

# RADIOATIVIDADE

## RADIOATIVIDADE

- 1) Reação de transmutação
- 2) Faixa de estabilidade

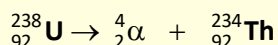
PROFESSOR: THÉ

LIÇÃO: 147

### REAÇÃO DE TRANSMUTAÇÃO

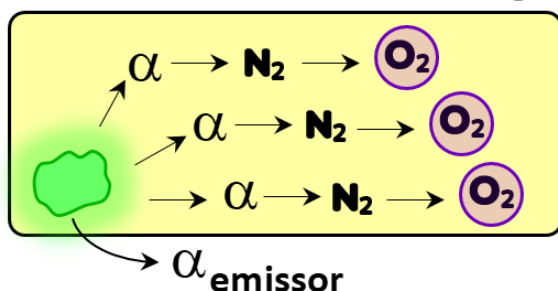
É qualquer reação na qual um nuclídeo de um elemento químico transforma-se em outro.

Assim, toda desintegração radioativa natural é um exemplo de transmutação.



O urânio-238 transmuta-se em tório-234 espontaneamente.

### NITROGÊNIO TRANSFORMA-SE EM O<sub>2</sub>



Em 1919, Rutherford notou que o nitrogênio se transformava em oxigênio, quando deixado na presença de um elemento  $\alpha_{\text{emissor}}$ , como o polônio por exemplo.

A partícula  $\alpha$  atingindo o núcleo de nitrogênio produz sua transmutação em oxigênio.

Além do oxigênio produzido, há também a liberação de um próton, que acaba se tornando um átomo de hidrogênio. Simplificadamente, pode ser representada pela equação:



Em qualquer transmutação observa-se:

**A SOMA DOS NÚMEROS DE MASSAS DOS REAGENTES É IGUAL À DOS PRODUTOS**

$$14 + 4 = 17 + 1$$

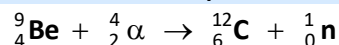
**A SOMA DAS CARGAS ELÉTRICAS DOS REAGENTES É IGUAL À DOS PRODUTOS**

$$7 + 2 = 8 + 1$$

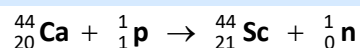
### TRANSMUTAÇÃO ARTIFICIAL OU PROVOCADA

É a alteração de um nuclídeo provocada pelo seu bombardeamento por espécies subatômicas como partículas  $\alpha$ , nêutrons, etc.

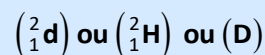
#### A) Bombardeamento de partícula $\alpha$



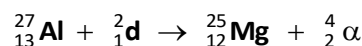
#### B) Bombardeamento de prótons ( ${}_1^1\text{p}$ )



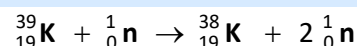
#### C) Bombardeamento do dêuteron



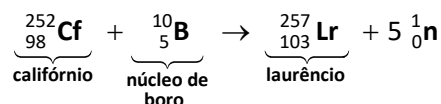
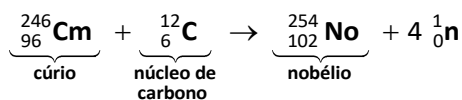
O dêuteron é o núcleo do deutério, isótopo do hidrogênio.



#### D) Bombardeamento de nêutrons ( ${}_0^1\text{n}$ )



#### E) Bombardeamento de núcleos maiores ( ${}_{6}^{17}\text{C}$ , ${}_{5}^{10}\text{B}$ )



Desenvolveram-se técnicas e equipamentos nos quais um núcleo é alvejado por partículas subatômicas aceleradas artificialmente cujas descrições e funcionamento são objetos de curso muito mais avançados que este.

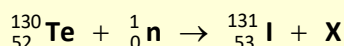
Representação das espécies subatômicas mais comumente envolvidas.

ESPÉCIE	NATUREZA DA ESPÉCIE	NOTAÇÃO
ALFA	NÚCLEO DE HÉLIO	${}_2^4\alpha$ ; ${}_2^4\text{He}$
BETA	ELÉTRON	${}_{-1}^0\beta$ ; ${}_{-1}^0\text{e}$ ; $\beta^-$
GAMA	ONDA ELETROMAGNÉTICA	${}_0^0\gamma$
NÊUTRON	PARTÍCULA NEUTRA DE MASSA QUASE IGUAL À DO PRÓTON	${}_0^1\text{n}$

<b>PRÓTON</b>	<b>NÚCLEO DO HIDROGÊNIO</b>	${}^1_1\text{p}, {}^1_1\text{H}$
<b>DÊUTERON</b>	<b>NÚCLEO DO DEUTÉRIO</b>	${}^2_1\text{d}, {}^2_1\text{H}, {}^2_1\text{D}$
<b>PÓSITRON</b>	<b>PARTÍCULA POSITIVA DE MASSA IGUAL À DO ELÉTRON</b>	${}^0_{+1}\beta, {}^0_{+1}\text{e}, \beta^+$

### EXEMPLO - 1

(PUC-SP) O isótopo  ${}^{131}_{53}\text{I}$ , utilizado no diagnóstico de moléstias da tireoide, pode ser obtido pelo bombardeio de  ${}^{130}_{52}\text{Te}$ , representado a seguir:

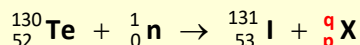


Na equação radioquímica dada, X corresponde a:

- a) próton      c) pósitron      e) partícula alfa  
b) nêutron      d) partícula beta

### RESOLUÇÃO

Conferindo o balanço de massa e de carga da equação

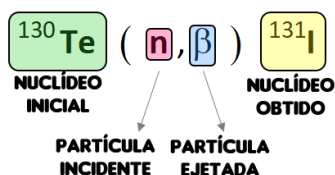


$$\left. \begin{array}{l} 130+1 = 131 + q \quad \therefore q=0 \\ 52+0 = 53 + p \quad \therefore p=-1 \end{array} \right\} {}^0_{-1}\text{X} \rightarrow {}^0_{-1}\beta$$

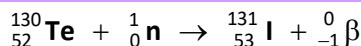
**RESPOSTA D):** Partícula de carga (-1) e de massa (0) é a partícula beta.

### Notação reduzida

Algumas vezes utilizam-se a seguinte notação para as reações de transmutação.



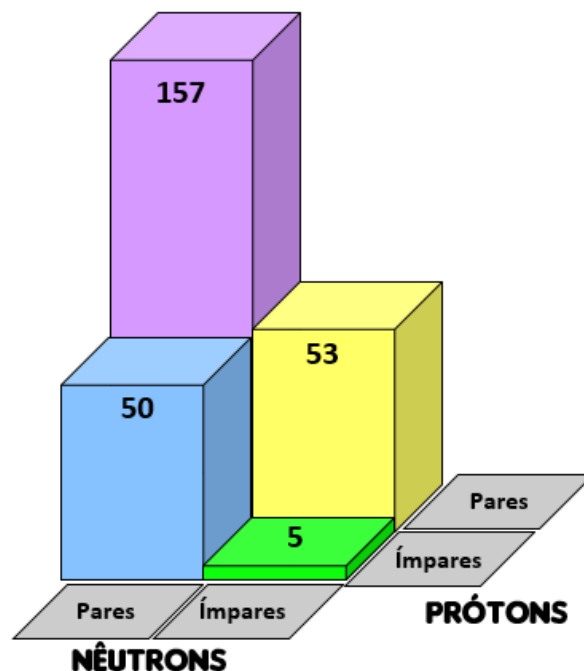
### Reação de transmutação



(os números atômicos são encontrados em tabela)

### ESTABILIDADE NUCLEAR

O núcleo existe com prótons e nêutrons. Há então forças intensas superiores àquela de repulsão dos prótons. Parece que o número par de prótons ou de nêutrons está associado à estabilidade.



Número de núcleos estáveis com número de prótons e nêutrons pares ou ímpares.

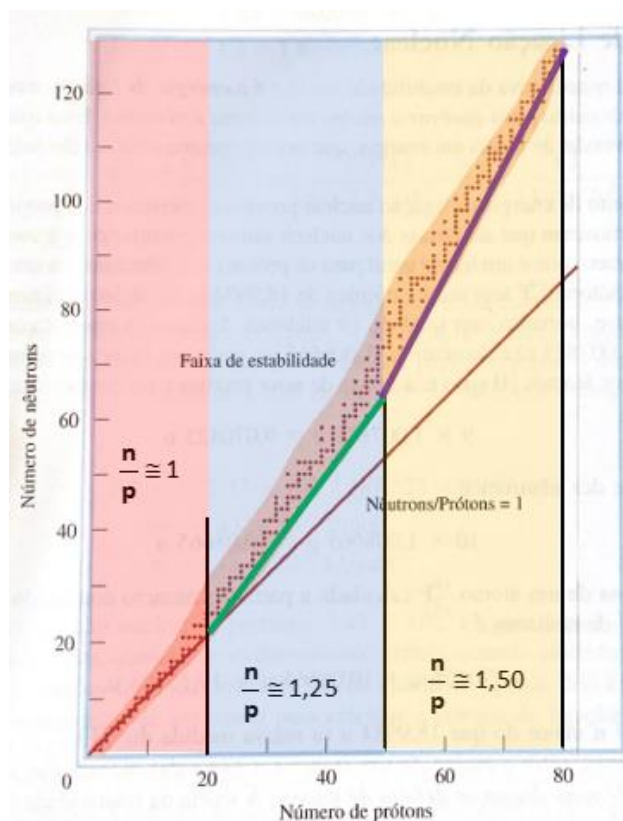
Apenas cinco isótopos ( ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^6_3\text{Li}$ ,  ${}^{10}_5\text{B}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$  e  ${}^{180}_{73}\text{Ta}$ ) têm número ímpar de prótons e nêutrons.

### Faixa de estabilidade

Até o número atômico 83 há pelo menos um isótopo estável, (não radioativo). A partir do número atômico 84, todos os núclídeos são instáveis (naturalmente radioativos).

No gráfico a seguir:

Examine a relação n° de nêutrons; n° de prótons  $\left(\frac{\text{nêutrons}}{\text{prótons}}\right)$



Até  $Z = 20 \rightarrow \left(\frac{N}{P}\right) \cong 1$ .

Nos elementos leves, até o Ca ( $Z=20$ ), os isótopos estáveis têm, em geral, números iguais de prótons e de nêutrons, ou talvez um nêutron a mais.

Exemplos,  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{32}_{16}\text{S}$ .

Até  $Z = 20$  a  $Z = 50 \left(\frac{N}{P}\right) \cong 1,25$ .

De  $Z = 50$  a  $Z = 83 \rightarrow \left(\frac{N}{P}\right) \cong 1,5$

A partir do cálcio, a razão entre nêutrons e prótons fica cada vez maior do que 1.

A faixa dos isótopos estáveis desvia-se da reta ( $N=Z$ ). É evidente que mais nêutrons são necessários para a estabilidade dos elementos mais pesados.

Por exemplo, enquanto um isótopo estável do Fe em 26 prótons e 30 nêutrons, um dos isótopos estáveis da platina tem 78 prótons e 117 nêutrons.

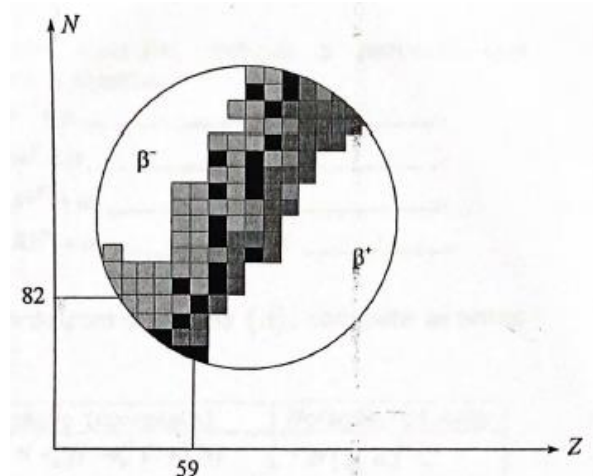
$Z > 83$

Além do bismuto (83 prótons e 126 nêutrons), todos os isótopos são instáveis e radioativos. Depois deste ponto não há, aparentemente, "supercola" nuclear suficientemente forte para manter estáveis os núcleos pesados.

Além disso, a velocidade de desintegração fica cada vez maior à medida que o núcleo fica mais pesado. Por exemplo, a metade de uma amostra de  ${}^{238}_{92}\text{U}$  se desintegra em 4,5 bilhões de anos, enquanto a metade de uma amostra de  ${}^{257}_{103}\text{Lr}$  desaparece em apenas 8s.

#### Prevendo a partícula emitida

Conhecendo a relação  $\left(\frac{N}{P}\right)$  do isótopo estável (quadrinho preto dá pra prever a emissão) *examinando o gráfico sempre verticalmente*.



${}^{141}_{59}\text{Pr}$  (praseodímio) = único isótopo estável (82 nêutrons).

$$A = Z + N$$

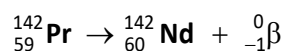
$$141 = 59 + N \therefore N = 82$$

Isótopo estável:  $\left(\frac{N}{P}\right) = \frac{82}{59} = 1,38$

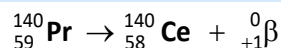
A) Com excesso de nêutrons  $\left(\frac{N}{P}\right) > 1,38$

$$\left(\frac{N}{P}\right) = \frac{83}{59} = 1,40$$

Acontece a emissão de partícula  $\beta^-$ :



B) Com excesso de prótons  $\left(\frac{N}{P}\right) < 1,38$



Acontece a emissão de pósitron

#### CONCLUSÃO

1) Acima da faixa de estabilidade (rico em nêutrons)

Emissão de:  $\beta^-$

2) Abaixo da faixa de estabilidade (rico em prótons)

Emissão:  $\beta^+$   
Captura eletrônica

3) Os elementos  $Z > 83$  perdem partículas alfa ( $\alpha$ ) pois apresentam um grande número de prótons e nêutrons.

Pode ocorrer também emissão de ( $\beta$ ) após a emissão

( $\alpha$ ) porque há um aumento de proporção  $\left(\frac{N}{P}\right)$  no núcleo filho.

#### EXEMPLO - 2

Identifique o modo, ou os modos, mais provável de decaimento de cada isótopo instável seguinte.

Escreva o símbolo do produto formando.

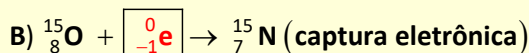
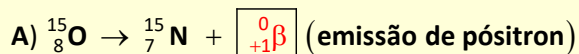
1) Oxigênio 15,  ${}^{15}_8\text{O}$       3) Flúor 20,  ${}^{20}_9\text{F}$

2) Urânio 234,  ${}^{234}_{92}\text{U}$       4) Manganês 56,  ${}^{56}_{25}\text{Mn}$

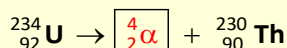
#### RESOLUÇÃO

1)  ${}^{15}_8\text{O} \rightarrow$  possui 7 nêutrons, logo é rico em prótons

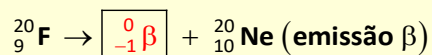
Possibilidades:



2)  ${}^{234}_{92}\text{U}$  ( $Z > 83$ )  $\rightarrow$  rico em prótons e nêutrons



3)  ${}^{20}_9\text{F} \rightarrow$  (possui 11 nêutrons, logo é rico em nêutron)

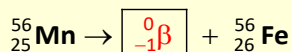


4)  ${}^{56}_{25}\text{Mn} \rightarrow$  (número de nêutrons = 31)

$$\text{Relação } \left(\frac{N}{P}\right) = \frac{32}{25} = 1,24$$

O isótopo estável do manganês é  $\underbrace{{}^{55}_{25}\text{Mn}}_{N=30 \text{ nêutrons}}$

Então o isótopo 56 do manganês tem excesso de nêutrons, logo a emissão será  $\left({}^0_{-1}\beta\right)$ .



**NOTA:** Sem isótopo estável é praticamente impossível fazer a previsão.

Pelo número de massa (**A**) expressos nas tabelas periódicas pode-se estimar o número de nêutrons do isótopo estável.