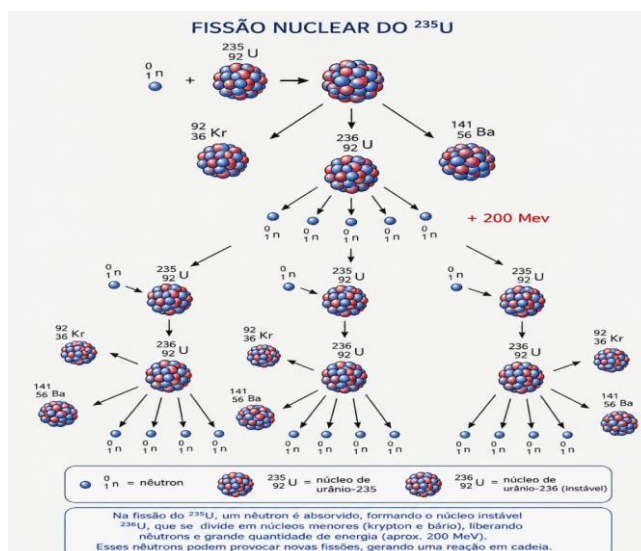


Fissão Nuclear

É o processo, espontâneo ou artificial, no qual ocorre a divisão de um núcleo atômico. A fissão nuclear ocorre geralmente quando um projétil (nêutron) atinge o núcleo atômico, que por sua vez se divide em fragmentos mais leves e libera energia. Enquanto que a energia liberada na fissão nuclear pode ser transformada em energia elétrica, os núcleos atômicos mais leves podem ser utilizados na síntese de radiofármacos.

O isótopo U-235 que é um dos isótopos do elemento Urânio tem uma energia de ligação da ordem de 1.786 MeV e é um isótopo considerado físsil, isto é, que sofre fissão nuclear com facilidade, ao contrário do U-238. Quando um núcleo de U-235 absorve um nêutron, ele se quebra, gerando dois nuclídeos menores de ${}_{56}\text{Ba}^{140}$ e ${}_{36}\text{Kr}^{96}$ e liberando mais três nêutrons, além de 166 MeV de energia, provenientes das forças fortes envolvidas nas ligações interpartículas. Os nêutrons ejetados vão contribuir com mais 33 MeV de energia, dando um total de 200 MeV¹ ou 32×10^{-11} joules por átomo.



Adaptada de Toma (2017), com auxílio do ChatGPT (OpenAI), 2026.

¹ MeV: Megaeletrovolt, é uma unidade de medida de energia, Um MeV equivale a 1 milhão de elettronvolts (10^6 eV).



Na realidade, a fissão do ${}_{92}\text{U}^{235}$ com nêutrons pode gerar mais de duzentos diferentes nuclídeos de 35 elementos distintos. Os nêutrons formados podem ser absorvidos por outros núcleos de ${}_{92}\text{U}^{235}$, dando início a uma reação de fissão em cadeia como a ilustrada na Figura 1. Porém, isso requer condições bem controladas para manter o processo ativo.

Considerando 1 kg de urânio, a energia liberada corresponde a $8,1 \times 10^{13}$ joules, excedendo em milhões de vezes a energia liberada na queima dos combustíveis fósseis. De acordo com a equação de Einstein, essa energia corresponde à conversão de apenas 0,9 g de massa em energia. Note que a bomba atômica² que devastou toda a cidade de Hiroshima (Japão), em 1945, transformou apenas 0,6 g de massa em energia!

Outro aspecto importante é que, se os nêutrons liberados forem absorvidos pelo ${}_{92}\text{U}^{238}$, que é a forma dominante, a reação em cadeia do ${}_{92}\text{U}^{235}$ deixa de ser sustentada e a produção de energia nuclear é interrompida. Um aspecto importante é que, enquanto tanto ${}_{92}\text{U}^{238}$ como ${}_{92}\text{U}^{235}$ absorvem nêutrons rápidos, apenas o ${}_{92}\text{U}^{235}$ consegue interagir com nêutrons lentos. Emprega-se ${}_{92}\text{U}^{235}$ enriquecido a 3%, na presença de moderadores, como à água, e de barras de cádmio e boro para diminuir a velocidade dos nêutrons. Isso permite sustentar a reação de fissão do ${}_{92}\text{U}^{235}$ no reator, sem interferência do ${}_{92}\text{U}^{238}$. O urânio precisa ser enriquecido a pelo menos 90% de concentração do isótopo ${}_{92}\text{U}^{235}$ para ser utilizado em armas atômicas.

O processo de fissão nuclear é utilizado nas usinas nucleares e foi utilizado também nas bombas atômicas lançadas na segunda guerra mundial no Japão, em 1945. Essas são duas das aplicações da radioatividade,

² Bomba atômica: Essa arma foi utilizada na segunda guerra mundial, onde a que foi lançada em Hiroshima tinha como combustível o urânio (U) e a segunda bomba que foi lançada em Nagasaki tinha como combustível o plutônio (Pu).



produção de energia elétrica através da energia nuclear e no desenvolvimento de armas bélicas.

Conclusão

Transformações nucleares são muito importantes na química, em virtude do envolvimento de vários isótopos dos elementos em inúmeros processos em que participam partículas elementares do núcleo. Muitas vezes, os processos dão origem a cadeias e geram uma grande quantidade de novos isótopos e produtos, que precisam ser separados e processados para novo aproveitamento em reatores de aplicações militares. Sua aplicação na medicina é cada vez mais importante, porém, seu uso também é fonte de preocupações com segurança e qualidade de vida.

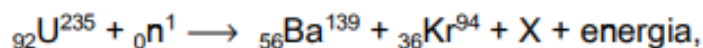
Referências:

TOMA, Henrique Eisi. **Estrutura atômica, ligações e estereoquímica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

DIAS, Maxwell da Silva; FERNANDES, Lucas dos Santos; CAMPOS, Angela Fernandes. *Aprendendo sobre fissão nuclear: sua história e suas aplicações*. Serra Talhada, PE, 2023. 18 p.

Desafio 1

No dia 6 de agosto próximo passado, o mundo relembrou o cinquentenário do trágico dia em que Hiroshima foi bombardeada, reverenciando seus mortos. Uma das possíveis reações em cadeia, de fissão nuclear do urânio-235 usado na bomba, é



onde X corresponde a:

- a) ${}_1^1\text{H}$
- b) $3 {}_0^1\text{n}$



- c) $2\text{ }_0\text{n}^1$
- d) 1H^2
- e) $2\alpha^4$

Desafio 2

Embora utilizem o mesmo princípio físico (fissão), um reator de uma usina nuclear e uma bomba atômica operam sob regimes muito diferentes de controle e concentração de combustível.

A principal diferença técnica entre o controle da fissão em uma usina e em uma arma atômica é que:

- a) na usina, a reação é controlada por barras que absorvem o excesso de nêutrons; na arma, a reação é divergente e descontrolada.
- b) a usina utiliza fusão para gerar energia, enquanto a arma utiliza exclusivamente fissão.
- c) em armas atômicas, o Urânio é enriquecido a apenas 3%, enquanto nas usinas o enriquecimento supera 90%.
- d) usinas nucleares não produzem resíduos radioativos, ao contrário das explosões atômicas.
- e) usinas nucleares e as bombas atômicas lançadas no Japão na segunda guerra mundial utilizaram a fusão nuclear.