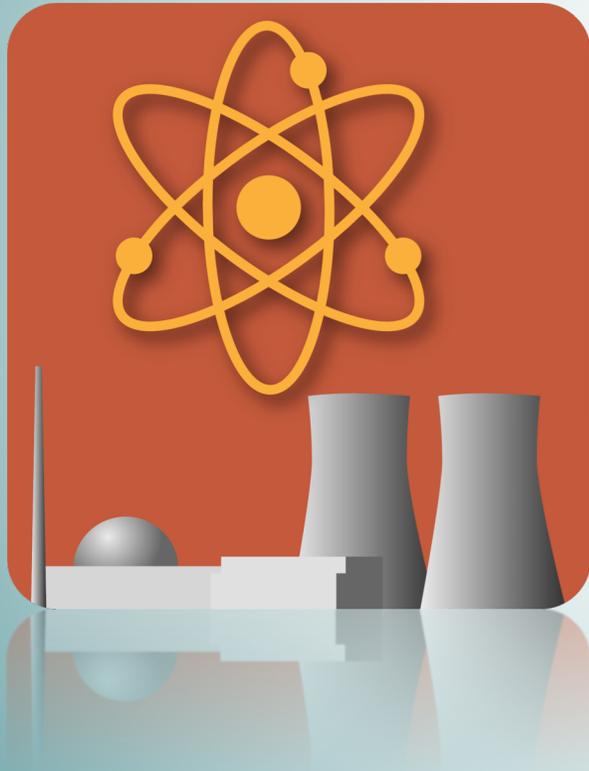


# Ingeniería Nuclear

## BLOQUE I. FÍSICA NUCLEAR Lección 7. Interacciones neutrónicas



**Fernando Delgado San Román**  
**Raquel Martínez Torre**

DPTO. DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ENERGÉTICA

Este tema se publica bajo Licencia:

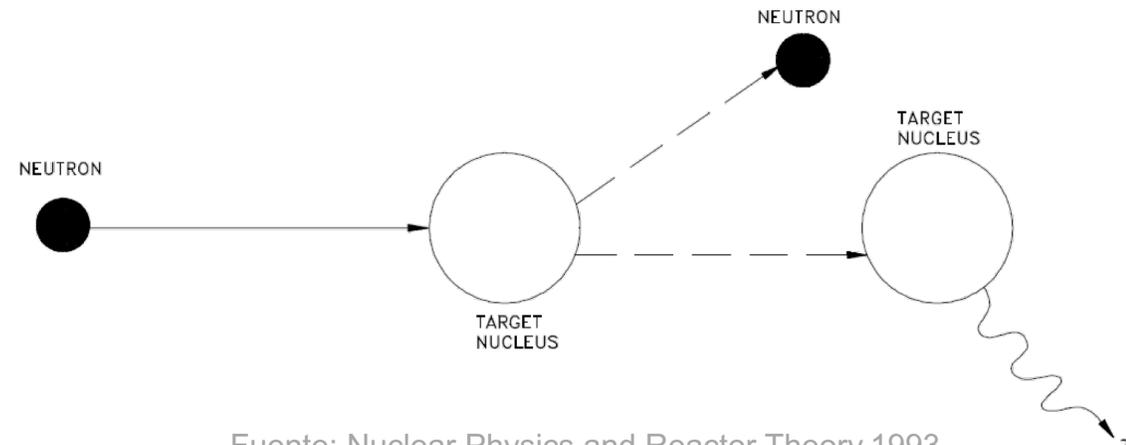
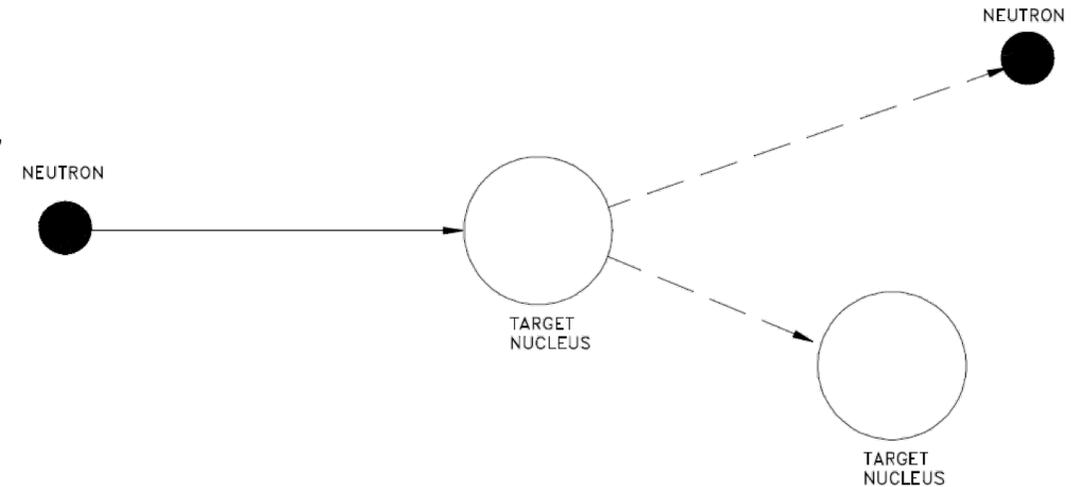
[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## DISPERSION

- La reacción de dispersión de neutrones ocurre cuando un núcleo, después de haber sido golpeado por un neutrón, **emite un solo neutrón**.
- El neutrón inicial y el final no tienen porque ser el mismo pero el efecto neto de la reacción es como si el neutrón que golpea el núcleo hubiese **rebotado**.
- Existen dos tipos de reacciones de dispersión:
  - ✓ **Dispersión elástica.**
  - ✓ **Dispersión inelástica.**



# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## DISPERSIÓN ELÁSTICA

- No hay energía transferida a excitación nuclear.
- Se conservan el momento y la energía cinética del sistema aunque normalmente se transfiere algo de energía cinética del neutrón al núcleo.
  - ✓ Conservación del momento:

$$(m_n \cdot v_{n,i}) + (m_T \cdot v_{T,i}) = (m_n \cdot v_{n,f}) + (m_T \cdot v_{T,f})$$

- ✓ Conservación de la energía cinética:

$$\left(\frac{1}{2} m_n \cdot v_{n,i}^2\right) + \left(\frac{1}{2} m_T \cdot v_{T,i}^2\right) = \left(\frac{1}{2} m_n \cdot v_{n,f}^2\right) + \left(\frac{1}{2} m_T \cdot v_{T,f}^2\right)$$

$m_n \equiv$  masa del neutrón  
 $m_T \equiv$  masa del núcleo  
 $v_{n,i} \equiv$  velocidad del neutrón inicial  
 $v_{n,f} \equiv$  velocidad del neutrón final  
 $v_{T,i} \equiv$  velocidad del núcleo inicial  
 $v_{T,f} \equiv$  velocidad del núcleo final

# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## DISPERSIÓN ELÁSTICA

- Se puede dar de dos maneras:
  - ✓ **Dispersión elástica resonante** (menos habitual): **absorción de un neutrón**, formando un **núcleo compuesto**, seguido de la **reemisión de un neutrón** de manera que la energía cinética se conserve y el núcleo vuelva a su estado fundamental.
    - Es muy dependiente de la energía cinética que tenga el neutrón.
  - ✓ **Dispersión elástica potencial**: **el neutrón choca con el núcleo**, como las bolas de billar. El neutrón no toca el núcleo y por lo tanto no forma un núcleo compuesto, ya que es controlado y dispersado por las fuerzas nucleares de corto alcance cuando se aproxima lo suficiente al núcleo.
    - Se produce cuando la energía de los neutrones incidentes es **menor que 1 MeV**.

## DISPERSIÓN INELÁSTICA

- Se da cuando el neutrón incidente es **absorbido por el núcleo**, formando un **núcleo compuesto**.
- El núcleo compuesto **emite un neutrón con una energía cinética más baja**, dejando el núcleo original en un **estado excitado**.
- El núcleo excitado emite, normalmente, **emisiones gamma** para alcanzar su estado fundamental.
- Para el núcleo que ha alcanzado el estado fundamental, la suma de energía cinética del neutrón saliente, del núcleo y de la energía gamma es igual a la energía cinética inicial del neutrón incidente.

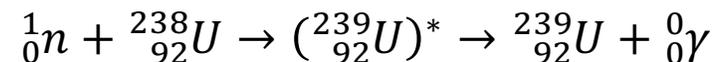
# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## REACCIONES DE ABSORCIÓN

- El resultado, en la mayoría de los casos, de estas reacciones es la **perdida de un neutrón** junto con la **producción de una partícula cargada o un rayo gamma**.
- Cuando el núcleo producido es **radioactivo**, se **emite radiación adicional** posteriormente.
- Existen principalmente tres reacciones de absorción:
  - ✓ **Captura radioactiva.**
  - ✓ **Expulsión de partículas.**
  - ✓ **Fisión.**

## CAPTURA RADIATIVA

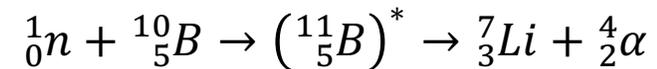
- El **neutrón** incidente **entra** en el núcleo formando un **núcleo compuesto**.
- Posteriormente el núcleo se **desintegra** hasta su estado con **emisiones gamma**.



# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## EXPULSION DE PARTÍCULAS

- El neutrón incidente **entra** en el núcleo formando un **núcleo compuesto**.
- Este núcleo compuesto ha sido excitado hasta **un nivel de energía tan elevado** que produce la **expulsión de una nueva partícula** mientras el neutrón incidente permanece en el núcleo.
- Después de que la nueva partícula es expulsada, el núcleo puede estar o no estar en un estado excitado, dependiendo del balance masa-energía de la reacción.



## FISIÓN

- El núcleo que absorbe al neutrón se **divide en dos partes de similar tamaño**.
- Es una de las reacciones más importantes.

# INTERACCIONES NEUTRÓNICAS

## RECURSOS

- Nuclear Physics and Reactor Theory, 1993 (Department of Energy United States of America).
- Introduction to Nuclear Engineering (John R. Lamarsh and Anthony J. Baratta)