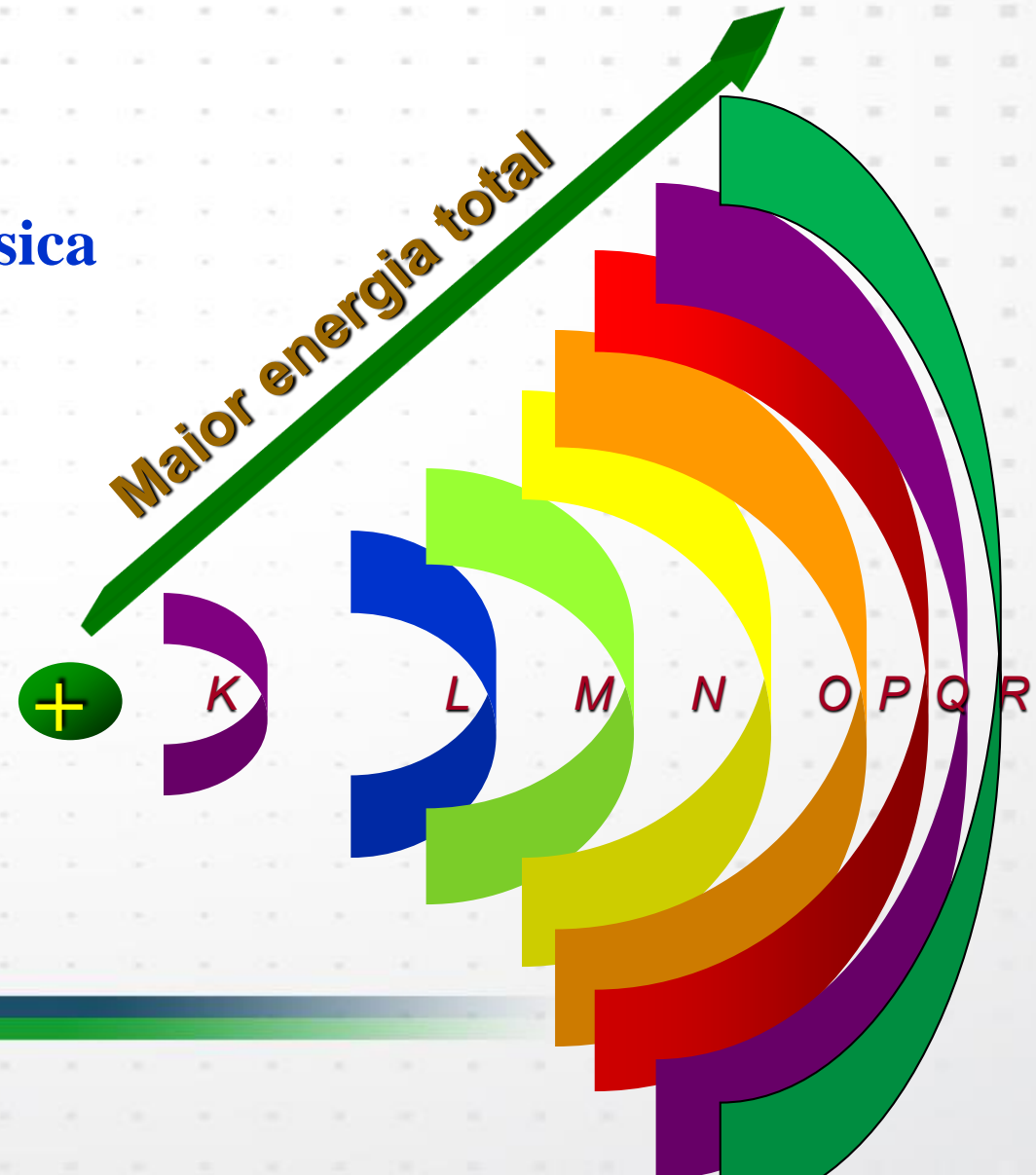


# ESTRUTURA ATÔMICA: modelo atômico de Bohr

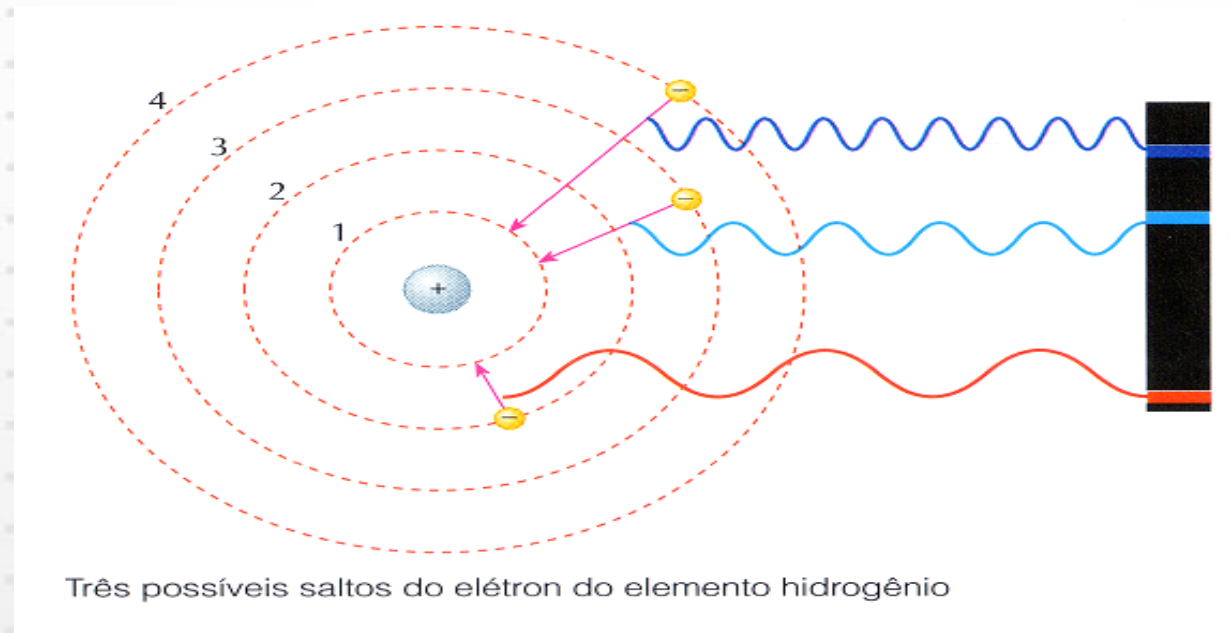


**NIELS BOHR:** *Baseado no espectro do hidrogênio e aplicando a teoria Max Planck, propôs.*

- 1- No estudo do átomo não se aplica a Física Clássica, mas sim a Teoria Quântica.
- 2- Os elétrons giram ao redor do núcleo em *órbitas* circulares estáveis e bem definidas, sem irradiar ou receber energia espontaneamente.

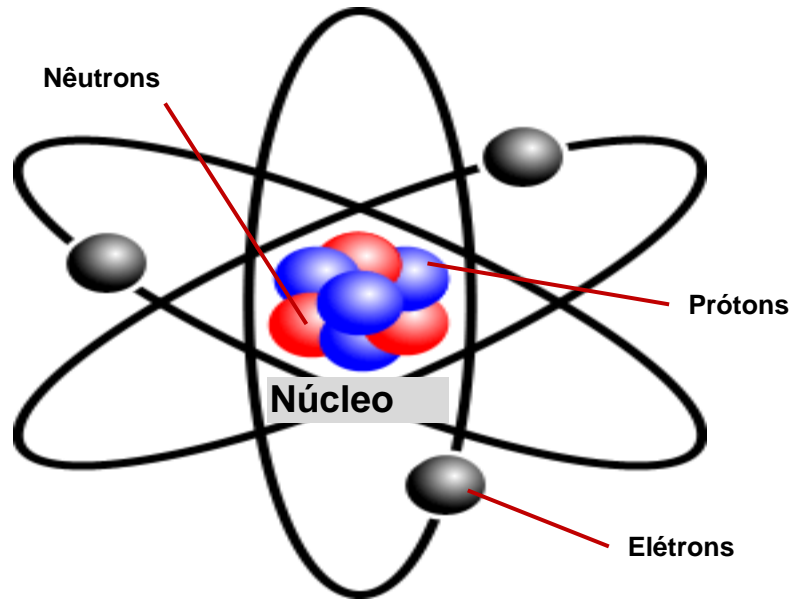


**3-** Ao absorver energia (**QUANTUM**), o elétron salta para outra órbita em um nível energético superior, mais afastado do núcleo. Em sua nova posição, o elétron torna-se instável, energeticamente excitado, tendendo a retornar à órbita original, liberando toda a energia na forma de **FÓTON** (quantum visível).



# A descoberta do Nêutron

Imagem: Shizhao / GNU Free Documentation License.



**Partículas do átomo**  
Os prótons têm carga elétrica positiva, os elétrons carga negativa e os nêutrons não têm carga nenhuma.

James Chadwick (1891 - 1974)

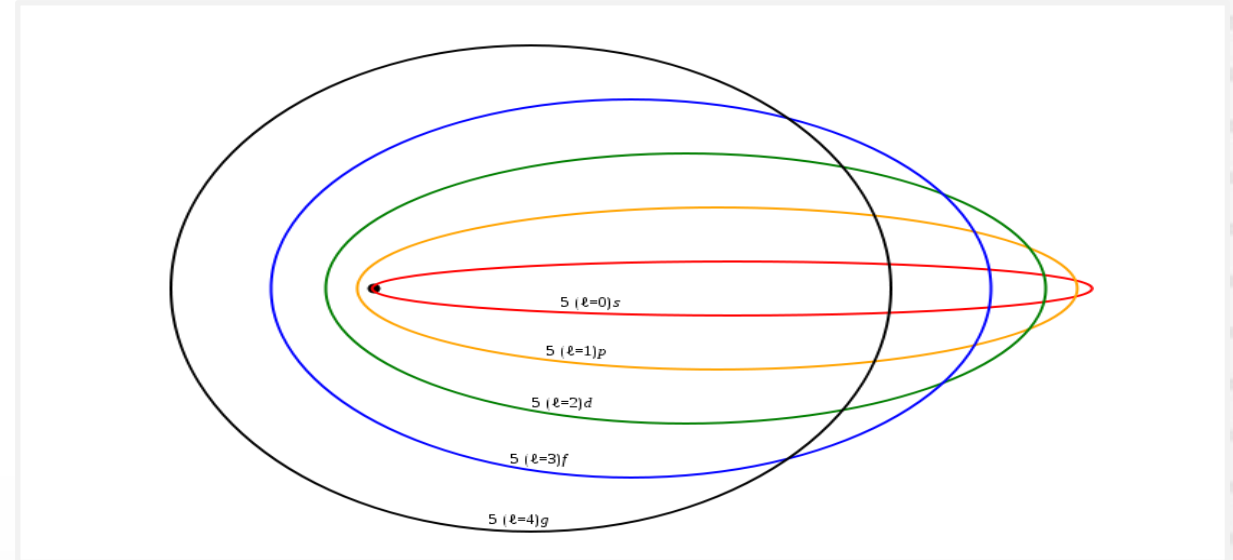


Imagem: Fotografia de Bortzells Esselte/ Disponibilizado por Carcharoth / domínio público.

Em 1932, James Chadwick descobriu a partícula do núcleo atômico responsável pela sua ESTABILIDADE, que passou a ser conhecida por **NÊUTRON**, devido ao fato de não ter carga elétrica. Por essa descoberta ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1935.

# Modelo Atômico de Sommerfeld

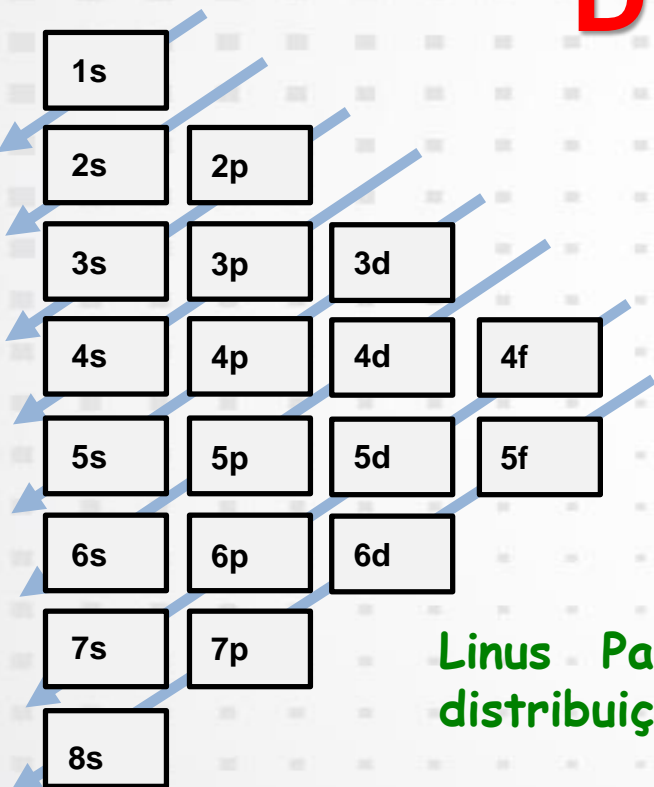
A. J. W. Sommerfeld (1868 — 1951)



Descobriu que os níveis energéticos são compostos por **SUBNÍVEIS DE ENERGIA** (s, p, d, f) e que os elétrons percorrem **ÓRBITAS ELÍPTICAS** na eletrosfera, ao invés de circulares.



# Diagrama de Linus Pauling



Subnível	Número máximo de elétrons
<i>s</i>	2
<i>p</i>	6
<i>d</i>	10
<i>f</i>	14

Linus Pauling (1901 — 1994)

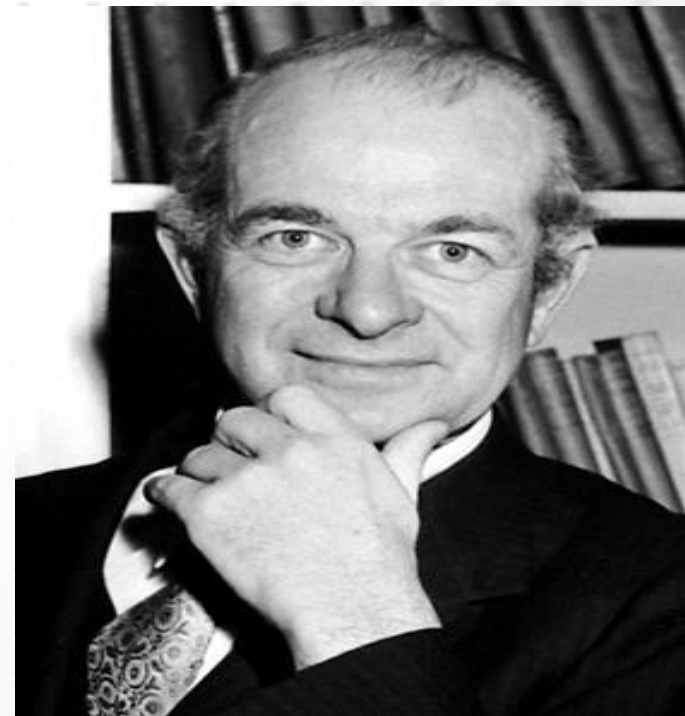


Imagem: Nobel Foundation / domínio público.

Linus Pauling criou um diagrama para auxiliar na distribuição dos elétrons pelos subníveis da eletrosfera.

O que representa cada número desse?

Por exemplo:  $3s^2$

Neste caso, o "3" representa o NÍVEL ENERGÉTICO (CAMADA ELETRÔNICA). O "s" representa o SUBNÍVEL ENERGÉTICO. O "2" representa o NÚMERO DE ELÉTRONS na camada.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^6 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6 7p^6 8s^2$

## CONCEITOS SOBRE O ÁTOMO

Número Atômico (Z): quantidades de prótons.

Átomo neutro:  $Z = p = e$

Número de Massa (A): a soma das partículas que constitui o átomo.

$$A = Z + n$$

## REPRESENTAÇÃO DE UM ÁTOMO



## SEMELHANÇA ATÔMICA

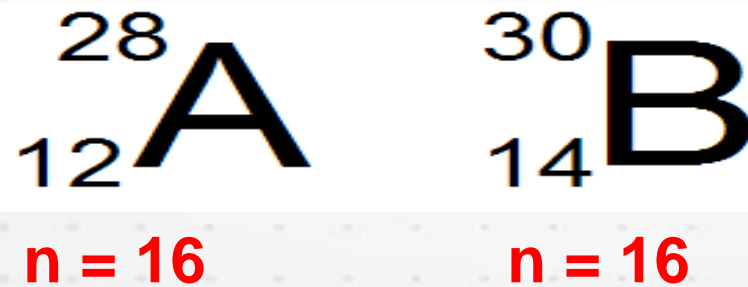
ISÓTOPOS: mesmo número de prótons.



ISÓBAROS: mesmo número de massa.

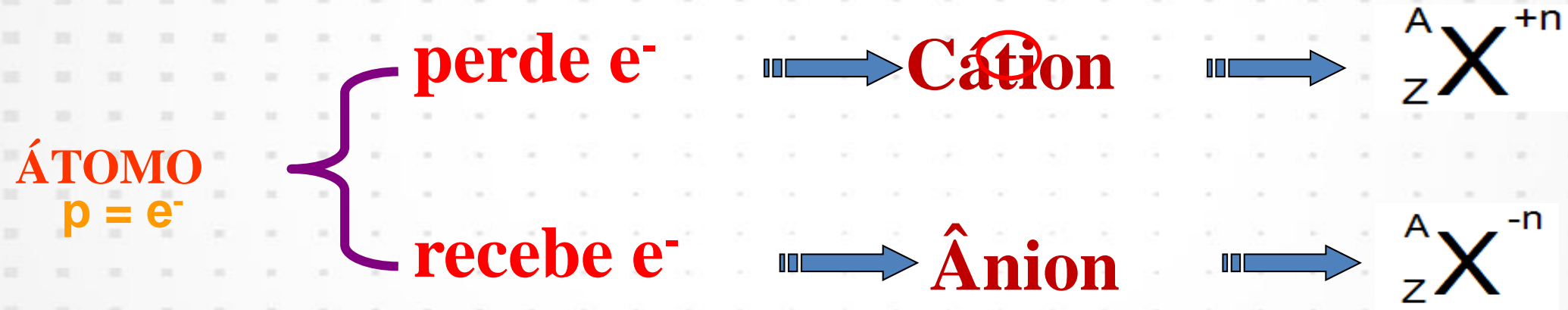


ISÓTONOS: mesmo número de nêutrons.

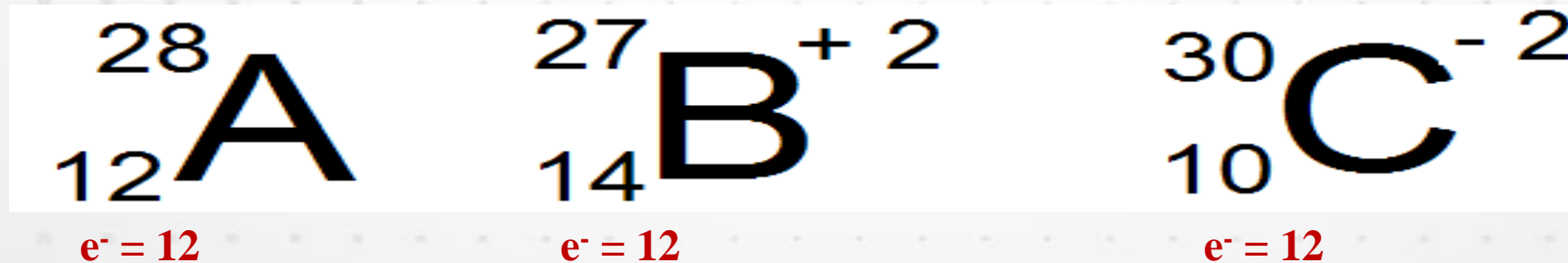




**ÍONS:** são átomos que ganharam ou perderam elétrons

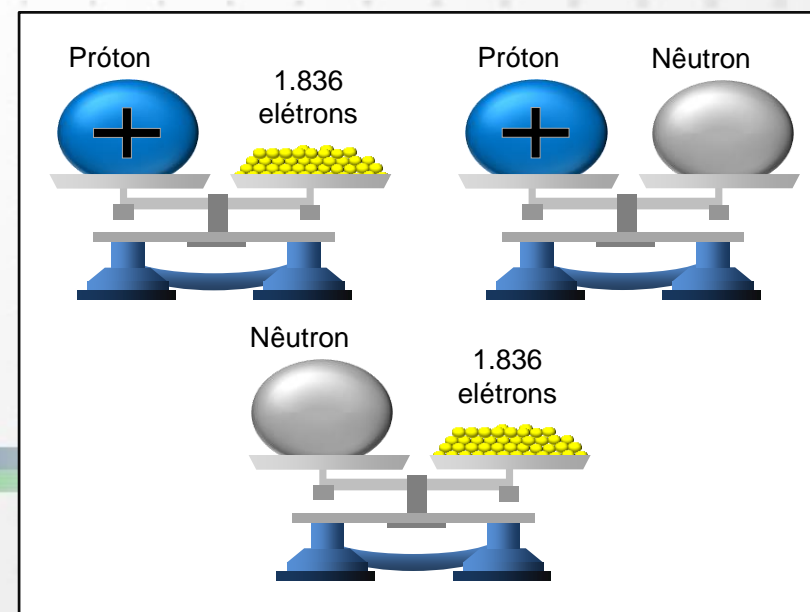


**ISOELETRONICOS:** mesmo número de elétrons.



# Principais características das partículas elementares do átomo

Nome	Região do átomo	Símbolo	Carga (C)	Massa relativa ao próton
Elétron	Eletrosfera	e	$-1,6 \times 10^{-19}$	1/1840
Próton	Núcleo	p	$1,6 \times 10^{-19}$	1
Nêutron	Núcleo	n	0	1



O sal de cozinha ( $\text{NaCl}$ ) emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama.

Baseando-se na teoria atômica, é correto afirmar que:

- a) os elétrons do cátion  $\text{Na}^+$ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela;
- b) a luz amarela emitida nada tem a ver com o sal de cozinha, pois ele não é amarelo;
- c) a emissão de luz amarela se deve a átomos de oxigênio;
- d) os elétrons do cátion  $\text{Na}^+$ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais interna para uma mais externa e, ao perderem a energia ganha, emitem-na sob a forma de luz amarela;
- e) qualquer outro sal também produziria a mesma coloração.

**São dadas as seguintes informações relativas aos átomos X, Y e Z.**

- I. X é isóbaro de Y e isótono de Z.
- II. Y tem número atômico 56, número de massa 137 e é isótopo de Z.
- III. O número de massa de Z é 138.

**Calcule o número atômico de X.**



Considere as seguintes afirmativas sobre dois elementos genéricos X e Y:


- X tem número de massa igual a 40;
- X é isóbaro de Y;
- Y tem número de nêutrons igual a 20.

Assinale a alternativa que apresenta, respectivamente, o número atômico e a configuração eletrônica para o cátion bivalente de Y.

- a) 20 e  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ .
- b) 18 e  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ .
- c) 20 e  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^2$ .
- d) 20 e  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .
- e) 18 e  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ .

O modelo atômico de Bohr, apesar de ter sido considerado obsoleto em poucos anos, trouxe como principal contribuição o reconhecimento de que os elétrons ocupam diferentes níveis de energia nos átomos. O reconhecimento da existência de diferentes níveis na eletrosfera permitiu explicar, entre outros fenômenos, a periodicidade química. Modernamente, reconhece-se que cada nível, por sua vez, pode ser subdividido em diferentes subníveis.


Levando em consideração o exposto, assinale a alternativa correta.

- a) O que caracteriza os elementos de números atômicos 25 a 28 é o preenchimento sucessivo de elétrons no mesmo nível e no mesmo subnível.
  - b) Os três níveis de mais baixa energia podem acomodar no máximo, respectivamente, 2, 8 e 8 elétrons.
  - c) O terceiro nível de energia é composto por quatro subníveis, denominados *s*, *p*, *d* e *f*.
- 



O modelo atômico de Bohr, apesar de ter sido considerado obsoleto em poucos anos, trouxe como principal contribuição o reconhecimento de que os elétrons ocupam diferentes níveis de energia nos átomos. O reconhecimento da existência de diferentes níveis na eletrosfera permitiu explicar, entre outros fenômenos, a periodicidade química. Modernamente, reconhece-se que cada nível, por sua vez, pode ser subdividido em diferentes subníveis.

Levando em consideração o exposto, assinale a alternativa correta.

- d) O que caracteriza os elementos de números atômicos 11 a 14 é o preenchimento sucessivo de elétrons no mesmo nível e no mesmo subnível.
  - e) Os elementos de números atômicos 10, 18, 36 e 54 têm o elétron mais energético no mesmo nível, mas em diferentes subníveis.
- 

# ESTRUTURA ATÔMICA: números quânticos



# Modelo Atômico do Orbital



- *Princípio da Incerteza de Heisenberg:* é impossível determinar com precisão a posição e a velocidade de um elétron num mesmo instante;

# Modelo Atômico do Orbital



Imagem: Autor Desconhecido/ Disponibilizada por Materialschemist/ Domínio público

- *Princípio da dualidade da matéria de Louis de Broglie: o elétron apresenta característica DUAL, ou seja, comporta-se como matéria e energia sendo uma partícula-onda;*

# Modelo Atômico do Orbital



Imagem: Autor Desconhecido/ Disponibilizada por Orgullomoore /  
Domínio público

- Erwin Schrödinger, baseado nestes dois princípios, criou o conceito de Orbital;
- ***Orbital é a região onde é mais provável encontrar um elétron.***

# Princípio da Exclusão de Pauli



- Pauli deduziu que a natureza não permite que, num mesmo átomo, existam dois elétrons com a mesma energia, em estados em que coincidam os quatro números quânticos (cada elétron é caracterizado por quatro números quânticos).



# Número Quântico Principal (n)

- Indica o nível de energia do elétron no átomo. Entre os átomos conhecidos em seus estados fundamentais, **n** varia de 1 a 7. O número máximo de elétrons em cada nível é dado por  $2n^2$ .

Níveis de Energia	Camada	Número Máximo de Elétrons
1°	K	2
2°	L	8
3°	M	18
4°	N	32
5°	O	32
6°	P	18
7°	Q	8
8°	R	2

## Número Quântico Secundário ou Azimutal (l)

- Indica a energia do elétron no subnível. Entre os átomos conhecidos em seus estados fundamentais, l varia de 0 a 3 e esses subníveis são representados pelas letras **s**, **p**, **d**, **f**, respectivamente. O número máximo de elétrons em cada subnível é dado por  $2(2l + 1)$ .

Subnível	n° quântico (l)	Máximo de elétrons
s	0	2
p	1	6
d	2	10
f	3	14

# Número Quântico Magnético (m)

- O número quântico magnético especifica a orientação permitida para uma nuvem eletrônica no espaço, sendo que o número de orientações permitidas está diretamente relacionado à forma da nuvem (designada pelo valor de  $l$ ). Dessa forma, este número quântico pode assumir valores inteiros de  $-l$ , passando por zero, até  $+l$ . Para os subníveis s, p d, f, temos:

Subnível	$l$	Número de orbitais	Valores de m
s	0	1	0
p	1	3	-1, 0, +1
d	2	5	-2, -1, 0, +1, +2
f	3	7	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3

# Número Quântico Spin (s)

- O número quântico de spin indica a orientação do elétron ao redor do seu próprio eixo. Como existem apenas dois sentidos possíveis, esse número quântico assume apenas os valores  $-1/2$  e  $+1/2$ .

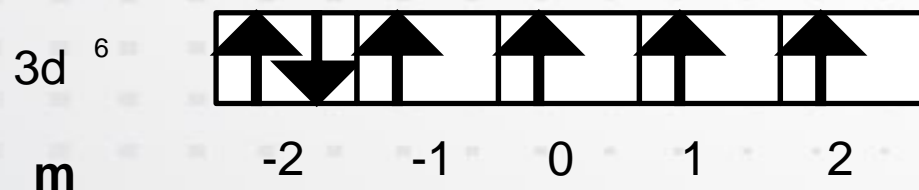


É comum a convenção:

$\downarrow = +1/2$  e  $\uparrow = -1/2$ .

# Regra de Hund

- Cada orbital do subnível que está sendo preenchido recebe inicialmente apenas um elétron. Somente depois do último orbital desse subnível receber o seu primeiro elétron, começa o preenchimento de cada orbital com o seu segundo elétron, que terá spin contrário ao primeiro.
- Exemplo:



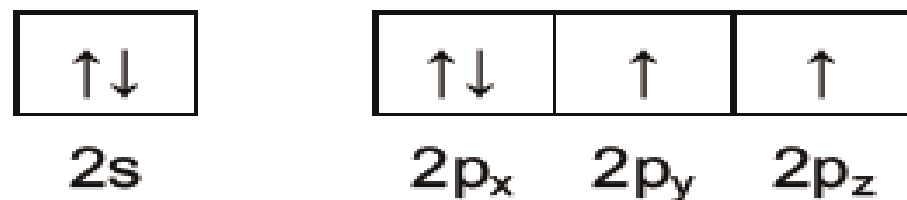
onde as flechas indicam o spin do elétron

Qual a localização de um elétron que possui o seguinte conjunto de números quânticos:  $n = 5$ ,  $\ell = 2$ ,  $m = +1$ ,  $s = +1/2$  (considerar o 1º elétron a entrar no orbital com  $\text{spin} = -1/2$ ).

- a) nível de energia = N, subnível p
- b) nível de energia = N, subnível d
- c) nível de energia = N, subnível f
- d) nível de energia = O, subnível p
- e) nível de energia = O, subnível d



Qual alternativa apresenta corretamente os quatro números quânticos do elétron colocado no orbital  $2p_z$ , representado no nível energético abaixo?



- a)  $n = 2$ ;  $\ell = 1$ ;  $m = +1$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .
- b)  $n = 2$ ;  $\ell = 2$ ;  $m = +1$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .
- c)  $n = 2$ ;  $\ell = 1$ ;  $m = +2$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .
- d)  $n = 2$ ;  $\ell = 0$ ;  $m = +1$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .
- e)  $n = 2$ ;  $\ell = 0$ ;  $m = 0$ ;  $m_s = +\frac{1}{2}$ .

Um átomo X é isóbaro de  ${}_{26}\text{Fe}^{56}$  e isótono de  ${}_{30}\text{Zn}^{65}$ . Convencionando-se que o primeiro elétron a entrar num orbital possui spin  $-1/2$ , assinale a alternativa que contém o conjunto de números quânticos do elétron mais energético do elemento X e o período em que se encontra dentro da classificação periódica dos elementos:

- a) 4, 0, 0,  $-1/2$ , 4º período
- b) 3, 0, 0,  $+1/2$ , 3º período
- c) 4, 2,  $+2$ ,  $-1/2$ , 5º período
- d) 3, 2,  $-2$ ,  $-1/2$ , 4º período
- e) 3, 0,  $-2$ ,  $+1/2$ , 3º período

Considerando a tabela abaixo,

Números quânticos

	$n$	$\ell$	$m$	$s$
Conjunto 1	3	2	$-2$	$+1/2$
Conjunto 2	3	3	$+3$	$+1/2$
Conjunto 3	2	0	$+1$	$-1/2$
Conjunto 4	4	3	0	$+1/2$
Conjunto 5	3	2	$-2$	$-1$

Assinale a alternativa correta.

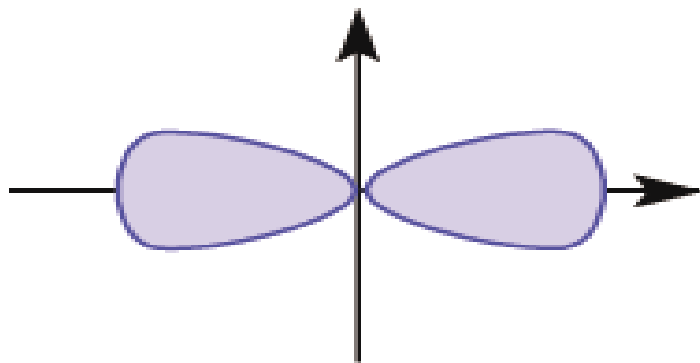
- a) Os conjuntos 1, 3 e 5 representam configurações impossíveis para um elétron em um átomo.
- b) Os conjuntos 1 e 4 representam configurações possíveis para um elétron em um átomo.

### Números quânticos

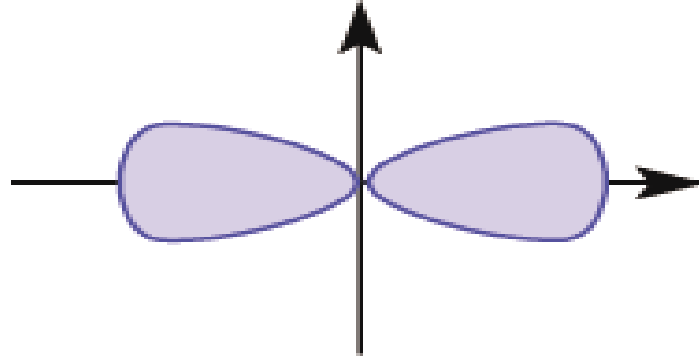
	$n$	$\ell$	$m$	$s$
Conjunto 1	3	2	$-2$	$+1/2$
Conjunto 2	3	3	$+3$	$+1/2$
Conjunto 3	2	0	$+1$	$-1/2$
Conjunto 4	4	3	0	$+1/2$
Conjunto 5	3	2	$-2$	$-1$

- c) Os conjuntos 2 e 4 representam configurações possíveis para um elétron em um átomo.
- d) Os conjuntos 4 e 5 representam configurações impossíveis para um elétron em um átomo.
- e) Os conjuntos 1, 2 e 3 representam configurações possíveis para um elétron em um átomo.

Com relação ao orbital esquematizado, a proposição falsa é:



- a) O seu número quântico principal é  $n > 1$ .
- b) O orbital apresenta número quântico secundário  $\ell = 2$ .
- c) N esse orbital pode haver no máximo dois elétrons.



d) No nível de número quântico principal  $n = 2$  do átomo de sódio ( $Z = 11$ ) existem três desses orbitais.

e) O número quântico magnético desse orbital pode ter um dos valores:  $-1, 0, +1$ .