

## Química: Radioatividade

### 1) Conceito

A **radioatividade** ou **radiatividade** é um fenômeno natural ou artificial, pelo qual algumas substâncias ou elementos químicos, chamados radioativos, são capazes de emitir radiações, as quais têm a propriedade de impressionar placas fotográficas, ionizar gases, produzir fluorescência, atravessar corpos opacos à luz ordinária, etc.



Alerta de produto radioativo.

### 2) Breve histórico

Em 1896, Henri Becquerel, por acaso, envolvendo com um papel preto um sal de urânio e guardando-o sobre uma placa de prata, que estava por cima de uma chapa fotográfica, ao revelá-la, notou que a placa de prata estava gravada na chapa, concluindo que o sal de urânio emitia radiações. Em abril de 1898, a polonesa Marie Curie percebeu que, além do urânio, outro elemento conhecido, o tório, também emitia os tais raios. Em julho do mesmo ano, com a ajuda do marido, o físico francês Pierre Curie, descobriu um novo elemento, que chamou de polônio. Alguns meses depois, ambos descobriram um elemento ainda mais radioativo: o rádio. Os estudos sobre radioatividade renderam a Becquerel, Pierre e Marie Curie o Nobel de Física de 1903.



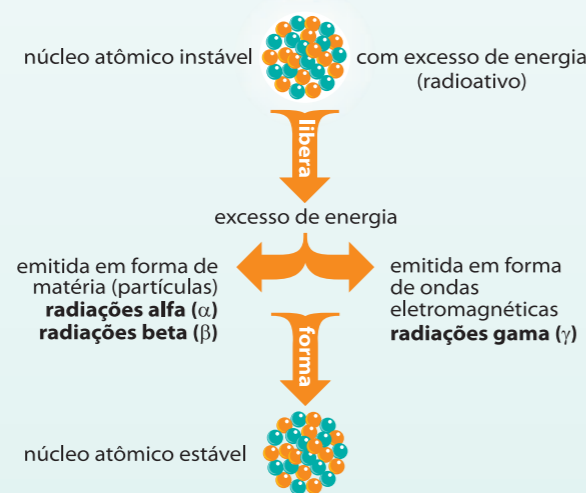
Henri Becquerel (1852-1908), Pierre Curie (1859-1906) e Marie Skłodowska Curie (1867-1934).

### 3) Por que um núcleo é radioativo?

A tendência dos isótopos com núcleos atômicos radioativos é atingir a estabilidade. Se um isótopo estiver numa configuração nuclear instável, com muita energia ou muitos nêutrons por exemplo, ele emitirá radiação para atingir um estado estável. Um átomo pode liberar energia e se estabilizar por meio de uma das seguintes formas:

- emissão de partículas do seu núcleo;
- emissão de fótons de alta frequência.

O processo no qual um átomo espontaneamente libera energia de seu núcleo é chamado de **decaimento radioativo**.



### 4) As principais radiações

Quando algo decai na natureza, como a morte de uma planta, ocorrem trocas de um estado complexo (a planta) para um estado simples (o solo). A idéia é a mesma para um átomo instável. Por emissão de partículas ou de energia do núcleo, um átomo instável muda, ou decai, para uma forma mais simples. Por exemplo, um isótopo radioativo de urânio, o 238, decai até se tornar chumbo 206. O chumbo 206 é um isótopo estável, com um núcleo estável. O urânio instável pode, eventualmente, se tornar um isótopo estável de chumbo através de emissões alfa, beta e gama.

#### 4.1 Partículas alfa (α)

São partículas pesadas com carga elétrica positiva (constituídas de 2 prótons e 2 nêutrons). Conjunto igual ao núcleo do átomo de hélio.

Representação:  ${}^4_2\text{He}^{2+}$

#### 4.2 Partículas beta (β)

São elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável. Em núcleos instáveis beta-emissores, um nêutron pode se decompor em um próton (que permanece no núcleo), um elétron e um antineutrino; o elétron (partícula beta) e o antineutrino são emitidos.

Representação:  ${}^0_{-1}\beta$

#### 4.3 Radiação gama (γ)

Ao contrário das radiações alfa e beta, que são constituídas por partículas, a radiação gama é formada por ondas eletromagnéticas emitidas por núcleos instáveis logo após a emissão de uma partícula alfa ou beta.

Representação:  ${}^0_0\gamma$

### 5) Leis da radioatividade

Sobre as emissões alfa, foi enunciada por Soddy, em 1911, a chamada primeira lei da radioatividade:

Quando um radionuclídeo emite uma partícula alfa, seu número de massa diminui 4 unidades e seu número atômico 2 unidades.



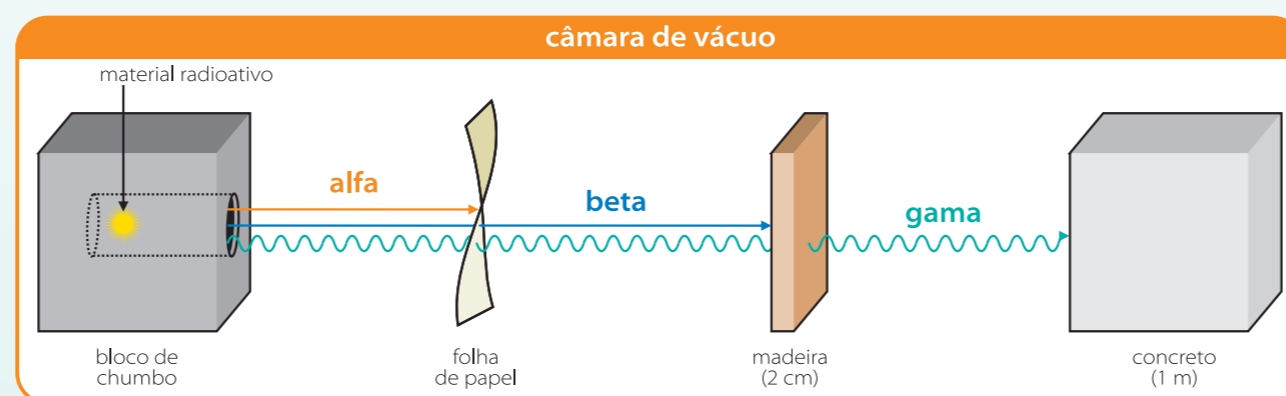
A segunda lei da radioatividade, enunciada por Soddy, Fajans e Russel em 1913, diz:

Quando um radionuclídeo emite uma partícula beta, seu número de massa permanece constante e seu número atômico aumenta 1 unidade.



Frederick Soddy (1877-1956).

### 6) Poder de penetração das principais radiações



As partículas alfa apresentam pequeno poder de penetração. Já as partículas beta possuem um poder de penetração médio, enquanto que as radiações gama são as mais penetrantes.

### 7) Período de semidesintegração ou meia-vida (P)

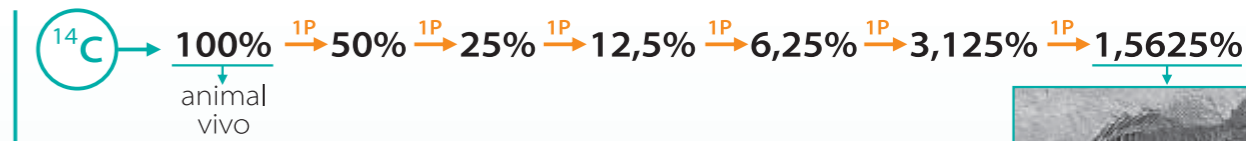
É o tempo necessário para se desintegrar a metade dos átomos radioativos presentes numa dada amostra.



### 8) Datação pelo carbono 14

O carbono é um dos elementos químicos mais importantes na composição dos organismos. Todos os seres vivos absorvem constantemente uma forma instável desse carbono, o carbono 14 ( ${}^{14}\text{C}$ ), que tem uma meia-vida de cerca de 5730 anos. Depois que morre, o organismo deixa de receber  ${}^{14}\text{C}$ . Esse ser, agora um fóssil, vai perdendo seu  ${}^{14}\text{C}$  pela desintegração (ou decaimento).

Para se medir o que restou de  ${}^{14}\text{C}$ , é preciso queimar um pedaço do fóssil, transformando-o em gás, que é analisado por detectores de radiação. O  ${}^{14}\text{C}$ , ao se desintegrar, emite elétrons que podem ser captados pelos detectores. O índice de  ${}^{14}\text{C}$  é comparado com o do carbono não-radioativo, o carbono 12 ( ${}^{12}\text{C}$ ), para se checar quanto do carbono radioativo decaiu e, com isso, determinar a data na qual o organismo morreu (isto é, deixou de absorver  ${}^{14}\text{C}$ , pois o ritmo do decaimento indica a idade).



Como cada meia-vida (P) possui 5730 anos, temos:

$$t = x \cdot P$$

$t$  = tempo decorrido  
 $x$  = número de meias-vidas decorridas  
 $P$  = tempo de uma meia-vida

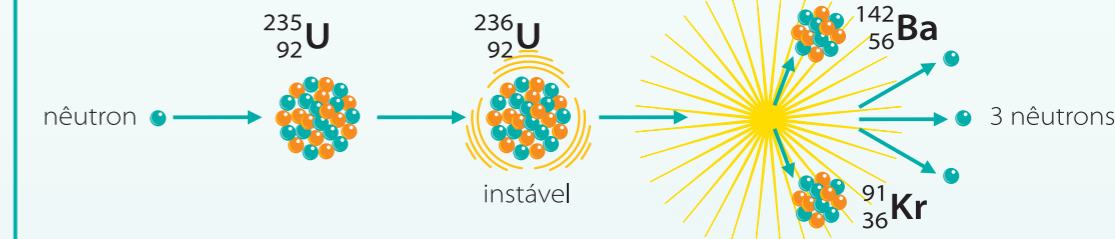
$t = 6 \cdot 5730 \text{ anos} = 34380 \text{ anos}$



Fóssil com 1,5625% de  ${}^{14}\text{C}$ .

### 9) Fissão nuclear

A mais conhecida reação nuclear é a **fissão**, na qual um núcleo pesado se combina com um nêutron e se separa em dois outros, de núcleos mais leves. Uma típica reação de fissão que envolve o urânio 235 é:



A primeira vez em que a fissão nuclear foi utilizada publicamente foi na bomba de Hiroshima, na qual foi empregado o  ${}^{235}\text{U}$  e, logo após, na de Nagasaki, o  ${}^{239}\text{Pu}$ . Porém, em qualquer dos casos, há formação de novos elementos, os quais também podem ser radioativos.

Só em Hiroshima morreram, em 1945, cerca de 130 mil pessoas devido à bomba que devastou completamente 9 quilômetros quadrados de área; a bomba lançada é até hoje a arma que mais mortes provocou em pouco tempo. Devido aos efeitos nocivos das radiações, os habitantes de Hiroshima e Nagasaki foram vítimas de vários problemas de saúde. Houve inúmeros casos de crianças que nasceram defeituosas em consequência de alterações genéticas e muitos casos de leucemia, só para citar alguns exemplos. A bomba de Hiroshima tinha potência equivalente a 20000 toneladas do explosivo químico trinitrotolueno (TNT), ou seja, 20 quilotons.

No presente, apenas o processo de fissão é utilizado na produção comercial de energia (comumente para gerar eletricidade). As pesquisas sobre a fusão ainda não resultaram numa tecnologia de produção de energia factível (praticável).

### 10) Fusão nuclear

É a união de núcleos atômicos que produzi um núcleo maior, com liberação de uma quantidade muito grande de energia.



Fusão nuclear. A potência de bombas H é medida em megatons. 1 megaton = 1000000 toneladas de TNT.

São exemplos de fusão nuclear a que ocorre espontaneamente no Sol, e em muitas estrelas, e a provocada na chamada bomba de hidrogênio. A primeira arma termonuclear, ou bomba de hidrogênio, explodiu durante uma experiência feita pelos Estados Unidos em 1952.

Ela detonou com uma força de 10 megatons, igual à explosão de 10 milhões de toneladas de TNT. A potência dessa terrível arma mostrou ser 750 vezes superior à das primeiras bombas atômicas e suficiente para arrasar qualquer grande cidade. Em 1961, a Rússia experimentou a bomba mais poderosa até então concebida, à qual foi atribuída uma força de 50 megatons.

Até os dias de hoje, ainda não é possível controlar a reação de fusão nuclear para aplicações pacíficas, como já é realizado em relação à fissão nuclear. Um dos fatores que pesam contra o seu uso é a falta de uma maneira para se controlar temperaturas altíssimas (cerca de "modestos" 100 milhões de graus celsius).

### 11) Efeitos da radiação

Ser atingido por radiação é algo sutil e impossível de ser percebido imediatamente, já que no momento do impacto não ocorre dor ou lesão visível. Bem diferente de ser atingido por uma bala de revólver, por exemplo, cujo efeito destrutivo é sentido e constatado na hora. A radiação ataca as células do corpo individualmente, fazendo com que os átomos que as compõem sofram alterações em sua estrutura. As ligações químicas podem ser alteradas, afetando o funcionamento das células. Isso, por sua vez, provoca, com o tempo, consequências biológicas no funcionamento de todo o organismo. Algumas destas podem ser percebidas a curto prazo, outras a longo prazo; às vezes se manifestam somente nos descendentes (filhos, netos) da pessoa que sofreu alguma alteração genética induzida pela radioatividade.



Lixo nuclear.