

Aula de Química

Fábio Lima

Sumário

- ① Radioatividade
- ② Histórico
- ③ Marie Curie
- ④ Radiação
- ⑤ Partículas
- ⑥ Radionuclídeos
- ⑦ Meia-vida
- ⑧ Reação Nuclear
- ⑨ Decaimento Radioativo
- ⑩ Séries Radioativas
- ⑪ Fissão Nuclear
- ⑫ Fusão Nuclear
- ⑬ Aplicação

Radioatividade



Radioatividade



DEFINIÇÃO

É a desintegração espontânea ou provocada da matéria com emissões de radiações como consequência de uma instabilidade nuclear

Histórico



Descoberta da Radioatividade

Röntgen: Percebeu uma luz fluorescente que vinha do tubo de raios catódicos. O fenômeno foi chamado de raio X.

Henri Becquerel (1896): mostrou que sais de Urânio sensibilizam placas fotográficas usando a deflexão por um campo magnético, ele descobriu 3 tipos de emissões radioativas: **neutra**, **positiva** e **negativa**.

Casal Curie: Isolar sais de rádio radioativo do mineral pechblenda (uraninita).

Marie Curie



Marie Curie

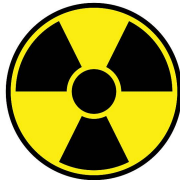


Marie Skłodowska Curie foi uma cientista polonesa com naturalização francesa que conduziu pesquisas pioneiras no ramo da radioatividade. Foi a primeira mulher a ser laureada com um Prémio Nobel e a primeira pessoa e única mulher a ganhar o prêmio duas vezes. Em 1903, Marie dividiu o Nobel de **Física** com o seu marido Pierre Curie e o físico Henri Becquerel. A cientista também foi laureada com o Nobel de **Química** em 1911. Marie Curie morreu aos 66 anos, em 1934, em um sanatório em Sancellemoz, na França, por conta de uma anemia causada pela exposição a radiação.

Radiação



A radiação é a propagação de energia sob várias formas. Dependendo da quantidade de energia, pode ser classificada em não ionizantes e ionizantes



Radiações não ionizantes

As radiações não ionizantes são caracterizadas por não possuírem energia suficiente para remover elétrons da eletrosfera do átomo, não ocasionando o processo de ionização da matéria. São classificadas de acordo com o comprimento de onda: ultravioleta, luz visível, infravermelho, micro-ondas e ondas de rádio. É importante ressaltar que quanto menor o comprimento de onda, maior é a energia da radiação

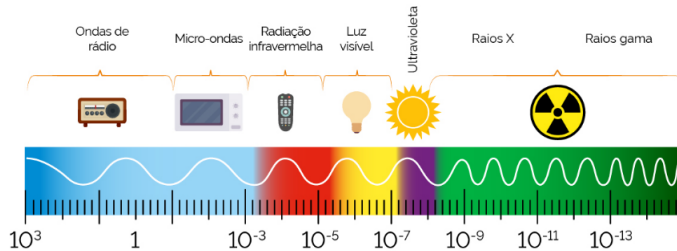


Figura 2: Espectro das ondas eletromagnéticas

Radiações ionizantes

As radiações ionizantes possuem energia suficiente para provocar a ionização da matéria, ou seja, são capazes de promover a saída de elétrons da eletrosfera dos átomos, podendo causar modificações na estrutura de moléculas e do DNA (Figura ref:ionizado). Estas radiações podem ser corpusculares (partículas alfa e beta) ou ondas eletro-magnéticas (radiação gama).

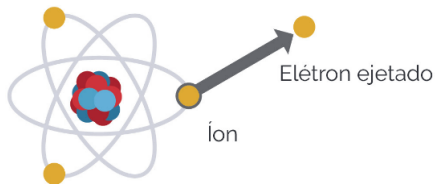


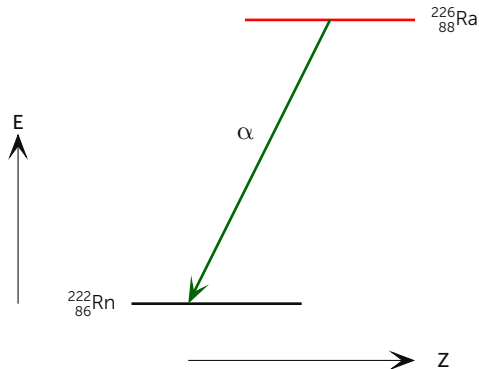
Figura 3: Processo de ionização.

Partículas



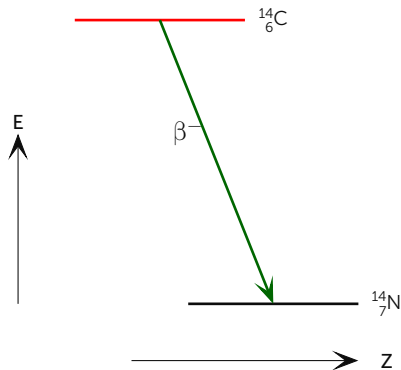
PARTÍCULA	SÍMBOLO
PRÓTON	${}_1^1\text{P}$
NÊUTRON	${}_0^1n$
PRÓTIO	${}_1^1P$
DEUTÉRIO	${}_1^2\text{H}$
TRÍTIO	${}_1^3\text{H}$
PRÓSITON	${}_{+1}^0\beta^+$

Radiação Alfa (α)



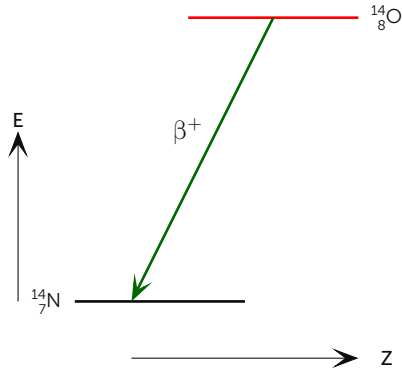
- A partícula alfa (α) é composta por dois prótons e dois nêutrons (núcleo de hélio), é emitida com alta energia e possui baixo poder de penetração e alto poder ionizante.
- São emissões típicas de átomos com alto peso atômico.
- Esse tipo de radiação tem grande importância na medicina para o tratamento de doenças, como o câncer.
- Exemplos de radionuclídeos emissores de alfa: rádio-223 (^{223}Ra), urânio-238 (^{238}U), plutônio-239 (^{239}Pu).

Beta (β^-)



- A radiação beta é subdividida em dois tipos, beta menos (β^-) e pósitron (β^+). As emissões do tipo β^- - possuem a mesma característica dos elétrons atômicos, com a diferença que sua origem se dá no núcleo que possui um número excessivo de nêutrons sendo, portanto, instável.
- Neste decaimento o nêutron se “transforma” em um elétron (ejetado) e um próton (este permanece no núcleo). Assim como a radiação alfa, elementos emissores de beta menos (β^-) podem ser usados no tratamento de doenças. Exemplos: lutécio-177 (^{177}Lu), ítrio-90 (^{90}Y).

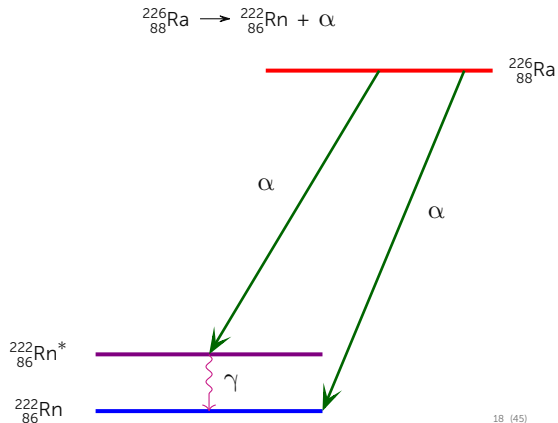
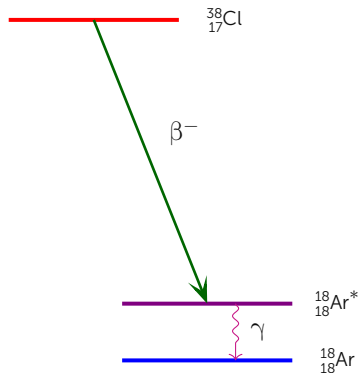
Pósitron (β^+)



- Outro tipo de emissão beta é o pósitron (β^+), que consiste na transformação de um próton em nêutron e pósitron (antielétron), uma vez que o núcleo se encontra instável devido ao número elevado de prótons.
- Após sua emissão do núcleo, os pósitrons são quase que instantaneamente aniquilados dando origem a dois fótons com mesma energia (511 keV) e direções opostas. Esse tipo de radiação é utilizado na medicina diagnóstica. Exemplo de radionuclídeos emissores de pósitrons: gálio-68 (^{68}Ga), flúor-18 (^{18}F).

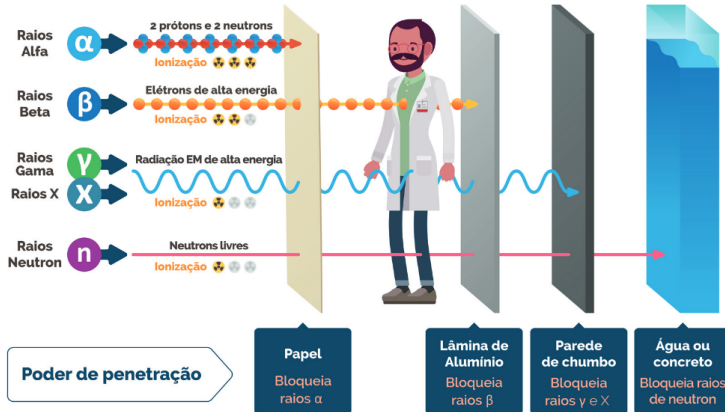
Radiação Gama

A radiação **gama** (γ) é conceituada como ondas eletromagnéticas emitidas do núcleo de um átomo. Apresenta energia superiores e alto poder de penetração, enquanto que os raios X são menos energéticos. Exemplo de radionuclídeos emissores de radiação gama: ^{99m}Tc , cobalto-60 (^{60}Co).



Poder de penetração da radiação

Com isso, os radionuclídeos emissores de alfa e beta podem ser utilizados na terapia de doenças e os emissores de gama, no diagnóstico.



Radionuclídeos



Radionuclídeos

Os radionuclídeos podem ser encontrados na natureza, como o $^{238}_{88}\text{U}$ e o ^{233}Ra , ou podem ser produzidos artificialmente, de forma direta, em reatores nucleares e ciclotrons, ou de forma indireta, por geradores. O radionuclídeo é um átomo considerado instável em função de seu núcleo possuir energia “em excesso”.

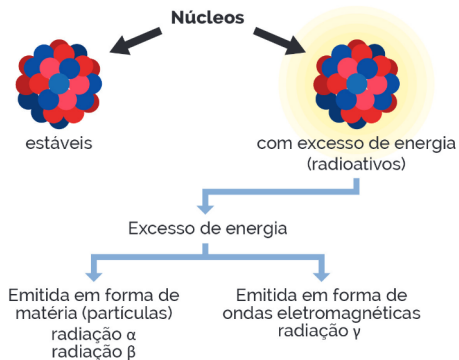


Figura 5: Processo de desintegração do radionuclídeo.

Meia-vida



Meia-vida física

Meia-vida física ($t_{\frac{1}{2}}$) corresponde ao tempo necessário para a atividade inicial de um elemento radioativo ser reduzida à metade por meio de seu decaimento e consequente emissão de radiação. A meia-vida de um radionuclídeo pode variar de poucos segundos a vários anos.

$$m = \frac{m_0}{2^x} \quad (1)$$

$$t = x \cdot P \quad (2)$$

m massa final

m_0 massa inicial

x número de períodos de meia-vida (x)

P período da meia-vida

t tempo de desintegração

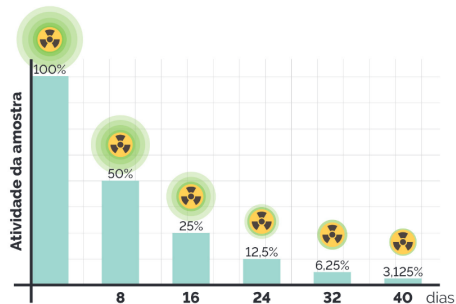


Figura 6: Decaimento do $^{131}_{53}\text{I}$ pela sua meia-vida física de 8 dias.

Meia-vida biológica e efetiva

A meia-vida biológica representa o tempo necessário para que o organismo excrete 50% do fármaco. Quando se trata de radiofármacos, é necessário levar em conta também a meia-vida efetiva, que é a soma da meia-vida física e a meia-vida biológica.

A atividade de uma amostra é definida pelo número de desintegrações por segundo do núcleo instável de um radionuclídeo. Dessa forma, é possível mensurar a radioatividade de uma amostra.

Exemplo 1

Um radioisótopo utilizado no tratamento radioterápico apresenta uma meia-vida (período de semidesintegração) de 5 horas. Se um técnico utilizar uma massa de 50 g no tratamento de um paciente, após quantas horas a massa seria reduzida para 6,25 g?

a) 5 horas. b) 25 horas. c) 15 horas. d) 30 horas. e) 10 horas.

Solução

1º Passo: Calcular o número de meias-vidas que foram necessárias para a redução de 50 g para 6,25 g por meio da fórmula a seguir.

$$\begin{aligned}m &= \frac{m_0}{2^x} \\6,25 &= \frac{50}{2^x} \\2^x &= \frac{50}{6,25} \\2^x &= 8 \\2^x &= 2^3 \\x &= 3\end{aligned}$$

3 meias-vidas

2º Passo: Em seguida, para calcular o tempo, basta utilizar a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}t &= x \cdot P \\t &= 3 \cdot 5 \\t &= 15 \text{ h}\end{aligned}$$

Reação Nuclear



Reação Nuclear

É a propriedade que os núcleos instáveis possuem de emitir partículas e radiações eletromagnéticas, para se tornarem estáveis

A radioatividade natural ocorre, geralmente, com os átomos de números atômicos maiores que 82

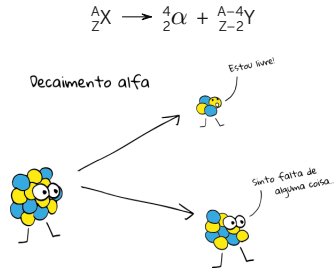
A reação que ocorre nestas condições, isto é, alterando o núcleo do átomo chama-se **REAÇÃO NUCLEAR**

Decaimento Radioativo



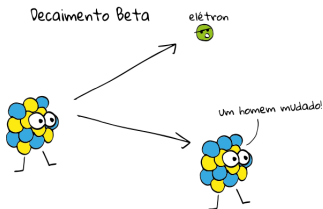
Lei de Soddy

Decaimento alfa: nela, o núcleo instável emite uma partícula alfa, que é um núcleo de Hélio. Como sabemos da tabela periódica, o Hélio tem dois prótons e dois nêutrons. Assim, o elemento perde 4 de massa, tendo seu número atômico diminuído em 2.

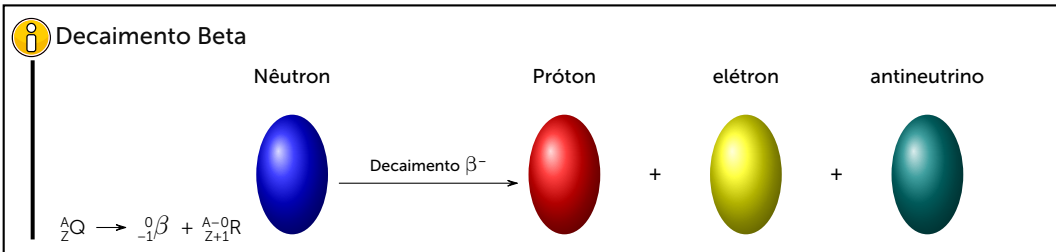


Lei de Soddy, Fajans e Russel I

Decaimento beta: a partícula beta é um elétron ejetado de um nêutron. Como elétrons não têm massa, ela também não tem. O elemento radioativo tem um nêutron transformado em próton, então aumenta seu número atômico em 1.

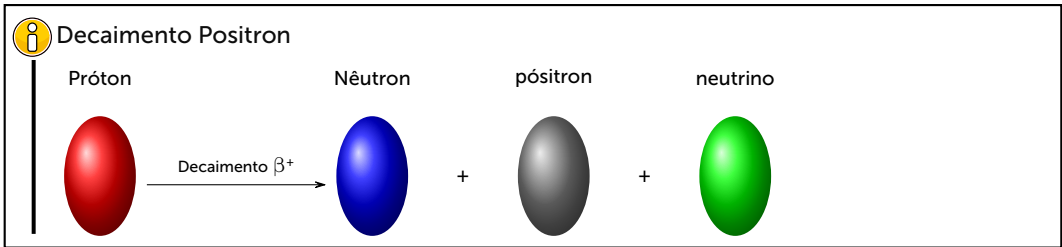


Lei de Soddy, Fajans e Russel II

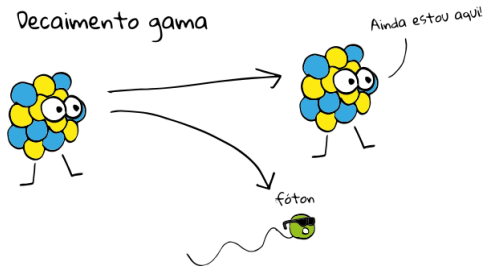


Lei de Soddy, Fajans e Russel III

Decaimento Pósitron: No decaimento de pósitrons, perdemos uma carga positiva do núcleo. Isso significa que o número atômico diminuirá em uma unidade.



Radiação Gamma

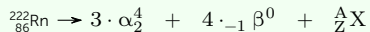


Exemplo 2

Ao se desintegrar, o átomo $^{222}_{86}\text{Rn}$ emite 3 partículas alfa e 4 partículas beta. O nº atômico e o nº de massa do átomo final são, respectivamente:

- a) 84 e 210. b) 210 e 84. c) 82 e 210. d) 210 e 82. e) 86 e 208.

Solução



$$86 = 3 \cdot 2 + 4 \cdot (-1) + Z$$

$$86 = 6 - 4 + Z$$

$$Z = 86 - 2$$

$$Z = 84$$

$$222 = 3 \cdot 4 + 4 \cdot 0 + A$$

$$222 = 12 + A$$

$$A = 222 - 12$$

$$A = 210$$

Séries Radioativas



Séries Radioativas

- É o conjunto de elementos que têm origem na emissão de partículas alfa e beta, resultando, como elemento final, um isótopo estável do chumbo.

Série do Tório

O resultado é uma divisão exata, ou seja, sem restos

Exemplos:

$$^{228}\text{Ra} \rightarrow 228 : 4 = 57$$

$$^{216}\text{Po} \rightarrow 216 : 4 = 54$$

Regra:

$$A = 4 \cdot n$$

Série do Urânio-238

O resultado é que sempre haverá um resto igual a 2

Exemplos:

$$^{238}\text{U} \rightarrow 238 : 4 = 59 + \text{resto } 2$$

$$^{234}\text{Th} \rightarrow 234 : 4 = 58 + \text{resto } 2$$

Regra:

$$A = 4n + 2$$

Série do Urânio-235

O resultado é que sempre haverá um resto igual a 3

Exemplos:

$$^{231}\text{Pa} \rightarrow 231 : 4 = 57 + \text{resto } 3$$

$$^{235}\text{U} \rightarrow 235 : 4 = 58 + \text{resto } 3$$

Regra:

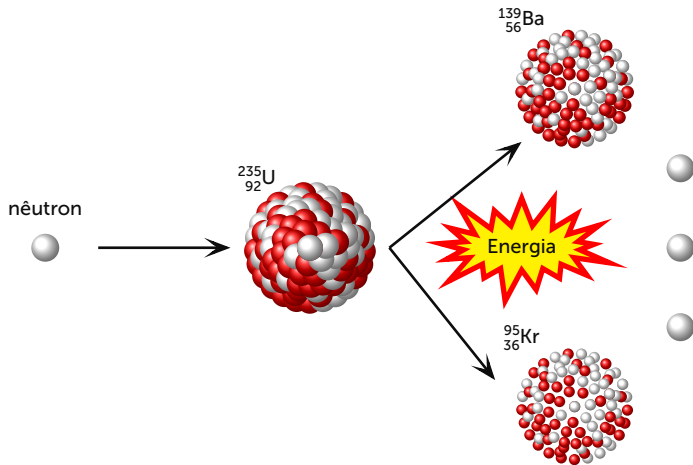
$$A = 4n + 3$$

Fissão Nuclear



Fissão Nuclear

A **fissão nuclear** é caracterizada pelo processo de quebra de núcleos grandes em núcleos menores, provocando a liberação de uma grande quantidade de energia.

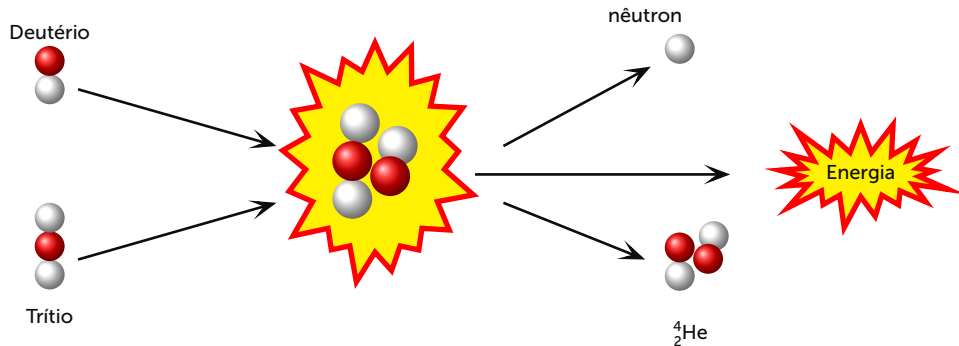


Fusão Nuclear



Fusão Nuclear

A **fusão nuclear** é uma reação nuclear na qual dois núcleos de átomos leves se unem para formar outro núcleo mais pesado.



Aplicação



Radioterapia

A **radioterapia** é um tratamento no qual se utilizam radiações ionizantes (raio-X, por exemplo), um tipo de energia direcionada, para destruir ou impedir que as células do tumor aumentem.



Radiofármacos

O Tabela mostra os radiofármacos mais utilizados para tratamentos específicos. Para cada caso há um tempo de exposição e uma dose que varia de fração de segundos a horas.

Tabela 1: Radiofármacos específicos para tratamento

Radiofármaco	Tratamento
ODO ($^{131}_{53}\text{I}$)	Tumores de tiroíde, fígado e rins
CROMO ($^{51}_{24}\text{Cr}$)	Trato de patologias intestinais
GÁLIO ($^{67}_{31}\text{Ga}$)	Tumores em tecidos moles.
TECNÉSIO ($^{99}_{43}\text{Tc}$)	Tumores de cérebro, glândulas salivares, coração
GADOLÍNIO ($^{159}_{64}\text{Gd}$)	estômago, sistema ósseo, fígado, rins, pulmão

Fim da Aula



Bons Estudos !!!!

Download Aula



Lista de Exercícios



Recomendações

Filme

Radioatividade <https://www.netflix.com/br/title/81168940>

Documentário

O brilho da morte <https://youtu.be/gCcTxnvZb-k?si=ITvRVFqsry2oGc1A>