

Prof. Marcus Ennes
Prof. Felipe Garcia

Química geral

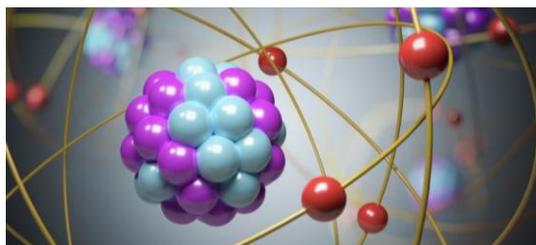
UNIDADE 05: Atomística – Modelos atômicos

A matéria é constituída por átomos, que desde a antiguidade vem sendo estudados, com o intuito de entender mais a fundo sua estrutura.

Porém nem sempre foi assim. As ideias iniciais acerca da natureza da matéria envolviam termos como “os 4 elementos”, e “flogisto”, que foram sendo descartadas ao longo do tempo.

A primeira ideia de como seria um átomo foi elaborada por dois pensadores, Demócrito (500 a.C.) e Leucipo (460 a.C.). Segundo eles, caso cortássemos uma amostra de matéria pela metade repetidas vezes, deveria haver um limite para o tamanho das partículas, pois em algum momento elas se tornariam tão pequenas que seria impossível dividi-las. Essa partícula indivisível foi chamada de átomo, que em grego significa “aquilo que não se pode dividir”.

Desde então, com o passar de muitos anos, mas principalmente no início do século XIX, muitas outras ideias novas foram surgindo e se somando. Diversos cientistas conhecidos mundialmente, como John Dalton, J. J. Thomson, Rutherford, Bohr, Sommerfeld, Shcrödinger, Heisenberg e Planck, dentre muitos outros, deram suas contribuições para a construção do conhecimento que temos hoje.



Evolução dos modelos atômicos

Os modelos atômicos são teorias elaboradas com base em experimentos realizados por cientistas para explicar a estrutura dos átomos. Vale frisar que tratam-se de modelos.

Os modelos foram elaborados para explicar os fenômenos que ocorrem com base nos átomos, visando tornar mais didática e palpável qualquer conceito que precise envolver a utilização da ideia de átomos para ser aplicado.

Cientistas, pesquisadores e filósofos elaboraram e evoluíram as teorias ao longo do tempo até que chegássemos ao modelo atual, que é o da mecânica quântica.

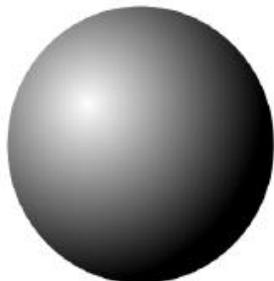
Modelo atômico de Dalton

Em 1808, John Dalton propôs uma teoria atômica com base em experimentos fundamentados nas Leis Ponderais. Em sua teoria Dalton elaborou os seguintes postulados:

- 1) Os átomos são esféricos, maciços, indestrutíveis e indivisíveis;
- 2) A combinação de átomos de elementos químicos diferentes forma diferentes substâncias químicas;
- 3) Em uma transformação química, os átomos não são criados nem destruídos, são rearranjados formando novas substâncias;

4) Átomos de diferentes elementos apresentam massa, forma e tamanho diferentes.

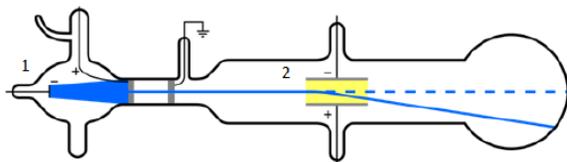
O modelo proposto por Dalton ficou conhecido como “bola de bilhar”. Observe a representação deste modelo:



Modelo atômico de Thomson

Em 1874, o físico Joseph John Thomson, realizou um experimento a fim de entender a natureza elétrica do átomo.

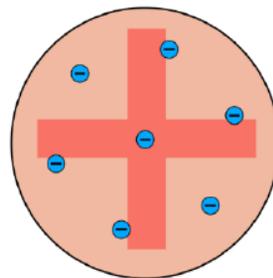
Em seu experimento, Thomson estudava sobre feixes de raios catódicos e percebeu que tais raios podiam ser interpretados como partículas com carga elétrica negativa. Consequentemente, foi possível concluir que essas partículas eram constituintes de toda matéria. Tratava-se dos elétrons. Observe a imagem abaixo:



No experimento, temos um tubo fechado com um gás submetido à baixa pressão. Uma D.D.P. da ordem de 104 volts é aplicada no polo negativo (cátodo) e, como podemos ver no ponto 1, um feixe luminoso será emitido.

No ponto 2, o feixe é submetido à ação de um campo elétrico, sofrendo um desvio em direção ao polo positivo, o que indica que essas partículas, contidas no átomo, possuíam carga negativa, reforçando a hipótese de Thomson acerca de existência dos elétrons.

De acordo com Thomson, os elétrons estariam incrustados em um fluido positivo. Assim, ele elaborou um modelo atômico que ficou conhecido como “pudim de passas”. Observe sua representação:

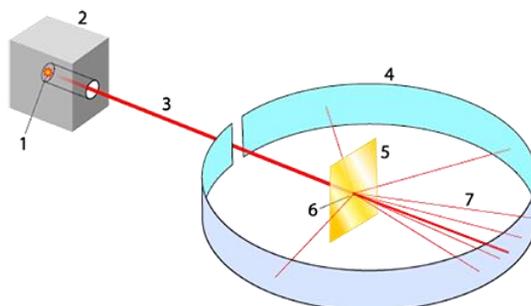


Modelo atômico de Rutherford

Ernest Rutherford era um pesquisador ligado à equipe de pesquisadores de Thomson. Durante esse período, ele realizou um dos experimentos mais importantes em relação ao conhecimento sobre os átomos.

Em 1911, ele decidiu bombardear uma fina lâmina de ouro com partículas alfa (composta por 2 prótons e 2 nêutrons) oriundas de uma amostra de polônio. A área do experimento foi cercada por um anteparo recoberto por sulfeto de zinco (ZnS), assim qualquer partícula que causasse um impacto seria percebida ao cintilar no anteparo. Ao contrário do que se imaginava na época, a maior parte das partículas atravessou a lâmina como se ela não estivesse ali. Poucas eram as que passavam com desvios e menor ainda era o número das que ricocheteavam. Este resultado levou Rutherford a propor que a matéria era constituída principalmente por espaços vazios. Esse espaço vazio, então, foi denominado eletrosfera. Como as partículas alfas eram positivas, concluiu-se que os ricochetes e os desvios ocorriam como resultado da interação dessas partículas com o núcleo.

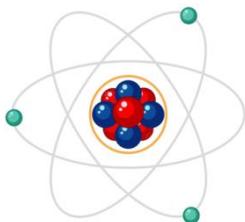
Devido ao pequeno número de partículas que interagiram com o núcleo, pôde-se concluir que a massa do átomo era concentrada em uma região positiva, que passou a ser chamada de núcleo. Veja de maneira simplificada o experimento de Rutherford:



O número 1 é a fonte de partículas alfa, uma amostra de polônio. O número 2 é a caixa, feita de chumbo. As partículas alfa são o número 3. O anteparo de sulfeto de zinco (ZnS) é o número 4. A fina película de ouro, número 5. O ponto no qual as partículas atingem a película de ouro é o número 6. O número 7 representa a trajetória das partículas alfa, após atingirem a película. A partir deste experimento Rutherford chegou às seguintes conclusões:

- 1) O núcleo é uma região pequena e densa; apresenta praticamente toda a massa do átomo.
- 2) A Eletrosfera é uma região grande e externa ao núcleo; representa praticamente todo o volume do átomo.
- 3) Os elétrons são partículas com carga negativa que orbitam o núcleo na eletrosfera.

Sendo o átomo formado por duas regiões e descontínuo, Rutherford concluiu que a matéria também era descontínua. O modelo de Rutherford ficou conhecido como modelo planetário, por sua similaridade com o sistema solar. Observe sua representação:



O núcleo encontra-se fora de proporção para que sejam visíveis as partículas constituintes.

Obs.: Embora os nêutrons estejam presentes na representação, eles não foram descobertos por Rutherford, mas sim por James Chadwick, em 1932.

O modelo atômico de Rutherford tinha, porém, um problema. Teoricamente, os prótons contidos no núcleo atrairiam os elétrons presentes na eletrosfera. Mesmo orbitando em alta velocidade ao redor do núcleo, com o tempo, os elétrons perderiam energia cinética e se chocariam com o núcleo atômico, de acordo com as leis fundamentais do eletromagnetismo.

Esse problema será resolvido com a quantização da energia, proposta no modelo seguinte com os postulados de Niels Bohr.

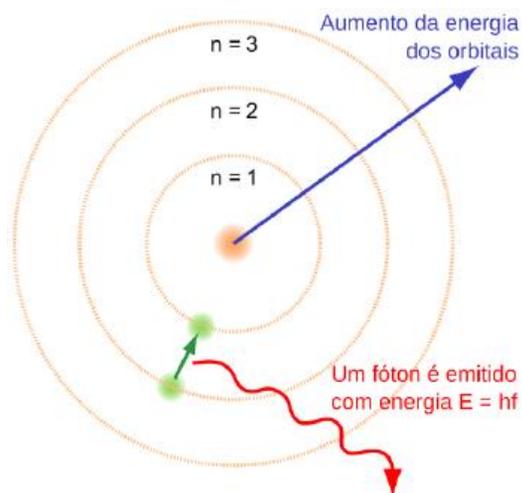
Modelo atômico de Bohr

Em 1913, Niels Bohr, que era assistente de Rutherford, elaborou seu próprio modelo atômico com base em experimentos e, principalmente, no modelo e resultados das pesquisas da época, em principal a teoria de Max Planck e o modelo atômico de Rutherford.

Bohr percebeu que a órbita na qual os elétrons se localizam tinha uma relação com a energia armazenada por esses elétrons. Dessa forma, ele pode concluir que:

- 1) Os elétrons giram em torno do núcleo em órbitas circulares com energias bem definidas; mais tarde essas órbitas foram chamadas de "camadas eletrônicas".
- 2) O elétron ao absorver energia suficiente do exterior "salta" para uma camada mais externa, que comporte essa energia. O elétron nesse estado é chamado de elétron ativado ou excitado.
- 3) A energia necessária para saltar de uma camada a outra foi denominada "quantum" e é equivalente a diferença energética entre as camadas. O elétron tende a liberar essa energia na forma de radiação ou luz (fóton) ao retornar para sua camada de origem.

A partir de suas conclusões, Bohr propôs o modelo atômico representado a seguir:



Observa-se no modelo proposto por Bohr, que os elétrons estão localizados em camadas e subcamadas, divididas em níveis de energia.

NOTAS:



ATIVIDADES PROPOSTAS

1) Considere os seguintes fenômenos de interesse científico:

- I. Eletrização de uma régua por atrito.
- II. Fusão de uma barra de gelo exposta ao Sol.
- III. Conservação da massa em uma reação química.
- IV. Condução de eletricidade em um circuito simples.
- V. Emissão de luz colorida no estouro de fogos de artifício.

O modelo atômico de Dalton, proposto no início do século XIX, pode ser utilizado para explicar os fenômenos descritos em

- a) I e IV.
- b) II e III.
- c) II e V.
- d) III e IV.

2) Figurinhas que brilham no escuro apresentam em sua constituição a substância sulfeto de zinco. A mesma substância está presente nos interruptores de luz que brilham à noite e em fogos de artifício. O brilho é um fenômeno observado quando se adicionam aos materiais sais de diferentes metais que têm a propriedade de emitir um brilho amarelo esverdeado depois de expostos à luz.

O modelo atômico que explica tais fenômenos foi proposto por

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

3) Em 1808, Dalton publicou o seu famoso livro o intitulado **Um novo sistema de filosofia química** (do original *A New System of Chemical Philosophy*), no qual continha os cinco postulados que serviam como alicerce da primeira teoria atômica da matéria fundamentada no método científico. Esses postulados são numerados a seguir:

1. A matéria é constituída de átomos indivisíveis.
2. Todos os átomos de um dado elemento químico são idênticos em massa e em todas as outras propriedades.
3. Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas.
4. Os átomos são indestrutíveis e nas reações químicas mantêm suas identidades.
5. Átomos de elementos combinam com átomos de outros elementos em proporções de números inteiros pequenos para formar compostos.

Após o modelo de Dalton, outros modelos baseados em outros dados experimentais evidenciaram, entre outras coisas, a natureza elétrica da matéria, a composição e organização do átomo e a quantização da energia no modelo atômico.

OXTOBY, D.W.; GILLIS, H. P.; BUTLER, L. J.
Principles of Modern Chemistry. Boston:
Cengage Learning, 2012 (adaptado).

Com base no modelo atual que descreve o átomo, qual dos postulados de Dalton ainda é considerado correto?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

No interior do tubo da lâmpada fluorescente existem átomos de argônio e átomos de mercúrio. Quando a lâmpada está em funcionamento, os átomos de Ar ionizados chocam-se com os átomos de Hg. A cada choque, o átomo de Hg recebe determinada quantidade de energia que faz com que seus elétrons passem de um nível de energia para outro, afastando-se do núcleo. Ao retornar ao seu nível de origem, os elétrons do átomo de Hg emitem grande quantidade de energia na forma de radiação ultravioleta. Esses raios não são visíveis, porém eles excitam os elétrons do átomo de P presente na lateral do tubo, que

absorvem energia e emitem luz visível para o ambiente.

4) Sobre a evolução do modelo atômico, afirma-se:

- I. De acordo com os postulados de Bohr, os elétrons emitem energia quando saltam de um estado energético para outro mais interno.
- II. Após a descoberta da radioatividade, Rutherford propôs que o átomo é maciço, esférico, descontínuo e formado por um fluido com carga positiva, no qual estão dispersos os elétrons.
- III. Thomson realizou experimentos com tubos catódicos que permitiram concluir que o átomo é formado por duas regiões distintas: o núcleo e a eletrosfera.
- IV. Segundo Dalton, a matéria constitui-se de pequenas partículas esféricas, maciças e indivisíveis denominadas átomos.

São corretas apenas as proposições

- a) I e II.
- b) I e IV.
- c) II e III.
- d) III e IV.

5) O modelo atômico capaz de explicar o funcionamento da lâmpada fluorescente é

- a) Modelo de Dalton.
- b) Modelo de Thomson.
- c) Modelo de Rutherford.
- d) Modelo de Böhr.

6) "O processo de emissão de luz dos vagalumes é denominado bioluminescência, que nada mais é do que uma emissão de luz visível por organismos vivos. Assim como na luminescência, a bioluminescência é resultado de um processo de excitação eletrônica, cuja fonte de excitação provém de uma reação química que ocorre no organismo vivo". A partir da informação do texto, pode-se concluir que o modelo atômico que representa a luz visível dos vagalumes é o

- a) Rutherford.
- b) Bohr.

- c) Thomson.
- d) Heiserberg.

7) Considere as seguintes afirmações, referentes à evolução dos modelos atômicos:

- I. No modelo de Dalton, o átomo é dividido em prótons e elétrons.
- II. No modelo de Rutherford, os átomos são constituídos por um núcleo muito pequeno e denso e carregado positivamente. Ao redor do núcleo estão distribuídos os elétrons, como planetas em torno do Sol.
- III. O físico inglês Thomson afirma, em seu modelo atômico, que um elétron, ao passar de uma órbita para outra, absorve ou emite um quantum (fóton) de energia.

Das afirmações feitas, está(ão) correta(s)

- a) apenas III.
- b) apenas I e II.
- c) apenas II e III.
- d) apenas II.
- e) todas.

8) Considere as seguintes afirmações a respeito do experimento de Rutherford e do modelo atômico de Rutherford-Bohr.

- I. A maior parte do volume do átomo é constituída pelo núcleo denso e positivo.
- II. Os elétrons movimentam-se em órbitas estacionárias ao redor do núcleo.
- III. O elétron, ao pular de uma órbita mais externa para uma mais interna, emite uma quantidade de energia bem definida.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

9) Para termos ideia sobre as dimensões atômicas em escala macroscópica podemos considerar que se o prédio central da Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis, fosse o núcleo do átomo de hidrogênio, a sua eletrosfera pode estar a aproximadamente

1000 km. Dessa forma, o modelo atômico para matéria é uma imensidão de vácuo com altas forças de interação.

Considerando-se a comparação apresentada no enunciado, a presença de eletrosfera é coerente com os modelos atômicos de

- a) Dalton e Bohr.
- b) Bohr e Sommerfeld.
- c) Thompson e Dalton.
- d) Rutherford e Thompson.

10) Trata-se de um modelo no qual os átomos de um mesmo elemento químico possuem propriedades iguais. A união desses átomos na formação de compostos ocorre em proporções numéricas fixas e a reação química dos mesmos envolve apenas combinação, separação e rearranjo. Essa descrição refere-se ao modelo atômico de

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

11) A descoberta do elétron e sua interação com campos elétricos e magnéticos, através dos experimentos com a ampola de Crookes, possibilitou a idealização do modelo atômico de

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

12) A primeira teoria atômica descrita por Epicuro (341 a.C. – 271 a.C.) na carta a Heródoto e resgatada por Titus Lucretius Carus (94 a.C. – 50 a.C.) na obra De Rerum Natura (sec. I a.C.) afirma que “alguns corpos são compostos, enquanto outros são elementos de que se compõem os corpos compostos”. Esses elementos são os átomos, indivisíveis e imutáveis. Alguns séculos depois esse postulado foi admitido por

- a) Robert Boyle.
- b) John Dalton.
- c) Antoine Lavoisier.
- d) Niels Bohr.

13) Modelos científicos são uma parte importante da ciência. Muitas vezes eles têm como função explicar fenômenos do nosso cotidiano. Um dos exemplos de grande relevância para a Química foram as elaborações dos modelos atômicos. Esses modelos foram formulados por meio de muito estudo e experimentação, e cada um, à sua maneira, ajudou a compreender muitos aspectos da matéria. Nesse contexto, é correto afirmar que o primeiro modelo atômico utilizado para explicar a relação entre a matéria e a eletricidade foi:

- o Modelo de John Dalton, apelidado de Bola de Bilhar.
- o Modelo atômico de Ernest Rutherford, conhecido como Planetário.
- o Modelo atômico de Joseph Thomson, chamado de Pudim de Passas.
- o Modelo atômico de Arnold Sommerfeld e suas órbitas elípticas.
- o Modelo atômico de Bohr e sua natureza quântica.

14) Analogias são muito usuais como estratégias para abordar conhecimentos científicos, pois possuem o potencial de apresentar ideias mais complexas (domínio-alvo) a partir de ideias mais simples (domínio análogo). Contudo, algumas vezes, existe o uso abusivo, como na tirinha a seguir:



Mesmo com o uso abusivo das analogias, podemos reconhecer, na ordem em que

aparecem, os modelos atômicos propostos por

- Dalton, Thomson, Bohr.
- Modelo Quântico, Dalton e Rutherford.
- Rutherford, Bohr e Thomson.
- Rutherford, Thomson e Dalton.
- Dalton, Modelo Quântico e Bohr.

15) Em épocas distintas, os cientistas Dalton, Rutherford e Bohr propuseram, cada um, seus modelos atômicos. Algumas características desses modelos são apresentadas na tabela a seguir:

Modelo	Característica(s) do Modelo
I	Átomo contém espaços vazios. No centro do átomo existe um núcleo muito pequeno e denso. O núcleo do átomo tem carga positiva. Para equilíbrio de cargas, existem elétrons ao redor do núcleo.
II	Átomos maciços e indivisíveis.
III	Elétrons movimentam-se em órbitas circulares em torno do núcleo atômico central. A energiado elétron é a soma de sua energia cinética (movimento) e potencial (posição). Essa energia não pode ter um valor qualquer, mas apenas valores que sejam múltiplos de um quantum (ou de um fóton). Os elétrons percorrem apenas órbitas permitidas.

A alternativa que apresenta a correta correlação entre o cientista proponente e o modelo atômico por ele proposto é

- Rutherford - Modelo II; Bohr - Modelo I e Dalton - Modelo III.
- Rutherford - Modelo III; Bohr - Modelo II e Dalton - Modelo I.
- Rutherford - Modelo I; Bohr - Modelo II e Dalton - Modelo III.
- Rutherford - Modelo I; Bohr - Modelo III e Dalton - Modelo II.
- Rutherford - Modelo III; Bohr - Modelo I e Dalton - Modelo II.

16) Há muito tempo, cientistas do mundo todo procuram por modelos cada vez melhores para

explicar o mundo atômico. Sobre os principais modelos atômicos é CORRETO afirmar que:

- a) O modelo atômico de Dalton descreve o átomo como tendo um núcleo extremamente pequeno e denso e elétrons que circulam em órbitas elípticas ao redor desse núcleo.
- b) O modelo atômico no qual o átomo é esférico com elétrons incrustados foi proposto por Rutherford-Bohr.
- c) O modelo em que o átomo seria uma esfera maciça indivisível foi proposto por Dalton.
- d) Rutherford-Bohr propuseram um modelo atômico em que o átomo consiste em uma partícula muito pequena e indivisível.
- e) Thompson propôs o átomo com um núcleo muito denso e pequeno, e seus elétrons alocados em órbitas circulares muito bem definidas ao redor do núcleo central.

17) Gaarder discute a questão da existência de uma “substância básica”, a partir da qual tudo é feito. Considerando o átomo como “substância básica”, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

() De acordo com o modelo atômico de Rutherford, o átomo é constituído por duas regiões distintas: o núcleo e a eletrosfera.

() Thomson propôs um modelo que descrevia o átomo como uma esfera carregada positivamente, na qual estariam incrustados os elétrons, com carga negativa.

() No experimento orientado por Rutherford, o desvio das partículas alfa era resultado da sua aproximação com cargas negativas presentes no núcleo do átomo.

() Ao considerar a carga das partículas básicas (prótons, elétrons e nêutrons), em um átomo neutro, o número de prótons deve ser superior ao de elétrons.

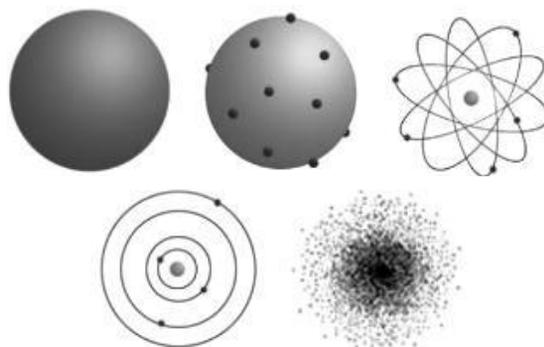
() Os átomos de um mesmo elemento químico devem apresentar o mesmo número atômico.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- a) V – V – F – F – V.
- b) V – F – V – F – V.
- c) V – F – F – V – F.
- d) F – V – V – V – F.
- e) F – F – F – V – V.

18) O modelo atômico de Dalton, concebendo o átomo como uma bolinha maciça e indivisível, fez a Química progredir muito no século XIX. Mas o conhecimento sobre estrutura atômica evoluiu à medida que determinados fatos experimentais eram observados, gerando a necessidade de proposição de modelos atômicos com características que os explicassem. Assim, a cada grande descoberta, os cientistas foram elaborando novas teorias e novos modelos de átomos para ilustrar essas teorias.

Tendo como referência a evolução dos modelos atômicos, julgue as afirmativas.



() O sal de cozinha, NaCl, emite luz de coloração amarela quando colocado numa chama, porque os elétrons do cátion Na^+ , ao receberem energia da chama, saltam de uma camada mais externa para uma mais interna, emitindo luz amarela.

() No modelo proposto por Thomson, a quantidade de elétrons deveria ser suficiente para anular a carga positiva da esfera.

() Uma partícula constituída por 16 prótons, 32 nêutrons e 18 elétrons é um ânion bivalente.

() No modelo atômico atual, os elétrons têm, simultaneamente, caráter corpuscular e de onda.

A alternativa que julga de forma correta as afirmativas é:

- a) F – V – F – F
- b) V – F – F – V
- c) F – V – V – V
- d) F – V – V – F
- e) V – F – V – V

19) NÃO LUGAR

Estou me olhando do futuro
que não existe
e considero o passado
que me trespassou:

Há uma névoa
em torno desse núcleo
que fui eu.

— Quem fui eu, ao ser?

— Quem serei, não sendo?

Tenho que estudar melhor
o caso das partículas de elétron
que estão sem ser
e são sem estar.

Que o núcleo existe
é certo.

Mas mal o posso tocar.

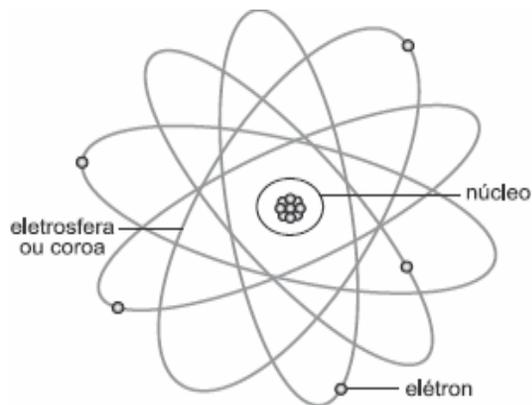
não chega a ser bem uma casa
mas nele é que me coube habitar.

(Sísifo desce a montanha)

A última estrofe do poema trata da existência do núcleo atômico, conceito que foi introduzido por:

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

20) Há cerca de dois mil e quinhentos anos, o filósofo grego Demócrito disse que se dividirmos a matéria em pedacinhos, cada vez menores, chegaremos a grãosinhos indivisíveis, que são os átomos (a = não e tomo = parte). Em 1897, o físico inglês Joseph Thompson (1856-1940) descobriu que os átomos eram divisíveis: lá dentro havia o elétron, partícula com carga elétrica negativa. Em 1911, o neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) mostrou que os átomos tinham uma região central compacta chamada núcleo e que lá dentro encontravam-se os prótons, partículas com carga positiva. Atente à figura a seguir, que representa o núcleo e a eletrosfera do átomo.



Com relação à figura acima, é correto afirmar que:

- a) o núcleo é muito pequeno, por isso, tem pouca massa se comparado à massa do átomo.
- b) mais de toda a massa do átomo está na eletrosfera. 90%
- c) considerando as reais grandezas do núcleo e da eletrosfera do átomo, se comparadas às suas representações na figura, o tamanho da eletrosfera está desproporcional ao tamanho do núcleo.
- d) a massa do núcleo é bem menor do que a massa da eletrosfera.



GABARITOS

1) B

2) D

3) E

4) B

5) D

6) B

7) D

8) D

9) B

10) B

11) B

12) B

13) C

14) D

15) D

16) C

17) A

18) C

19) B

20) C