

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
Escola Superior de Tecnologia
Curso de Extensão

Prof. Dr^{ndo} Adalberto Gomes de Miranda



<https://conceitos.com/wp-content/uploads/ciencia/Quimica-Geral.jpg>

**Curso de Teoria Atômica e
Propriedades Periódicas de
Química para Engenharia de
Materiais**

**UNIDADE 2 – Modelos
Atômicos**

Manaus – AM
2020

Sumário

1. Unidade 1 – Aspectos Históricos sobre os Átomos.
2. **Unidade 2 – Modelos Atômicos.**
3. Unidade 3 – Os Átomos - conceitos.
4. Unidade 4 – Espectros e Números Quânticos.
5. Unidade 5 – Distribuição Eletrônica e Tabela Periódica.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Átomo de DALTON

- 1803 - John Dalton, grego, acreditou nas leis da conservação de massa e da composição definida.
- Propôs uma **teoria** para sua explicação química. Apresentou o conceito grego da **existência** dos **átomos** com evidências **experimentais**.
- As **ideias básicas** da **teoria** de Dalton são **aceitas atualmente**, mas os **átomos** são formados de **pequenas partículas**, pois existem **isótopos** e **átomos** de um **elemento** que **não têm mesma massa**.



Fonte:

<https://2ladd.com/en/2020/02/john-dalton-his-atomic-theory-model-experiments-and-discoveries/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ **Teoria atômica de Dalton** - baseada no seguinte modelo:

1. Toda matéria é composta de **partículas fundamentais**, os **átomos**.
2. Os átomos são **permanentes e indivisíveis**, eles **não podem ser criados nem destruídos**.
3. Os **elementos** são caracterizados por seus **átomos**. Todos os átomos de um dado elemento são **idênticos** em todos os aspectos. Átomos de **diferentes elementos** têm **diferentes propriedades**.
4. As **transformações químicas** consistem em uma **combinação, separação ou rearranjo de átomos**.
5. **Compostos químicos** são formados de **átomos de dois ou mais elementos** em uma razão **fixa**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

- 1808 - Primeiro Modelo Atômico de Dalton.
- ✓ Base científica e resultados experimentais.
- ✓ “Bola de Bilhar” - Partícula maciça, indestrutível e indivisível.

Dalton



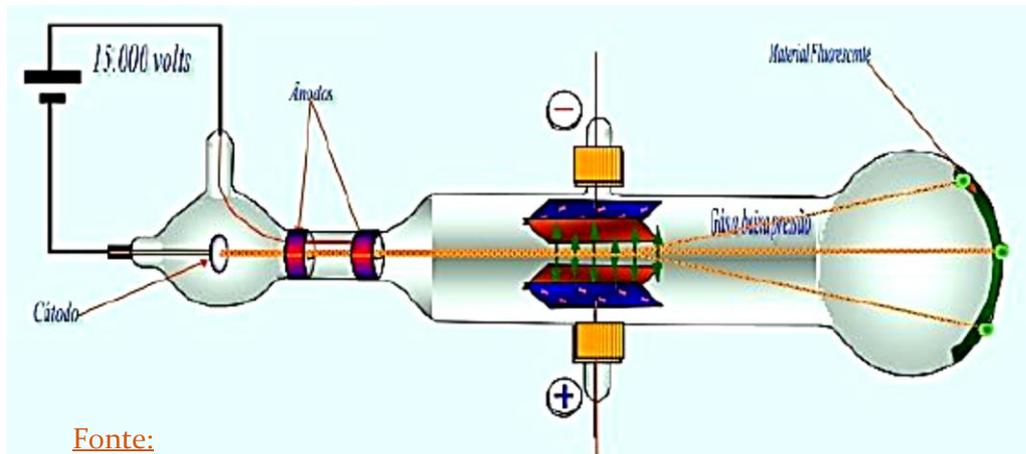
- Modelo "Bola de bilhar"
- Esfera maciça indestrutível
- Esfera indivisível

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/3959012/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

- 1887 – Partículas em raios catódicos de J.J.THOMSON.
- ✓ Físico inglês, *J. J. Thomson* - mostrou que as partículas em raio catódico são carregadas negativamente.



Fonte:
<https://pt.slideshare.net/MarioTimotius/modelo-de-thomson-11298836>



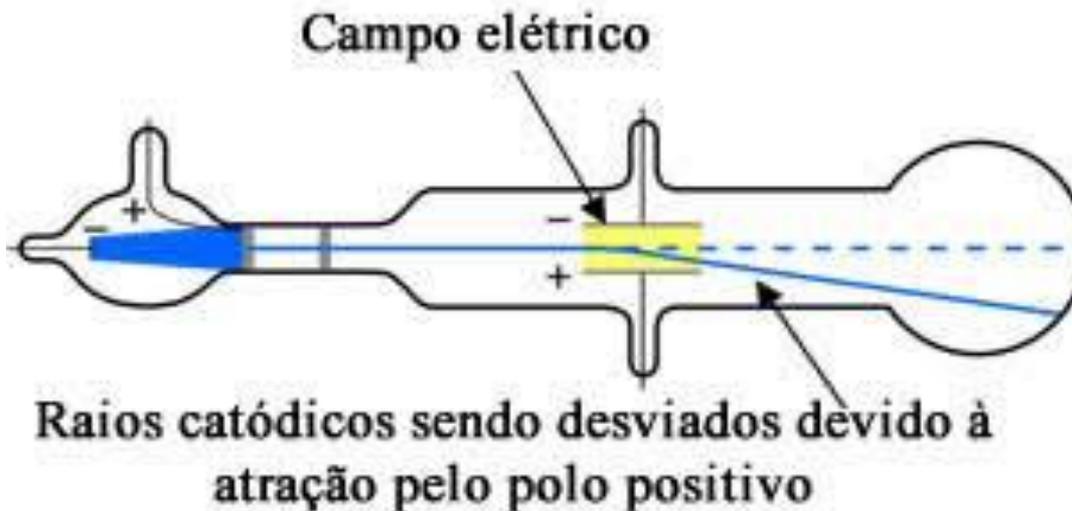
Fonte:
<https://www.gettyimages.pt/fotos/joseph-john-thomson?family=editorial&phrase=joseph%20john%20thomson&sort=mostpopular>

- ✓ Provou que o raio pode ser desviado se passar entre placas de metais carregados opostamente em um tubo de raios catódicos de William Crookes (em 1850).

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

- Raios catódicos de J.J.THOMSON.
- ✓ O feixe de partículas **passa através da variação de campos magnéticos e elétricos**, em que pode-se determinar a relação de carga elétrica por massa (q/m).
- ✓ Levando a **descoberta do elétron**.



Fonte: <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/experimento-thomson.html>

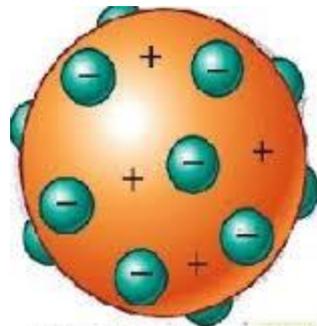
Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de THOMSON.

✓ 1898 - Modelo do “Pudim de Ameixas”.

- Um **átomo** poderia ser uma **esfera carregada positivamente**, com **elétrons incrustados**, em que levaria a fácil remoção de elétrons dos átomos.
- O **modelo de átomo**, em algumas vezes era chamado de **modelo de "pudim de ameixas"**.



Modelo atômico de Thomson

Fonte:

<http://alexaquino1997.blogspot.com/2015/05/atomos-y-numeros-cuanticos.html>

- **Postulou** que os elétrons estavam arranjados em anéis e circundavam completamente em **órbitas a esfera positiva**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

✓ Depois do início do século XX, experimentos realizados na Inglaterra pelos físicos Ernest Rutherford, E. Marsden e H. Geiger levaram à substituição do modelo de Thomson.

- 1890 - descobriu-se que certos elementos eram radioativos.
- Emitem radiação de energia elevada, de três tipos:
 - 1) Partículas *alfa* (α);
 - 2) Partículas *beta* (β);
 - 3) Raios *gama* (γ).



Fonte:
<https://physicsworld.com/a/rutherford-legacy/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

- Partícula *alfa* carrega uma **carga positiva**, tendo **massa** muito **maior** do que um **elétron**.
- **Rutherford, Geiger e Marsden** - lançaram um fluxo de partículas *alfa* emitidas por uma pequena quantidade do elemento **radioativo polônio** em várias **folhas finas** de vários materiais como: **mica, papel e ouro**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

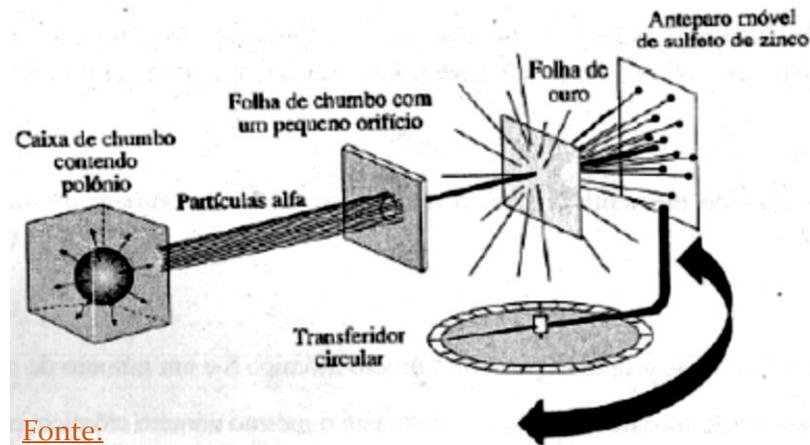
- **Observaram** que muitas partículas atravessavam as folhas em **linha reta**, algumas eram **espalhadas** ou **desviadas da linha reta**.
- Com o **espalhamento** da partícula *alfa* os três cientistas projetaram um aparelho para **medir o ângulo do desvio**, através de uma folha **extremamente fina de ouro**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

- No aparelho, as partículas **alfa** foram **detectadas** por um **darão** (anteparo revestido com uma camada de **sulfeto de zinco fosforescente**).



Fonte:

<http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downquimica/capitulo2.pdf>

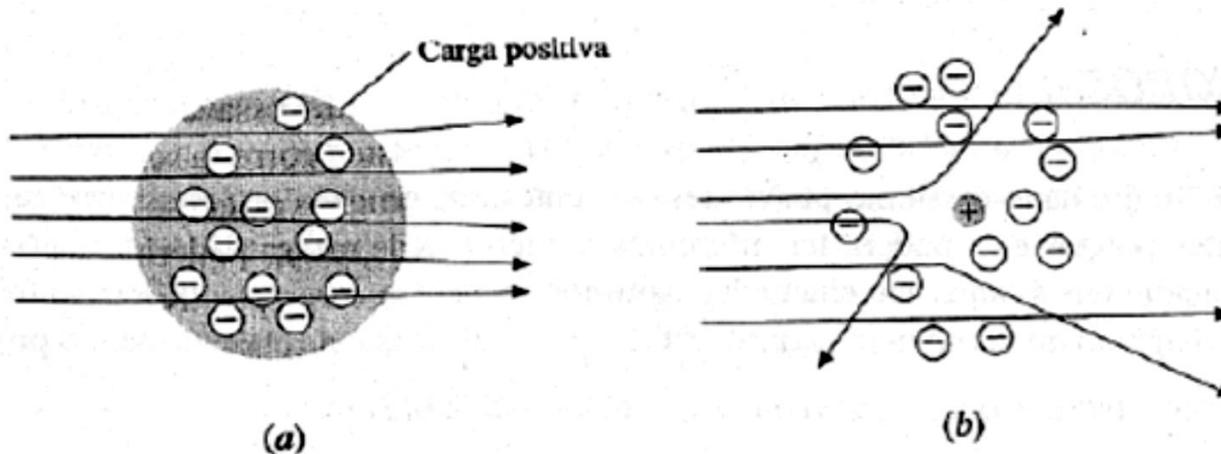
- O anteparo era **móvel** e o **espalhamento** era através de **diferentes ângulos**, que poderia ser detectado e os ângulos, **medidos**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

- Desvios esperados das partículas *alfa*:



Fonte: <http://www.foz.unioeste.br/~lamat/downquimica/capitulo2.pdf>

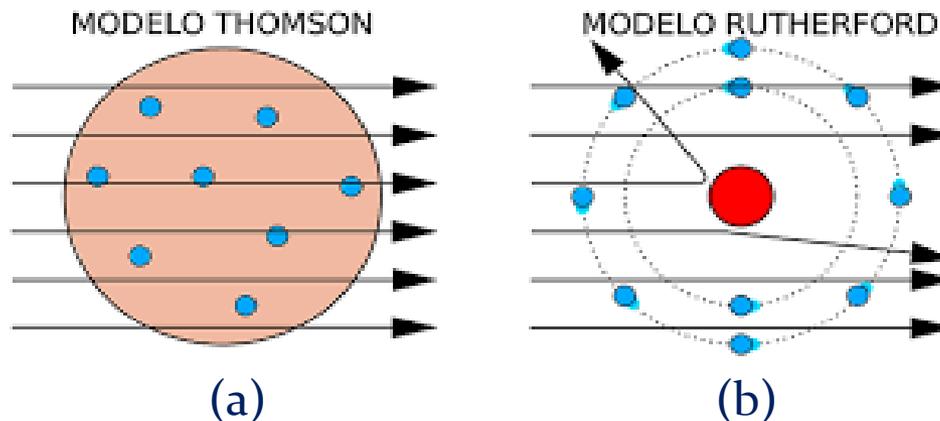
- (a) **Átomo de Thomson:** desvios pequenos;
- (b) **Átomo de Rutherford:** deflexões variando de pequenas a muito grandes.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

- Desvios esperados das partículas *alfa*:



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_Geiger-Marsden

- (a) **Átomo de Thomson:** desvios pequenos;
- (b) **Átomo de Rutherford:** deflexões variando de pequenas a muito grandes.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

- **1911 - Rutherford** mostrou os resultados experimentais, em que o **modelo de Rutherford** representa o **átomo** consistindo em um **pequeno núcleo rodeado por um grande volume, em que os elétrons** estão distribuídos (Figura a seguir). Ficou conhecido como Modelo Planetário do Átomo devido a esta distribuição.
- O **núcleo** carrega toda a **carga positiva** e a **maior parte da massa do átomo**.
- O **modelo atômico de Thomson não** era normalmente usado na interpretação dos **resultados dos experimentos de Rutherford, Geiger e Marsden**, então o **modelo de Rutherford** o substituiu.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

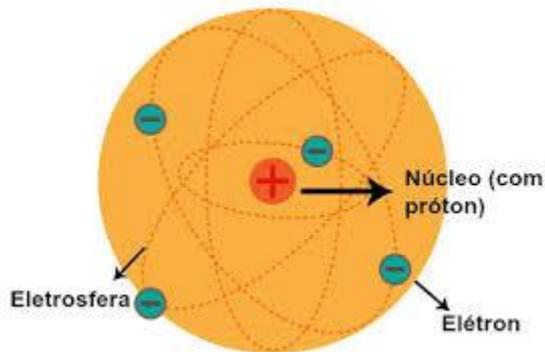
Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de RUTHERFORD.

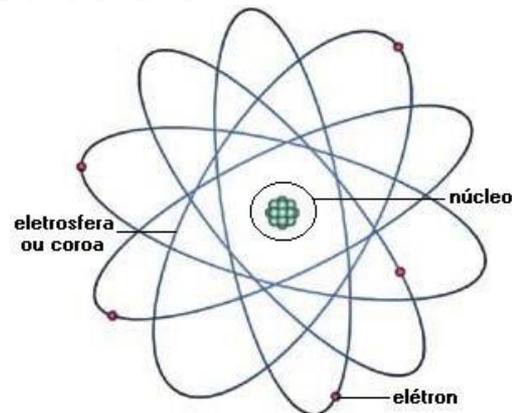
- O modelo atual do átomo - fundamentado no de Rutherford.

✓ **Átomo - duas regiões:**

- (1) **Núcleo minúsculo** - com toda a **carga positiva** e **praticamente toda a massa do átomo**;
- (2) **Região extranuclear** - sendo um espaço vazio, em que estão distribuídos os elétrons, chamada eletrosfera.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/o-atomo-rutherford.htm>



Fonte: <https://blog.maxieduca.com.br/teoria-atomo/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

- A primeira tentativa para desenvolver um **novo modelo atômico não clássico** foi feito por **Niels Bohr**, um físico dinamarquês.
- O **modelo** não era um sucesso completo, foi **descartado** por **20 anos**, mas ele introduziu conceitos que **revolucionou o desenvolvimento do modelo moderno da estrutura atômica**.
- **Bohr** percebeu que a **estrutura atômica** era **encontrada** na natureza da luz emitida pelas **substâncias a temperaturas elevadas** ou sob **influência** num **colapso**, então, **rejeitou-se** este modelo **absurdo** do átomo.



Fonte:

<https://br.pinterest.com/pin/123637952242941864/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

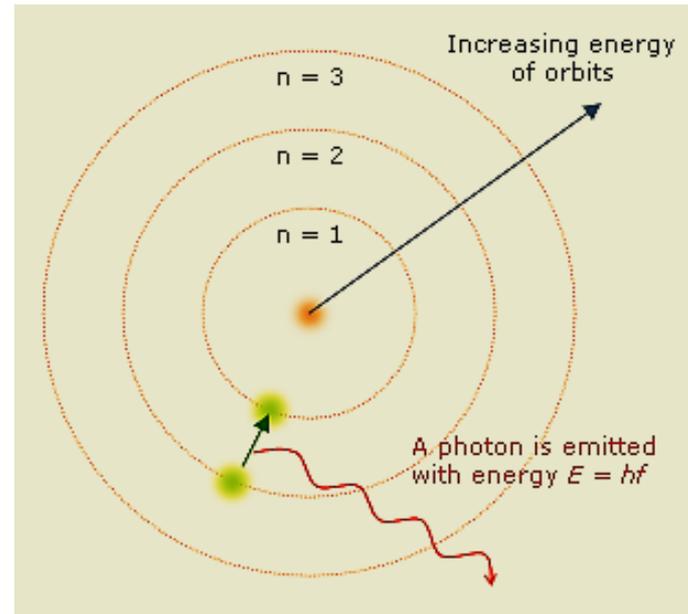
- **1913 - Bohr** refletiu sobre o dilema do átomo estável e imaginou existir princípios físicos desconhecidos na descrição dos elétrons nos átomos. Pois, na física clássica tinha falhas para partículas pequenas.
- **Bohr** - admitiu que um **gás emite luz** na **passagem de corrente elétrica**. Os elétrons, **primeiro absorvem** energia da eletricidade em seus átomos e **depois liberam a energia na forma de luz**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

- **Radiação emitida** – limitada a um certo **comprimento de onda**.
- **Explicação racional a discretos comprimentos de onda (λ) em um átomo** –
um elétron não está livre para qualquer quantidade de energia.
 - ✓ um elétron em um átomo pode ter certas **quantidades específicas de energia**; ou seja, a energia de um elétron em um átomo é **quantizada**.



Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

- Então, no **início do século XX**, os físicos alemães **Max Planck** e **Albert Einstein** mostraram, individualmente, que todas as radiações eletromagnéticas **comportavam-se** como se fossem compostas de **minúsculos pacotes de energia** chamados **fótons**:

$$E_{\text{foton}} = h \cdot \nu$$

- Mostraram que cada **fóton** tinha uma **energia (E)** proporcional à **frequência (ν)** da radiação:
 - ✓ Com uma **constante de proporcionalidade (h)**, chamada de **constante de Planck** de valor $6,63 \times 10^{-34}$ J.s.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

✓ Sendo a *frequência* (ν), o *comprimento de onda* (λ) e a *velocidade da luz* (c) relacionados pela equação:

$$\nu \lambda = c$$

onde,

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

então,

$$E_{\text{fóton}} = \frac{c}{\lambda}$$

e,

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

- Um **fóton de energia eletromagnética** tem sua energia e comprimento de onda relacionado em uma **proporcionalidade inversa**.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

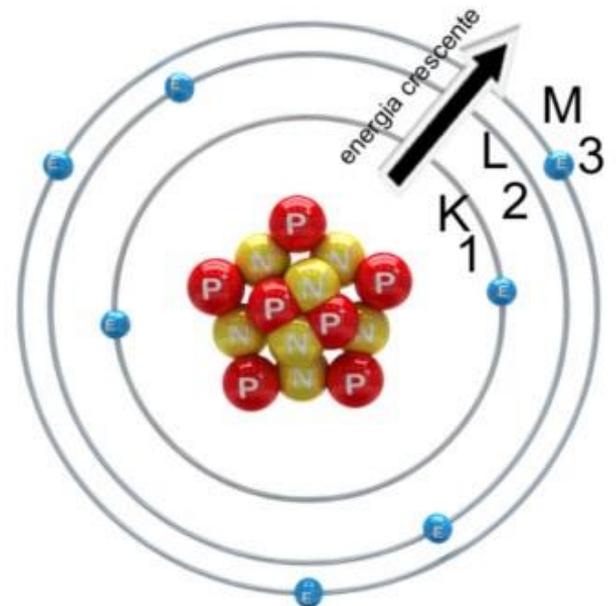
Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

✓ Este Modelo mostra que:

- Os **elétrons giram** em **torno do núcleo** em **níveis de energia diferentes de zero**, com **camadas eletrônicas**;

- **Camadas** chamadas K, L, M, N, O, P e Q, correspondem aos níveis de energia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- Quando um **elétron** do átomo **recebe** energia, ele **salta** para outro nível de **maior** energia, mais **longe do núcleo**.



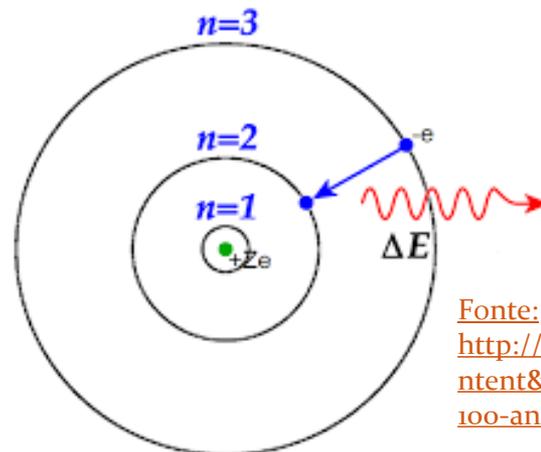
Fonte: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/modelo-atomico-rutherford-bohr.htm>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Modelo de BOHR.

- ✓ Mostra que: Quando o **elétron volta** ao seu **nível** de energia **primitivo** ou **fundamental**, mais próximo do núcleo, ele **cede** a energia que **havia recebido**, sob a **forma** de uma **onda eletromagnética (Luz)**.
- ✓ Ficou conhecido como Modelo Atômico sistema Planetário.



Fonte:

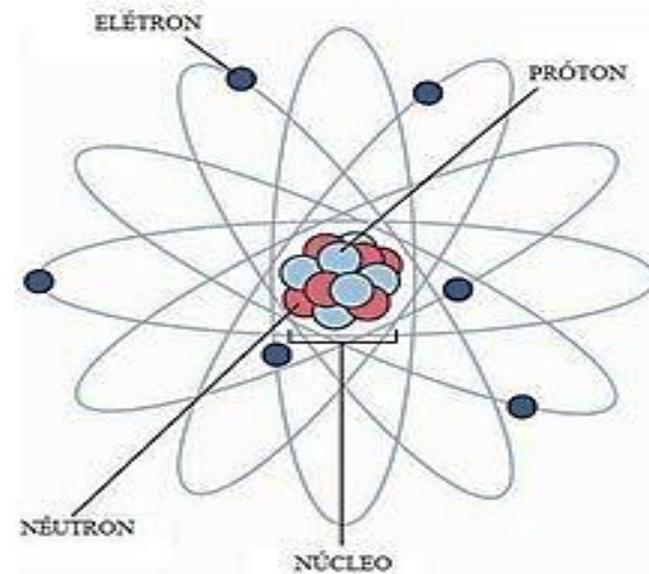
http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=516:atomo-de-bohr-completa-100-anos&catid=151:destaque-em-fisica&Itemid=315

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Prótons - RUTHERFORD.

- **1914** - Rutherford demonstrou a existência de uma partícula que tem uma massa muito maior do que o elétron e tem a carga igual em grandeza à de um elétron, mas de sinal oposto (**positivo**) ao invés de negativo.
- **1920** - Rutherford sugeriu que a carga positiva de um **núcleo atômico** deve-se à presença de um número destas partículas, que denominou **prótons**.



Fonte: <https://www.infoescola.com/quimica/atomo/>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ Nêutron - CHADWICK.

- **1932** – físico inglês **J. Chadwick** - descobriu uma partícula que tinha aproximadamente a **mesma massa de um próton**, não era carregada eletricamente.

- A Partícula eletricamente neutra, Chadwick a denominou de nêutron.



J. Chadwick

Fonte: <http://amostra-virtual-ia.blogspot.com/2009/11/jchadwick-conservacao-da-quantidade-de.html>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ **Nêutron - CHADWICK.**

- Hoje, o núcleo de muitos átomos contém ambas as partículas: **prótons e nêutrons**, chamados **núcleons**.
- **Exceto o núcleo de muitos isótopos comuns de hidrogênio** que contém **um próton e nenhum nêutron**.
- Na **convenção** a carga de:
 - ✓ um **próton** é +1;
 - ✓ um **elétron** é -1; e
 - ✓ um **nêutron** é 0.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

➤ **Descreve-se um átomo apresentando:**

- ❖ **Núcleo central** - pequeníssimo, **contendo** a **maior** parte da **massa** do átomo e **circundado** por uma enorme **região extranuclear** com **elétrons** ($q = -1$).
- ❖ **O Núcleo contém prótons** ($q = +1$) e **nêutrons** ($q = 0$).
- ❖ **Átomo num todo** - não tem carga, devido o **número** de **prótons** ser **igual** ao **número** de **elétrons**.
- ❖ **A soma das massas dos elétrons** em um átomo é praticamente **desprezível**, **comparadas** com a **massa dos prótons e nêutrons**.

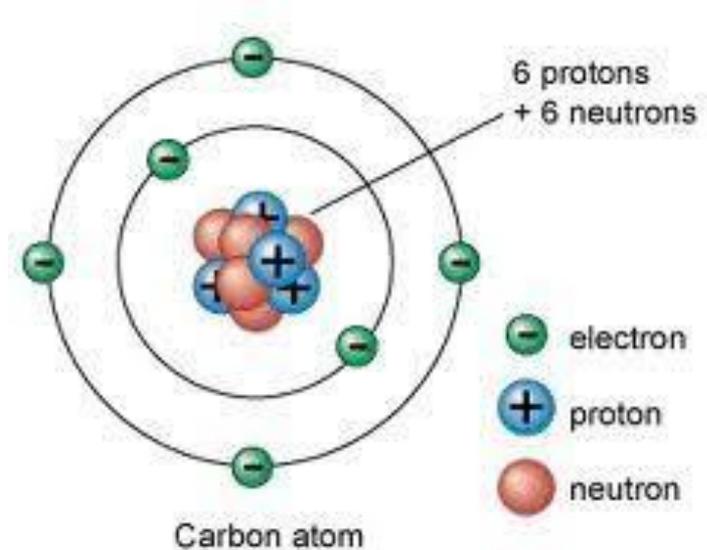
Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

❖ **Átomo individual** (ou seu núcleo) - geralmente identificado especificando dois números inteiros:

- ✓ **Número atômico Z;** e
- ✓ **Número de massa A.**

Exemplos:



Fonte: <https://www.sutori.com/item/chadwick-s-1932-discovery-of-the-neutron>

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

Exercício 1. (IME-RJ) Os trabalhos de Joseph John Thomson e Ernest Rutherford resultaram em importantes contribuições na história da evolução dos modelos atômicos e no estudo de fenômenos relacionados à matéria. Das alternativas abaixo, aquela que apresenta corretamente o autor e uma de suas contribuições é:

- a) Thomson – Concluiu que o átomo e suas partículas formam um modelo semelhante ao sistema solar.
- b) Thomson – Constatou a indivisibilidade do átomo.
- c) Rutherford – Pela primeira vez, constatou a natureza elétrica da matéria.
- d) Thomson – A partir de experimentos com raios catódicos, comprovou a existência de partículas subatômicas.
- e) Rutherford – Reconheceu a existência das partículas nucleares sem carga elétrica, denominadas nêutrons.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

Exercício 2. (UCB DF/2017) Adaptada - O estágio atual da tecnologia, da informática e das comunicações é decorrente, entre muitas causas, da compreensão profunda acerca da estrutura fina da matéria. O conhecimento da estrutura atômica dos materiais nos deu a oportunidade da construção de novos materiais, bem como da utilização de novos processos que alavancaram a eletrônica e a computação. Quanto à estrutura fina da matéria e ao histórico dos modelos atômicos, assinale a alternativa correta.

- a) Atualmente sabe-se que as menores partículas da natureza são os átomos.
- b) A corrente elétrica em um circuito é decorrente do movimento dos prótons dos átomos.
- c) Os elétrons ocupam órbitas circulares ou elípticas ao redor de um núcleo atômico de carga elétrica positiva.
- d) O modelo atômico proposto por Thomson propõe a existência de pequenas partículas neutras: os nêutrons.
- e) O modelo atômico atual preconiza a existência de orbitais, como regiões de maior probabilidade do movimento dos elétrons.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

Exercício 3. Os modelos atômicos foram de especial importância no estudo dos materiais existentes e suas propriedades. Thomson contribuiu com sua identificação das partículas negativas, Rutherford encontrou grande espaço vazio no átomo e um núcleo muito pequeno com massa, e Bohr complementou, afirmando que duas regiões diferentes da eletrosfera- região mais externa onde ficam os elétrons circulam –têm diferentes níveis de energia. Anterior a eles, houve Dalton que afirmava que os átomos constituíam a menor partícula da matéria eram totalmente indivisíveis. Dos modelos atômicos citados, o primeiro capaz de explicar a lei da conservação das massas de Lavoisier foi o de:

- a) Bohr.
- b) Dalton.
- c) Thomson.
- d) Rutherford.
- e) Rutherford-Bohr.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

• **Exercício 4.** (ESPM-SP) O átomo de Rutherford (1911) foi comparado ao sistema planetário (o núcleo atômico representa o sol e a eletrosfera, os planetas): Eletrosfera é a região do átomo que:

- a) contém as partículas de carga elétrica negativa.
- b) contém as partículas de carga elétrica positiva.
- c) contém nêutrons.
- d) concentra praticamente toda a massa do átomo.
- e) contém prótons e nêutrons.

Curso de Teoria Atômica e Propriedades Periódicas de Química para Engenharia de Materiais

Unidade 2 – Primeiros Modelos Atômicos.

Exercício 5. (Vunesp-adaptada) Em 1913, Niels Bohr (1885-1962) propôs um modelo que fornecia uma explicação para a origem dos espectros atômicos. Nesse modelo, Bohr introduziu uma série de postulados, dentre os quais, a energia do elétron só pode assumir certos valores discretos, ocupando níveis de energia permitidos ao redor do núcleo atômico. Considerando o modelo de Bohr, os diferentes espectros atômicos podem ser explicados em função:

- a) do recebimento de elétrons por diferentes elementos.
- b) da perda de elétrons por diferentes elementos.
- c) das diferentes transições eletrônicas, que variam de elemento para elemento.
- d) da promoção de diferentes elétrons para níveis mais energéticos.
- e) da instabilidade nuclear de diferentes elementos.

Bibliografia.

- **Básica:**

1. RUSSEL, J. B. **Química Geral**. Vol. 1 e 2, 2ª ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994.

- **Complementar:**

1. ATKINS, P.W. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

1. BROWN, L. T.; LEMAY JR., H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: A ciência central**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.