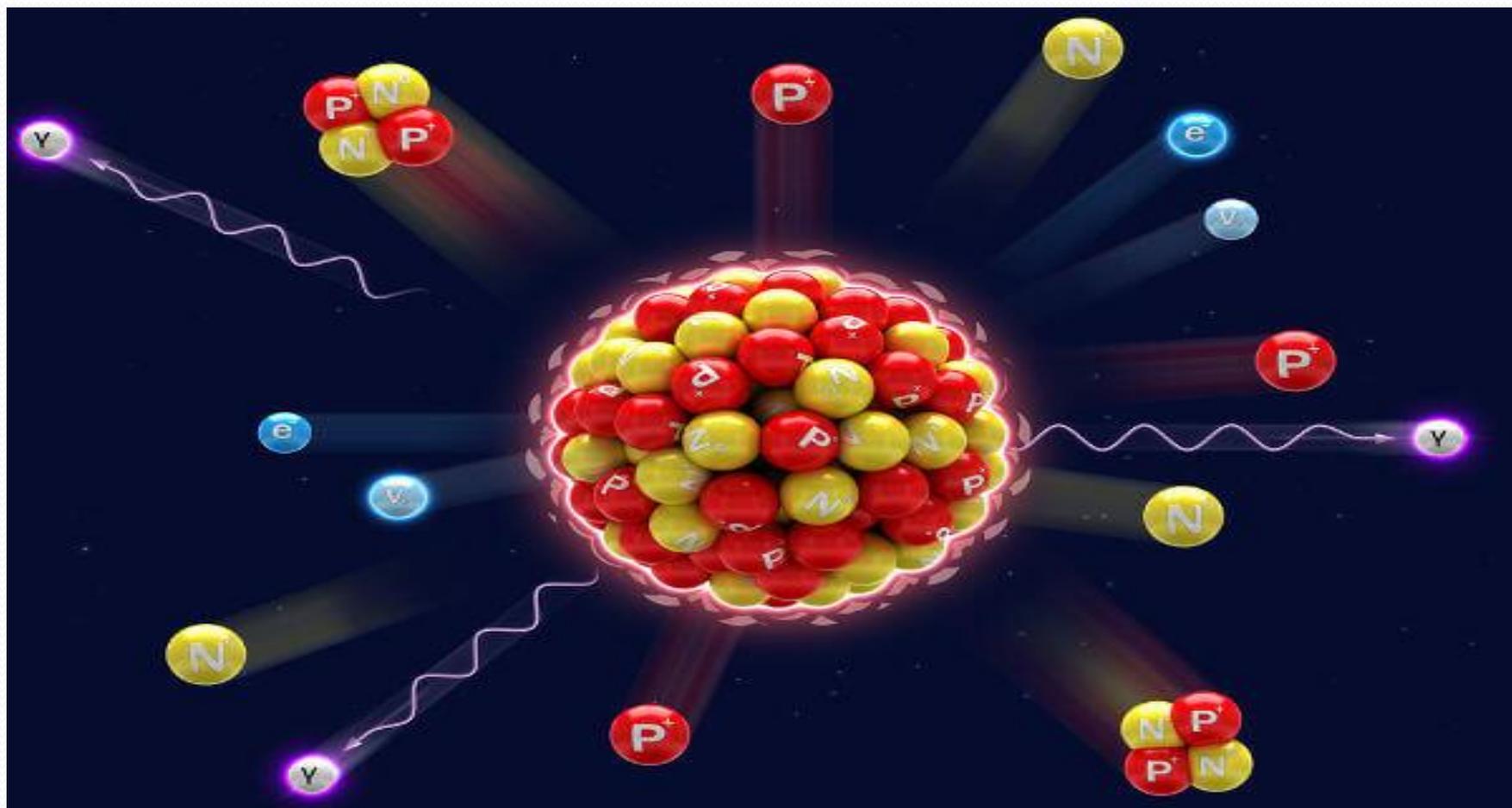


# Radiação Ionizante e suas aplicações médicas no tratamento do câncer.



# Introdução:

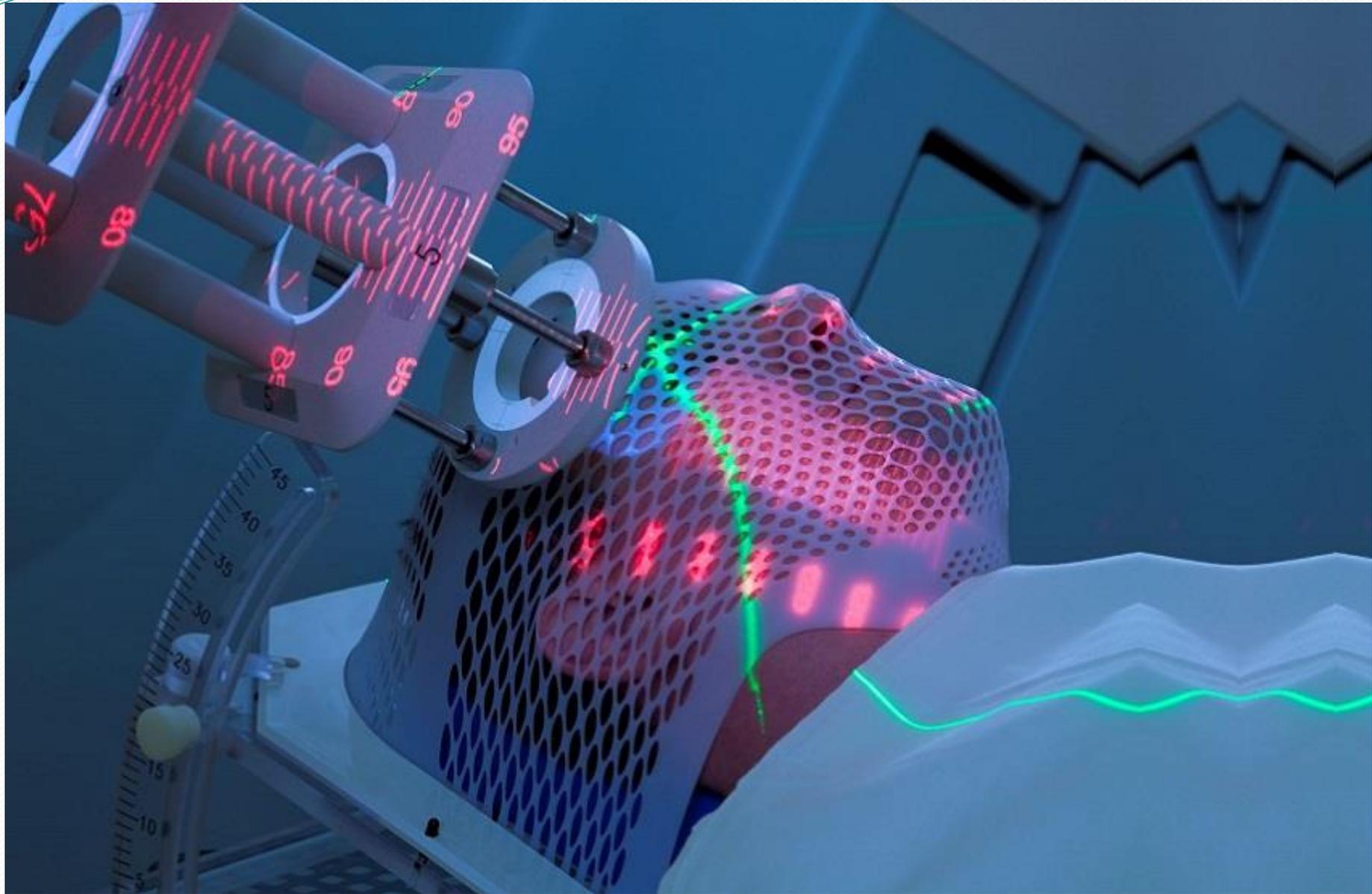
- O avanço científico e tecnológico da física nuclear proporcionou um maior entendimento sobre o decaimento radioativo dos núcleos atômicos instáveis. Esse conhecimento tem contribuído para desenvolver aplicações importantes, especialmente na área médica. Uma dessas aplicações é a utilização da radiação de grande penetração no corpo humano, conhecida como "Radiação Ionizante", que é empregada no tratamento do câncer.

# I. Radiação Ionizante:

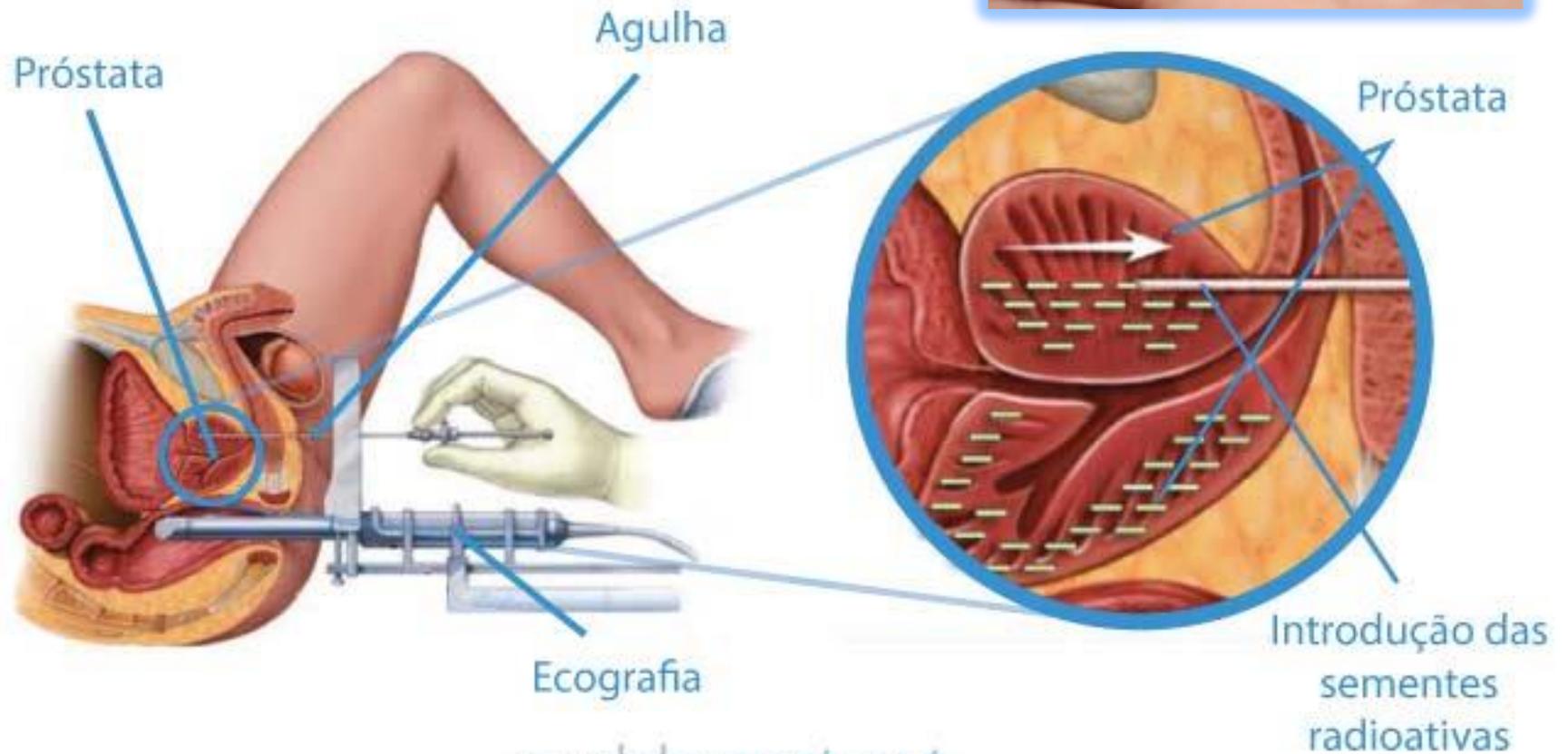
- Conceito: A Radiação Ionizante é uma forma de energia liberada por certos elementos radioativos ou gerada artificialmente, capaz de ionizar átomos e emitir ao interagir com a matéria. Esse tipo de radiação possui energia suficiente para remover elétrons dos átomos, tornando-os eletricamente carregados (íons), o que pode levar a alterações químicas e biológicas.
- 
- Fontes de Radiação Ionizante: As fontes de radiação ionizante podem ser naturais, como a radiação cósmica e terrestre, ou artificiais, como os reatores energéticos e aparelhos de radioterapia.

# II. Aplicações médicas no tratamento do câncer:

- **Radioterapia:** A Radioterapia é um tratamento utilizado no combate ao câncer e outras doenças, que consiste em aplicar doses precisas de radiação ionizante diretamente na região afetada pelo tumor. O objetivo é destruir ou inibir o crescimento das células cancerígenas, entusiasmado os danos às células saudáveis ao redor.
- 
- Modalidades de Radioterapia:
- 
- **Radioterapia externa:** O paciente é exposto à radiação interna por uma máquina fora do corpo, como aceleradores lineares, que emitem raios-X de alta energia.
- **Braquiterapia:** Nesse procedimento, fontes radioativas são inseridas temporariamente dentro ou próximos ao tumor, permitindo uma dose alta de radiação localizada.
- **Planejamento e segurança:** A radioterapia requer um planejamento cuidadoso para garantir que a dose de radiação seja direcionada especificamente ao tumor, evitando danos desnecessários aos tecidos saudáveis.
- **Equipe multidisciplinar:** A aplicação da Radioterapia é conduzida por uma equipe multidisciplinar composta por médicos radioterapeutas, físicos, dosimetristas e técnicos em radiologia, que trabalham juntos para garantir a eficácia e segurança do tratamento.



# Braquiterapia

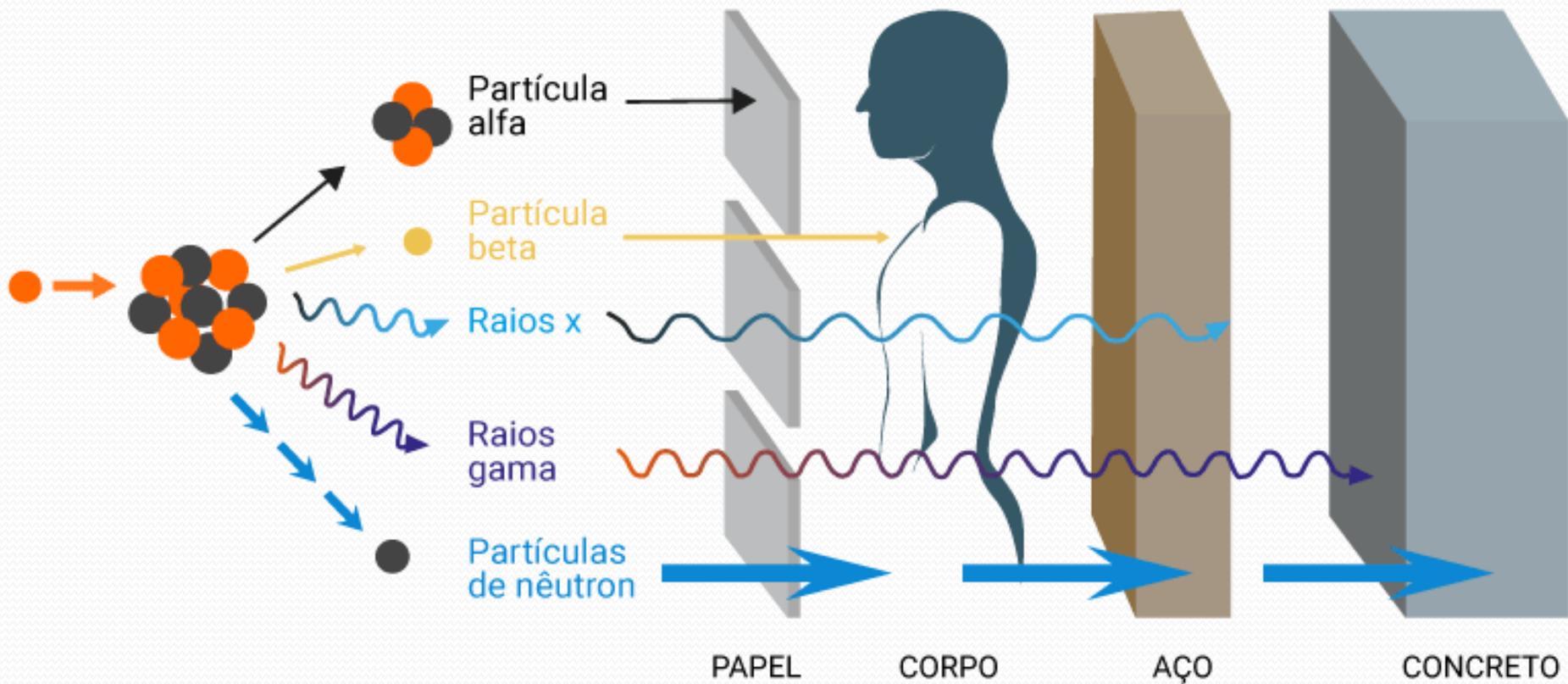


# III. Benefícios e restrições:

- Benefícios:
- A Radioterapia é um tratamento eficaz para muitos tipos de câncer, podendo levar à remissão completa ou parcial da doença.
- Ela pode ser combinada com outros tratamentos, como cirurgia e quimioterapia, para melhorar as chances de cura.
- Limitações:
- A Radiação Ionizante pode causar danos a células saudáveis próximas ao tumor, o que pode resultar em efeitos colaterais temporários ou permanentes.
- Algumas células cancerígenas podem ser resistentes à radiação, verificada a eficácia do tratamento em certos casos.

# Conclusão:

- O avanço da física nuclear e o desenvolvimento das aplicações da Radiação Ionizante, especialmente na Radioterapia, têm sido fundamentais no tratamento do câncer. Essa modalidade de tratamento tem proporcionado melhores resultados e taxas de sobrevivência, sendo uma importante arma na luta contra o câncer, embora também apresente desafios que exigem constante aprimoramento e pesquisa.



- elétrons
- prótons
- nêutrons

# Alfa:

- A radiação Alfa é composta por partículas alfa, que consistem em dois prótons e dois nêutrons, formando um núcleo de hélio-4. É restrito por núcleos atômicos instáveis, geralmente encontrados em elementos pesados.
- Devido à sua composição, a partícula alfa possui uma carga elétrica positiva (+2) e é relativamente pesada. Essas características tornam a radiação alfa menos penetrante do que a Beta e Gama.
- A radiação alfa pode ser bloqueada facilmente por materiais leves, como uma folha de papel ou mesmo a pele humana. Entretanto, se inalada ou ingerida, pode ser perigoso, pois pode causar danos às células do corpo em contato direto com os tecidos internos.

# Beta:

- O Beta é um tipo de partícula subatômica interna em processos de decaimento radioativo. Existem dois tipos principais de radiação Beta: Beta negativo ( $\beta^-$ ) e Beta positivo ( $\beta^+$ ).
- O decaimento Beta negativo ocorre quando um nêutron no núcleo atômico se transforma em um próton, liberando uma partícula Beta negativa e um antineutrino. Essa partícula Beta negativa é um elétron, que é emitido com alta velocidade pelo núcleo.
- O decaimento Beta positivo é o processo inverso, em que um próton no núcleo se transforma em um nêutron, liberando uma partícula Beta positiva (pósitron) e um neutrino.
- A radiação Beta possui uma capacidade de penetração. Pode ser bloqueado por materiais como vidro, plástico ou folhas de alumínio, tornando-o menos penetrante do que a radiação Gama.

# Gama:

- A radiação Gama é a forma mais energética de radiação eletromagnética, composta por fótons de alta energia. Ela não possui massa nem carga elétrica.
- A radiação Gama é privativa durante certos processos de decaimento radioativo, acompanhando a emissão de partícula alfa e beta para estabilizar o núcleo atômico.
- Devido à sua alta energia, a radiação Gama é extremamente penetrante e pode atravessar materiais densos, incluindo o corpo humano, com facilidade.
- Na medicina, a radiação Gama é utilizada em procedimentos de medicina nuclear, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET-Scan) e Cintilografia, para obter imagens respiratórias do interior do corpo e doenças diagnósticas, como câncer, problemas cardíacos e choques do sistema nervoso, entre outros.

# Raios X:

- Os raios X são uma forma de radiação eletromagnética, assim como a luz visível, mas possuem um comprimento de onda menor e maior energia.
- A descoberta dos raios X, em 1895, por Wilhelm Conrad Röntgen, revolucionou a medicina e a física. Os raios X têm a capacidade de atravessar tecidos moles do corpo humano, mas são absorvidos por estruturas mais densas, como ossos e metais, produzindo uma imagem radiográfica.
- Na medicina, os raios X são amplamente utilizados para diagnóstico e monitoramento de várias condições de saúde, como fraturas ósseas, pneumonia, entre outras. A Radiografia é uma das formas mais comuns de exame de imagem médica.
- A exposição excessiva e repetida à radiação de raios X pode representar um risco à saúde, por isso, os procedimentos com raios X são realizados com doses controladas e apenas quando clinicamente necessários.



# Raio x Raio gama

- **Raios X:**

- Os raios X são uma forma de radiação eletromagnética com comprimentos de onda menores que os da luz visível. Eles foram descobertos em 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen.
- Os raios X são produzidos por um tubo de raios X, onde elétrons são acelerados e colidem com um alvo metálico. Essa colisão resulta na emissão de fótons de raios X.
- Os raios X têm alta energia e são capazes de atravessar tecidos moles, mas são parcialmente absorvidos por estruturas mais densas, como ossos e metais. Isso torna os raios X úteis em várias aplicações, como radiografias médicas e odontológicas, exames de tomografia computadorizada (TC) e fluoroscopia.

- **Raios Gama:**

- Os raios gama, por outro lado, também são uma forma de radiação eletromagnética, mas têm comprimentos de onda ainda menores que os raios X, o que significa que têm uma energia ainda maior.
- Os raios gama são produzidos por núcleos atômicos instáveis que estão em um estado excitado. Para alcançar um estado mais estável, esses núcleos emitem fótons de raios gama.
- Diferente dos raios X, os raios gama têm alta capacidade de penetração e podem atravessar materiais densos, incluindo o corpo humano. Isso os torna muito úteis em aplicações de medicina nuclear, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET-Scan) e cintilografia, para diagnóstico e tratamento de doenças.

# Conclusão:

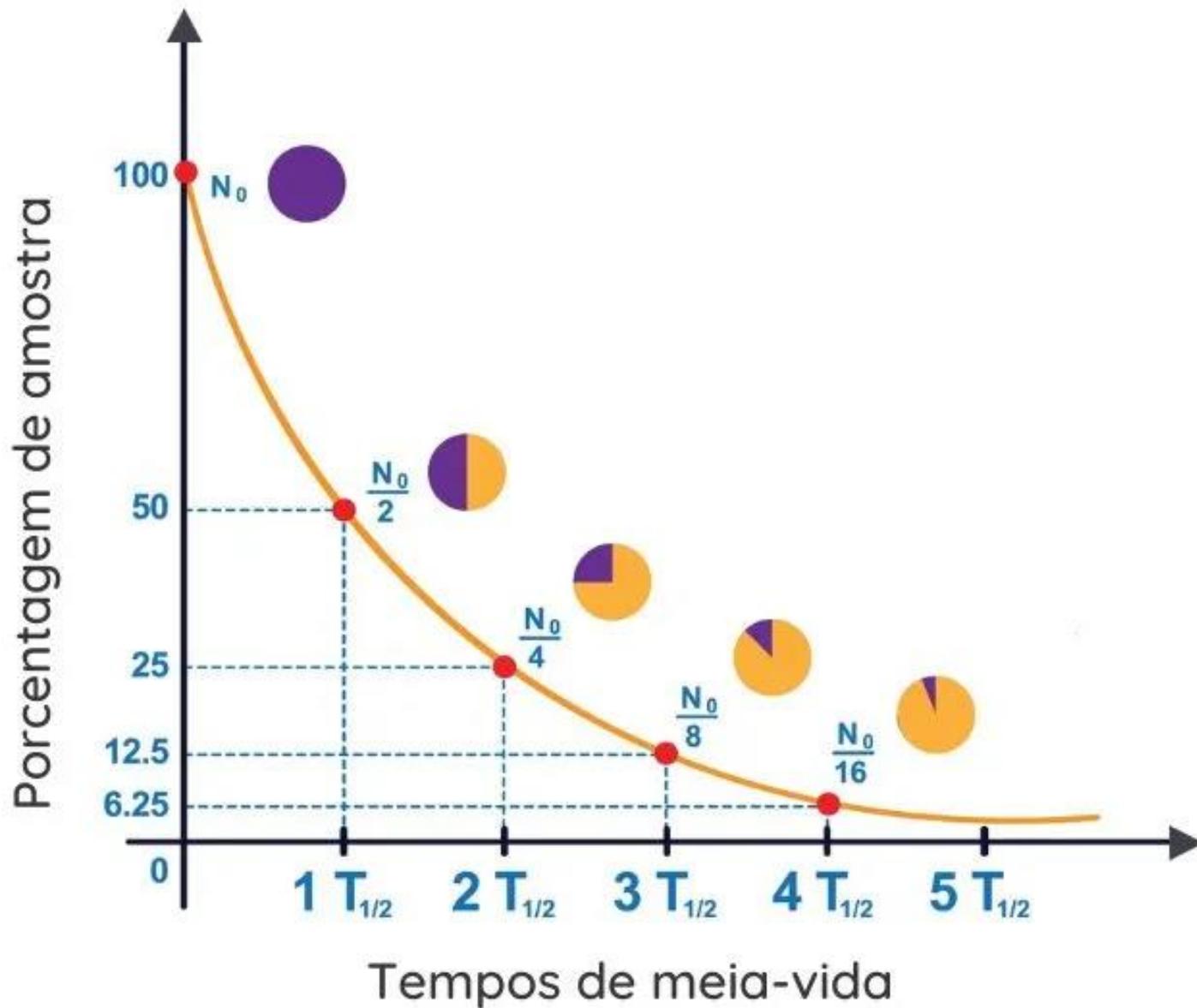
- Em resumo, embora os raios X e os raios gama sejam ambas formas de radiação eletromagnética, eles têm diferentes origens, características e aplicações. Os raios X são produzidos por colisões de elétrons em tubos de raios X e são usados em várias imagens médicas, enquanto os raios gama são emitidos por núcleos atômicos instáveis e têm aplicações importantes em medicina nuclear e pesquisa científica.





# Decaimento Radioativo

- Introdução:
- O decaimento radioativo é um fenômeno natural que ocorre em certos núcleos atômicos instáveis, onde partículas subatômicas são emitidas para alcançar uma configuração mais estável. Esse processo é espontâneo e não pode ser influenciado por fatores externos, tornando-o uma característica intrínseca dos átomos radioativos. Nesta aula, vamos explorar os conceitos fundamentais do decaimento radioativo, os principais tipos de decaimento e suas aplicações em diversos campos.



# Núcleos Atômicos:

- O núcleo atômico é composto por prótons e nêutrons. Átomos de elementos químicos diferentes têm números de prótons distintos, o que define suas propriedades químicas. Entretanto, alguns desses núcleos atômicos são instáveis e podem sofrer decaimento radioativo.

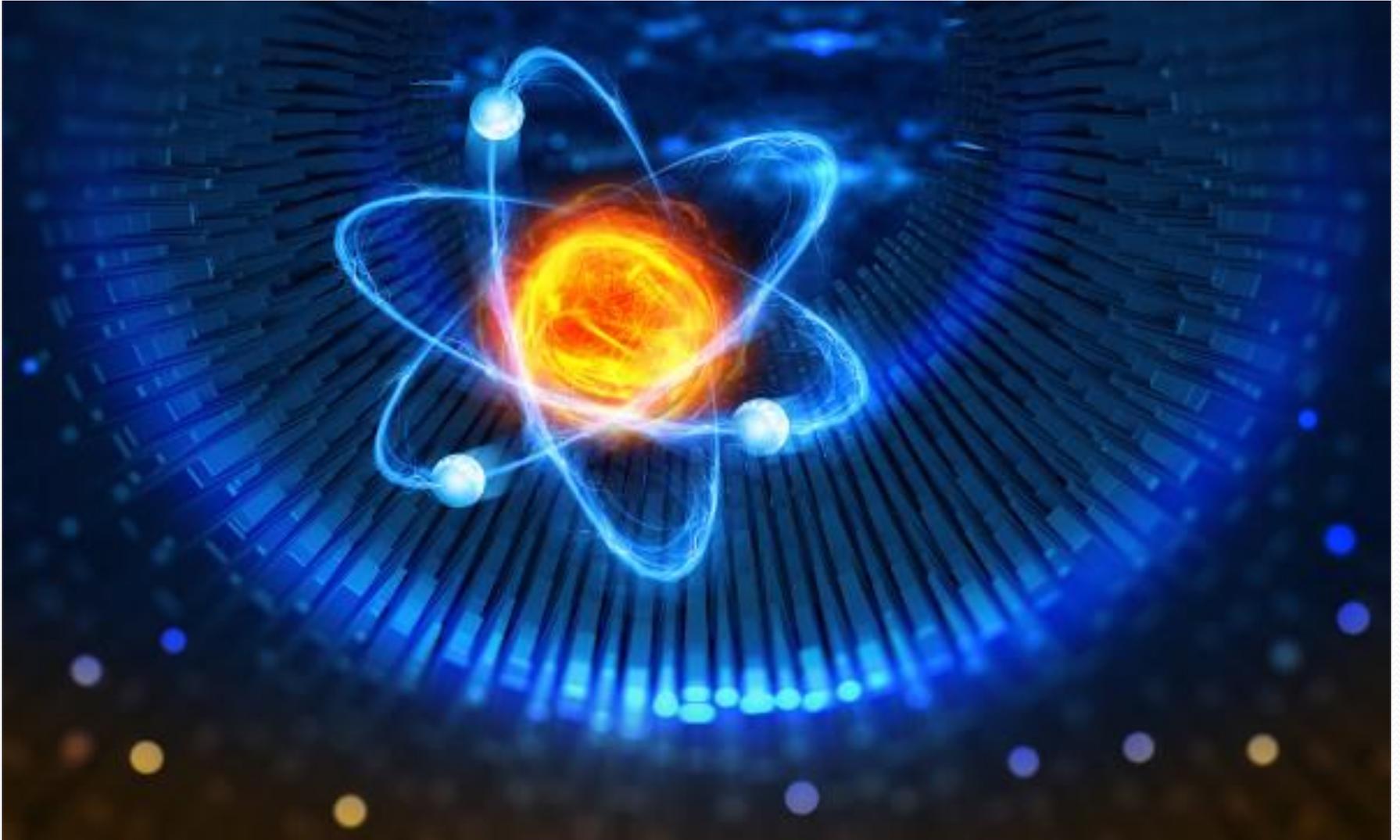
# Estabilidade nuclear e energia de ligação:

- A estabilidade nuclear depende do balanço entre a força nuclear forte, que mantém prótons e nêutrons unidos, e a força eletromagnética repulsiva entre prótons. Núcleos mais estáveis têm uma maior energia de ligação por nucleon (próton ou nêutron).

# Isótopos:

- Isótopos são átomos de um mesmo elemento químico, com o mesmo número de prótons, mas com diferentes números de nêutrons. Alguns isótopos podem ser estáveis, enquanto outros são instáveis e sujeitos ao decaimento radioativo.

# Tipos de decaimiento radioactivo:



# Decaimento alfa ( $\alpha$ ):

- No decaimento alfa, o núcleo instável emite uma partícula alfa, que é composta por dois prótons e dois nêutrons. Isso resulta na redução de dois prótons e dois nêutrons no núcleo, transformando o átomo em outro elemento químico.
- O novo elemento formado possui um número atômico menor em duas unidades e um número de massa menor em quatro unidades em relação ao átomo original.

# Decaimento beta ( $\beta$ ):

- O decaimento beta ocorre quando o núcleo instável emite uma partícula beta. Existem dois tipos principais: decaimento beta negativo ( $\beta^-$ ) e decaimento beta positivo ( $\beta^+$ ).
- No decaimento beta negativo, um nêutron se transforma em um próton, emitindo um elétron ( $\beta^-$ ) e um antineutrino.
- No decaimento beta positivo, um próton se transforma em um nêutron, emitindo um pósitron ( $\beta^+$ ) e um neutrino.
- O decaimento beta altera o número de prótons no núcleo, resultando em um novo elemento químico com o mesmo número de massa, mas com número atômico diferente.

# Decaimento gama ( $\gamma$ ):

- Após um decaimento alfa ou beta, o núcleo pode ficar em um estado excitado com excesso de energia. Para alcançar um estado mais estável, o núcleo emite raios gama (fótons de alta energia), reduzindo sua energia sem alterar sua composição.



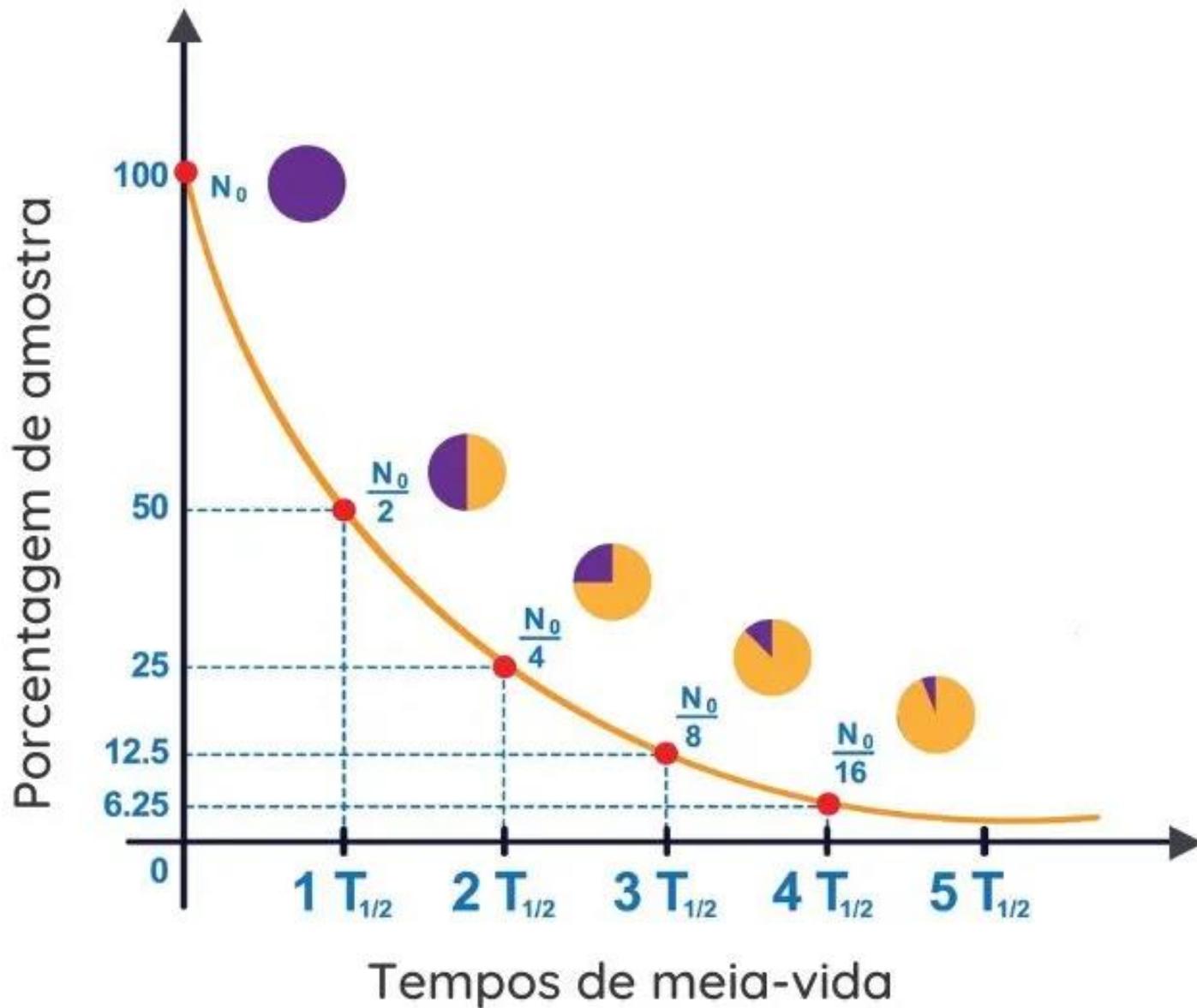
# Leis do decaimento radioativo:

# Lei da desintegração radioativa:

- A taxa de desintegração radioativa de uma amostra é proporcional à quantidade de átomos radioativos presentes. Essa lei é expressa pela equação  $dN/dt = -\lambda N$ , onde  $dN/dt$  é a taxa de desintegração,  $N$  é o número de átomos radioativos na amostra e  $\lambda$  é a constante de decaimento.

# Meia-vida ( $T_{1/2}$ ):

- A meia-vida é o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos de uma amostra se desintegre. Cada isótopo radioativo tem uma meia-vida característica que pode variar desde frações de segundo até bilhões de anos.



# Aplicações do decaimento radioativo:

- Datação arqueológica e geológica:
- A meia-vida dos isótopos radioativos é usada para determinar a idade de objetos arqueológicos e rochas. O carbono-14 é amplamente utilizado para datação de materiais orgânicos, enquanto o urânio-238 e o potássio-40 são usados para rochas e minerais.
- Medicina:
- Isótopos radioativos são usados em medicina nuclear para diagnósticos e tratamentos. Exemplos incluem a Tomografia por Emissão de Pósitrons (PET-Scan) e terapias de radioterapia.

# Conclusão:

- O decaimento radioativo é um fenômeno essencial para entender a estabilidade dos núcleos atômicos e tem várias aplicações importantes em diversas áreas, desde a datação de objetos antigos até tratamentos médicos modernos. O estudo do decaimento radioativo nos permite compreender a evolução do nosso planeta e contribui significativamente para a pesquisa científica e o avanço tecnológico.



# Fissão Nuclear:

- Conceito:
- A fissão nuclear é um processo no qual um núcleo pesado, como o urânio-235 ou o plutônio-239, é dividido em dois ou mais núcleos menores, juntamente com nêutrons e uma grande quantidade de energia.

# Reações em cadeia:

- Quando um núcleo de urânio-235 captura um nêutron, ele se torna instável e se divide em dois núcleos menores, liberando nêutrons adicionais. Esses nêutrons liberados podem colidir com outros núcleos de urânio-235 nas proximidades, causando sua fissão também. Esse processo contínuo de fissão em cascata é conhecido como reação em cadeia.

# Liberação de energia:

- A fissão nuclear libera uma quantidade colossal de energia na forma de calor e radiação. Essa energia pode ser utilizada para gerar eletricidade em usinas nucleares.

# Relação entre Fissão Nuclear e Decaimento Nuclear:

- Similaridades:
- Tanto a fissão nuclear quanto o decaimento nuclear envolvem a instabilidade de núcleos atômicos, que buscam alcançar uma configuração mais estável. Ambos os processos resultam na liberação de energia, embora em quantidades diferentes.
- Diferenças:
- O decaimento nuclear ocorre espontaneamente em átomos instáveis, emitindo partículas subatômicas ou radiação, enquanto a fissão nuclear é um processo induzido pela colisão de nêutrons com núcleos pesados, como o urânio-235 ou plutônio-239.
- No decaimento nuclear, os núcleos transformam-se em outros elementos, enquanto na fissão nuclear, os núcleos pesados se dividem em núcleos menores.

# Aplicações:

- Aplicações do decaimento nuclear:
- O decaimento nuclear tem diversas aplicações em datação arqueológica e geológica, medicina nuclear para diagnóstico e tratamento de doenças, além de outras aplicações em pesquisa científica e na indústria.
- Aplicações da fissão nuclear:
- A fissão nuclear é a base do funcionamento das usinas nucleares, onde é utilizada para gerar eletricidade. Também é utilizada em reatores nucleares de pesquisa e como fonte de energia em submarinos nucleares.

# Conclusão:

- A fissão nuclear e o decaimento nuclear são fenômenos importantes relacionados à física nuclear, embora apresentem diferenças significativas em suas origens e aplicações. Ambos têm impactos significativos na geração de energia, na medicina e em outras áreas, mostrando como a compreensão da física nuclear é essencial para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.



# A meia-vida

- A meia-vida é um conceito fundamental no contexto do decaimento radioativo. Ela é uma propriedade característica de um isótopo radioativo e representa o tempo necessário para que metade da quantidade inicial desse isótopo se desintegre, ou seja, se transforme em outros elementos ou partículas.

# Decaimento Radioativo:

- O decaimento radioativo é um processo no qual átomos instáveis emitem partículas subatômicas ou radiação eletromagnética para se tornarem mais estáveis. Isótopos radioativos são átomos de um mesmo elemento químico, mas com diferentes números de nêutrons. Por serem instáveis, eles se transformam em outros isótopos ou elementos através do decaimento.

# Taxa de Decaimento:

- A taxa de decaimento de um isótopo radioativo é expressa como a quantidade de átomos que se desintegram por unidade de tempo. Essa taxa depende do isótopo específico e é medida em desintegrações por segundo, também conhecida como becquerels (Bq) na unidade do Sistema Internacional (SI).

# Meia-vida:

- A meia-vida ( $T^{1/2}$ ) é o tempo necessário para que metade dos átomos radioativos de uma amostra se desintegre. A meia-vida é uma propriedade característica do isótopo específico e é uma constante para aquele isótopo em particular.

# Compreendendo a Meia-vida:

- Suponha que você tenha uma amostra contendo um determinado isótopo radioativo. No início, a amostra contém uma quantidade específica de átomos desse isótopo. Durante o primeiro intervalo de tempo, que corresponde à meia-vida, metade desses átomos se desintegra. No final da meia-vida, resta metade da quantidade inicial.
- Após mais um intervalo de tempo igual à meia-vida, metade dos átomos restantes se desintegra, restando  $1/4$  da quantidade inicial.
- Após mais um intervalo de tempo igual à meia-vida, metade dos átomos restantes se desintegra, restando  $1/8$  da quantidade inicial.
- E assim por diante.

# Não é uma "vida útil":

- É importante destacar que a meia-vida não representa o tempo total necessário para que todo o isótopo se desintegre. Na realidade, o decaimento radioativo continua indefinidamente, mas a meia-vida nos dá uma maneira conveniente de entender o comportamento do isótopo ao longo do tempo.

# Variação das Meias-vidas:

- As meias-vidas dos isótopos radioativos podem variar significativamente, variando de frações de segundo a bilhões de anos. Alguns isótopos radioativos são extremamente instáveis e têm meias-vidas muito curtas, enquanto outros são relativamente estáveis, com meias-vidas muito longas.

# Aplicações:

- A meia-vida é amplamente utilizada em datação arqueológica e geológica para determinar a idade de objetos e rochas, bem como em diversas aplicações médicas, industriais e de pesquisa científica relacionadas a isótopos radioativos.



# Exemplificar o conceito de decaimento radioativo e meia-vida

- Imagine que você tem uma camiseta de uma cor muito viva e brilhante. Com o tempo, quando você a lava e expõe ao sol, essa camiseta começa a perder a cor, ficando um pouco menos vibrante. Conforme você continua lavando e expondo a camiseta ao sol, ela vai perdendo mais e mais cor, até que, após um certo tempo, a camiseta fica completamente branca.



- Essa mudança gradual na cor da camiseta pode ser comparada ao processo de decaimento radioativo de um isótopo. Inicialmente, a amostra radioativa contém muitos átomos do isótopo em questão, assim como a camiseta tem uma cor intensa. Com o passar do tempo, metade dos átomos radioativos se desintegram, assim como a camiseta vai perdendo metade de sua cor original. Esse intervalo de tempo corresponde à meia-vida do isótopo.



- Conforme o tempo continua passando, mais átomos se desintegram, assim como a camiseta continua perdendo mais cor. Na próxima meia-vida, metade dos átomos restantes se desintegram, assim como a camiseta continua perdendo metade da cor que restou. Esse processo continua indefinidamente, assim como a camiseta continua perdendo cor gradualmente até ficar completamente branca.

- Essa analogia pode ajudar a visualizar como ocorre o decaimento radioativo e como a meia-vida representa o tempo necessário para que a quantidade de átomos se reduza à metade. Além disso, pode mostrar que o decaimento é um processo gradual, assim como a perda gradual da cor da camiseta, até que o isótopo se transforme em outro elemento estável, assim como a camiseta fica completamente branca.

## Característica

- Exclusivamente nuclear
- Não é afetado por nenhum fator

## Fenômeno

Um núcleo instável emite espontaneamente entidades transformando em outro núcleo mais estável

## Radiações

diferem de acordo com o comprimento de onda e a energia

## Poder de penetração

gama > beta > alfa

## Fissão nuclear

quebra do núcleo de um átomo em dois

## Fusão nuclear

união de núcleos pequenos

# RADIOATIVIDADE

## Decaimento

Decomposição radioativa; reação nuclear

## Emissão

- alfa  $\alpha$
- beta  $\beta$
- gama  $\gamma$

## Meia-vida

tempo que a desintegração leva pra reduzir sua massa à metade

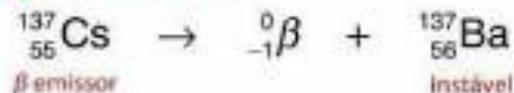
## Radiação alfa

pesada e positiva  
n° atômico 2  
n°<sup>TM</sup> de massa 4



## Radiação beta

partícula negativa  
n° atômico -1



## Radiação gama

trata-se de uma onda eletromagnética

