

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.



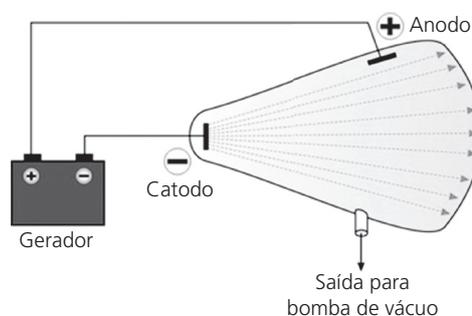
Modelo “bola de bilhar”, de Dalton.

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:

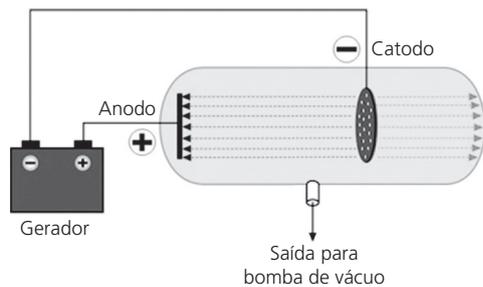
$v$  = velocidade atingida pelo elétron em um campo elétrico-magnético de indução;

$B$  = 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:

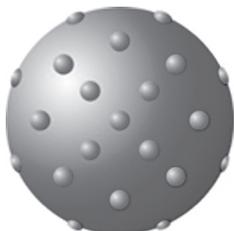
- 1ª) Os raios anódicos possuíam massa.
- 2ª) Os raios anódicos possuíam carga elétrica **positiva**.
- 3ª) Os raios anódicos se propagavam em linha reta.

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:

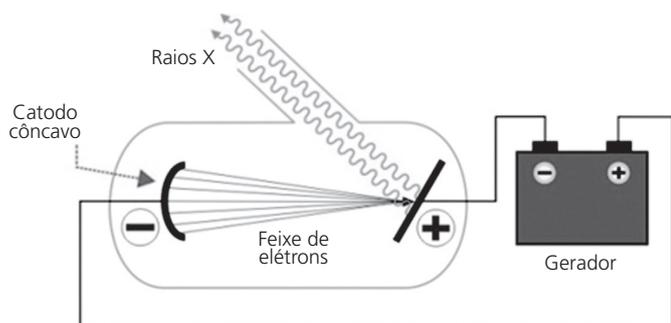
- O átomo era formado por uma massa esférica, que possuía carga elétrica positiva.
- Essa massa possuía cargas elétricas negativas incrustadas (os elétrons), semelhantemente às passas em um pudim.
- A carga total do átomo era nula, de modo a haver a neutralidade da matéria.



Modelo "pudim de passas", de Thomson.

## Os raios X e a radioatividade

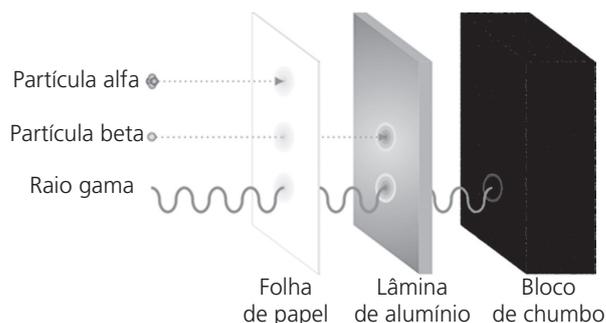
A descoberta dos raios X ocorreu por acaso, em 1895, quando Wilhelm Röntgen verificou a existência de raios invisíveis, desprovidos de massa e carga elétrica, com grande poder de penetração e que eram capazes de manchar chapas fotográficas.



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  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

- Partículas alfa ( $\alpha$ ): 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 ( $\beta$ ): cada partícula corresponde a um elétron altamente energizado. São, portanto, relativamente leves e de carga elétrica negativa. Possuem maior poder penetrante que as partículas  $\alpha$ , podendo ser barradas por uma folha de alumínio.
- Raios gama ( $\gamma$ ): 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 $\alpha$	${}^4_2\alpha$ ou ${}^4_2\text{He}$
Partículas $\beta$	${}^0_{-1}\beta$ ou ${}^0_{-1}e$
Raios gama	${}^0_0\gamma$

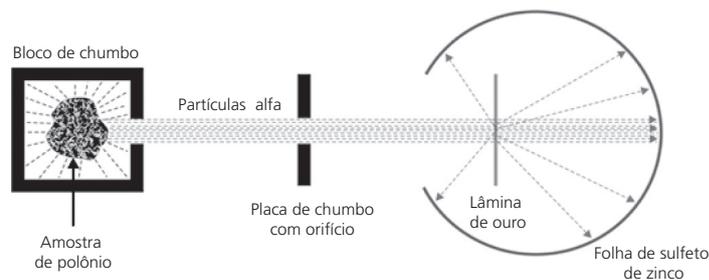


Testando o poder de penetração das radiações.

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  $\alpha$ , que eram emitidas por uma amostra de polônio, como mostra a figura:



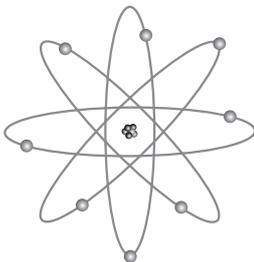
A experiência de Rutherford.

Rutherford fez as seguintes observações:

- 1 – A maioria das partículas atravessava a lâmina de ouro sem sofrer desvio.
- 2 – Algumas poucas partículas  $\alpha$  eram desviadas de sua trajetória.
- 3 – Outras partículas  $\alpha$ , 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.

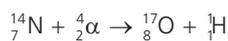
Muitos cientistas da época sentiram-se impelidos a acreditar que o átomo se assemelhava a um sistema solar, em que o núcleo se assemelharia ao Sol, e os elétrons, aos planetas. Essa ideia ficou conhecida como "modelo planetário" ou "modelo atômico clássico".



O átomo clássico era semelhante a um sistema solar.

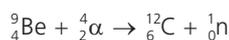
## A descoberta dos prótons

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  $\alpha$ :



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:**  $\text{Na}^+$  = átomo de sódio que perdeu 1 elétron;

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

**Exemplo:**  $\text{O}^{2-}$  = 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  ${}_{6}^{12}\text{C}$ . A massa atômica é dada por um valor muito próximo do número de massa, mas as duas grandezas são **diferentes**.

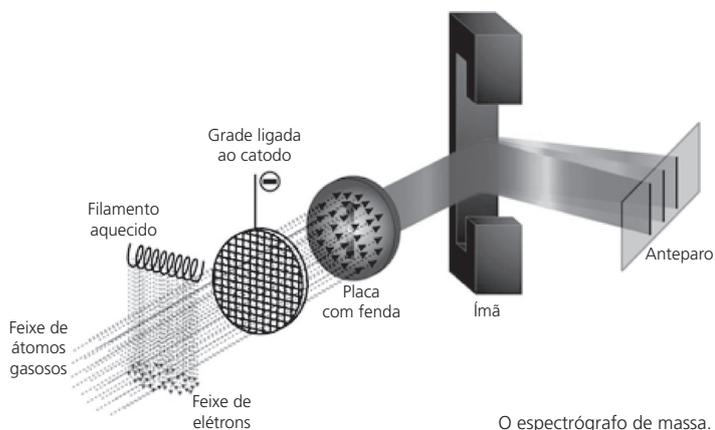
**Exemplo:** o átomo de  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  possui número de massa igual a 35, mas sua massa atômica é 34,969 u.

### 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 ( ${}_{1}^{2}\text{H}$ ) e o trítio ( ${}_{1}^{3}\text{H}$ ).

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:**  $^{8}\text{O}^{2-}$ ,  $^{9}\text{F}^{-}$ ,  $^{12}\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{O}$  possuem 10 elétrons cada.



## Exercícios

- (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.
- (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.
- (ProfSM) Sobre as radiações  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  emitidas por núcleos atômicos instáveis, assinale o que estiver incorreto:
  - Todas são desviadas por campos gravitacionais.
  - O comportamento da radiação  $\gamma$  em um campo magnético é análogo ao do nêutron.
  - A radiação  $\alpha$  apresenta o menor poder de penetração.
  - A radiação  $\beta$  é oriunda da conversão de um nêutron em um próton.
  - O comprimento de onda da radiação  $\gamma$  no vácuo varia com sua velocidade.
- (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.
- (ProfSM) Qual o progresso significativo alcançado pelo modelo de Thomson, em relação ao de Dalton?
- (ProfSM) Faça uma descrição do experimento de espalhamento de partículas  $\alpha$  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.
- (ProfSM) No experimento de espalhamento das partículas  $\alpha$ , 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.
- (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.
- (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.
- (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.
- (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