

FRENTE: QUÍMICA I

PROFESSOR(A): SÉRGIO MATOS

ASSUNTO: ESTRUTURA ATÔMICA

EAD – ITA

AULAS 01 E 02



Resumo Teórico

Introdução

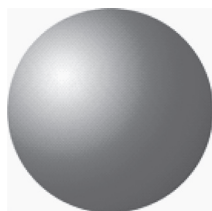
Diz a lenda que foi observando os grãos de areia na praia que os gregos Demócrito e Leucipo, cerca de 450 anos antes de Cristo, tiveram a primeira concepção atomística. Achavam eles que toda a matéria era formada por diminutas partículas, as quais chamaram de átomos, que em grego significa “indivisíveis”.

Hoje nós sabemos que toda a matéria é formada por átomos, partículas extremamente pequenas, mas não indivisíveis. Sabemos que o átomo contém prótons, nêutrons e elétrons. E sabemos também que os prótons e os nêutrons são formados por partículas ainda menores, que são chamadas de *quarks*. E mais ainda: no interior do átomo, o que mais existe é espaço vazio. A eletrosfera é cerca de 10.000 a 100.000 vezes maior que o núcleo do átomo!

O átomo de Dalton

Por volta de 1808, o inglês John Dalton, utilizando combinações químicas, formulou a seguinte teoria:

- Toda a matéria é formada de átomos, esferas extremamente pequenas, maciças, homogêneas, indivisíveis e indestrutíveis.
- Os átomos do mesmo elemento químico são idênticos em massa.
- Em uma reação química, os átomos das substâncias reagentes se reorganizam para formar os produtos.



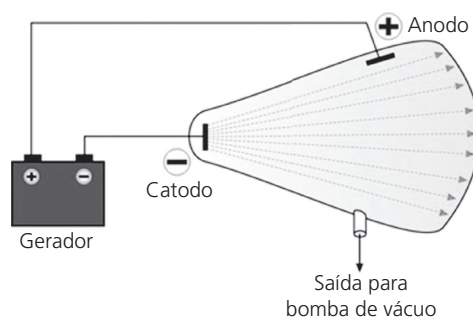
Modelo “bola de bilhar”, de Dalton.

O modelo de Dalton não explicava os fenômenos da eletricidade e da radioatividade, bem como a existência dos isótopos, tendo por isso se tornado obsoleto.

Os raios catódicos

Em meados do século XIX, Sir William Crookes criou um tubo de vidro que ficou conhecido como ampola de Crookes, o qual continha um gás rarefeito (gás à baixa pressão) que era submetido a uma descarga elétrica (como no tubo de imagem de uma TV).

Vários experimentos foram realizados, observando-se a formação de uma mancha luminosa em frente ao catodo (polo negativo). Constatou-se que havia um feixe de partículas que partia do catodo, ao qual se chamou de **raios catódicos**.



A experiência dos raios catódicos (ampola de Crookes).

Foram descobertas as seguintes propriedades para os raios catódicos:

- 1ª) Os raios catódicos possuíam massa.
- 2ª) Os raios catódicos possuíam carga elétrica **negativa**.
- 3ª) Os raios catódicos se propagavam em linha reta.

Posteriormente os raios catódicos foram chamados de **elétrons**. A descoberta dessas partículas é atribuída a J. J. Thomson, físico inglês que conseguiu medir a relação entre sua carga e sua massa (e/m) pela análise do movimento do elétron quando submetido a um campo elétrico ou magnético. Para o elétron em um campo magnético, temos:

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{BR}$$

Sendo:

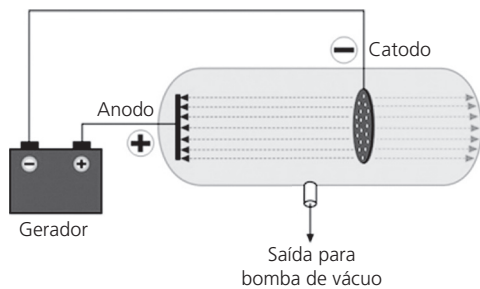
v = velocidade atingida pelo elétron em um campo elétrico-magnético de indução;

B = módulo do vetor indução magnética;

R = raio da trajetória circular descrita pelo elétron no campo magnético.

Os raios anódicos

Em 1886, Eugen Goldstein, utilizando um catodo perfurado em uma ampola semelhante à de Crookes, observou que havia a formação de um feixe luminoso que aparecia atrás do catodo, originado no anodo. Goldstein chamou esse feixe de **raios anódicos** ou **raios canais**.



A experiência dos raios canais (ampola de Goldstein).

Goldstein verificou as seguintes propriedades dos raios anódicos:

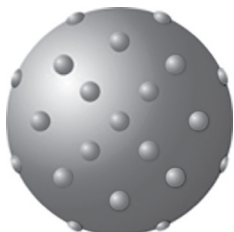
- 1ª) Os raios anódicos possuíam massa.
- 2ª) Os raios anódicos possuíam carga elétrica **positiva**.
- 3ª) Os raios anódicos se propagavam em linha reta.

Verificou-se ainda que, se o gás contido na ampola fosse o hidrogênio, os raios apresentavam a menor massa possível. Nesse caso, os raios canais eram constituídos essencialmente da menor partícula de carga positiva, a qual recebeu posteriormente o nome de **próton**.

O átomo de Thomson

Baseando-se nos experimentos com a ampola de Crookes, J.J. Thomson, em 1898, sugeriu a seguinte teoria:

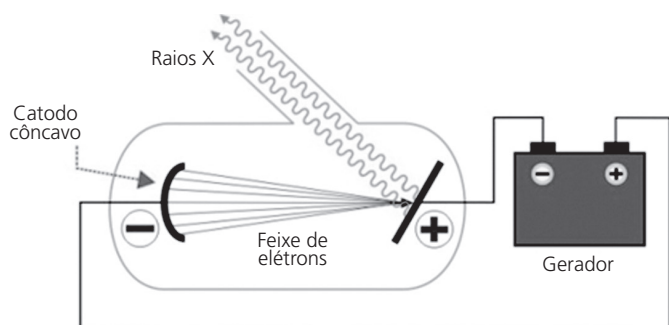
- O átomo era formado por uma massa esférica, que possuía carga elétrica positiva.
- Essa massa possuía cargas elétricas negativas incrustadas (os elétrons), semelhantemente às passas em um pudim.
- A carga total do átomo era nula, de modo a haver a neutralidade da matéria.



Modelo "pudim de passas", de Thomson.

Os raios X e a radioatividade

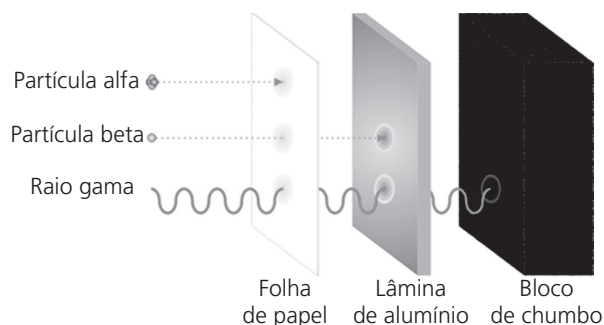
A descoberta dos raios X ocorreu por acaso, em 1895, quando Wilhelm Röntgen verificou a existência de raios invisíveis, desprovidos de massa e carga elétrica, com grande poder de penetração e que eram capazes de manchar chapas fotográficas.



Em 1896, o francês Henri Becquerel observou que algumas substâncias contendo urânio emitem espontaneamente raios capazes de atravessar a matéria. Muitas pesquisas foram realizadas até 1900, culminando com a descoberta de três tipos de radiação, designadas por α , β e γ .

- Partículas alfa (α): são formadas por dois prótons e dois nêutrons. Têm, portanto, carga elétrica positiva, são relativamente pesadas e são o tipo de radiação de menor poder penetrante (podem ser bloqueadas por uma folha de papel);
- Partículas beta (β): cada partícula corresponde a um elétron altamente energizado. São, portanto, relativamente leves e de carga elétrica negativa. Possuem maior poder penetrante que as partículas α , podendo ser barradas por uma folha de alumínio.
- Raios gama (γ): são radiações eletromagnéticas semelhantes à luz e aos raios X, só que mais energéticas. Possuem carga e massa nulas e possuem o maior poder penetrante, somente podendo ser bloqueadas por um bloco de chumbo bem espesso.

Partículas α	${}^4_2\alpha$ ou ${}^4_2\text{He}$
Partículas β	${}^0_{-1}\beta$ ou ${}^0_{-1}e$
Raios gama	${}^0_0\gamma$

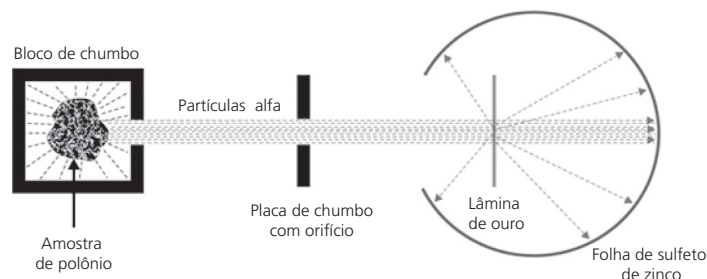


Testando o poder de penetração das radiações.

Muitas descobertas no campo da radioatividade são atribuídas ao casal Curie. Pierre Curie, francês, e Marie Sklodovska Curie, polonesa, conseguiram descobrir dois elementos radioativos: o polônio e o rádio.

O átomo de Rutherford

Em 1911, Ernest Rutherford, físico neozelandês, auxiliado por Geiger e Marsden, bombardeou uma fina lâmina de ouro com partículas α , que eram emitidas por uma amostra de polônio, como mostra a figura:



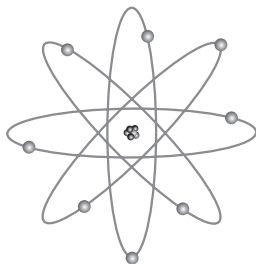
A experiência de Rutherford.

Rutherford fez as seguintes observações:

- 1 – A maioria das partículas atravessava a lâmina de ouro sem sofrer desvio.
- 2 – Algumas poucas partículas α eram desviadas de sua trajetória.
- 3 – Outras partículas α , em menor quantidade, eram rebatidas e retornavam.

Em 1911, Rutherford apresentou ao mundo o seu modelo atômico ("átomo nucleado"), concluindo que o átomo possui um grande espaço vazio, onde estão os elétrons (eletrosfera), e um núcleo, que possui carga elétrica positiva e onde se acha concentrada a massa do átomo.

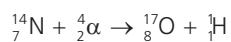
Muitos cientistas da época sentiram-se impelidos a acreditar que o átomo se assemelhava a um sistema solar, em que o núcleo se assemelharia ao Sol, e os elétrons, aos planetas. Essa ideia ficou conhecida como "modelo planetário" ou "modelo atômico clássico".



O átomo clássico era semelhante a um sistema solar.

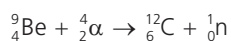
A descoberta dos prótons

Embora os raios anódicos, canais ou positivos fossem conhecidos desde 1886, a descoberta do próton é atribuída a Ernest Rutherford, em 1918, em um experimento que consistiu em bombardear o gás nitrogênio com partículas alfa altamente energizadas. Como resultado, alguns núcleos de hidrogênio foram detectados.



A descoberta dos nêutrons

Em 1932, o físico inglês James Chadwick, realizando experiências com partículas alfa, verificou que os núcleos continham, além dos prótons, outras partículas, de massa aproximadamente igual à do próton, mas eletricamente neutras, as quais chamou de **nêutrons**. O experimento de Chadwick consistiu em bombardear átomos de berílio-9 com partículas α :



Os nêutrons já haviam sido previstos por Ernest Rutherford, que imaginou que somente seria possível os prótons compartilharem o minúsculo volume do núcleo atômico se lá existissem partículas de carga neutra.

Conceitos fundamentais

Número atômico

Número atômico (Z) é o número de prótons de um átomo.

Exemplo: sódio (Na): Z = 11

Átomo neutro

É todo átomo que possui igual número de prótons e elétrons.

Exemplo: cálcio (Ca): Z = 20 \Rightarrow possui 20 prótons e 20 elétrons.

Íon

É um átomo eletricamente carregado. Um íon pode ter carga positiva ou negativa:

- **Cátion** — átomo que perdeu elétrons e que, portanto, possui carga positiva.

Exemplo: Na^+ = átomo de sódio que perdeu 1 elétron;

- **Ânion** — átomo que ganhou elétrons, e que, portanto, possui carga negativa.

Exemplo: O^{2-} = átomo de oxigênio que ganhou 2 elétrons.

Número de massa

Número de massa (A) é a soma dos números de prótons e nêutrons de um átomo.

$$A = Z + N$$

Exemplo: Um átomo de potássio (K) que possui 19 prótons (Z) e 20 nêutrons (N) tem número de massa 39.

Levando-se em conta o número atômico e o número de massa, o átomo pode ser representado da seguinte maneira:



Sendo:

X = símbolo do elemento

A = n° de massa

Z = n° atômico

q = carga (no caso dos íons)

Massa atômica de um átomo

É a massa do átomo medida em unidades de massa atômica (**u**) — grandeza que corresponde a 1/12 do átomo ${}^{12}_6\text{C}$. A massa atômica é dada por um valor muito próximo do número de massa, mas as duas grandezas são **diferentes**.

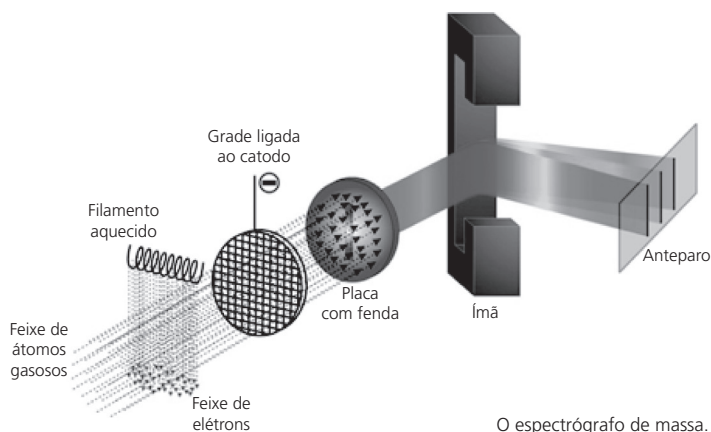
Exemplo: o átomo de ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ possui número de massa igual a 35, mas sua massa atômica é 34,969 u.

Isótopos

São átomos do mesmo elemento químico, portanto, possuem o mesmo número atômico (Z), mas possuem diferentes números de nêutrons.

Exemplo: os isótopos do hidrogênio são o prótio (${}^1_1\text{H}$), o deutério (${}^2_1\text{H}$) e o trítio (${}^3_1\text{H}$).

As massas dos isótopos são obtidas por meio de um espectrógrafo de massa, como mostra a figura:



Isóbaros

São átomos de elementos químicos diferentes que possuem o mesmo número de massa (A).

Exemplos: $^{14}_6\text{C}$ e $^{14}_7\text{N}$.

Isótonos

São átomos de elementos químicos diferentes que possuem o mesmo número de nêutrons (N).

Exemplos: $^{39}_{19}\text{K}$ e $^{40}_{20}\text{Ca}$ possuem $N = 20$.

Isodiáferos

São átomos que têm a mesma diferença entre o número de nêutrons e o número de prótons.

Exemplos: $^{15}_7\text{N}$: possui 7 prótons e 8 nêutrons $\Rightarrow N - Z = 1$

$^{17}_8\text{O}$: possui 8 prótons e 9 nêutrons $\Rightarrow N - Z = 1$

Isoeletrônicos

São espécies químicas (átomos ou grupos de átomos) que possuem o mesmo número de elétrons.

Exemplos: $^{8}\text{O}^{2-}$, $^{9}\text{F}^{-}$, $^{12}\text{Mg}^{2+}$, NH_3 e H_2O possuem 10 elétrons cada.



Exercícios

01. (ProfSM) Pesquisas sobre a constituição da matéria permitiram a compreensão de diversos fenômenos do mundo microscópico, os quais possuem relação direta com o mundo macroscópico. Descobertas como a dos raios-X, da radioatividade e do núcleo atômico, revolucionaram a Física e a Química, ramificando-se para outras áreas do conhecimento, como a Medicina. Assinale o cientista que é considerado o descobridor dos raios gama:
- William Crookes.
 - Eugen Goldstein.
 - Ernest Rutherford.
 - James Chadwick.
 - Paul Villard.

02. (ProfSM) O plutônio-241 ($^{241}_{94}\text{Pu}$) é um emissor beta com meia-vida de 14,35 anos. Ao sofrer decaimento, um átomo de plutônio-241 produz um nuclídeo metaestável X, que emite um fóton de raio gama para gerar o nuclídeo Y, um emissor alfa com meia-vida de 432,2 anos. Assinale a alternativa que indica corretamente o número atômico de X e sua relação com Y:
- 95 e isômeros.
 - 95 e isótopos.
 - 95 e isodiáferos.
 - 93 e isóbaros.
 - 93 e isodiáferos.
03. (ProfSM) Sobre as radiações α , β e γ emitidas por núcleos atômicos instáveis, assinale o que estiver incorreto:
- Todas são desviadas por campos gravitacionais.
 - O comportamento da radiação γ em um campo magnético é análogo ao do nêutron.
 - A radiação α apresenta o menor poder de penetração.
 - A radiação β é oriunda da conversão de um nêutron em um próton.
 - O comprimento de onda da radiação γ no vácuo varia com sua velocidade.
04. (ProfSM) Dalton, em sua Teoria Atômica, criou um modelo que serviu para explicar alguns fatos como a conservação da massa nas reações químicas (Lei de Lavoisier). Explique como isso foi possível.
05. (ProfSM) Qual o progresso significativo alcançado pelo modelo de Thomson, em relação ao de Dalton?
06. (ProfSM) Faça uma descrição do experimento de espalhamento de partículas α realizado por Rutherford e que culminou com a descoberta do núcleo atômico, em 1911. Em sua descrição, devem constar as observações e conclusões de Rutherford.
07. (ProfSM) No experimento de espalhamento das partículas α , o que mais impressionou Rutherford foi o fato de algumas dessas partículas não atravessarem a lâmina de ouro. Explique por que esse fato ocorreu e qual a razão do "espanto" de Rutherford.
08. (ProfSM) O átomo X^{2+} possui 50 nêutrons e é isoeletrônico do átomo Y^{-} , que possui 5 nêutrons a menos e número de massa 80. Encontre o número atômico e o número de massa de X.
09. (ProfSM) Três átomos, A, B e C, são tais que: A e B são isótopos, B e C são isóbaros, A e C são isótonos. A e B juntos possuem 55 núcleons. Sabe-se ainda que C possui 14 prótons e que B possui 15 nêutrons. Encontre seus números atômicos e de massa.
10. (ProfSM) Os átomos genéricos A, B e C possuem números atômicos pares e consecutivos, sendo B e C isóbaros. Se A possui 16 nêutrons e número de massa 32, e B possui 22 nêutrons, determine seus números atômicos e de massa.
11. (ProfSM) Três átomos A, B e C possuem números de massa consecutivos, sendo A e B isótopos e B e C isótonos. O átomo C possui 22 prótons e 25 nêutrons. Encontre os números atômicos e de massa de A, B e C.

- 12.** (ProfSM) Dados três átomos, A, B e C, notamos que A e B são isótopos, A e C são isótonos e B e C são isóbaros. Sabe-se ainda que a soma de seus números de prótons é 58, a soma de seus números de nêutrons é 61 e que o número de massa de A é 39. Encontre seus números de nêutrons.
- 13.** (ProfSM) Considere três átomos genéricos com números atômicos consecutivos, A, B e C:
- B e C são isóbaros;
 - A e C são isodiáferos;
 - O número de nêutrons de B é 23;
 - O número de massa de A é 38.
- Encontre seus números atômicos.
- 14.** (ProfSM) Considere as seguintes informações sobre os átomos A, B e C:
- Seus números atômicos são $3x + 4$, $4x - 1$ e $2x + 10$, respectivamente;
 - Os íons A^+ e C^{2+} são isoeletrônicos;
 - A e C são isótonos;
 - B e C são isóbaros;
 - A soma dos números de nêutrons de A, B e C é 61.
- Encontre os números atômicos e de massa dos três átomos.
- 15.** (ProfSM) Considere as seguintes informações sobre os átomos A, B e C:
- Seus números de massa são x , $x + 2$ e $x + 4$, respectivamente;
 - A e B são isodiáferos;
 - B e C são isótopos;
 - C possui 46 nêutrons;
 - A soma dos números de prótons de A, B e C é 104.
- Encontre os números atômicos e de massa dos três átomos.

Gabarito

01	02	03	04	05
E	A	E	–	–
06	07	08	09	10
–	–	–	–	–
11	12	13	14	15
–	–	–	–	–

– Demonstração.



Anotações