

Maestría en Física Contemporánea

Núcleos y Partículas Elementales-Física Nuclear

Mariel Santangelo

Departamento de Física - Universidad Nacional de La Plata

Argentina

2019

Contents

⇒ ●	Fenomenología de los núcleos	2
●	Modelos	6
●	Desintegración	8
●	Fisión	11
●	Fusión	18

Bibliografía

Fenomenología y modelos:

- Ernest M. Henley and Alejandro García; Subatomic Physics; World Scientific, Singapore (2007).
- Bogdan Povh, Klaus Rith, Christoph Scholz, Frank Zetsche; Particles and Nuclei. An Introduction to the Physical Concepts; Springer Verlag, Berlin (2008).
- J. Sánchez Guillén y M. Braun, Física Cuántica, Alianza Universidad, España (1993).
- A. Das and T. Ferbel; Introduction to Nuclear and Particle Physics; World Scientific, Singapore (2005).
- W.N. Cottingham and D.A. Greenwood, An introduction to Nuclear Physics, Cambridge University Press, UK (2004).

Fenomenología de los núcleos

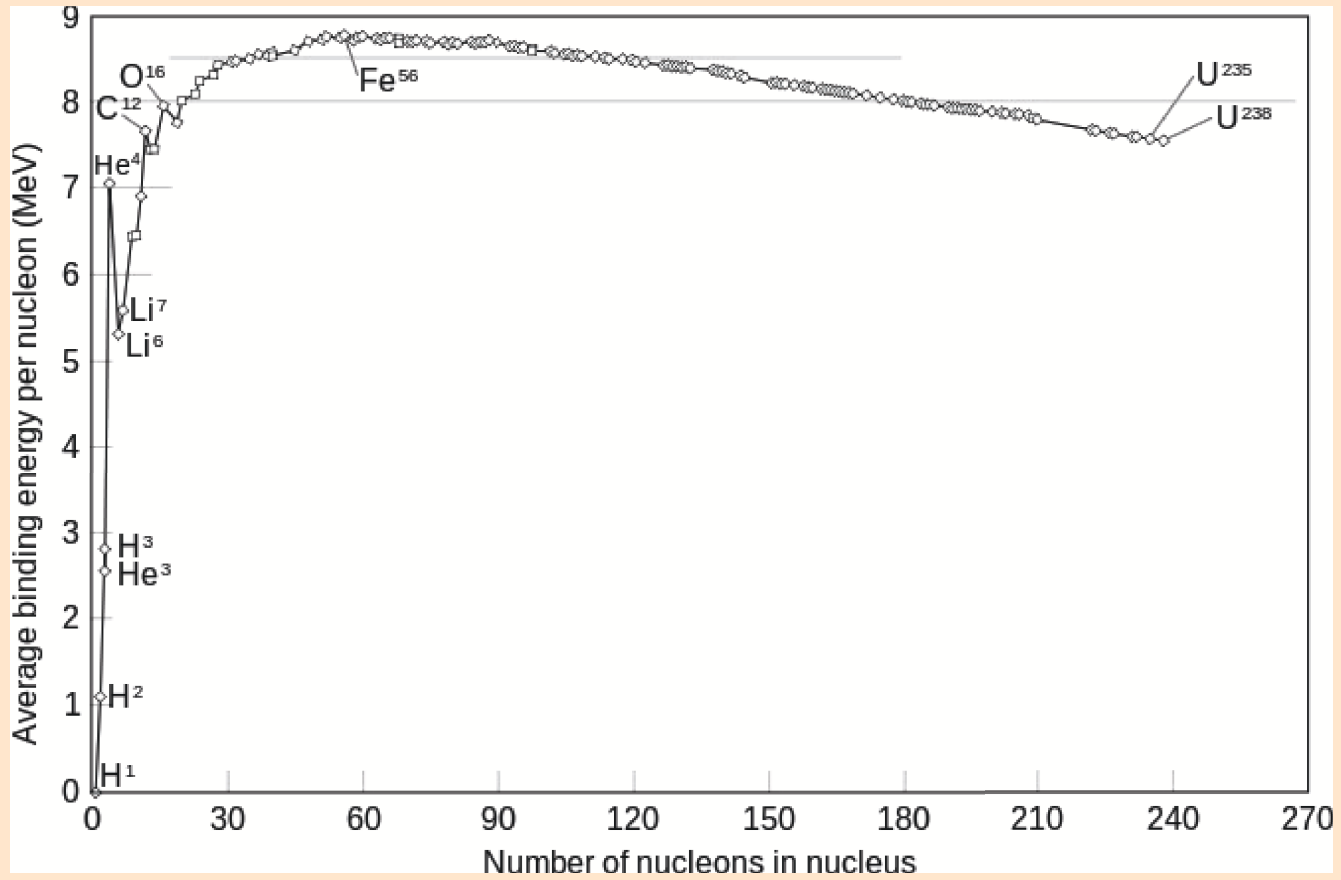
$$M(A, Z) < Zm_p + (a - Z)m_n$$

$$\Delta M = M(A, Z) - (Zm_p + (a - Z)m_n) < 0$$

ΔMc^2 : Energía de ligadura (negativa)

$$\frac{B_{A,Z}}{A} = -\frac{\Delta Mc^2}{A}$$

es la energía de ligadura por nucleón, que tiene propiedades notables



$$\frac{B_{A,Z}}{A} = -\frac{\Delta Mc^2}{A} \sim 8MeV$$

CONSTANTE para un gran rango de valores de A

$$R_A = R_0 A^{1/3} \quad R_0 \sim 1,2 fm$$

Densidad:

$$\rho = \frac{Am_p}{\frac{4}{3}\pi R_A^3} \sim 10^{14} \frac{g}{cm^3}$$

INDEPENDIENTE DE A!!!!

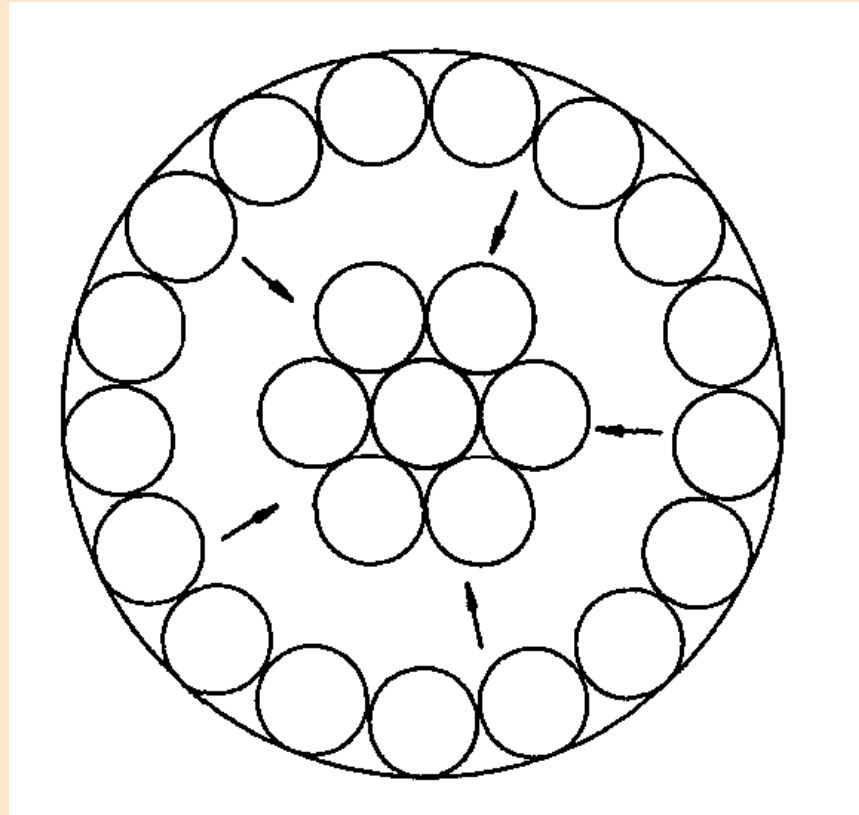


Figure 1: Modelo de la gota líquida

Modelos

Modelo de la gota líquida:

$$B_{A,Z} = a_1 A - a_2 A^{\frac{2}{3}} - a_3 \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}}$$

No basta para explicar ciertos hechos experimentales. Se agregan términos

$$B_{A,Z} = a_1 A - a_2 A^{\frac{2}{3}} - a_3 \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_4 \frac{(N - Z)^2}{A} \mp a_5 A^{-\frac{3}{4}}$$

Fórmula de Bethe-Weizsäcker

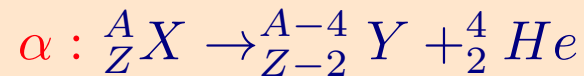
$$a_1 \sim 15,6 \text{ MeV}, a_2 \sim 16,8 \text{ MeV}, a_3 \sim 0,72 \text{ MeV}, a_4 \sim 23,3 \text{ MeV}, a_5 \sim 34 \text{ MeV}$$

Reacciones:

- Bogdan Povh, Klaus Rith, Christoph Scholz, Frank Zetsche; *Particles and Nuclei. An Introduction to the Physical Concepts*; Springer Verlag, Berlin (2008)
- A. Das and T. Ferbel; *Introduction to Nuclear and Particle Physics*; World Scientific, Singapore (2005).
- F.A. Schaposnik, *Apuntes de Física IV*, <http://163.10.1.179/materias.html>

Desintegración

$$\frac{dN(t)}{dt} = -\lambda$$

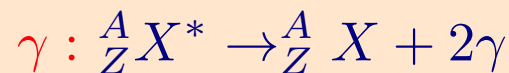


Series radiactivas:

Padre con $A = 4n$: ${}^{232}_{90}Th$ con $\tau = 2,01 \times 10^{10}$ años

Padre con $A = 4n + 2$: ${}^{238}_{92}U$ con $\tau = 6,52 \times 10^9$ años

Padre con $A = 4n + 3$: ${}^{235}_{92}U$ con $\tau = 1,02 \times 10^9$ años



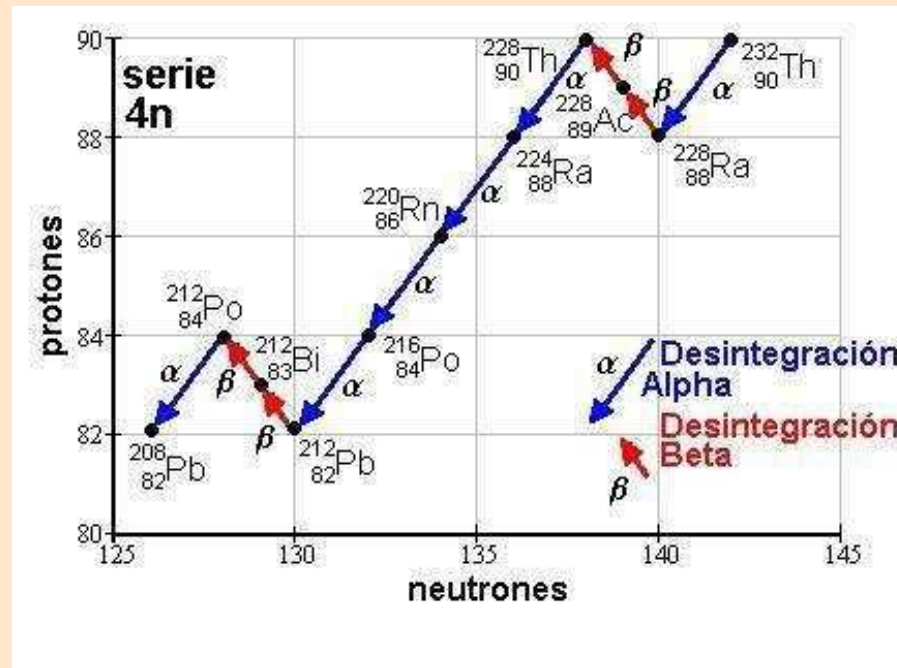


Figure 2: Cadena radiactiva 4n

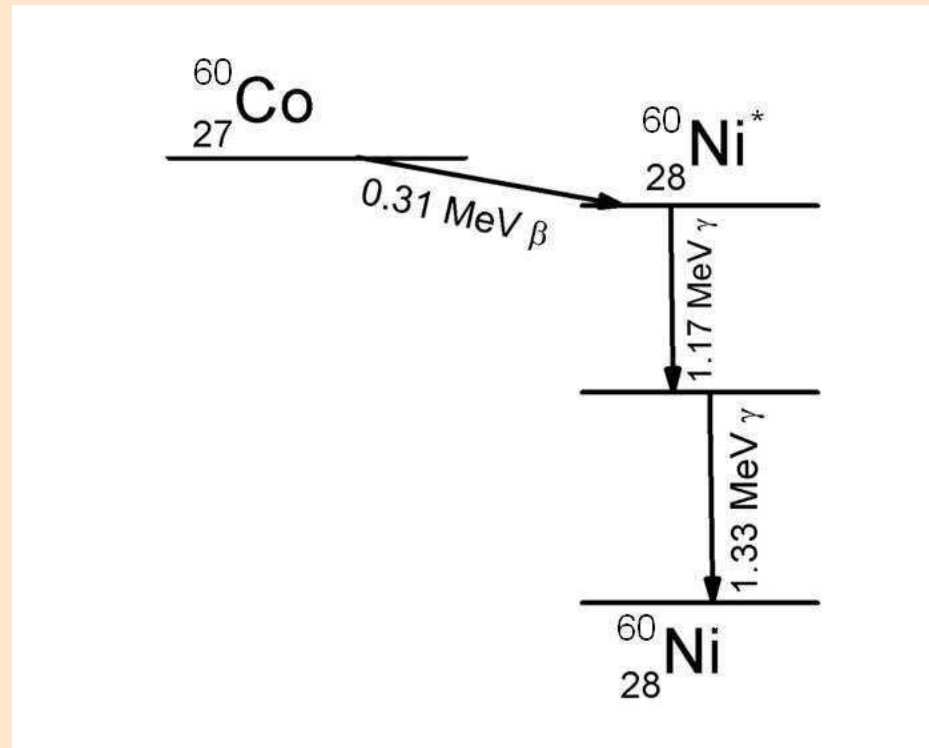


Figure 3: Desintegración gamma

Fisión

Recordemos que

$$M(A, Z)c^2 = (Z m_p + N m_n) c^2 - B_{A,Z}$$

EFEECTO RELATIVISTA!!!!

Déficit de masa:

$$\Delta M = M(A, Z) - (Z m_p + (A - Z) m_n) < 0$$

energía de ligadura negativa, de valor absoluto

$$B_{A,Z} = -E_{lig.} = (Z m_p + (A - Z) m_n) c^2 - M(A, Z) c^2 > 0$$

A mayor valor de B , más estabilidad

Modelo de la gota líquida:

$$B_{A,Z} = a_1 A - a_2 A^{\frac{2}{3}} - a_3 \frac{Z^2}{A^{\frac{1}{3}}} - a_4 \frac{(N - Z)^2}{A} \mp a_5 A^{-\frac{3}{4}}$$

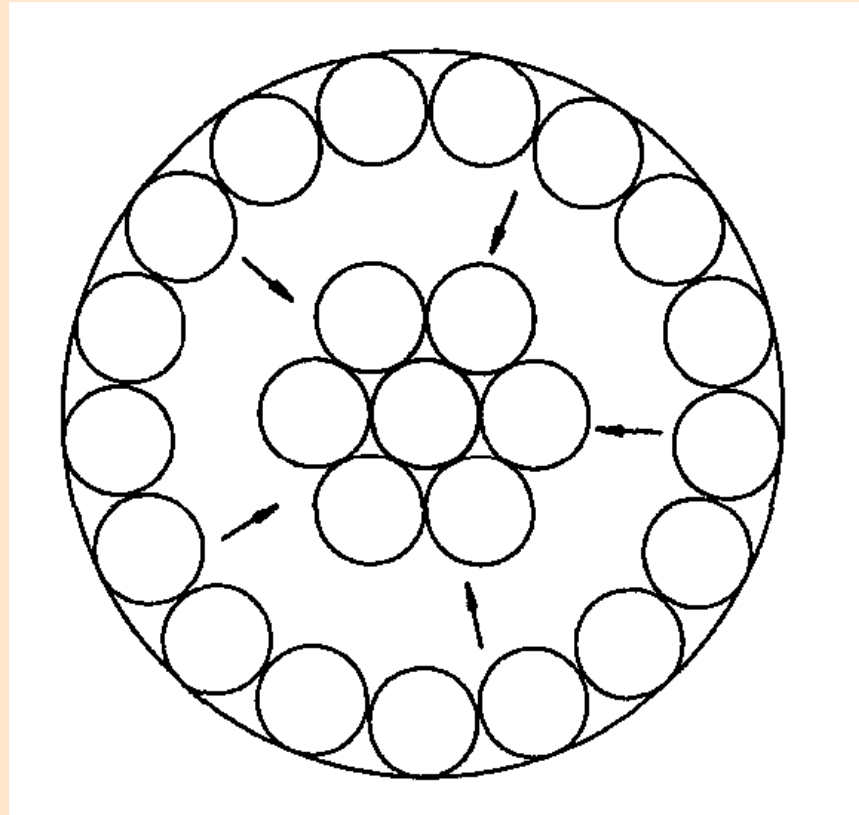


Figure 4: Modelo de la gota líquida

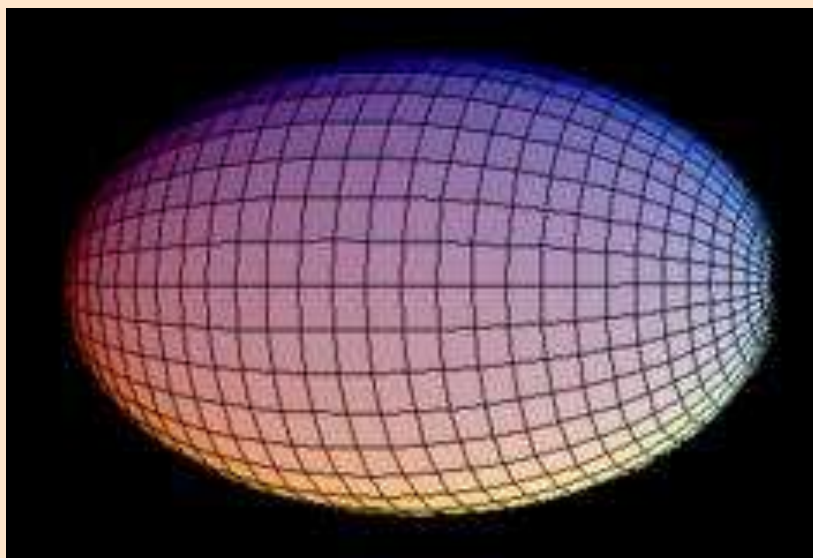
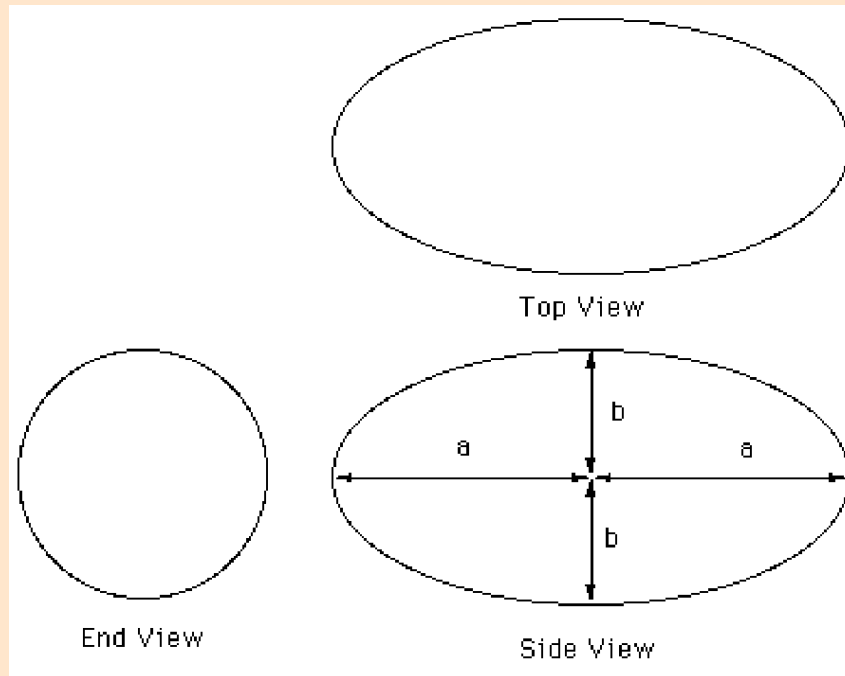


Figure 5: Elipsoide prolado



$$a = R(1 + \epsilon) \quad b = \frac{R}{(1 + \epsilon)^{\frac{1}{2}}}$$

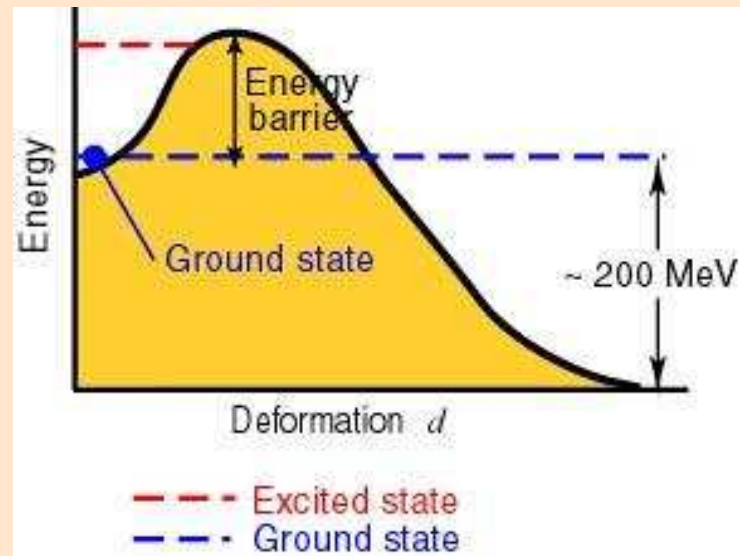
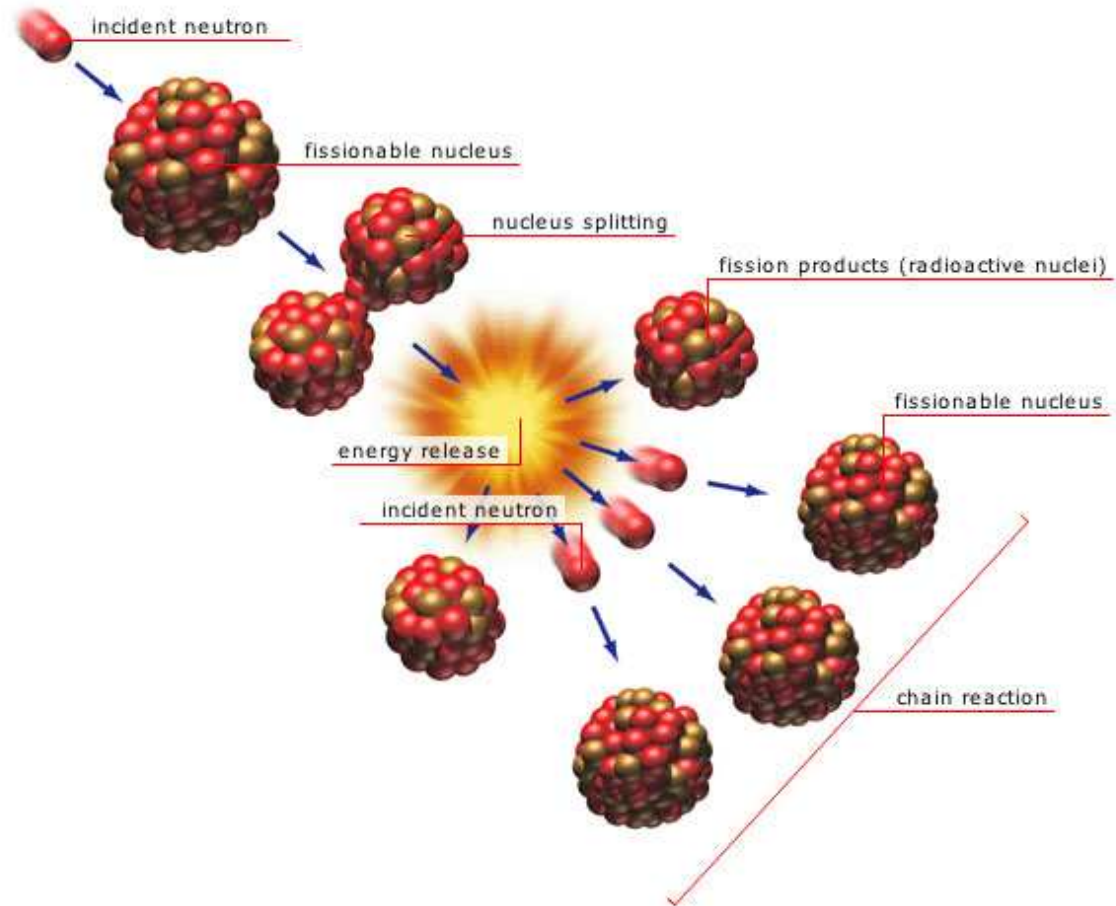


Figure 6: Barrera de energía, para $Z^2 > 17 A$



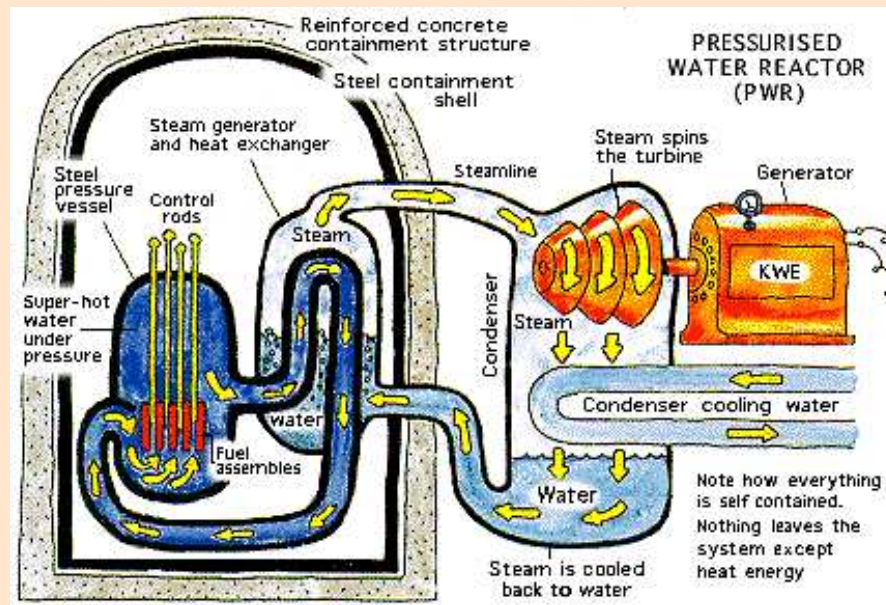


Figure 7: Esquema de un reactor nuclear

Fusión

$$V_{Coulomb} = \frac{Z Z' e^2}{R'} \sim 4 \text{ MeV}$$

Aceleración: produce dispersión elástica, no fusión.

Se requiere calentamiento a $T \sim 10^{10} \text{ K}$ (temperatura comparable con interior solar).

Problema: confinamiento de núcleos calientes

Conseguidas en laboratorio:

