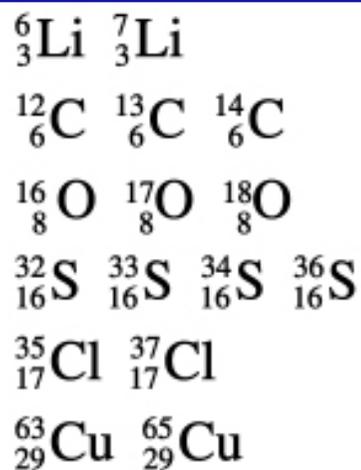
^1H hidrogénio; ^2H deutério e ^3H trítio

^{12}C , ^{13}C e ^{14}C

^{35}Cl e ^{37}Cl

Na natureza, a maioria dos elementos é encontrada como uma mistura de isótopos, em percentagens bem definidas.

$^{35}\text{Cl} / ^{37}\text{Cl}$ 3:1



Os isótopos têm idênticas propriedades químicas mas podem ter propriedades físicas diferentes.

^{12}C - diamante sintético para utilização em cabos de fibra óptica com boa condução de calor

^{13}C - identificação estrutural de compostos

^{14}C - datação de fósseis, documentos antigos etc.

O CO_2 atmosférico contém as seguintes %s de isótopos:
98.9% ^{12}C , 1.1% ^{13}C e 0.000 000 000 1% ^{14}C

As plantas discriminam entre ^{12}C e ^{13}C

Plantas C_4 : *ratio* baixo $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Plantas CAM: intermédio $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Plantas C_3 : *ratio* elevado $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

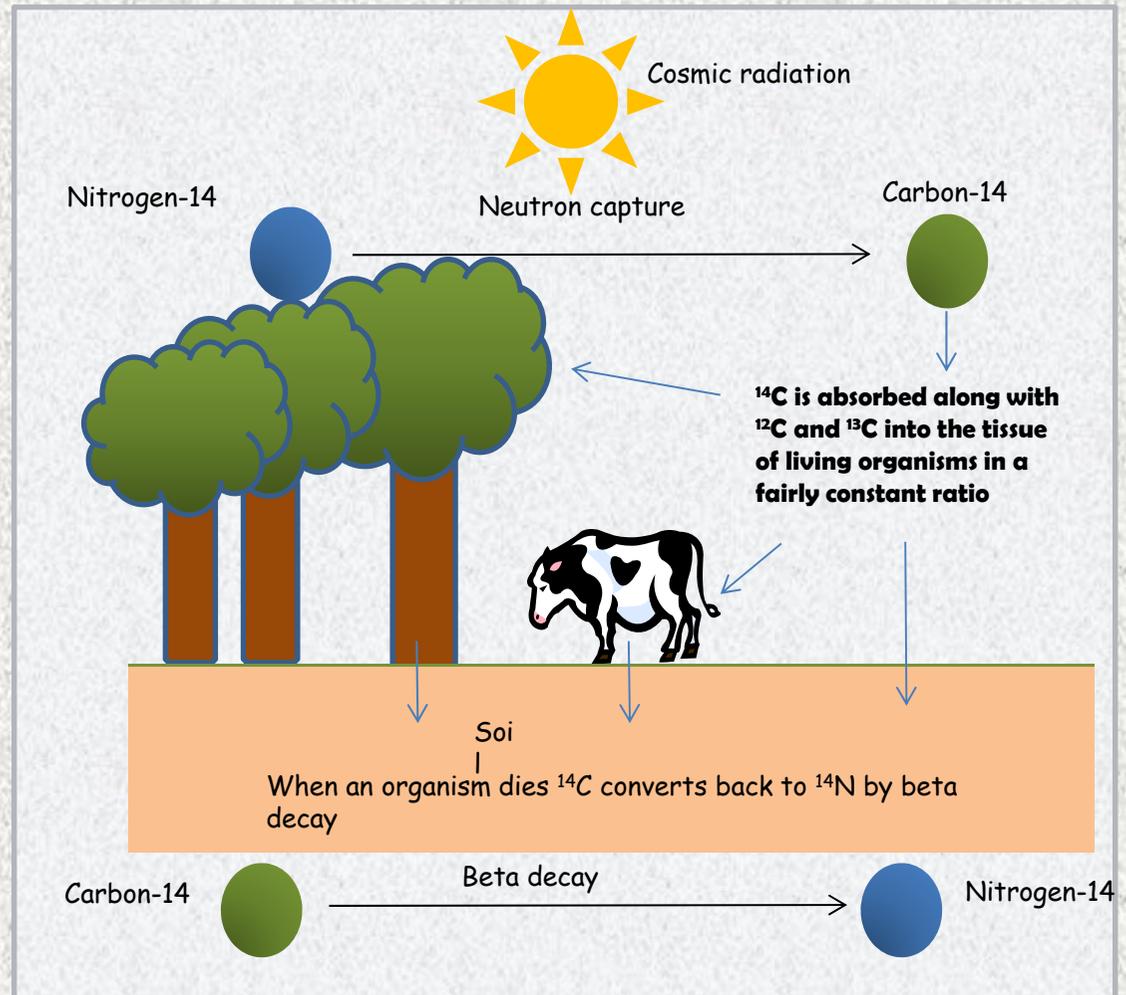
• **Aplicações:**

Identificação do tipo de açúcar adicionado (cana ou beterraba) em bebidas como sumos, *brandies*,

Identificação da origem de bebidas, tais como a cerveja

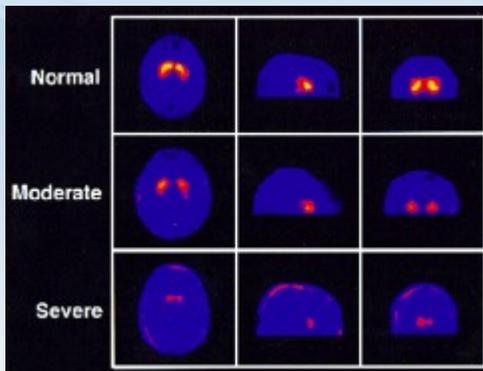
Datação por carbono

- ^{14}C $t_{1/2} = 5730$ anos
- Excelente para datações de material orgânico entre 0-40,000 anos
- ^{14}C é continuamente produzido à mesma velocidade.
- Durante a vida os níveis de ^{14}C levels permanecem constantes, só descendo quando se dá a morte.
- É necessário calibração para datações precisas.

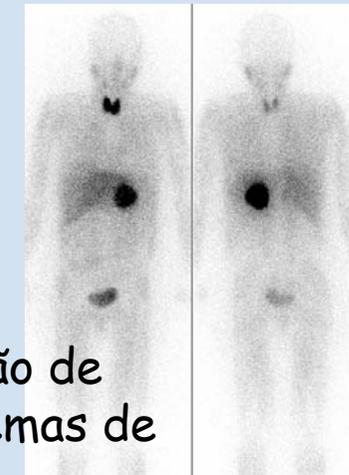


Aplicações: Isótopos usados como marcadores

| Isótopo | Aplicação biomédica |
|---|------------------------|
| $^{32}_{15}\text{P}$ | Olhos, fígado, tumores |
| $^{87}_{38}\text{Sr}$ | Ossos |
| $^{131}_{53}\text{I}$ | Tiróide |
| $^{24}_{11}\text{Na}$ | Sistema circulatório |
| $^{59}_{26}\text{Fe}$ $^{51}_{24}\text{Cr}$ | Glóbulos vermelhos |



Imagens *in vivo* de absorção de ^{123}I -altropano, para detectar doença de Parkinson



Imagens *in vivo* de absorção de ^{131}I para detectar problemas de tiróide

Datação com Sr: ciência forense

- Setembro 2001, o tronco de um rapaz de 5 anos apareceu no tamisa
- Suspeitou-se de um ritual
- Conteúdo dos intestinos sugeriram envenenamento e RU como o local
- O ratio $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ era elevado- níveis Pre-Cambrian
- A polícia procurou parentes em zonas rurais entre Benin City Ibadan, Nigeria...foi feita uma detenção em Dec 2003



Isóbaros: átomos que apresentam valores diferentes para o número atômico e mesmo número de massa.

Apresentam propriedades químicas e físicas diferentes.



Isótonos são átomos que diferem no número atômico e no número de massa, mas apresentam o mesmo número de nêutrons.

Exemplo: O Boro e o Carbono apresentam, cada um, 6 nêutrons



As 3 partículas sub- atômicas têm massa, que é expressa em **unidades de massa atômica- u (dalton)**

| | Massa (g) | Massa (u) | Carga eléctrica |
|---------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Elétrão | $9,1093897 \times 10^{-28}$ | $0,000548572$ | - |
| Protão | $1,6726430 \times 10^{-24}$ | $1,0072725$ | + |
| Neutrão | $1,674954 \times 10^{-24}$ | $1,008664$ | 0 |

massa atômica \neq n° de massa

Massa atômica relativa M_r

A massa de um átomo é muito pequena em relação à unidade de medida em kg. É definida em relação a um átomo de referência.

Por convenção 1/12 da massa de ^{12}C é a unidade de referência = **u.m.a.** em física, **dalton** (Da) em biologia.

1 próton pesa $1,672643 \times 10^{-24} \text{ g}$

1 neutrão pesa $1,674954 \times 10^{-24} \text{ g}$

^{12}C 6n+6p Massa = $1,9926604 \times 10^{-23} \text{ g}$

$$\text{u.m.a.} = \frac{19,92 \times 10^{-24}}{12} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

A **Mr** de um elemento é a massa média dos átomos dos vários isótopos naturais de um dado elemento.

Massa de 3 ^{35}Cl : $3 \times 35\text{u} = 105 \text{ u}$

Massa de 1 ^{37}Cl : $1 \times 37\text{u} = 37 \text{ u}$

Massa os 4 átomos = 142 u

Massa do cloro da natureza: $142:4 = 35.5 \text{ u}$

A massa de um átomo é demasiado pequena para ser mensurável. Assim estabeleceu-se uma unidade de contagem que se designou mais tarde por **nº de Avogrado**.

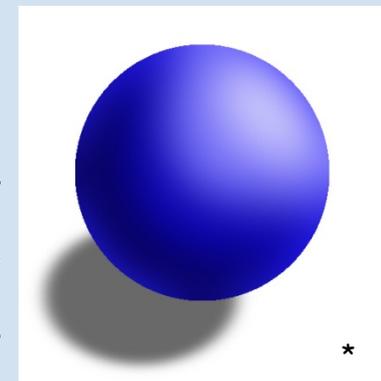
Estrutura atômica e eletrônica

Os elétrons são a chave para a formação de moléculas

- ◆ Conferem aos átomos as suas dimensões;
- ◆ Estabelecem ligações entre átomos;
- ◆ São responsáveis pelas ligações intermoleculares como é o caso das ligações entre os sólidos;
- ◆ Contribuem para determinar as propriedades das moléculas;
- ◆ **Estrutura eletrônica:** entende-se o arranjo dos elétrons nos átomos, ou seja o número de elétrons, onde podem ser encontrados e que energia possuem.

Evolução do modelo atômico:

✓ **John Dalton** (1808): o átomo é uma minúscula esfera maciça, impenetrável, indestrutível e indivisível (**modelo atômico da bola de bilhar**).

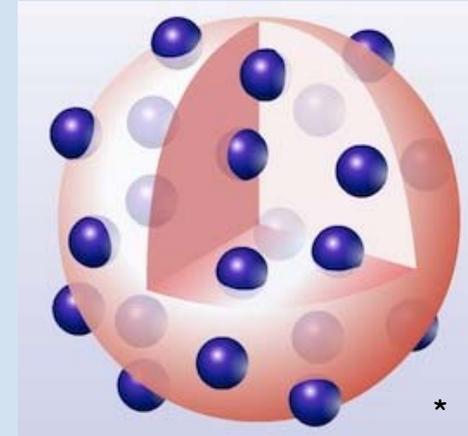


Todos os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos:

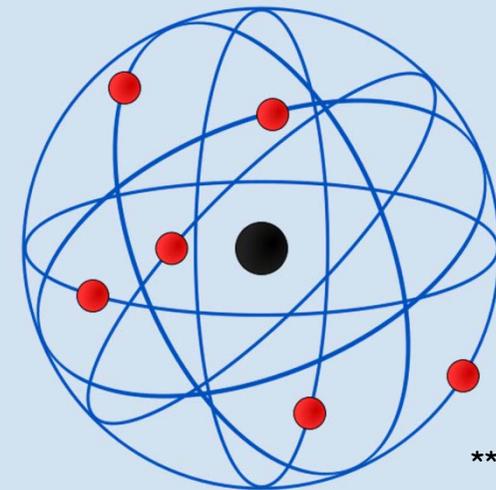
- Átomos de elementos diferentes possuem propriedades diferentes entre si.
- Átomos de um mesmo elemento possuem propriedades iguais

Nas reações químicas, os átomos permanecem inalterados. Na formação dos compostos, os átomos entram em proporções fixas 1:1, 1:2, 1:3, 2:3, 2:5 etc.

✓ **Joseph John Thomson (1887):** o átomo era como uma esfera de carga positiva que continha corpúsculos (elétrons) de carga negativa distribuídos uniformemente à semelhança de um pudim de passas (**modelo atômico do pudim de passas**).



✓ **Ernest Rutherford (1911)** comprovou que o átomo era constituído por um núcleo, de carga positiva (onde se localizava quase toda a massa do átomo), em torno do qual se distribuíam os elétrons de carga negativa (**modelo planetário**).



*<http://www.spirit-science.fr/Matiere/PhysiqueImag/1atome-thomson.jpg11>

**https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/92/Rutherford_atom.svg/500px-Rutherford_atom.svg.png

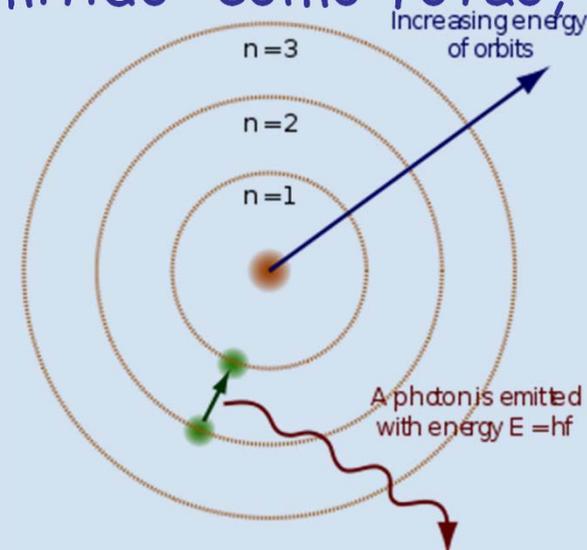
✓ Niels Bohr (1920):

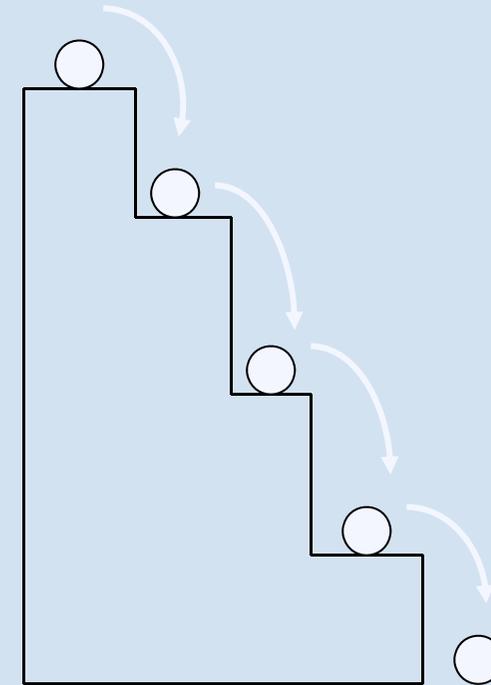
Os elétrons movem-se em órbitas circulares em torno do núcleo atômico sem perder ou ganhar energia (órbitas estacionárias)

Apenas algumas órbitas concêntricas de raios e energias definidas são permitidas ao movimento circular dos elétrons ao redor do núcleo

Quando os elétrons passam de uma órbita para outra, um *quantum* de energia é absorvido ou emitido como fóton, $E = hu$.

Descobriu ainda que as propriedades químicas dos elementos eram determinadas pela camada mais externa.





Ganho e perda de energia quantizada (Bohr adoptou os princípios de Max Planck).

- ✓ **Louis de Broglie** (1923): propôs que o elétron no seu movimento circular em volta do núcleo estivesse associado a um determinado comprimento de onda
- ✓ **Heisenberg** (1927): natureza dupla, ondulatória e corpuscular, da matéria é uma limitação fundamental para determinar a **posição** e o **momento linear** (**velocidade**) de cada partícula
- ✓ **Erwin Schrödinger** (1926): propôs a equação de onda, que engloba o comportamento ondulatório e corpuscular do elétron, cujas soluções são os **números quânticos**

Modelo Atômico Atual: mecânica quântica

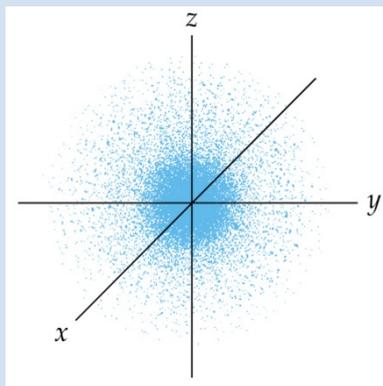
- O átomo é quase todo espaço vazio

Duas regiões:

- Núcleo- prótons e nêutrons
- Nuvem eletrônica- região onde se pode encontrar um elétron

Descreve precisamente a energia dos elétrons, enquanto a sua localização é dada em termos de probabilidade

A região onde é máxima a probabilidade de encontrarmos um elétron é denominada **orbital**



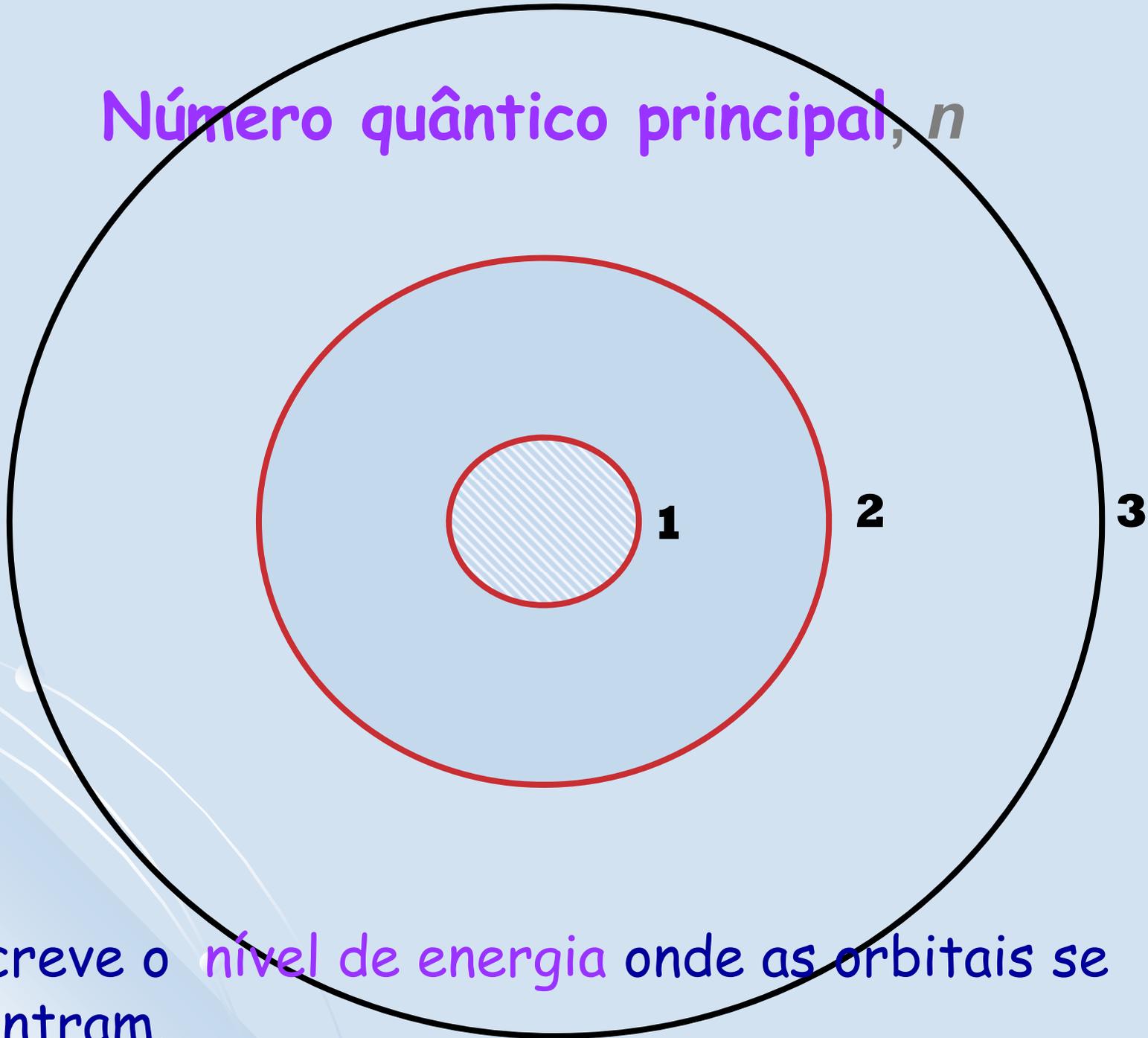
Números quânticos

Descrevem a localização dos elétrons num átomo

Existem 4 números quânticos, n , l , m_l e m_s

- **Principal:** descreve o nível de energia (1,2,3,etc)
- **Azimutal:** sub-nível de energia, forma de orbital (s, p, d, f)
- **Magnético:** orientação da orbital no espaço
- **Spin:** orientação do girar do elétron($\uparrow\downarrow$)

Número quântico principal, n



Descreve o nível de energia onde as orbitais se encontram.

Nº de elétrons em cada nível (camada):

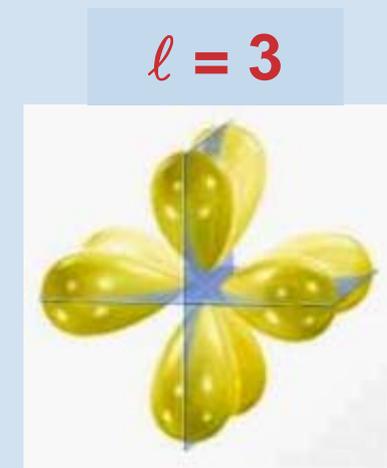
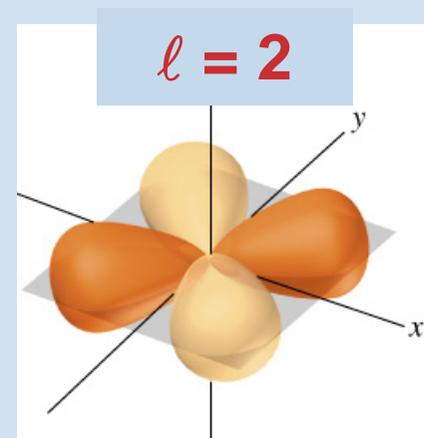
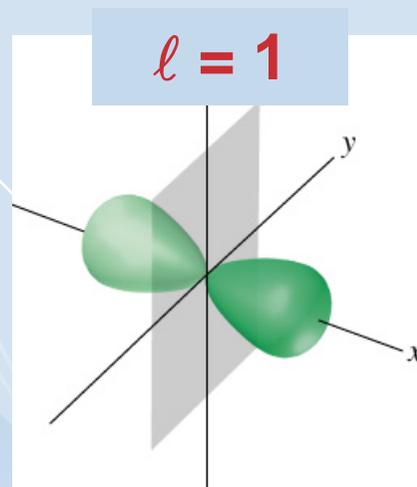
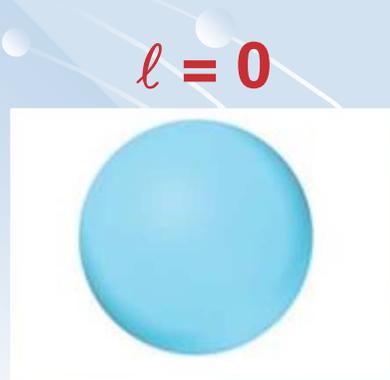
| | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|---|
| K | L | M | N | O | P | Q |
| 2 | 8 | 18 | 32 | 32 | 18 | 2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

- n tem valores inteiros que vão de 1, 2, 3 etc;
- à medida que n aumenta a orbital torna-se maior e o elétron passa mais tempo afastado do núcleo - tem mais energia e está menos ligado ao núcleo.
- o nº de elétrons em cada nível é definido ($2n^2$)

Número quântico secundário ou azimutal, l

- define a forma do orbital;
- tem valores que vão de 0 a $n-1$;
- designa-se por letras s , p , d e f

| Valor de l | 0 | 1 | 2 | 3 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|
| Forma da orbital | s | p | d | f |



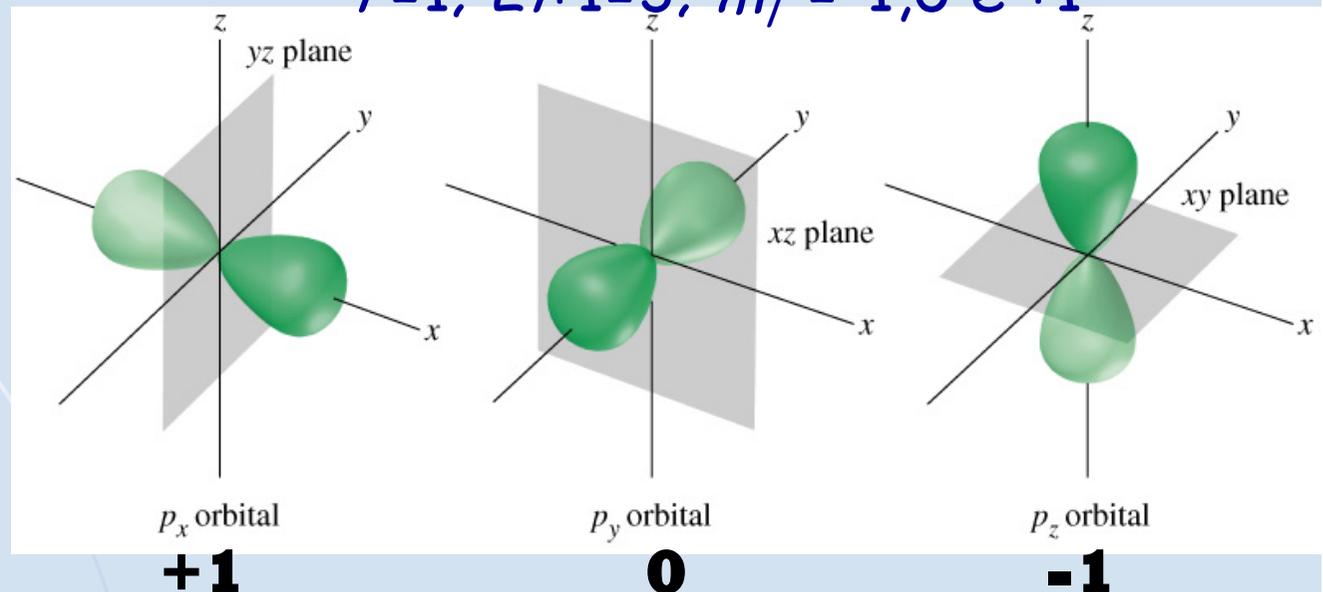
Número quântico magnético, m_l

- Descreve a orientação da orbital no espaço;
- Para um dado l temos $2l+1$ valores de m_l
- Tem valores que vão de $-l$ a $+l$, incluindo 0;
- Portanto para cada nível de energia pode haver até 1 orbital s, 3 orbitais p, 5 orbitais d, etc.

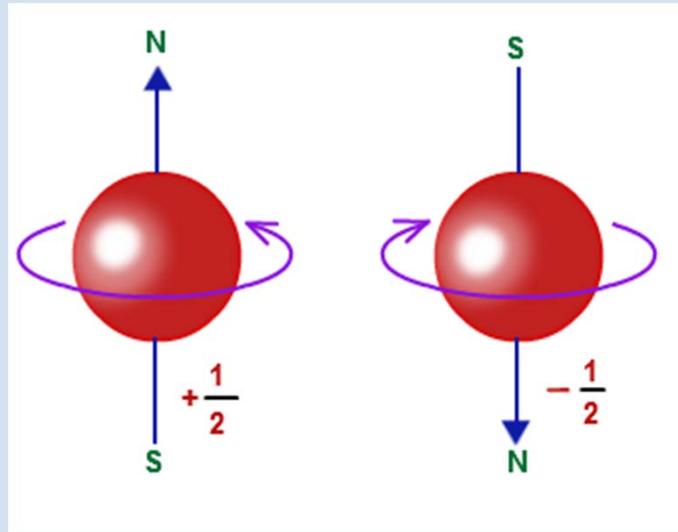


$l=0; 2l+1=1; m_l=0$

$l=1; 2l+1=3; m_l=-1, 0 \text{ e } +1$



Número quântico de spin, s



<http://www.quantum-field-theory.net/wp-content/uploads/2014/05/spin-quantum-number.png>

Cada nível de energia $2n^2$ elétrons

Hélio $2 e^-$ 1 nível de energia

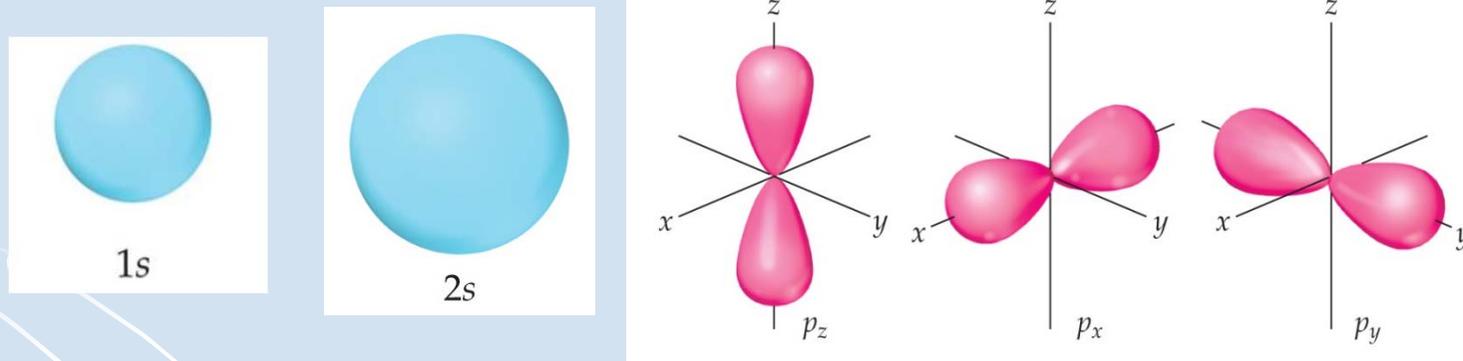
$n=1, l=0, 2l+1=1 \Rightarrow$ a orbital $1s$ só tem uma orientação no espaço $m_l=0$



Neon 10 e⁻ 2 níveis de energia

$n=2, l=0, 2/0+1=1 \Rightarrow$ a orbital 2s só tem uma orientação no espaço $m_l=0$

$n=2, l=1, 2/0+1=3 \Rightarrow$ a orbital p tem três orientações no espaço $m_l= -1, 0$ e $+1$:



Uma ou mais orbitais com o mesmo n e l chama-se **sub-nível** ou **sub-camada**.

À medida que n aumenta, os orbitais s ficam maiores.

<https://www.youtube.com/watch?v=VfBcfYR1VQo>

<https://www.youtube.com/watch?v=4WR8Qvsv70s>

Valores dos números quânticos

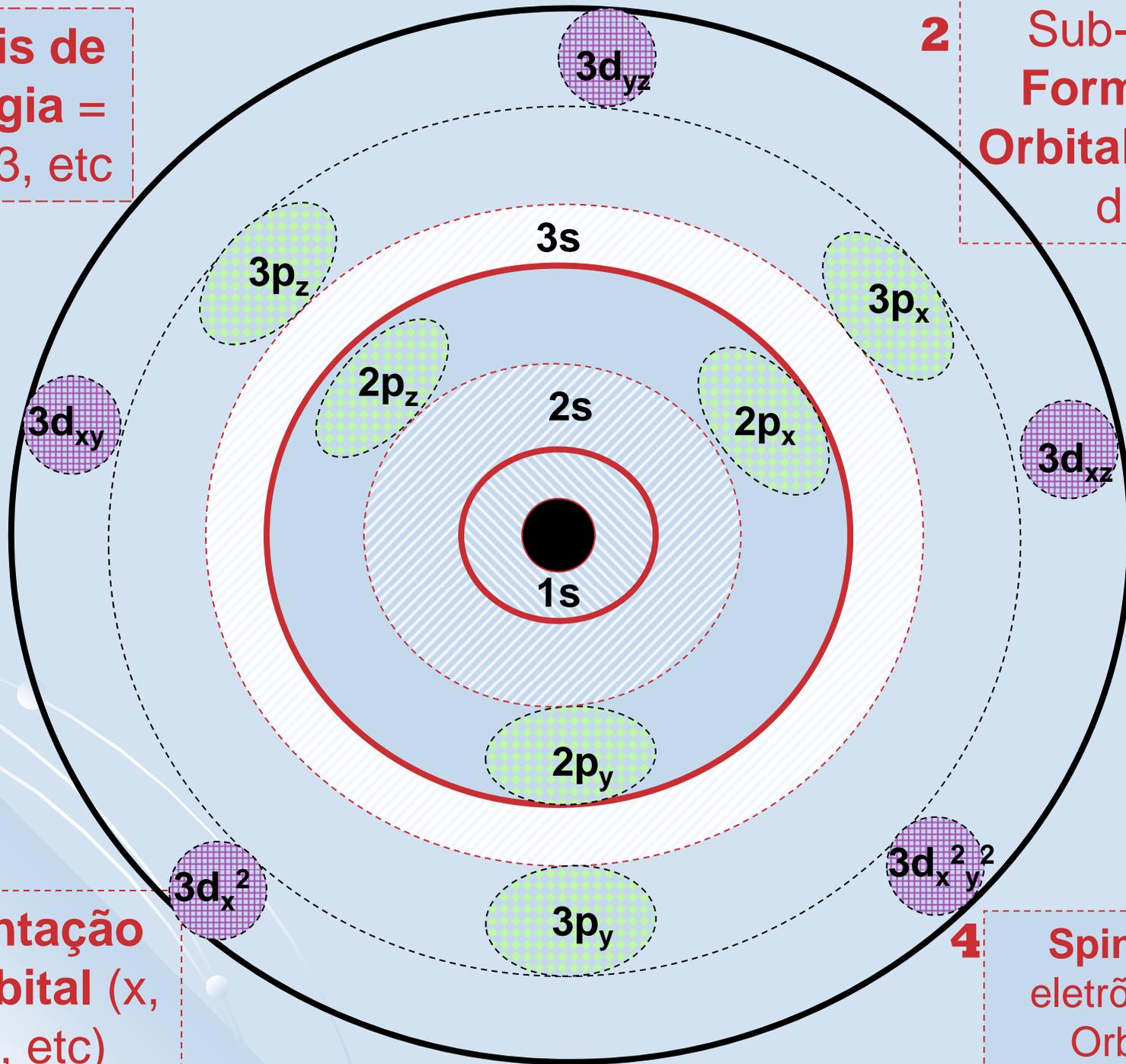
- Principal, n : valores inteiros ≥ 0 .
- Azimutal, l : valores de l variam entre 0 e $n - 1$.
- Magnético, m_l : valores variam entre $-l$ e $+l$:

$$-l \leq m_l \leq l .$$

| n | Possible Values of l | Subshell Designation | Possible Values of m_l | Number of Orbitals in Subshell | Total Number of Orbitals in Shell |
|-----|------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0 | 1s | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0, 1 | 2s | 0 | 1 | 4 |
| | | 2p | 0, 1, -1 | 3 | |
| 3 | 0, 1, 2 | 3s | 0 | 1 | 9 |
| | | 3p | 0, 1, -1 | 3 | |
| | | 3d | 0, 1, 2, -1, -2 | 5 | |
| 4 | 0, 1, 2, 3 | 4s | 0 | 1 | 16 |
| | | 4p | 0, 1, -1 | 3 | |
| | | 4d | 0, 1, 2, -1, -2 | 5 | |
| | | 4f | 0, 1, 2, 3, -1, -2, -3 | 7 | |

1 Níveis de energia = 1, 2, 3, etc

2 Sub-nível
Forma da
Orbital = s, p,
d, f



3 Orientação da orbital (x, y, z, etc)

4 Spin dos elétrons na Orbital

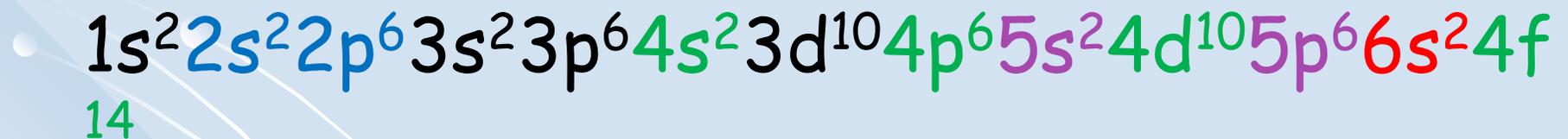
Configuração eletrónica

Dois problemas:

(1) Arranjo dos eletrões no átomo



(2) Ordem pela qual os eletrões preenchem as orbitais

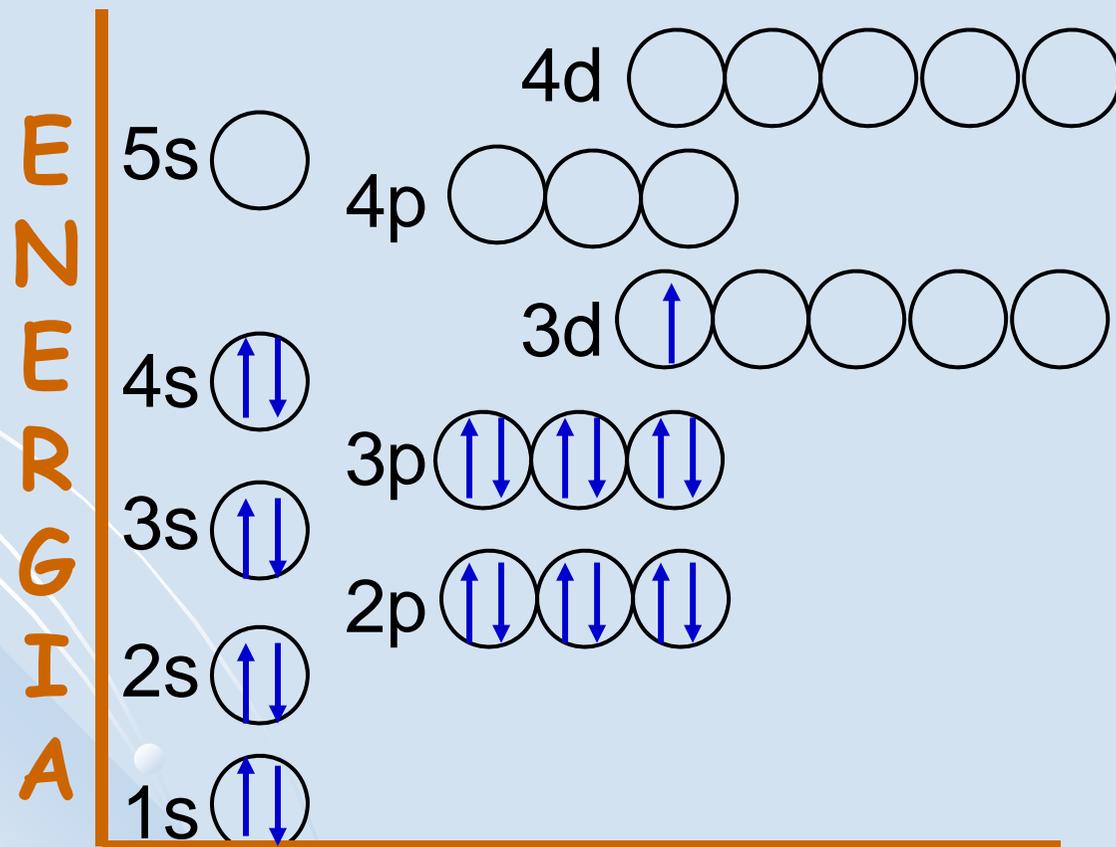


Preenchimento das orbitais

Princípio de exclusão de Pauli- cada orbital acomoda no máximo **dois elétrons** desde que possuam spins opostos e, quando os elétrons ocupam a mesmo orbital, são ditos emparelhados.

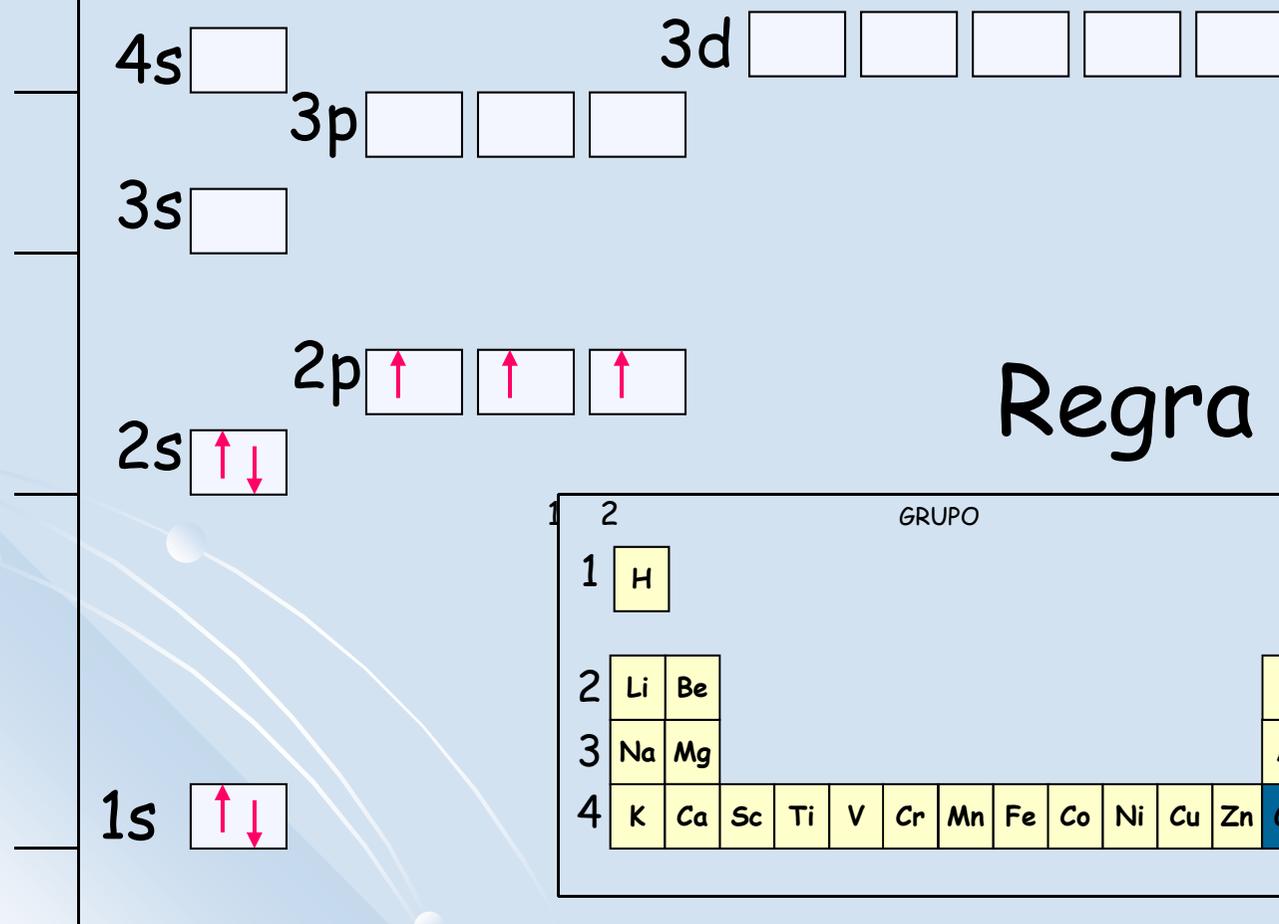
- **Princípio de Aufbau** os electrões ocupam 1º as orbitais mais perto do núcleo, ou seja as de menor energia. A energia de um elétron é igual ao somatório do n° quântico principal e do n° quântico azimutal.

Regra de Hund: ao ser preenchida uma sub-camada, cada orbital dessa sub-camada recebe inicialmente apenas um elétron; somente depois da último orbital dessa sub-camada ter recebido o seu primeiro elétron começa o preenchimento de cada orbital semiccheia com o segundo elétron.



Azoto

Configuração electrónica: $1s^2 2s^2 2p^3$

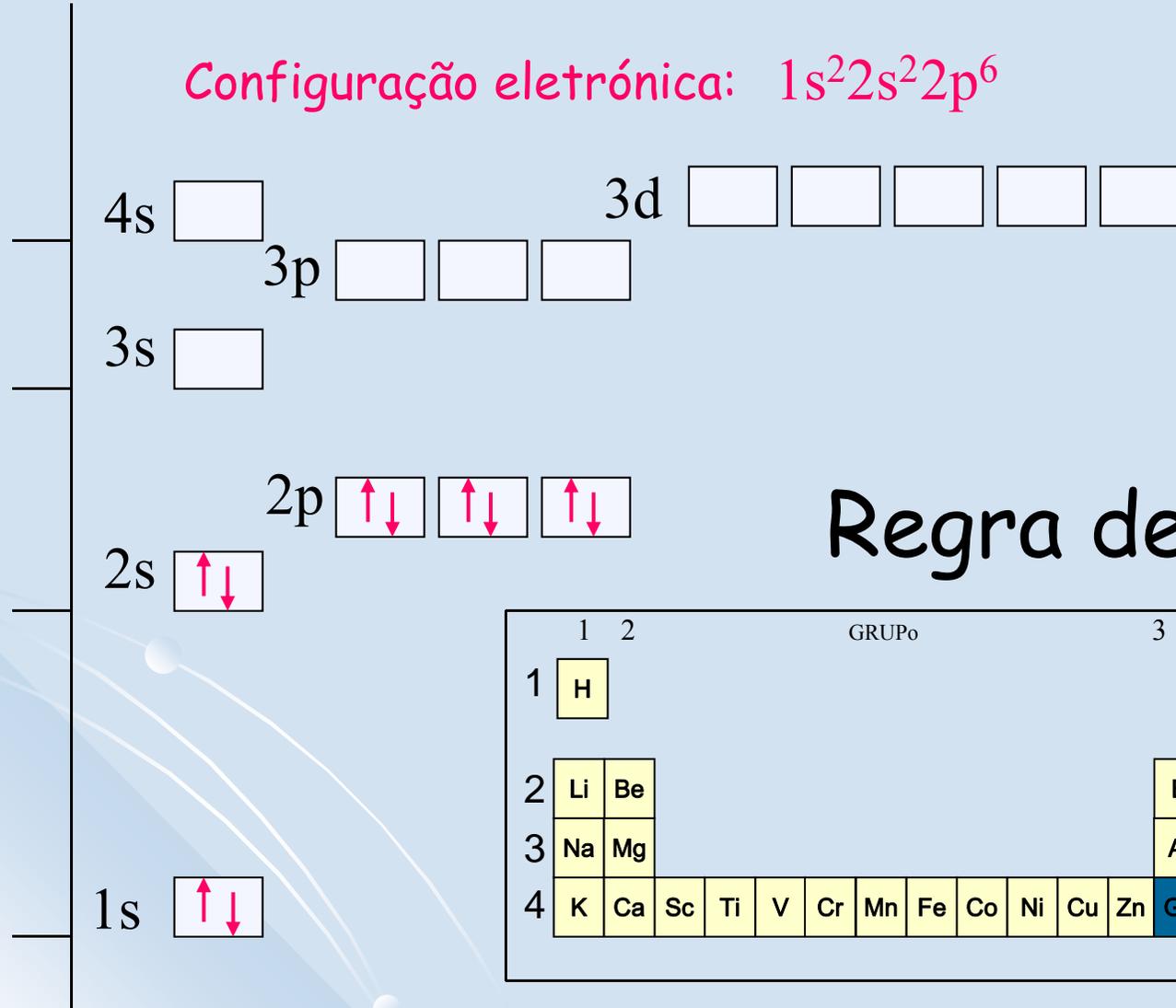


Regra de Hund

| | 1 | 2 | GRUPO | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 |
|---|----|----|-------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | H | | | | | | | | | | | | | | | He | | |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | | |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | |
| 4 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |

Neon

Configuração eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6$



Regra de Hund

| | 1 | 2 | GRUPo | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 0 |
|---|----|----|-------|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | H | | | | | | | | | | | | | | | | He | |
| 2 | Li | Be | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | |
| 3 | Na | Mg | | | | | | | | | | Al | Si | P | S | Cl | Ar | |
| 4 | K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |

O princípio de construção da **tabela periódica** baseia-se no facto das **semelhanças nas propriedades químicas** dos elementos serem justificadas pelas **semelhanças das suas eletrosferas**.

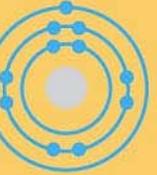
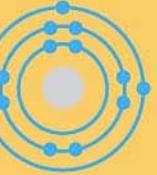
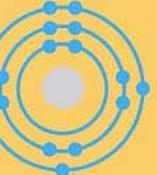
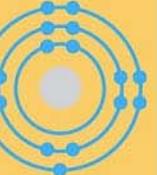
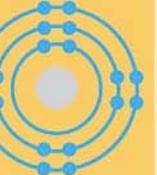
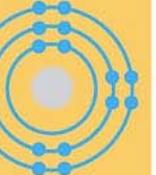
Periodic Table of the Elements

B = solids Hg = liquids Kr = gases Pm = not found in nature

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|---|--|---|---|---|---|--|--|---|---|---|--|---|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---|--|--|--|--|---|--|--|--|---|---|--|
| 1 H Hydrogen 1.008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 He Helium 4.003 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li Lithium 6.941 | 4 Be Beryllium 9.012 | | | | | | | | | | | 5 B Boron 10.811 | 6 C Carbon 12.011 | 7 N Nitrogen 14.007 | 8 O Oxygen 15.999 | 9 F Fluorine 18.998 | 10 Ne Neon 20.180 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Na Sodium 22.990 | 12 Mg Magnesium 24.305 | | | | | | | | | | | 13 Al Aluminum 26.982 | 14 Si Silicon 28.086 | 15 P Phosphorus 30.974 | 16 S Sulfur 32.066 | 17 Cl Chlorine 35.453 | 18 Ar Argon 39.948 | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 K Potassium 39.098 | 20 Ca Calcium 40.078 | 21 Sc Scandium 44.956 | 22 Ti Titanium 47.867 | 23 V Vanadium 50.942 | 24 Cr Chromium 51.996 | 25 Mn Manganese 54.938 | 26 Fe Iron 55.845 | 27 Co Cobalt 58.933 | 28 Ni Nickel 58.693 | 29 Cu Copper 63.546 | 30 Zn Zinc 65.39 | 31 Ga Gallium 69.723 | 32 Ge Germanium 72.61 | 33 As Arsenic 74.922 | 34 Se Selenium 78.96 | 35 Br Bromine 79.904 | 36 Kr Krypton 83.80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 Rb Rubidium 85.468 | 38 Sr Strontium 87.62 | 39 Y Yttrium 88.906 | 40 Zr Zirconium 91.224 | 41 Nb Niobium 92.906 | 42 Mo Molybdenum 95.94 | 43 Tc Technetium (98.906) | 44 Ru Ruthenium 101.07 | 45 Rh Rhodium 102.91 | 46 Pd Palladium 106.42 | 47 Ag Silver 107.87 | 48 Cd Cadmium 112.41 | 49 In Indium 114.82 | 50 Sn Tin 118.71 | 51 Sb Antimony 121.76 | 52 Te Tellurium 127.6 | 53 I Iodine 126.90 | 54 Xe Xenon 131.29 | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 Cs Cesium 132.91 | 56 Ba Barium 137.32 | 71 Lu Lutetium 174.97 | 72 Hf Hafnium 178.49 | 73 Ta Tantalum 180.95 | 74 W Tungsten 183.84 | 75 Re Rhenium 186.21 | 76 Os Osmium 190.23 | 77 Ir Iridium 192.22 | 78 Pt Platinum 195.08 | 79 Au Gold 196.97 | 80 Hg Mercury 200.59 | 81 Tl Thallium 204.38 | 82 Pb Lead 207.2 | 83 Bi Bismuth 208.98 | 84 Po Polonium (209) | 85 At Astatine (209.99) | 86 Rn Radon (222.02) | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 Fr Francium (223.02) | 88 Ra Radium (226.03) | 103 Lr Lawrencium (262.11) | 104 Rf Rutherfordium (261.11) | 105 Db Dubnium (262.11) | 106 Sg Seaborgium (263.12) | 107 Bh Bohrium (264.12) | 108 Hs Hassium (265.13) | 109 Mt Meitnerium (268) | 110 Ds Darmstadtium (269) | 111 Rg Roentgenium (272) | 112 Cp Copernicium (277) | 113 Uut Ununtrium (284) | 114 Uuq Ununquadium (289) | 115 Uup Ununpentium (288) | 116 Uuh Ununhexium (292) | | | 118 Uuo Ununoctium (294) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 57 La Lanthanum 138.91 | 58 Ce Cerium 140.12 | 59 Pr Praseodymium 140.91 | 60 Nd Neodymium 144.24 | 61 Pm Promethium 144.91 | 62 Sm Samarium 150.36 | 63 Eu Europium 151.96 | 64 Gd Gadolinium 157.25 | 65 Tb Terbium 158.93 | 66 Dy Dysprosium 162.5 | 67 Ho Holmium 164.93 | 68 Er Erbium 167.26 | 69 Tm Thulium 168.93 | 70 Yb Ytterbium 173.04 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 89 Ac Actinium (227.03) | 90 Th Thorium 232.04 | 91 Pa Protactinium 231.04 | 92 U Uranium 238.03 | 93 Np Neptunium (237.05) | 94 Pu Plutonium (244.06) | 95 Am Americium (243.06) | 96 Cm Curium (247.07) | 97 Bk Berkelium (247.07) | 98 Cf Californium (251.08) | 99 Es Einsteinium (252.08) | 100 Fm Fermium (257.10) | 101 Md Mendelevium (258.10) | 102 No Nobelium (259.10) |

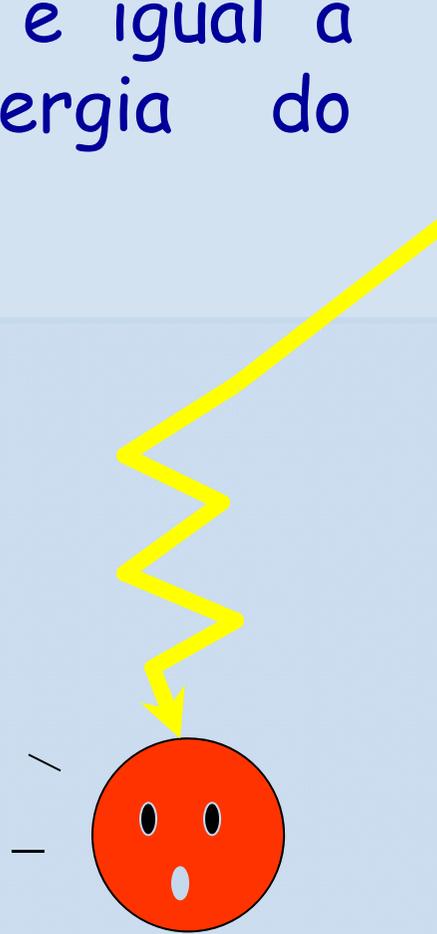
Kevin Neilstead — <http://geochristian.wordpress.com>

Tabela periódica (parte)

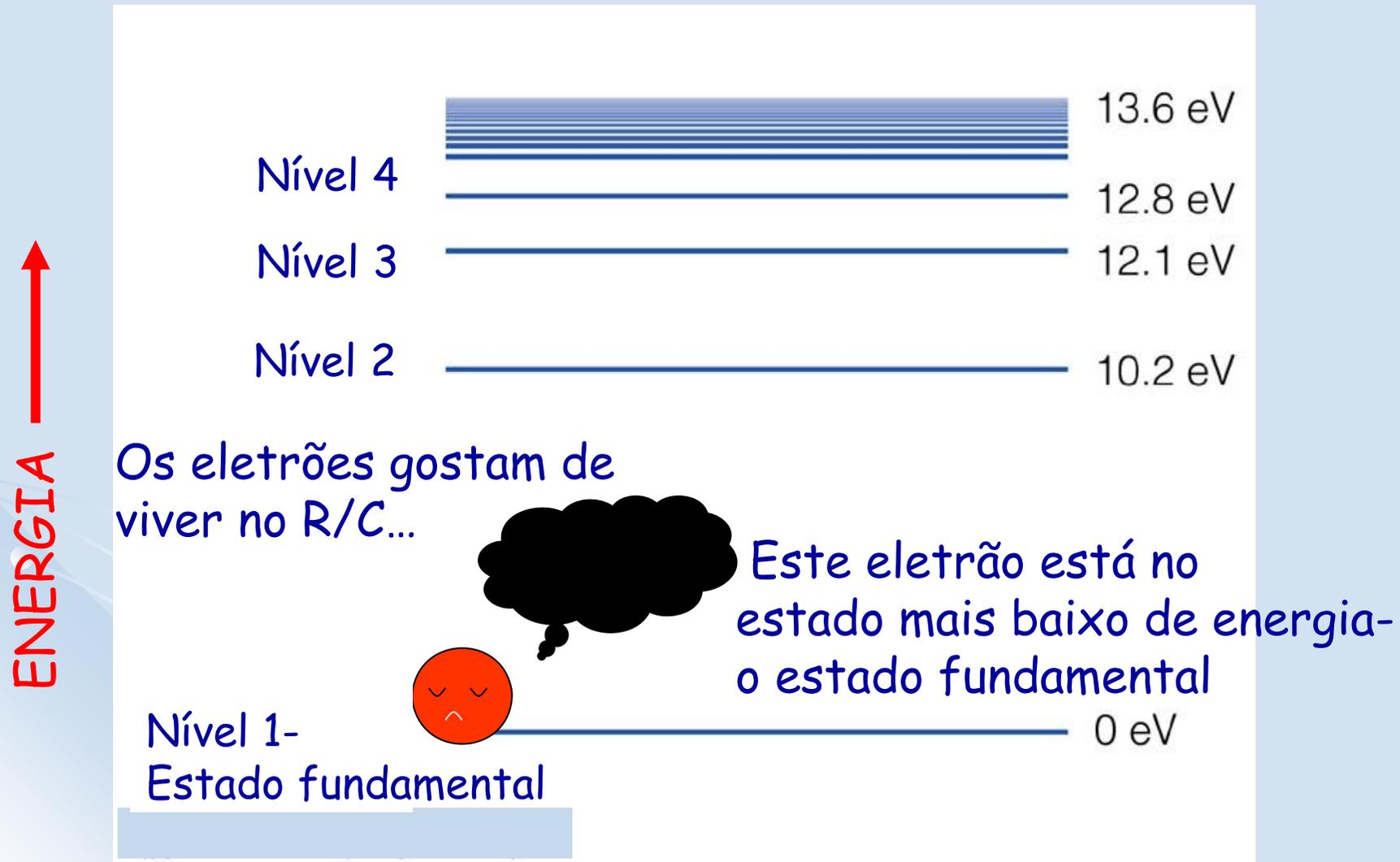
| | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|---|---|--|---|---|--|--|
| 1ª camada | <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> 2 He 4.00 </div> <div style="margin-right: 10px;"> N° atómico Símbolo Massa atômica </div> <div style="margin-right: 10px;"> Hélio 2He Diagrama de camada eletrônica </div> </div> | | | | | | | Hélio 2He  | |
| | Hidrogénio 1H  | | | | | | | | |
| 2ª camada | Lítio 3Li  | Berílio 4Be  | Boro 5B  | Carbono 6C  | Azoto 7N  | Oxigénio 8O  | Fluor 9F  | Néon 10Ne  | |
| | 3ª camada | Sódio 11Na  | Magnésio 12Mg  | Alumínio 13Al  | Silício 14Si  | Fósforo 15P  | Enxofre 16S  | Cloro 17Cl  | Árgon 18Ar  |

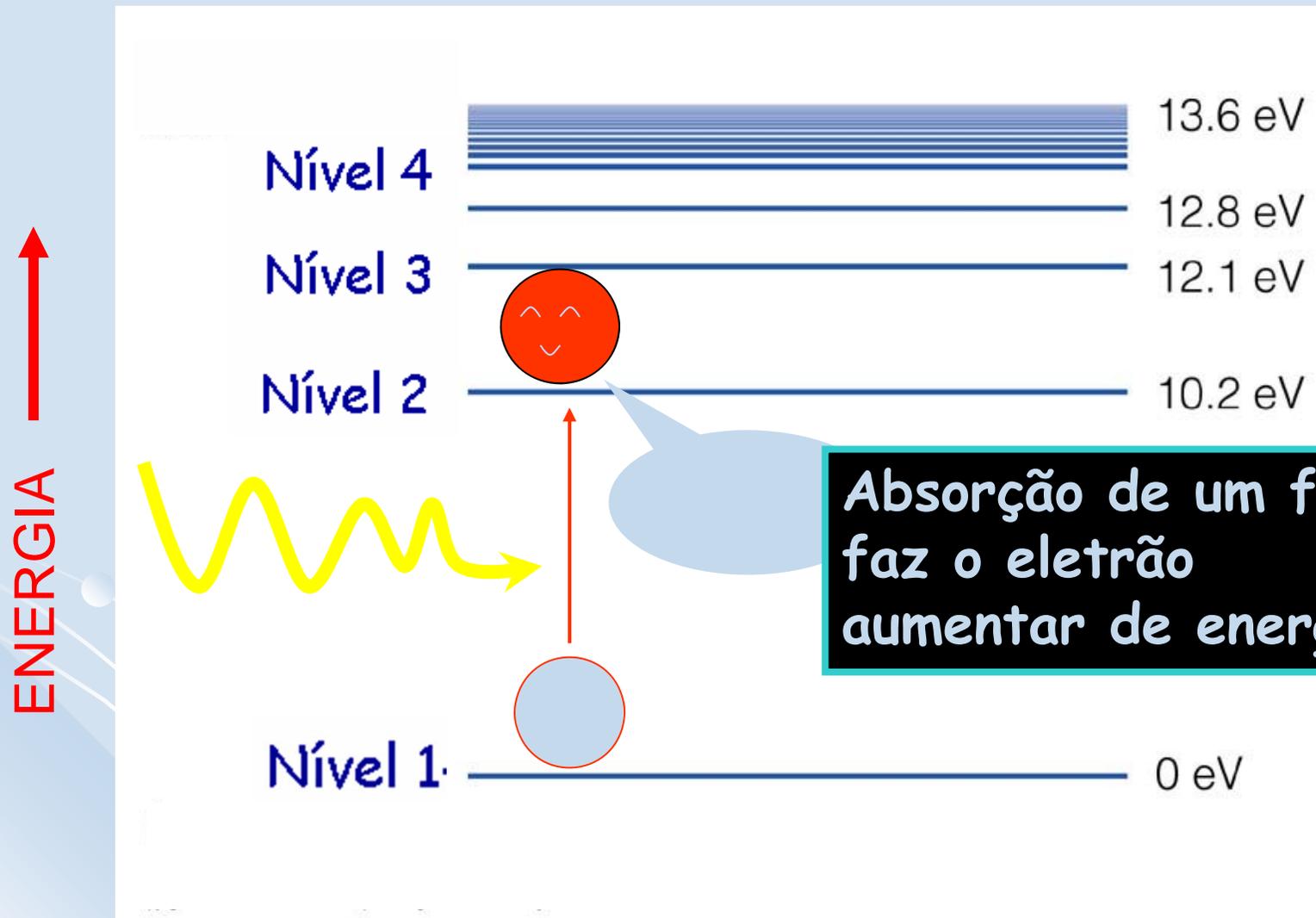
Os elétrons podem ganhar ou perder energia, absorvendo ou emitindo um fóton

A energia é conservada: a energia do fóton é igual à variação de energia do elétron.

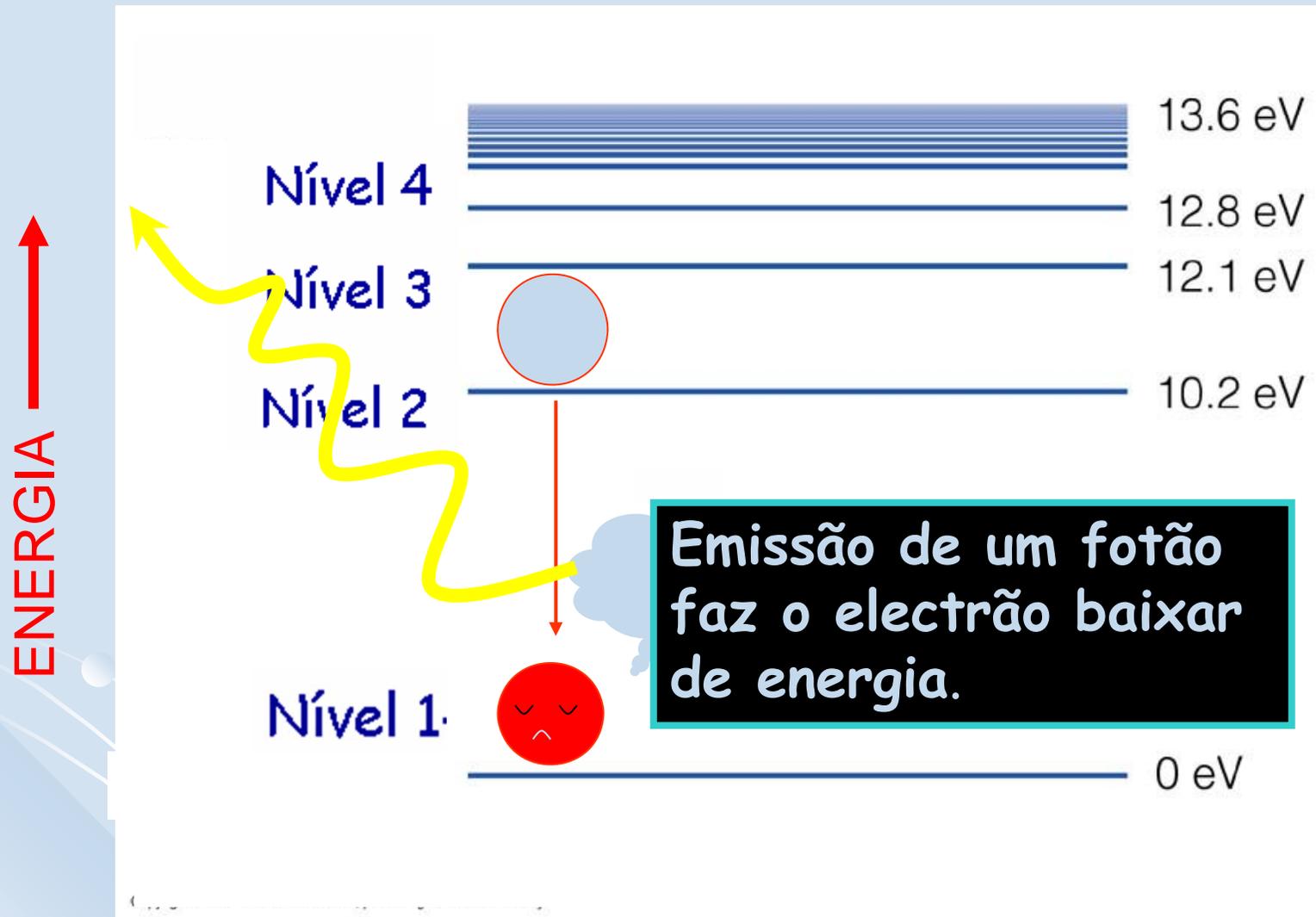


Níveis de energia





Adaptado de Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. publishing as Benjamin Cummings



Adaptado de Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. publishing as Benjamin Cummings

Com a energia adequada os elétrons podem saltar vários níveis

