

# Radioatividade

---

Fábio Lima

# Sumário

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



Figura 1: 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 Prêmio 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

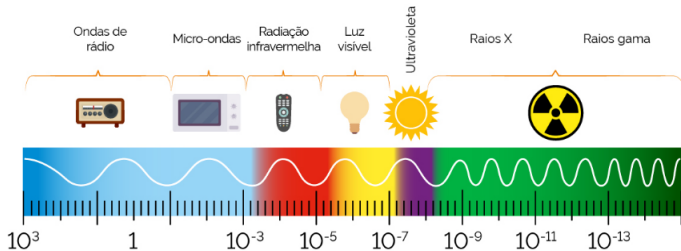


Figura 2: Espectro das ondas eletromagnéticas

## 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).

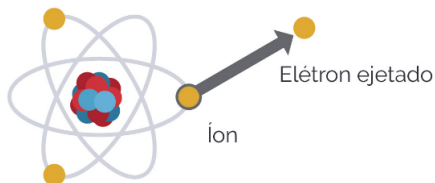
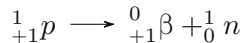


Figura 3: Processo de ionização.

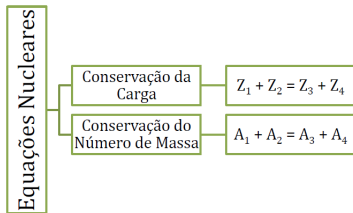
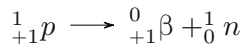
# Partículas

PARTÍCULA	SÍMBOLO
PRÓTON	${}^1_1P$
NÊUTRON	${}_0n$
PRÓTIO	${}^1_1P$
DEUTÉRIO	${}^2_1H$
TRÍTIO	${}^3_1H$
PRÓSITON	${}^0_{+1}\beta^+$

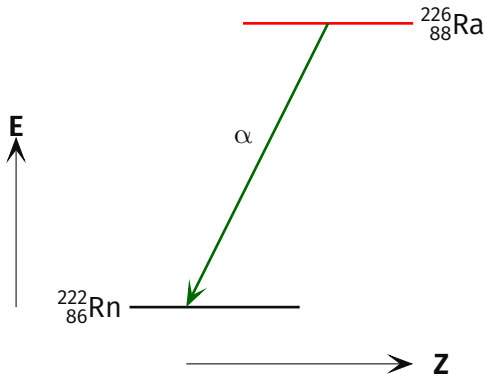
## ○ Emissão de Posítron



## ○ Absorção de um Elétron

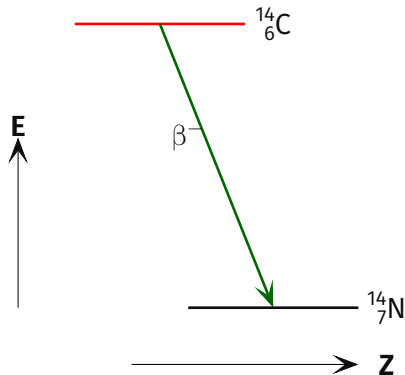


## Radiação Alfa ( $\alpha$ )



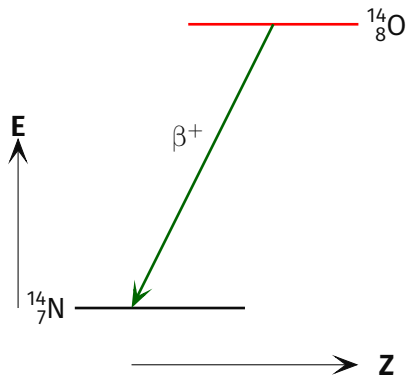
- A partícula alfa ( $\alpha$ ) é composta por dois prótons e dois nêutrons (núcleo de hélio), é emitida com alta energia e possui baixo poder de penetração e alto poder ionizante.
- São emissões típicas de átomos com alto peso atômico.
- Esse tipo de radiação tem grande importância na medicina para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

## Beta ( $\beta^-$ )



- A radiação beta é subdividida em dois tipos, beta menos ( $\beta^-$ ) e pósitron ( $\beta^+$ ). As emissões do tipo  $\beta^-$  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 ( $\beta^-$ ) podem ser usados no tratamento de doenças. Exemplos: lutécio-177 ( $^{177}\text{Lu}$ ), ítrio-90 ( $^{90}\text{Y}$ ).

## Pósitron ( $\beta^+$ )



{

- Outro tipo de emissão beta é o pósitron ( $\beta^+$ ), 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 ( $^{68}\text{Ga}$ ), flúor-18 ( $^{18}\text{F}$ ).

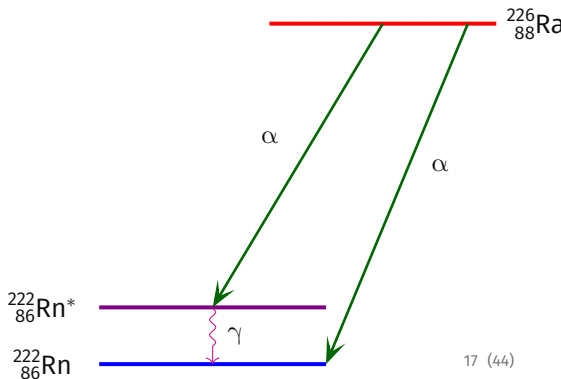
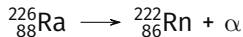
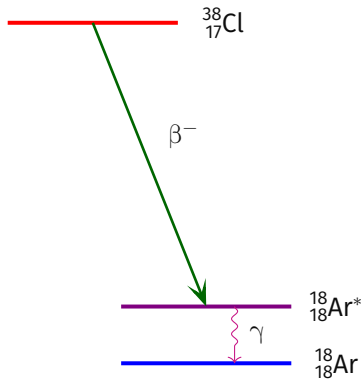
}



# Radiação Gama

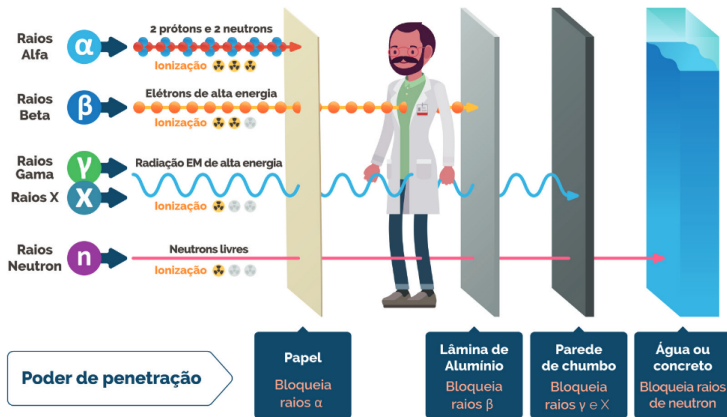
{ A radiação **gama** ( $\gamma$ ) é conceituada como ondas eletromagnéticas emitidas do núcleo de um átomo. Apresenta energia superiores e alto poder de penetração, enquanto que os raios X são menos energéticos. Exemplo de radionuclídeos emissores de radiação gama:

$^{99m}\text{Tc}$ , cobalto-60 ( $^{60}\text{Co}$ ). }



# 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.

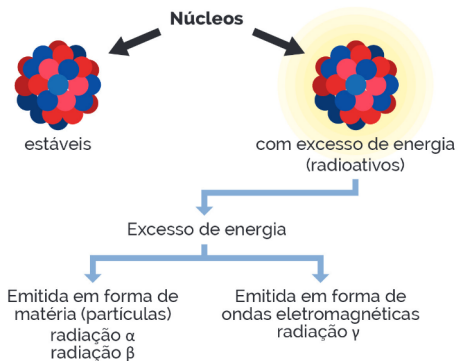


# Radionuclídeos



## Radionuclídeos

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



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

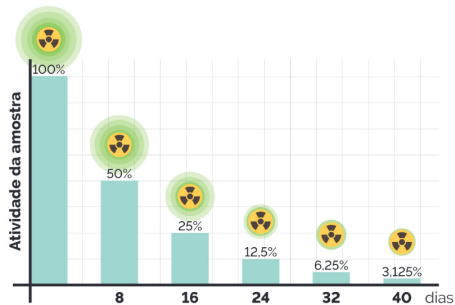


Figura 6: Decaimento do  $^{131}_{53}\text{I}$  pela sua meia-vida física de 8 dias.

## 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.

$$m = \frac{m_0}{2^x}$$

$$6,25 = \frac{50}{2^x}$$

$$2^x = \frac{50}{6,25}$$

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

$$t = x \cdot P$$

$$t = 5 \cdot 3$$



# 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

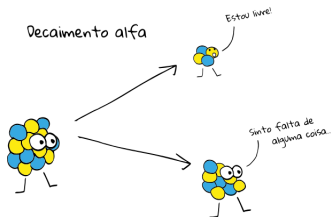
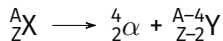
A reação que ocorre nestas condições, isto é, alterando o núcleo do átomo chama-se **REAÇÃO NUCLEAR**

# Decaimento Radioativo



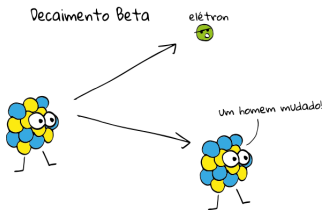
# Lei de Soddy

**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.

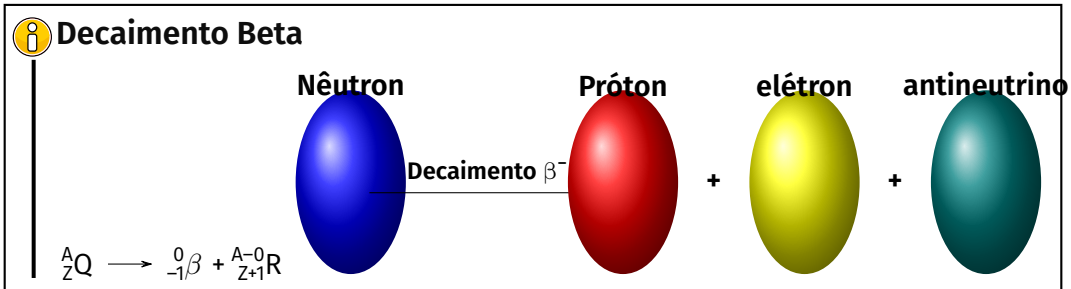


# Lei de Soddy, Fajans e Russel I

**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.

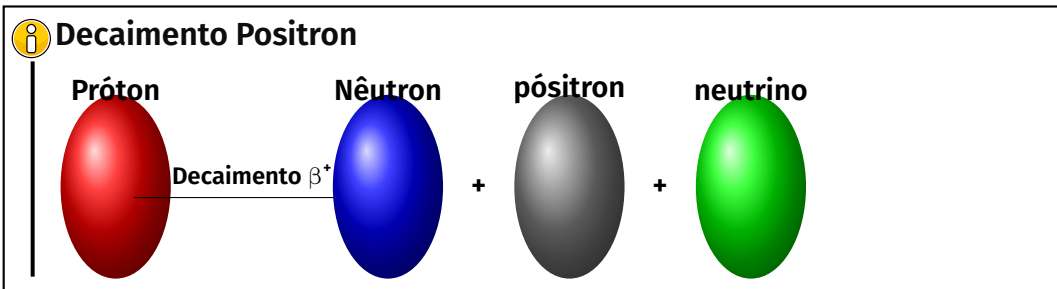


## Lei de Soddy, Fajans e Russel II

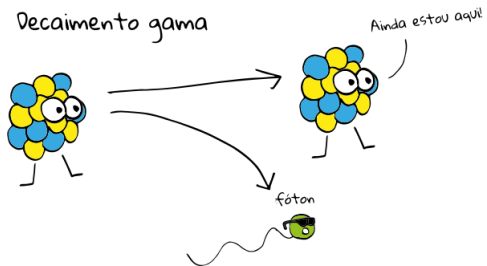


## Lei de Soddy, Fajans e Russel III

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



# Radiação Gamma





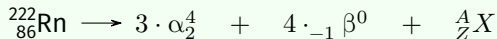


### Exemplo 2

Exemplo 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 missão 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:

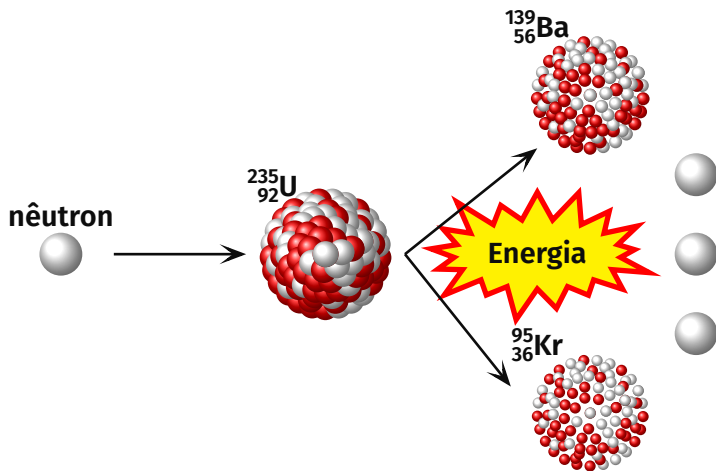
$$A = 4n + 3$$

# 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.

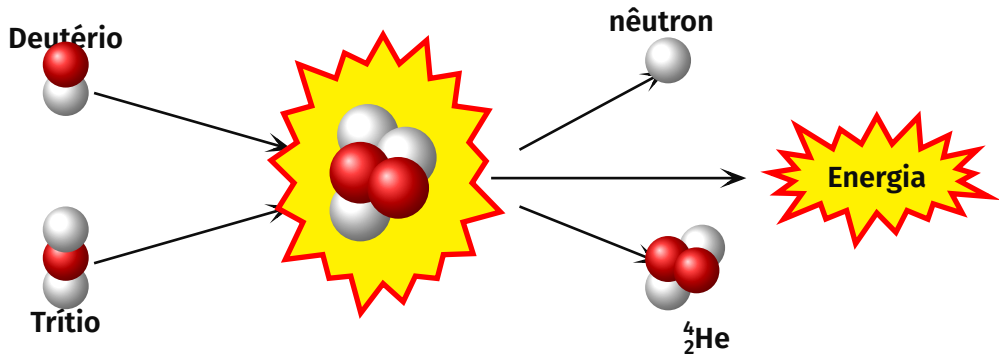


# Fusão Nuclear



# 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>