

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CÉLULA

Célula

Organitos

Compostos
químicos

Elementos
químicos

Mitocôndrias
Ribossomas
Ap. de Golgi
Lisossomas
Peroxisomas
etc.

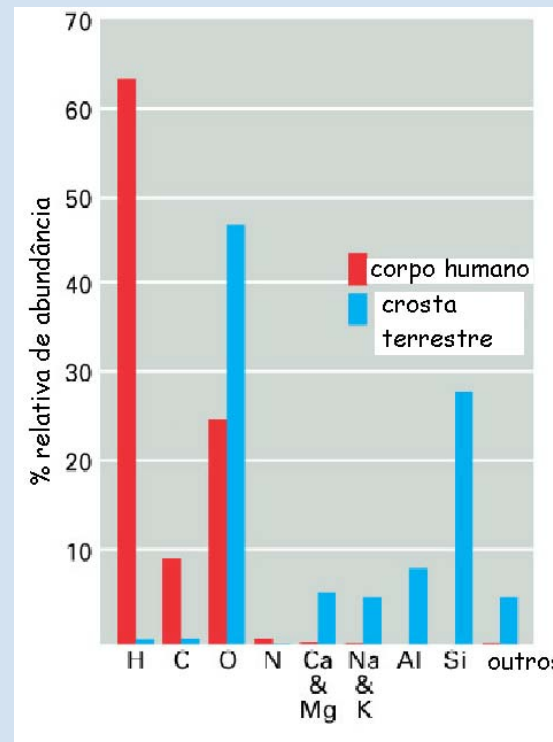
Água
Sais
Proteínas
Lípidos
Carbohidratos
Ac. Nucléicos
Vitaminas

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)



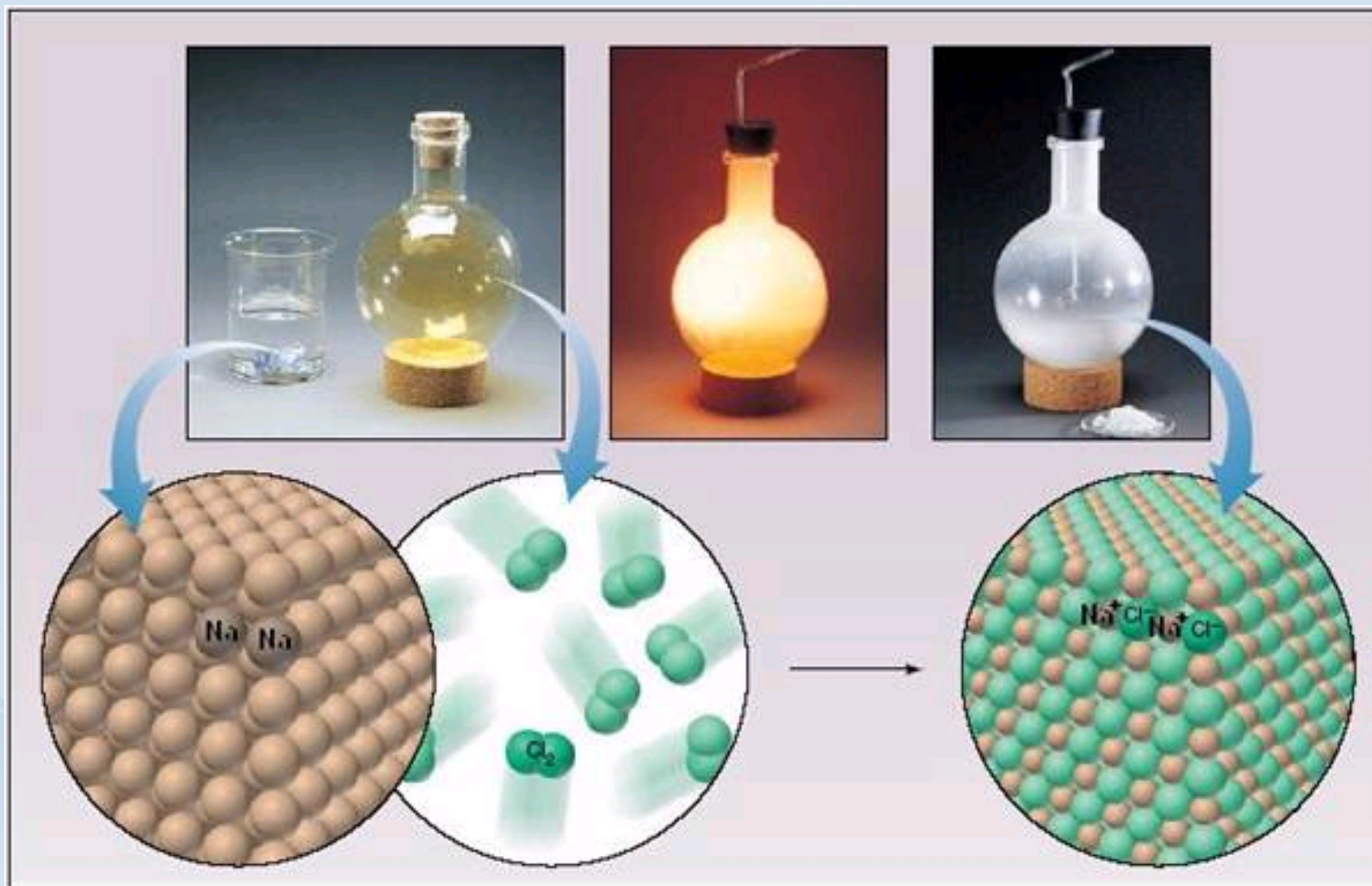
□ **Oligoelementos-** elementos químicos essenciais aos seres vivos, encontrados em baixa concentração mas essenciais aos processos biológicos (Fe, Zn, Cu, etc).

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.



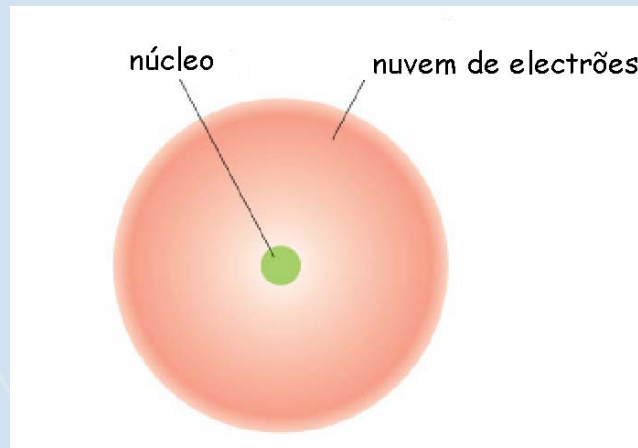
Sódio + cloro \longrightarrow Cloreto de sódio

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

CONSTITUIÇÃO DO ÁTOMO

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

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



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

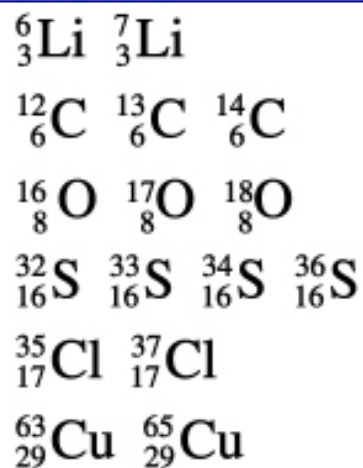
^1H hidrogénio; ^2H deutério e ^3H trítio

^{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 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

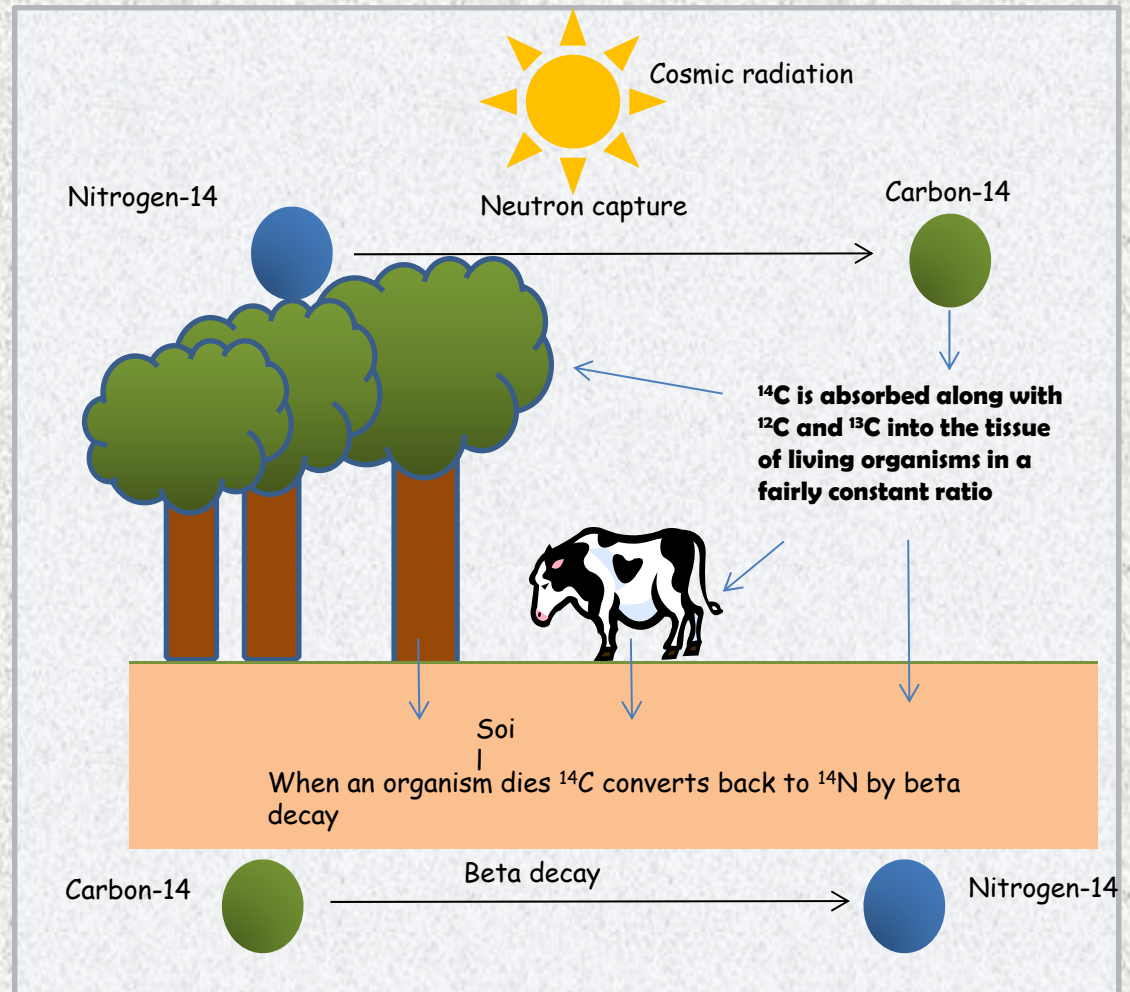
• **Aplicações:**

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

Identificação da origem de bebidas, tais como a cerveja

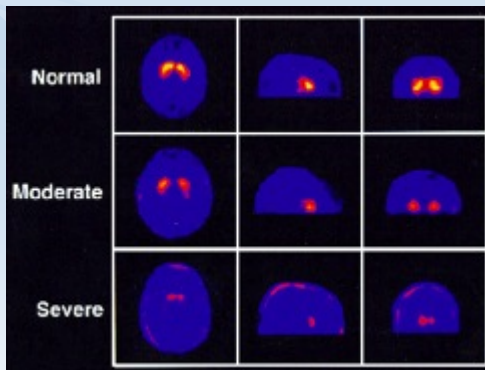
Datação por carbono

- ^{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.

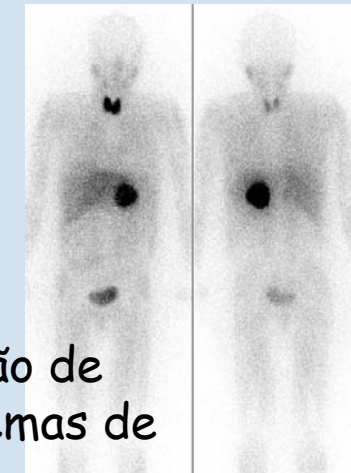


Aplicações: Isótopos usados como marcadores

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



Imagens *in vivo* de absorção de $[\text{I}^{123}]$ -altropano, para detectar doença de Parkinson



Imagens *in vivo* de absorção de $[\text{I}^{131}]$ 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



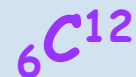
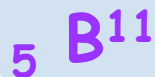
Isóbaros: átomos que apresentam valores diferentes para o número atômico e mesmo número de massa.

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**.

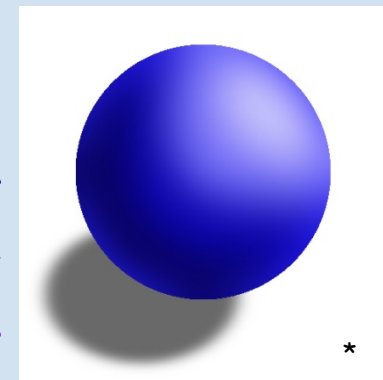
Estrutura atômica e eletrônica

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**).

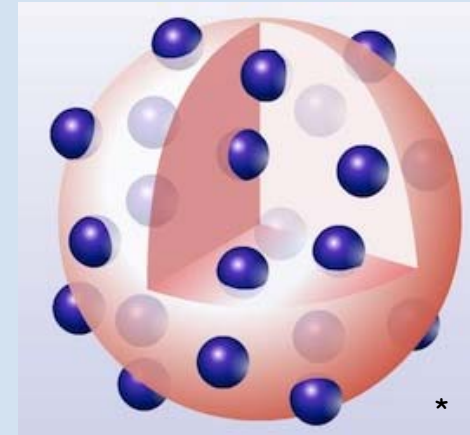


Todos os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos:

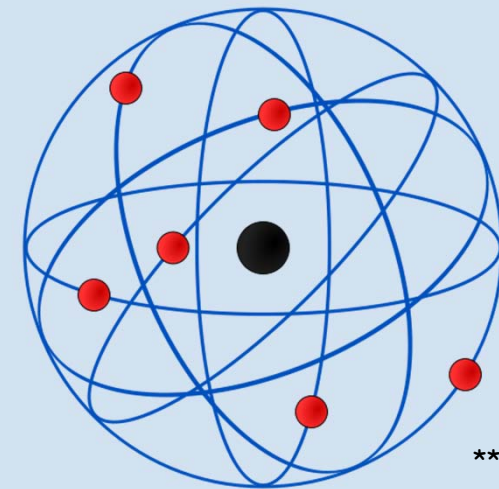
- Átomos de elementos diferentes possuem propriedades diferentes entre si.
- Átomos de um mesmo elemento possuem propriedades iguais

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

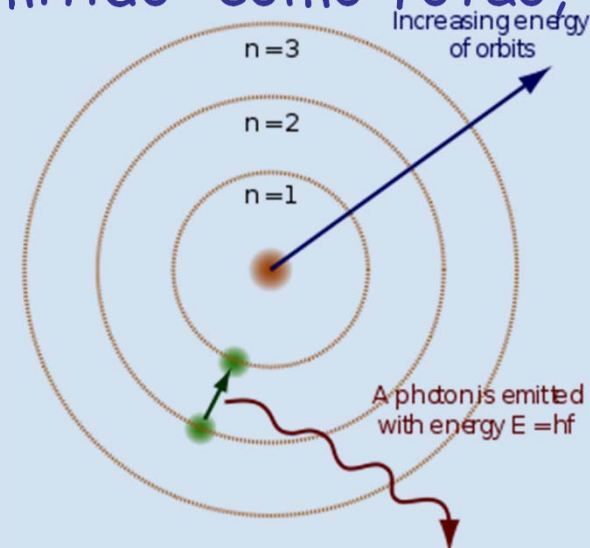
✓ Niels Bohr (1920):

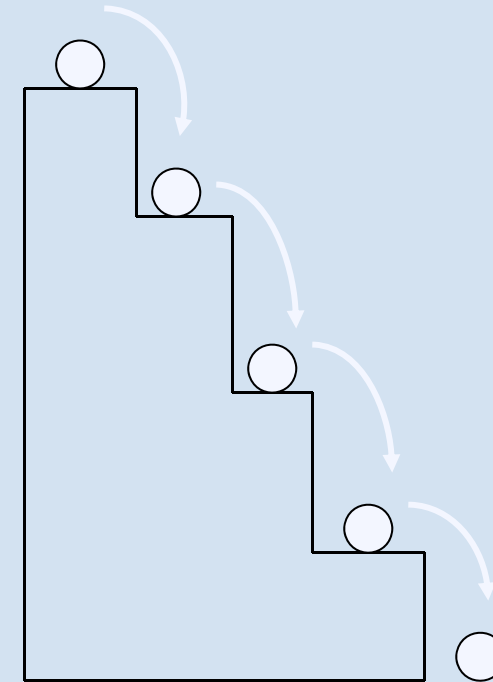
Os elétrons movem-se em órbitas circulares em torno do núcleo atômico sem perder ou ganhar energia (órbitas estacionárias)

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 eletrão 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 eletrão, cujas soluções são os **números quânticos**

Modelo Atômico Atual: mecânica quântica

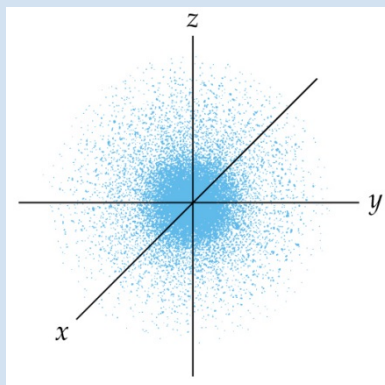
- O átomo é quase todo espaço vazio

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**



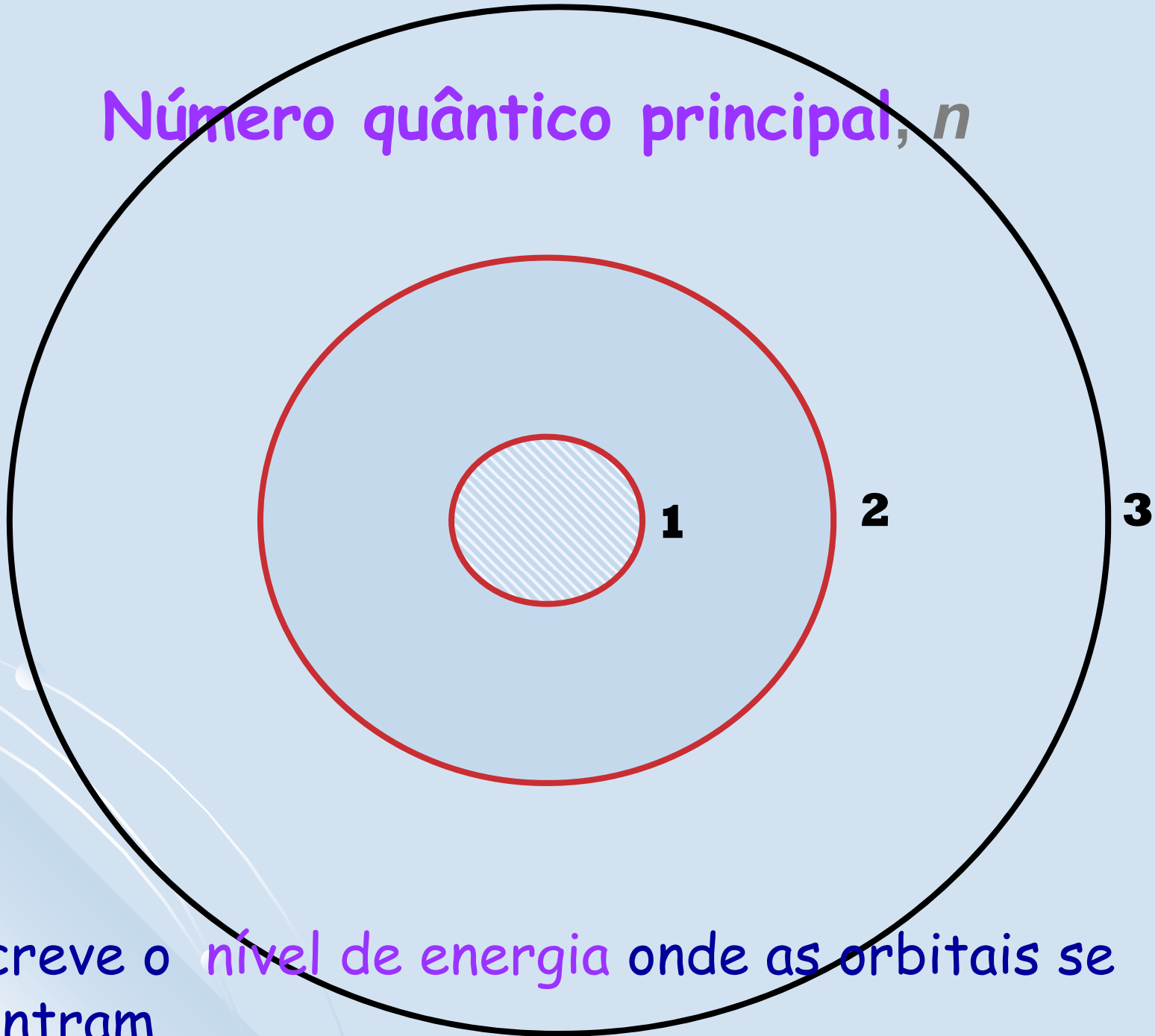
Números quânticos

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):

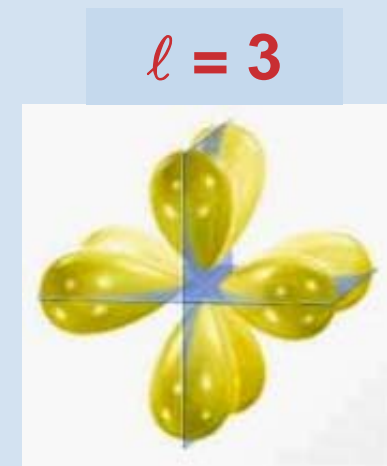
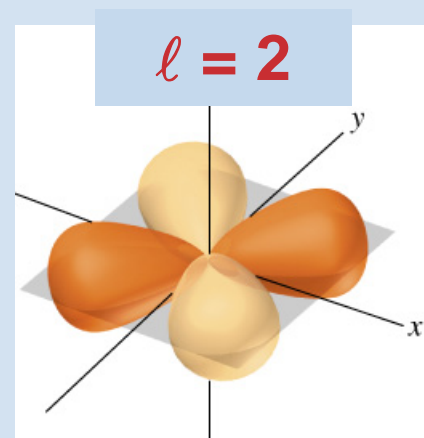
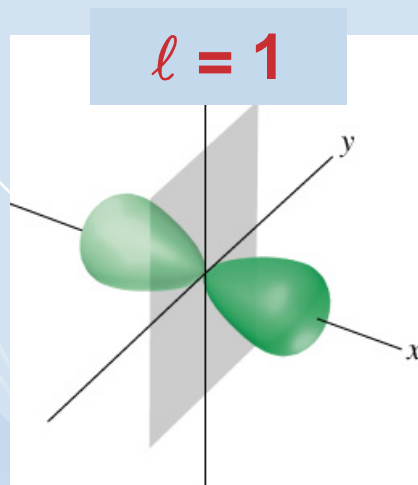
K	L	M	N	O	P	Q
2	8	18	32	32	18	2
1	2	3	4	5	6	7

- 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



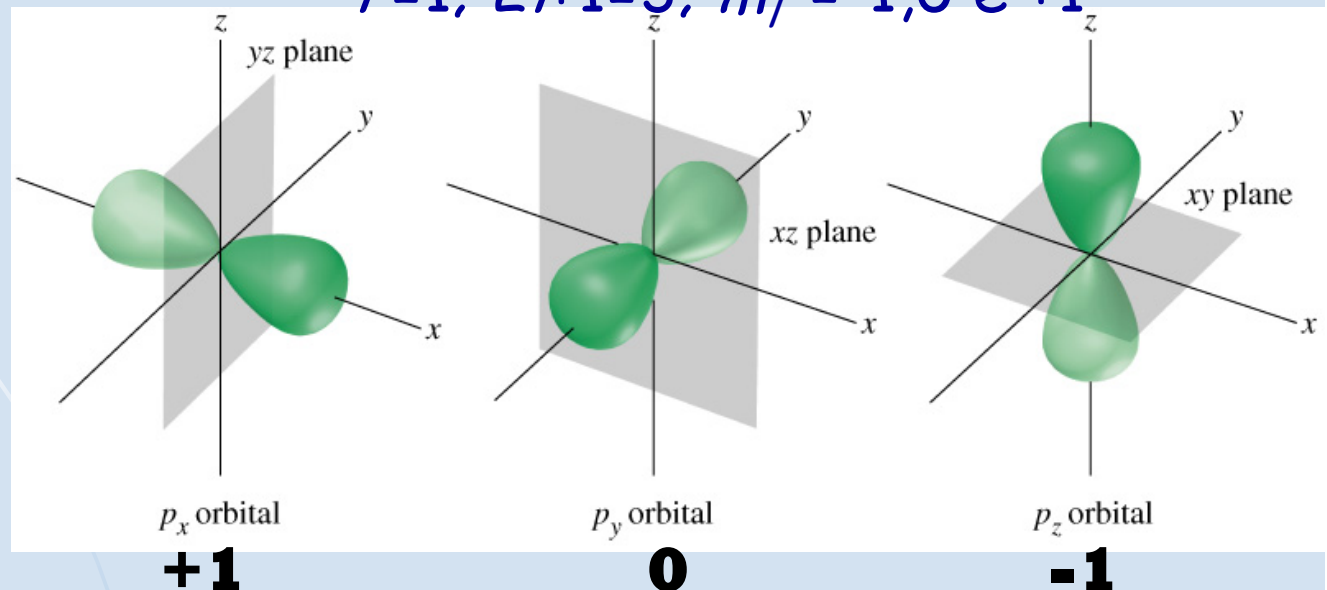
Número quântico magnético, m_l

- 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.

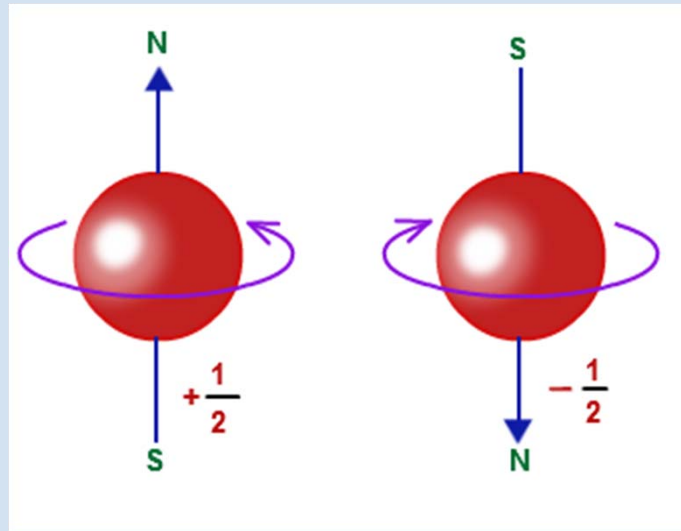


$$l=0; 2l+1=1; m_l=0$$

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



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

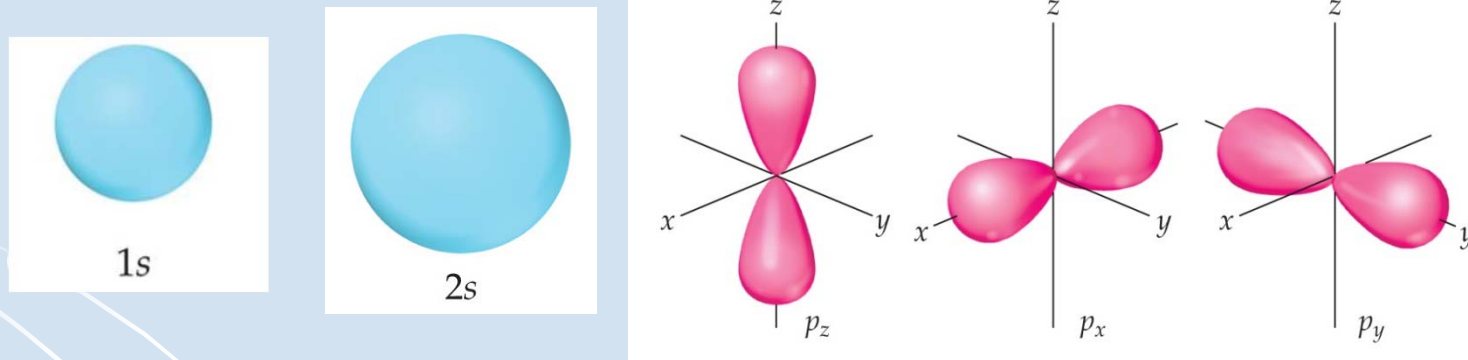
$n=1, l=0, 2l+1=1 \Rightarrow$ a orbital $1s$ só tem uma orientação no espaço $m_l=0$



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 $m_l=0$

$n=2, l=1, 2/1+1=3 \Rightarrow$ 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

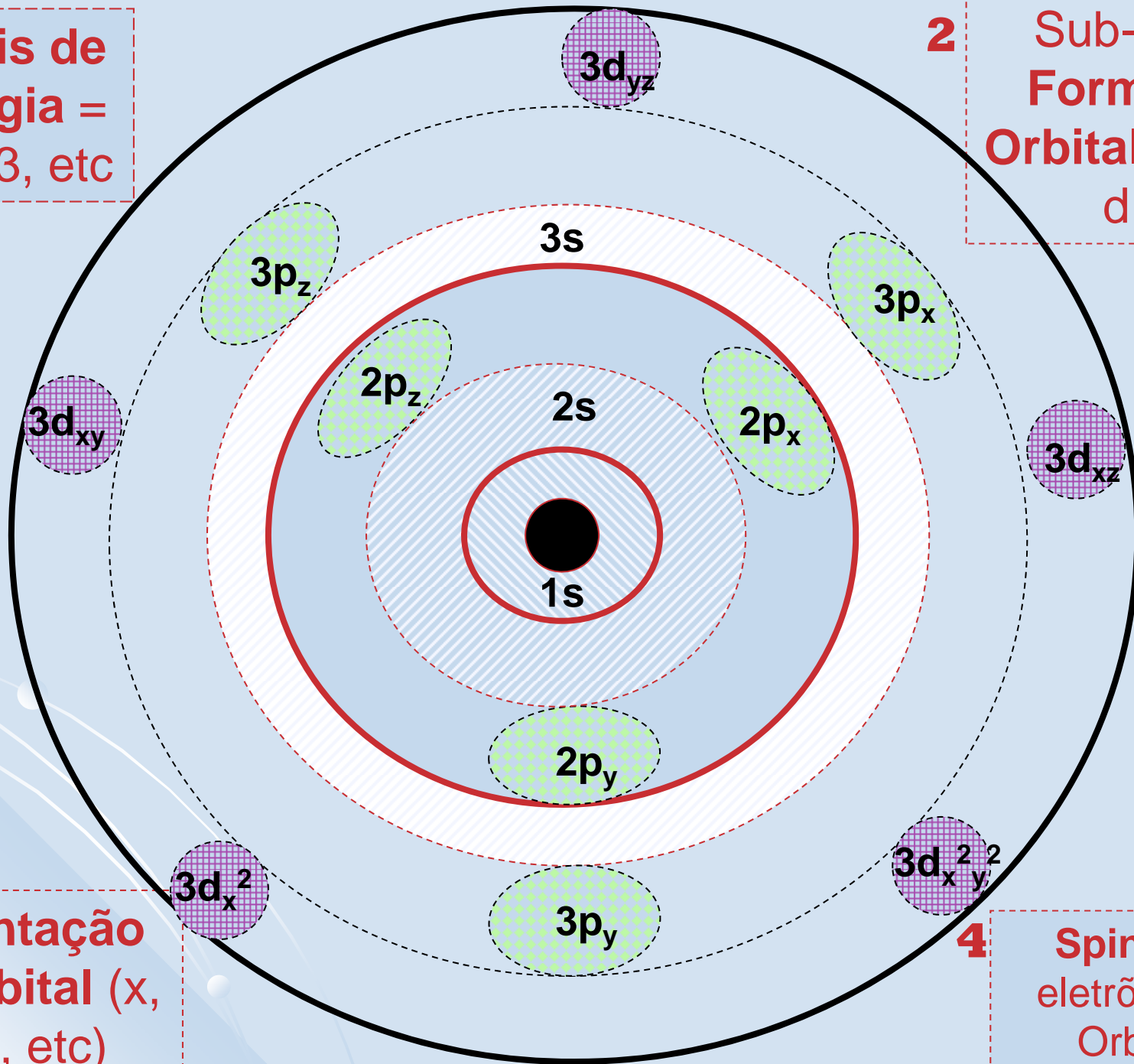
- Principal, n : valores inteiros ≥ 0 .
- Azimutal, l : valores de l variam entre 0 e $n - 1$.
- Magnético, m_l : valores variam entre $-l$ e $+l$:

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

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



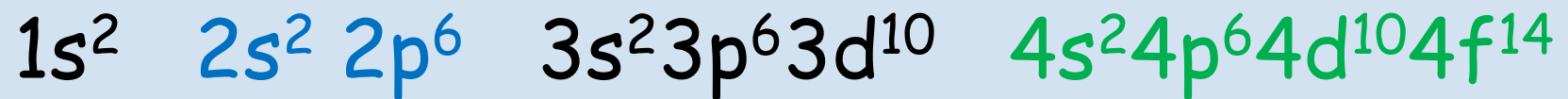
3 Orientação da orbital (x, y, z, etc)

4 Spin dos elétrons na Orbital

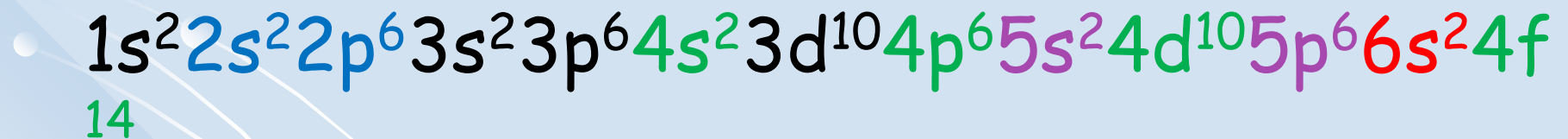
Configuração eletrónica

Dois problemas:

(1) Arranjo dos eletrões no átomo



(2) Ordem pela qual os eletrões preenchem as orbitais

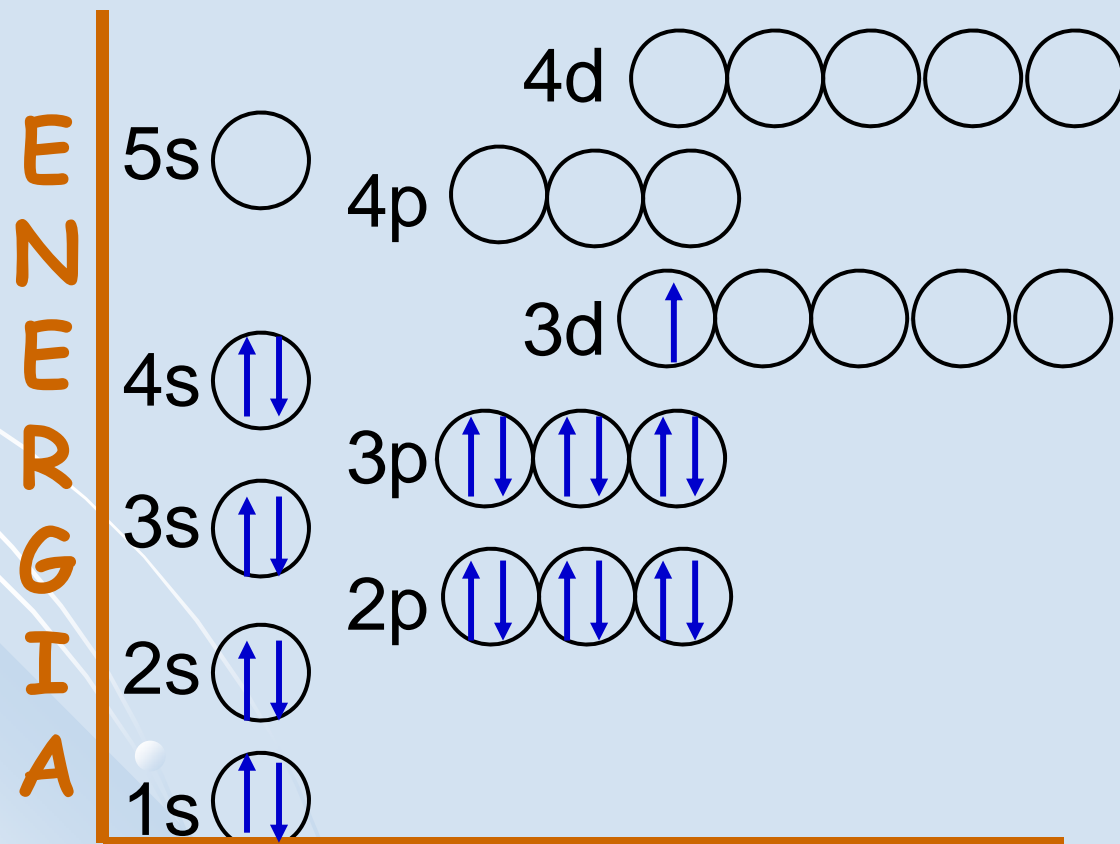


Preenchimento das orbitais

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.

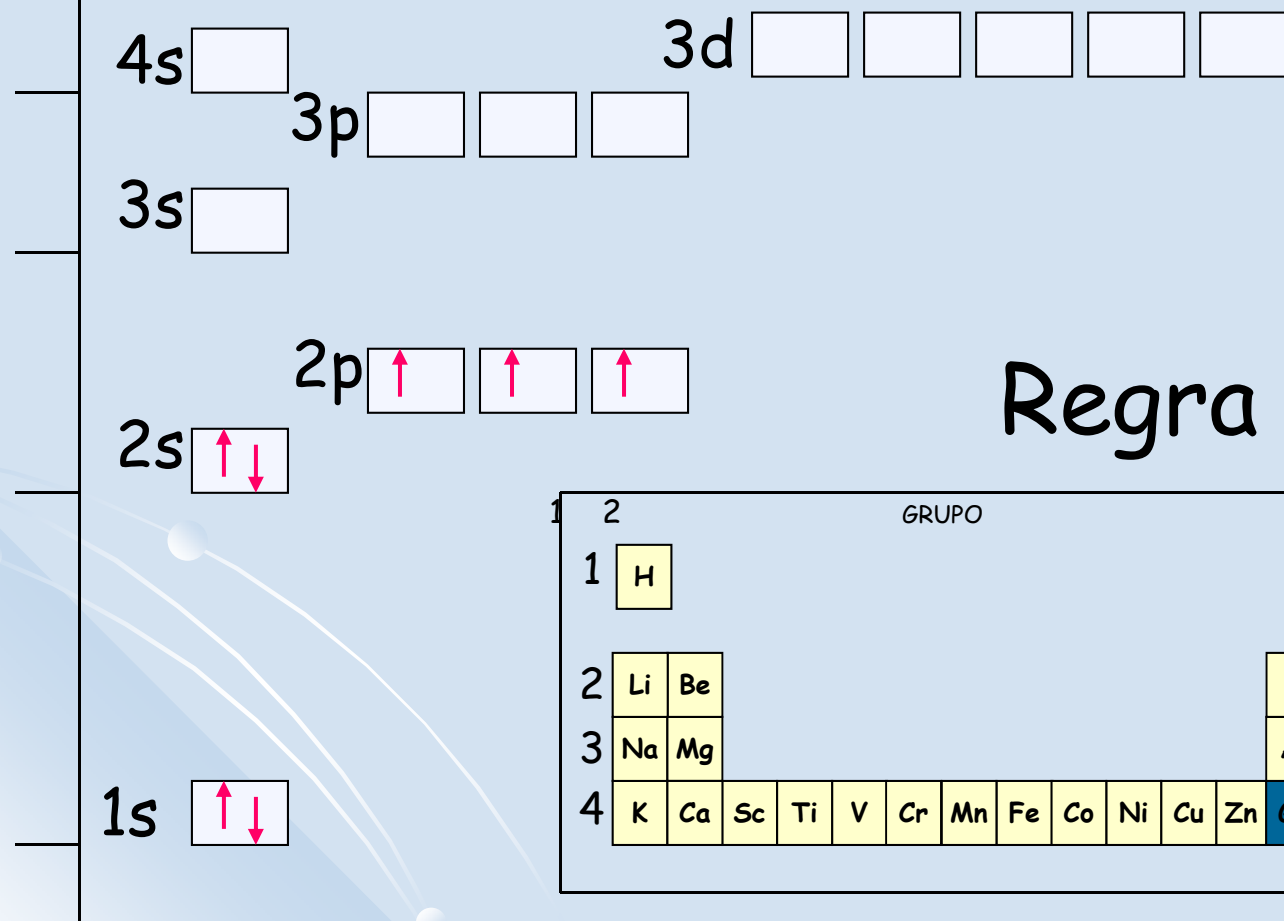
- **Princípio de Aufbau** os electrões ocupam 1º as orbitais mais perto do núcleo, ou seja as de menor energia. A energia de um elétron é igual ao somatório do n° quântico principal e do n° quântico azimutal.

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 semicheia com o segundo elétron.



Azoto

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

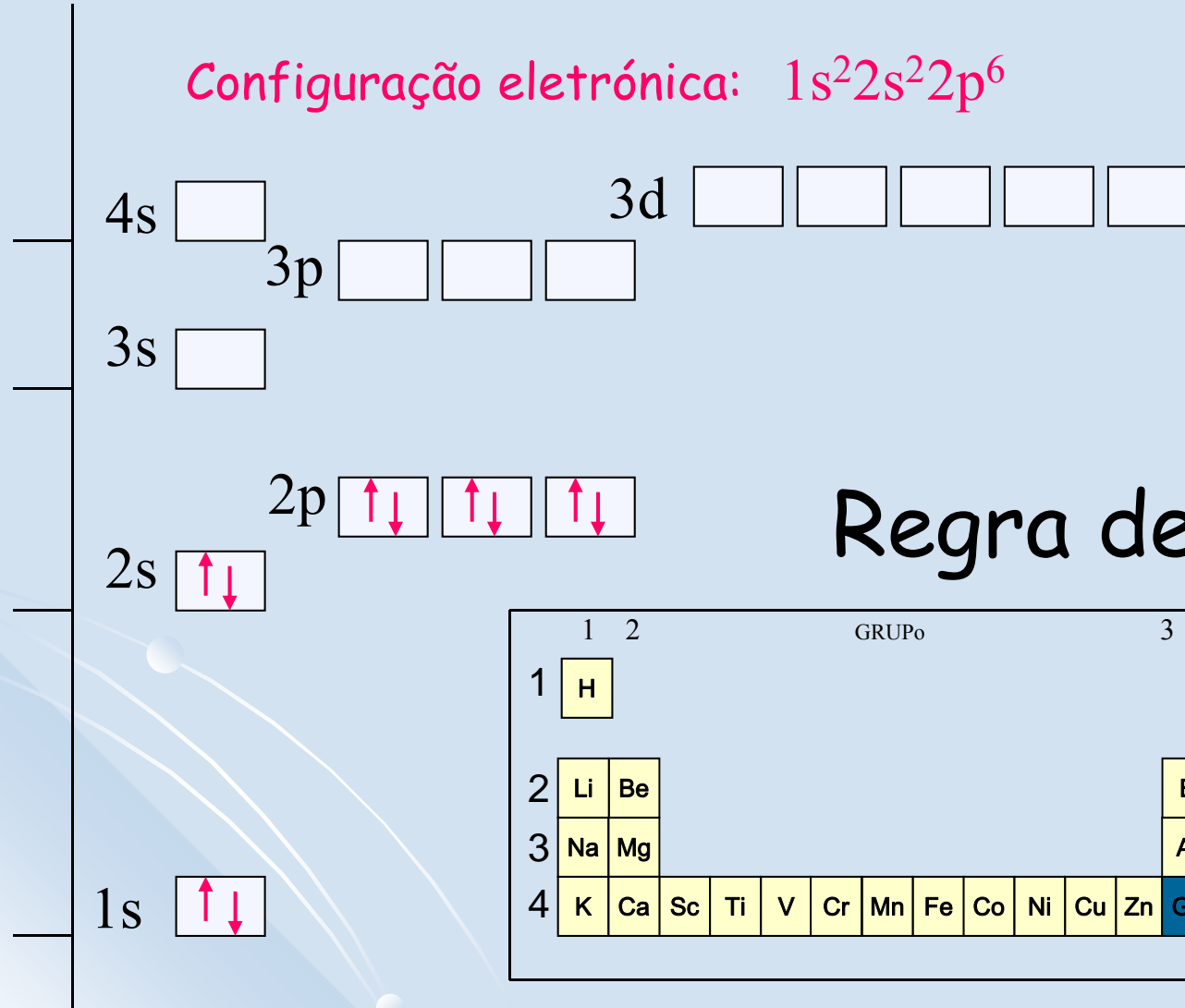


Regra de Hund

	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 eletrónica: $1s^2 2s^2 2p^6$



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)																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>57 La Lanthanum 138.91</td> <td>58 Ce Cerium 140.12</td> <td>59 Pr Praseodymium 140.91</td> <td>60 Nd Neodymium 144.24</td> <td>61 Pm Promethium 144.91</td> <td>62 Sm Samarium 150.36</td> <td>63 Eu Europium 151.96</td> <td>64 Gd Gadolinium 157.25</td> <td>65 Tb Terbium 158.93</td> <td>66 Dy Dysprosium 162.5</td> <td>67 Ho Holmium 164.93</td> <td>68 Er Erbium 167.26</td> <td>69 Tm Thulium 168.93</td> <td>70 Yb Ytterbium 173.04</td> </tr> <tr> <td>89 Ac Actinium (227.03)</td> <td>90 Th Thorium 232.04</td> <td>91 Pa Protactinium 231.04</td> <td>92 U Uranium 238.03</td> <td>93 Np Neptunium (237.05)</td> <td>94 Pu Plutonium (244.06)</td> <td>95 Am Americium (243.06)</td> <td>96 Cm Curium (247.07)</td> <td>97 Bk Berkelium (247.07)</td> <td>98 Cf Californium (251.08)</td> <td>99 Es Einsteinium (252.08)</td> <td>100 Fm Fermium (257.10)</td> <td>101 Md Mendelevium (258.10)</td> <td>102 No Nobelium (259.10)</td> </tr> </table>																		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)
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)																																

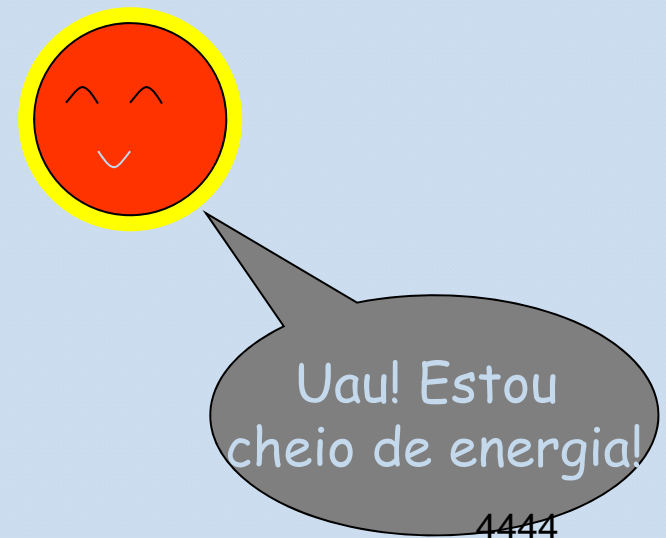
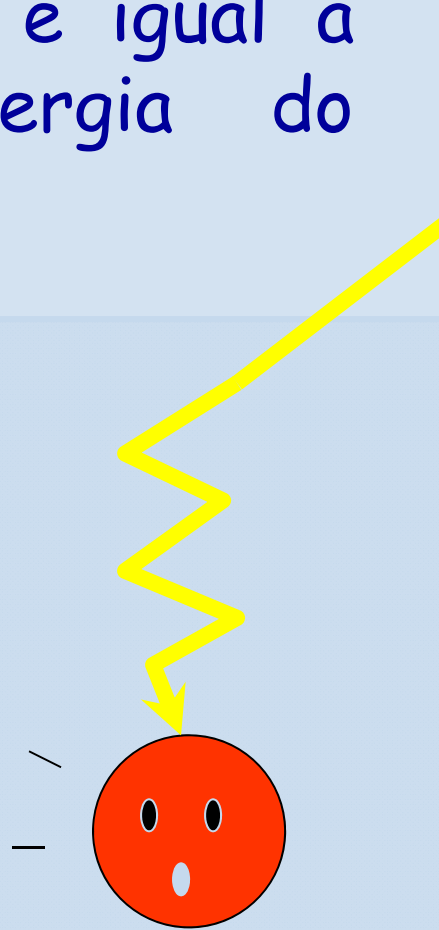
Kevin Neilstead — <http://geochristian.wordpress.com>

Tabela periódica (parte)

1ª camada	Hidrogénio ${}_1\text{H}$							<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;"> 2 He 4.00 </div> <div> N° atómico Símbolo Massa atómica </div> </div>		Hélio ${}_2\text{He}$
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">Diagrama de camada eletrónica</div> </div>									
2ª camada	Lítio ${}_3\text{Li}$	Berílio ${}_4\text{Be}$	Boro ${}_5\text{B}$	Carbono ${}_6\text{C}$	Azoto ${}_7\text{N}$	Oxigénio ${}_8\text{O}$	Fluor ${}_9\text{F}$	Néon ${}_{10}\text{Ne}$		
	3ª camada	Sódio ${}_{11}\text{Na}$	Magnésio ${}_{12}\text{Mg}$	Alumínio ${}_{12}\text{Al}$	Silício ${}_{14}\text{Si}$	Fósforo ${}_{15}\text{P}$	Enxofre ${}_{16}\text{S}$	Cloro ${}_{17}\text{Cl}$	Árgon ${}_{18}\text{Ar}$	

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.

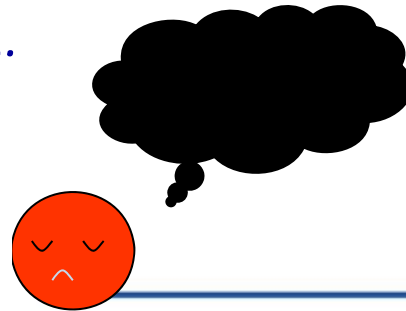


Níveis de energia

ENERGIA ↑

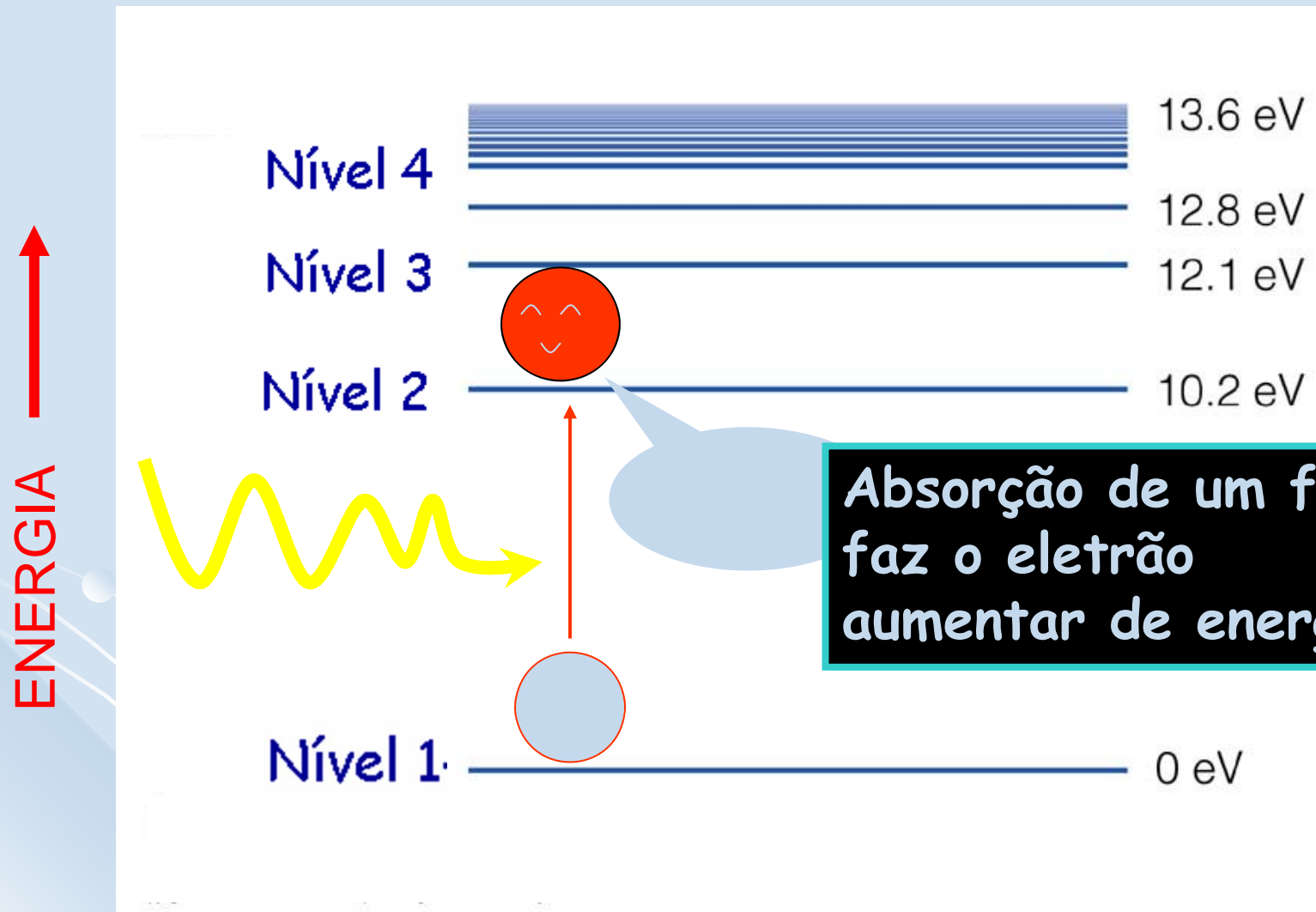


Os elétrons gostam de viver no R/C...

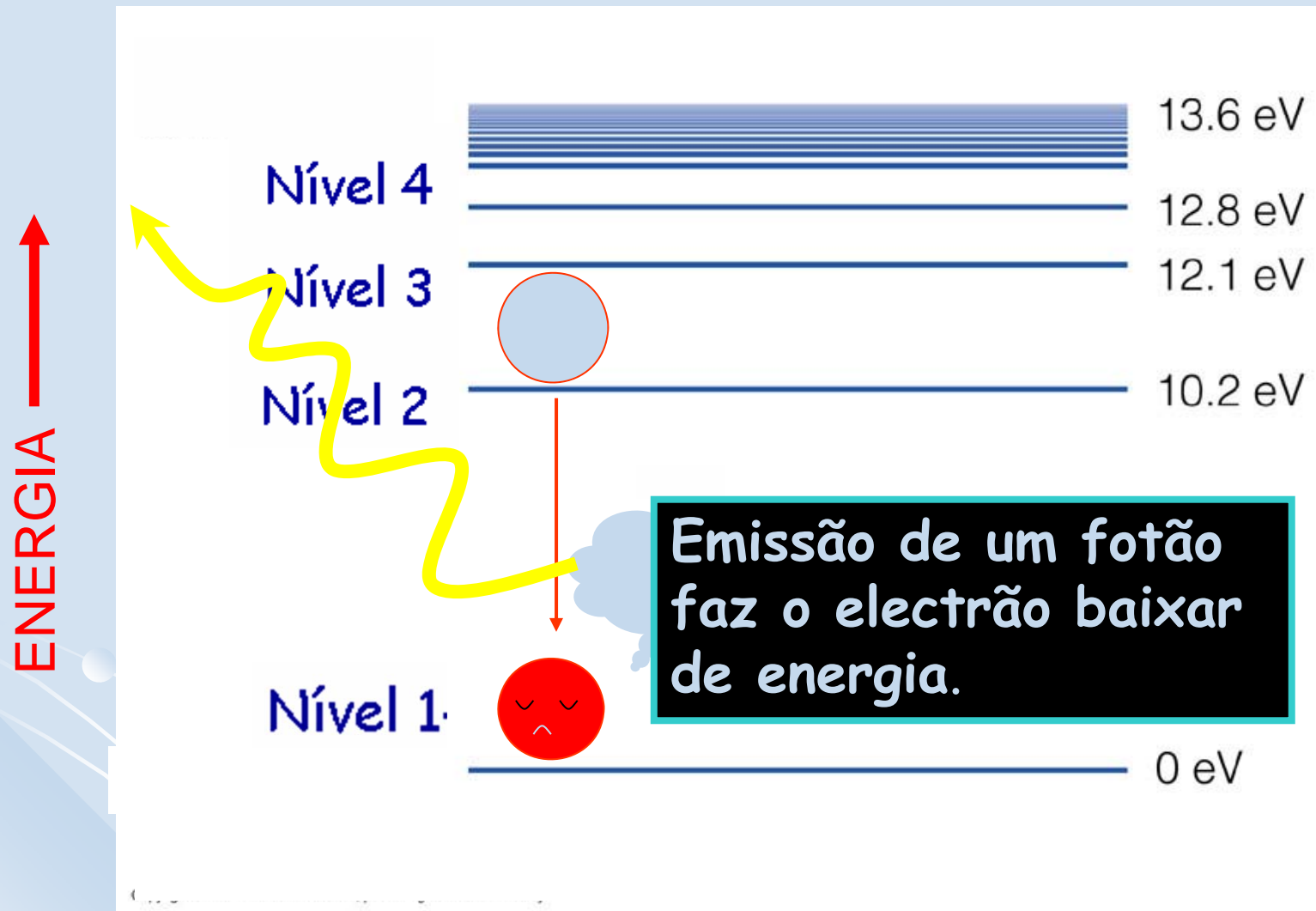


Este elétron está no estado mais baixo de energia - o estado fundamental

Nível 1 - Estado fundamental 0 eV



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

