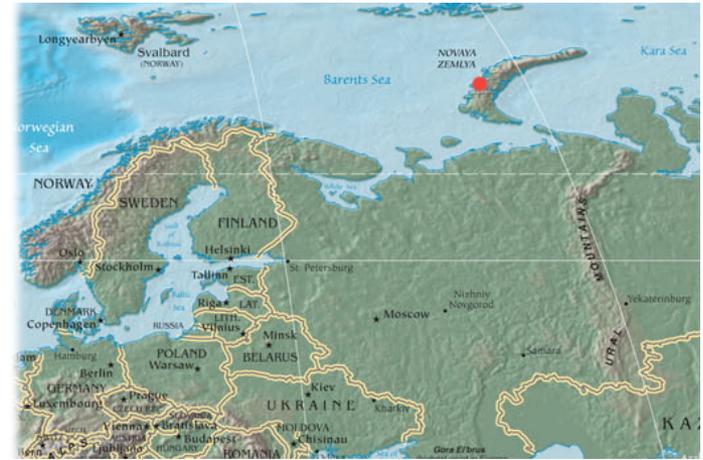
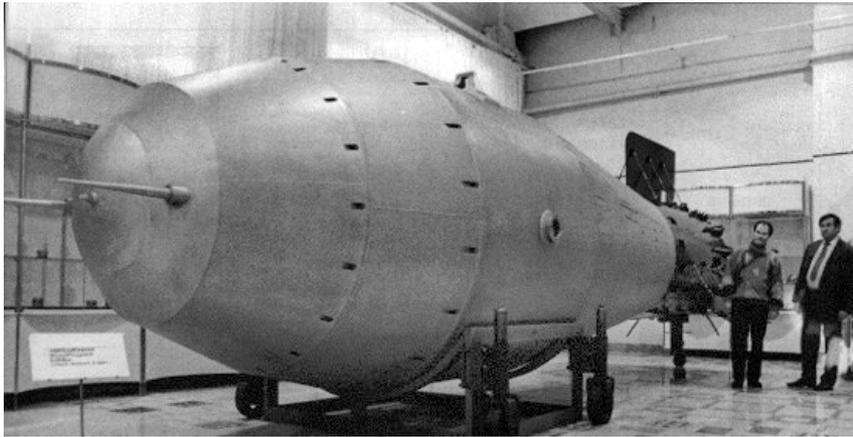


TEMA 5: RADIOACTIVIDAD



http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_del_Zar

¿Cuál ha sido la bomba atómica más potente?

¿Cómo se mide?



Física

TEMA 5: RADIATIVIDAD

<http://www.publico.es/ciencias/7378/rostro/tutankamon/exhibira/primera/vez>

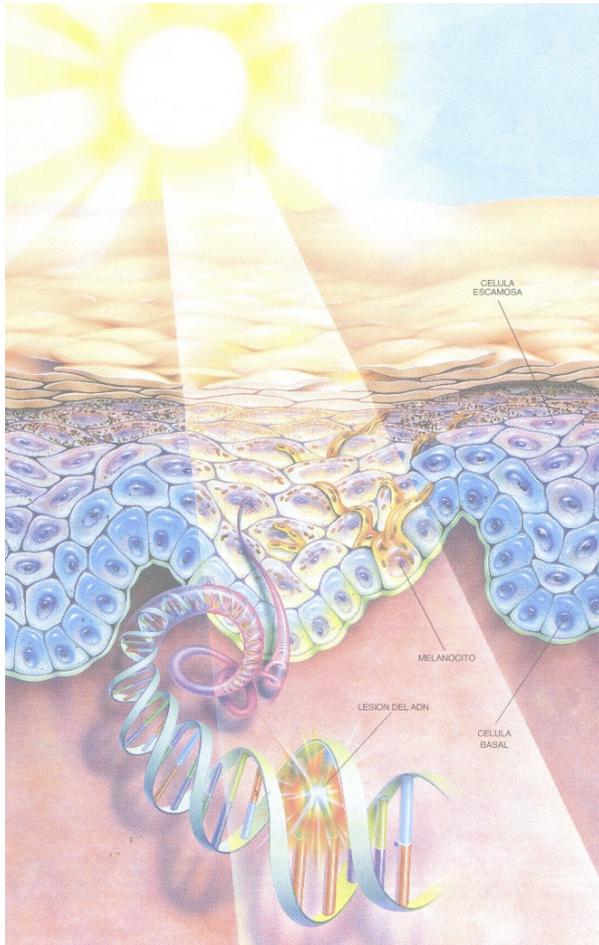


http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_libro

¿Cómo determinar la antigüedad de piezas arqueológicas?

<http://www.taringa.net/posts/info/1206502/Ciencia-y-ficci%C3%B3n.html>

TEMA 5: RADIATIVIDAD

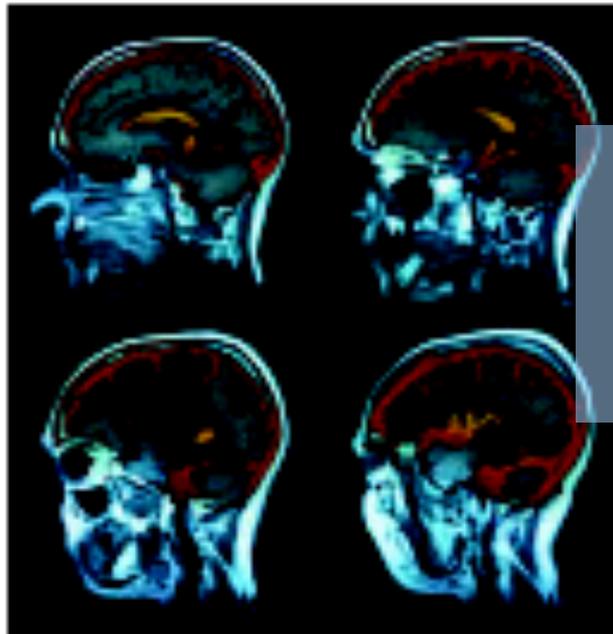
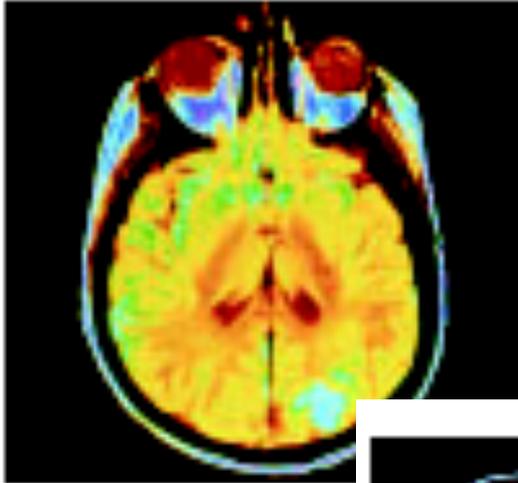


http://es.wikipedia.org/wiki/Central_nuclear

¿Cuál es el efecto de las radiaciones sobre nuestro cuerpo?

http://www.sagan-gea.org/hojared_radiacion/paginas/Las_UV_y_los_seres_vivos.html

TEMA 5: RADIATIVIDAD



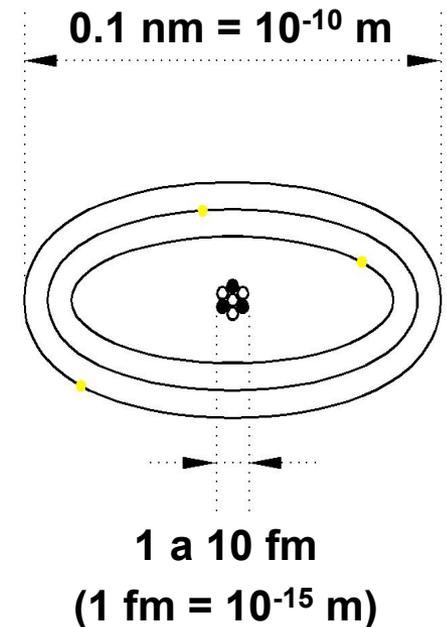
¿Tienen aplicaciones beneficiosas las radiaciones?

<http://www.radiologyinfo.org/sp/>

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.1 Estructura nuclear y fuerzas nucleares

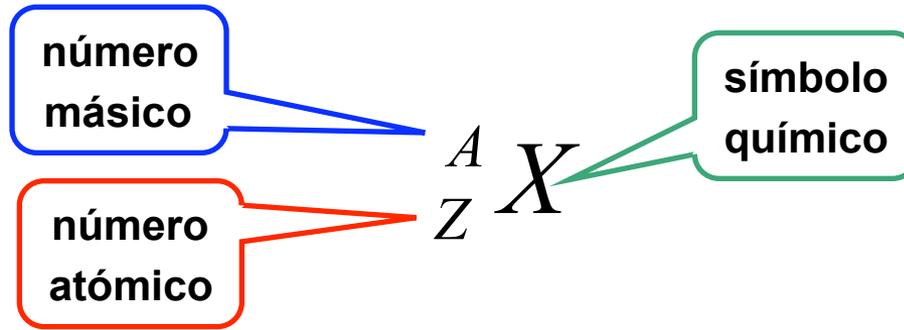
- Núcleo atómico: pequeño y muy denso
- Partículas que lo forman: nucleones
 - **Protón:** $\rightarrow q_p = +e$
 $\rightarrow m_p = 1840 m_e$
 - **Neutrón** $\rightarrow q_n = 0$
 $\rightarrow m_n \cong m_p = 1840 m_e$
- **número atómico Z:** número de protones
- **número másico A:** número total de nucleones
- **número de neutrones: A – Z**



TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.1 Estructura nuclear y fuerzas nucleares

■ Notación:

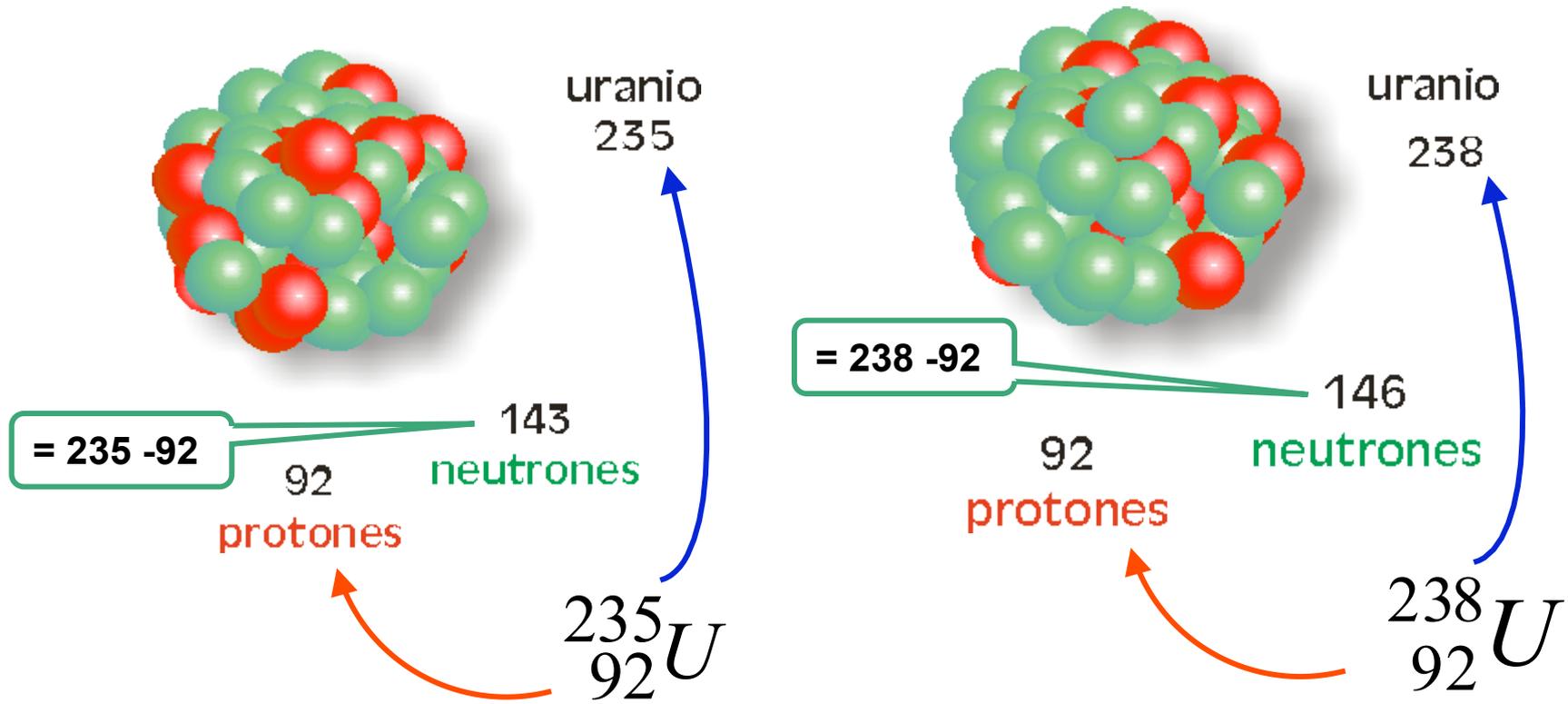


- **isótopos:** átomos con el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones
 - mismo Z , pero diferente A
 - los isótopos tienen prácticamente las mismas propiedades químicas

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.1 Estructura nuclear y fuerzas nucleares

■ Ejemplos:



TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

5.1 Estructura nuclear y fuerzas nucleares

- Fuerzas presentes en el núcleo:
 - *Fuerzas nucleares:*
 - mantienen unidos los nucleones
 - muy intensas, pero de corto alcance
 - *Fuerzas eléctricas:*
 - fuerzas repulsivas entre los protones del núcleo
 - menos intensas, aumentan con el número de protones
 - *Interacciones débiles:*
 - origen concreto desconocido (procesos de desintegración)
 - mucho más débiles que las interacciones nucleares fuertes.
 - *Fuerzas gravitatorias:*
 - fuerzas de atracción entre protones y neutrones debido a m
 - despreciables en física nuclear.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

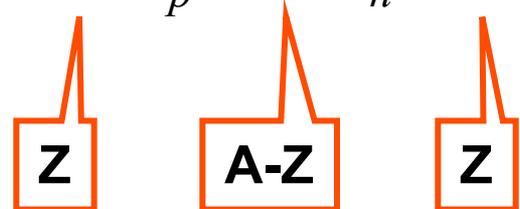
5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Unidad de masa atómica (u): doceava parte de la masa del isótopo 12 del carbono (está incluida, por tanto, la masa de los electrones)

$$1 u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

- Cualquier átomo: la masa del átomo es menor que la suma de las masas de sus constituyentes

- Por ejemplo, para el isótopo 12 del carbono: ${}^{12}_6\text{C}$

$$6 m_p + 6 m_n + 6 m_e = 12.0989 u$$


TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Unidad de masa atómica (u): doceava parte de la masa del isótopo 12 del carbono (está incluida, por tanto, la masa de los electrones)

$$1 u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

- Cualquier átomo: la masa del átomo es menor que la suma de las masas de sus constituyentes

- Por ejemplo, para el isótopo 12 del carbono: ${}^{12}_6\text{C}$

$$6 m_p + 6 m_n + 6 m_e = 12.0989 u$$

- Como $m({}^{12}_6\text{C}) = 12.0000 u$

- Resulta un **defecto de masa**: $\Delta m = 0.0989 u$

TEMA 5: RADIATIVIDAD

6 cifras
significativas

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

Núclido	masa m (u)	$Z m_p + N m_n + Z m_e$ (u)	diferencia (u)
e	5.48×10^{-4}		
p	1.00728		
n	1.00866		
1_1H	1.00783		
2_1H	2.0141	2.0165	0.0024
4_2He	4.0026	4.0330	0.0304
$^{12}_6C$	12.0000	12.0989	0.0989
$^{13}_6C$	13.0034	13.1078	0.1044
$^{56}_{26}Fe$	55.9349	56.4633	0.5284
$^{238}_{92}U$	238.0508	239.9845	1.9337

Física

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- INTERPRETACION: principio de Einstein de equivalencia entre masa y energía:

$$E = m c^2$$

- c es la velocidad de la luz en el vacío
- relaciona la masa de una partícula con su energía en reposo (concepto relativista)
- Defecto de masa en un átomo (Δm): energía
 - **energía de enlace entre los nucleones** $E_{enlace} = \Delta m c^2$
 - *parte de la masa de los nucleones se convierte en una energía que los mantiene unidos*

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Unidad de las energías nucleares: *electrón-voltio (eV)*
- Definición: cantidad de energía que adquiere un electrón al estar sometido a una diferencia de potencial de un voltio
- Relación julio-eV:

- energía potencial de una carga

$$\Delta U = q \Delta V$$

- por tanto:

$$E = 1.6 \times 10^{-19} \cdot 1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- ¿Cuánta energía se puede obtener de una masa = 1 u ?

- Ecuación de Einstein

$$E = m c^2$$

- Sustituimos (SI): $E = 1.66 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 1.49 \times 10^{-10} J$

- Si ahora la expresamos en eV

$$E = 1.49 \times 10^{-10} J \frac{1 eV}{1.6 \times 10^{-19} J} = 9.31 \times 10^8 eV = 931 MeV$$


$$10^6 = M$$

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- ¿Cuánta energía se puede obtener de una masa = 1 u ?

- Ecuación de Einstein $E = m c^2$

- Sustituimos (SI): $E = 1.66 \times 10^{-27} (3 \times 10^8)^2 = 1.49 \times 10^{-10} J$

- Si ahora la expresamos en eV

$$E = 1.49 \times 10^{-10} J \frac{1 eV}{1.6 \times 10^{-19} J} = 9.31 \times 10^8 eV = 931 MeV$$

- Es decir: $1 u \rightarrow \text{energía de } 931 MeV$ $1 u = 931 MeV / c^2$

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- ¿La energía de enlace es la misma para todos los núcleos?
- Energía de enlace por nucleón: E_{enlace} / A

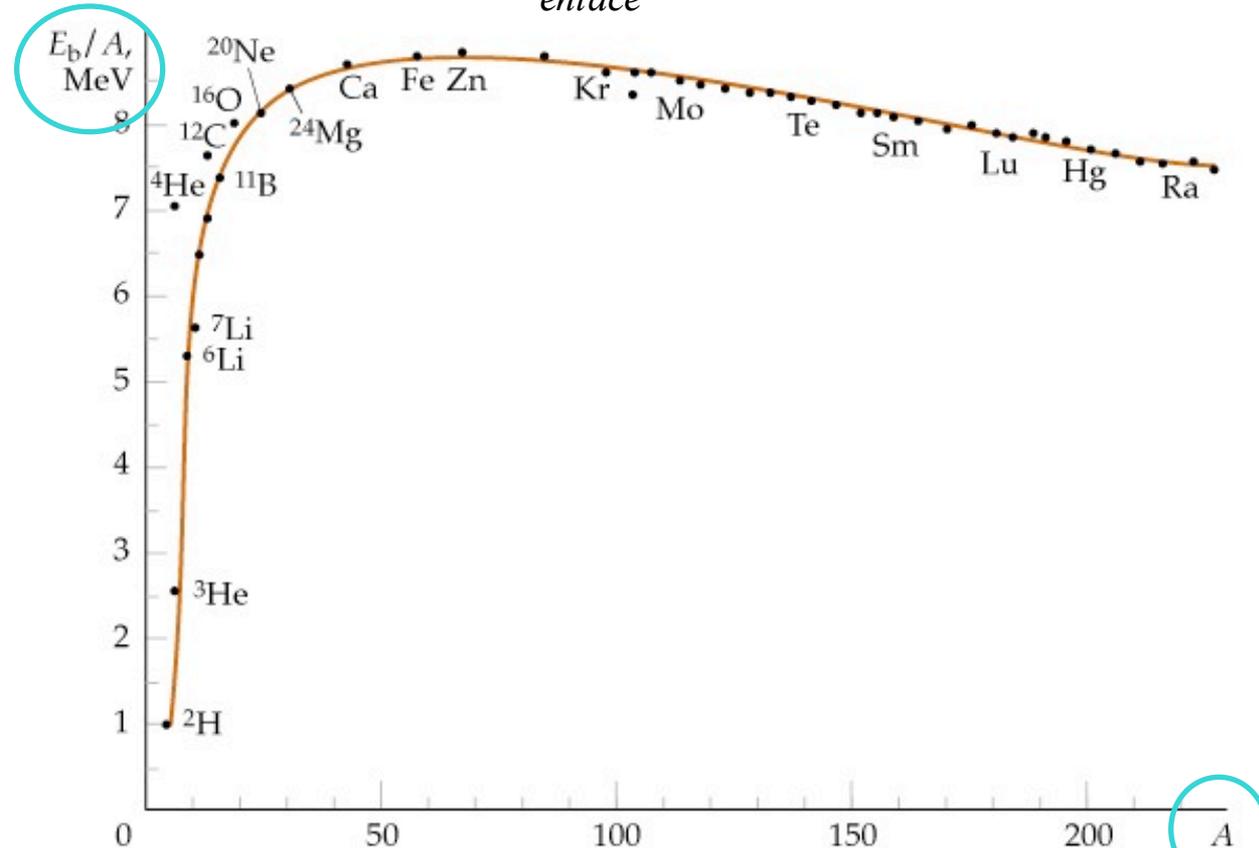


Núclido	masa m (u)	$Z m_p + N m_n + Z m_e$ (u)	diferencia (u)	Energía de enlace por nucleón (MeV)
2_1H	2.0141	2.0165	0.0024	1.1
4_2He	4.0026	4.0330	0.0304	7.1
${}^{12}_6C$	12.0000	12.0989	0.0989	7.7
${}^{13}_6C$	13.0034	13.1078	0.1044	7.5
${}^{56}_{26}Fe$	55.9349	56.4633	0.5284	8.8
${}^{238}_{92}U$	238.0508	239.9845	1.9337	7.6

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- ¿La energía de enlace es la misma para todos los núcleos?
- Energía de enlace por nucleón: E_{enlace} / A



TEMA 5: RADIATIVIDAD

- Valor medio: ≈ 8 MeV por nucleón

- Máximo amplio para núcleos de tamaño medio. Para el Fe ≈ 8.8 MeV por nucleón

- Para $A > 100$, la curva decrece suavemente, alcanzando los 7.6 MeV por nucleón para el uranio.

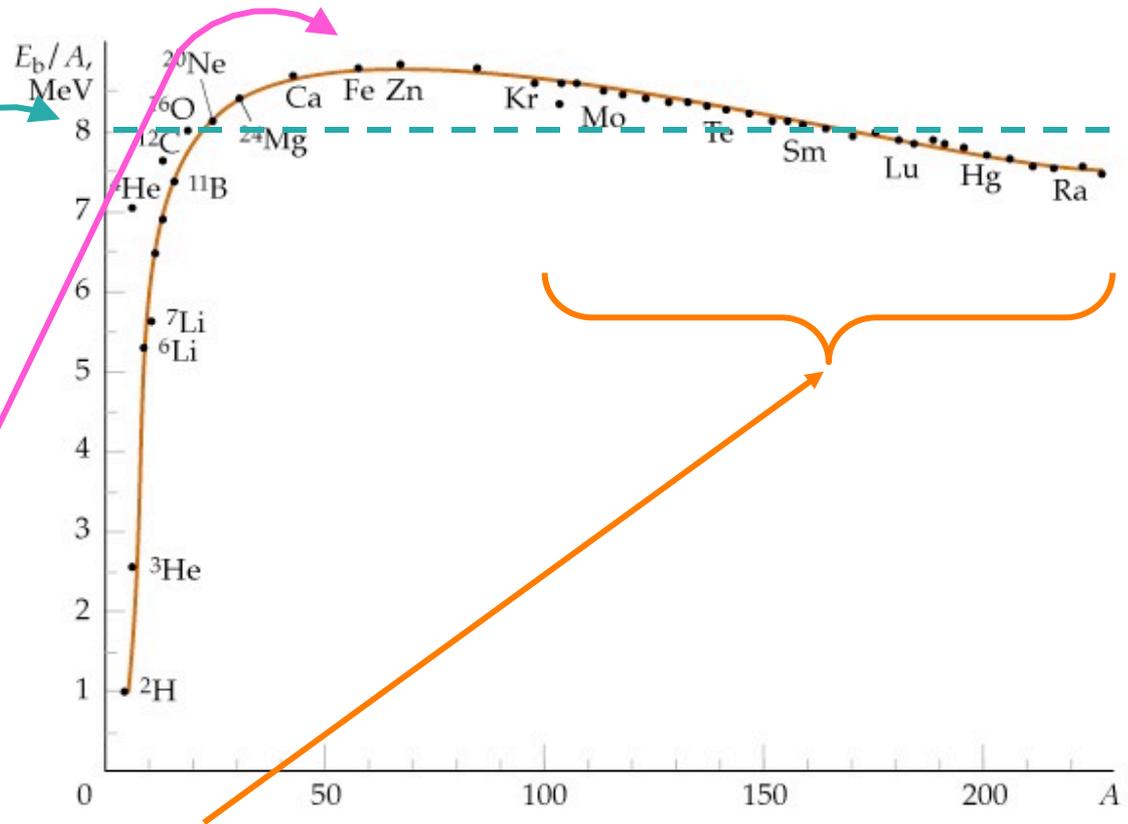


Figura 40.3 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Existencia máximo:
 - Si en un núcleo pesado se produce una **fisión** en dos núcleos de tamaño intermedio
- la energía de enlace por nucleón aumenta aproximadamente en 1 MeV por nucleón
- la energía sobrante se elimina como energía cinética de los productos de fisión o como rayos γ .

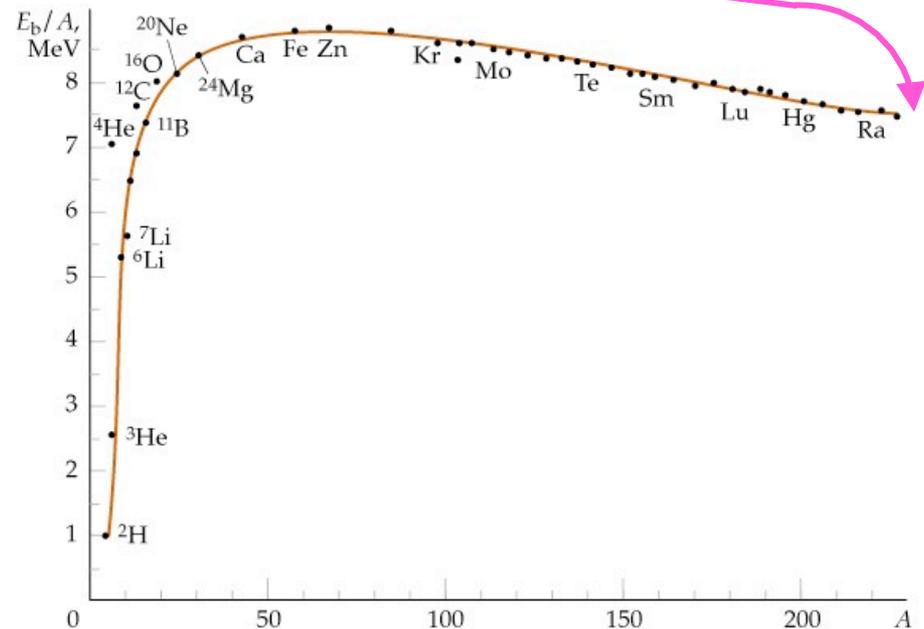


Figura 40.3 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

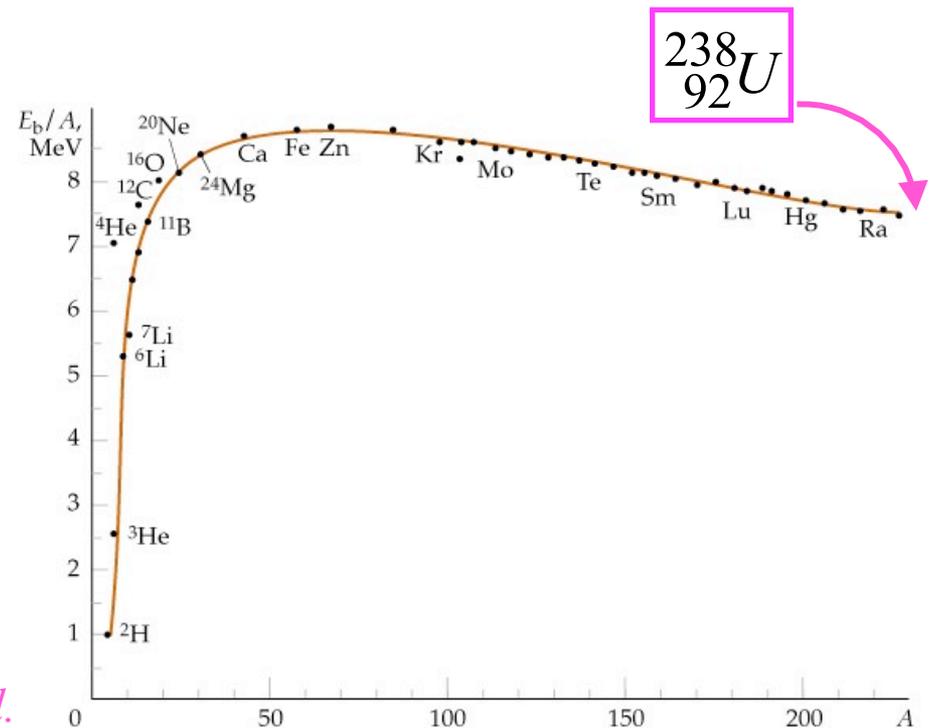


Figura 40.3 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

■ Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

□ (a) bombardeo con neutrones térmicos

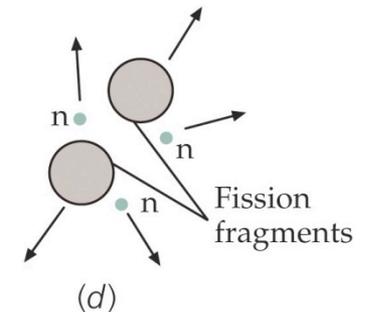
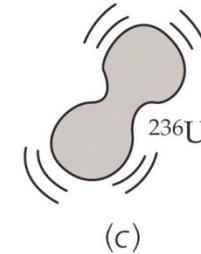
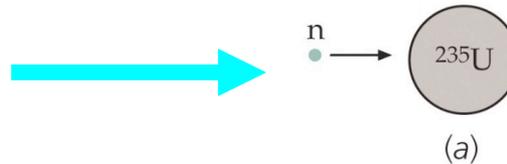


Figura 40.10 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

■ Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

- (a) bombardeo con neutrones térmicos
- (b) producción de núcleos de uranio excitados

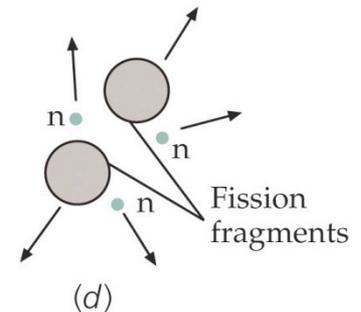
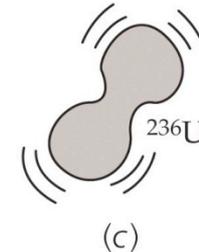
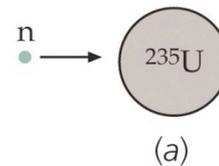


Figura 40.10 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIOACTIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

■ Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

- (a) bombardeo con neutrones térmicos
- (b) producción de núcleos de uranio excitados
- (c) fisión en dos fragmentos

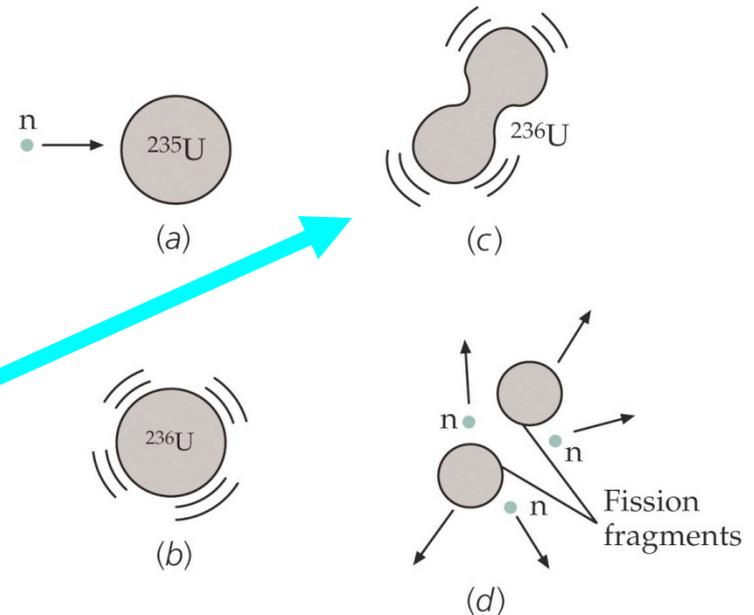


Figura 40.10 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

■ Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

- (a) bombardeo con neutrones térmicos
- (b) producción de núcleos de uranio excitados
- (c) fisión en dos fragmentos
- (d) emisión de neutrones rápidos

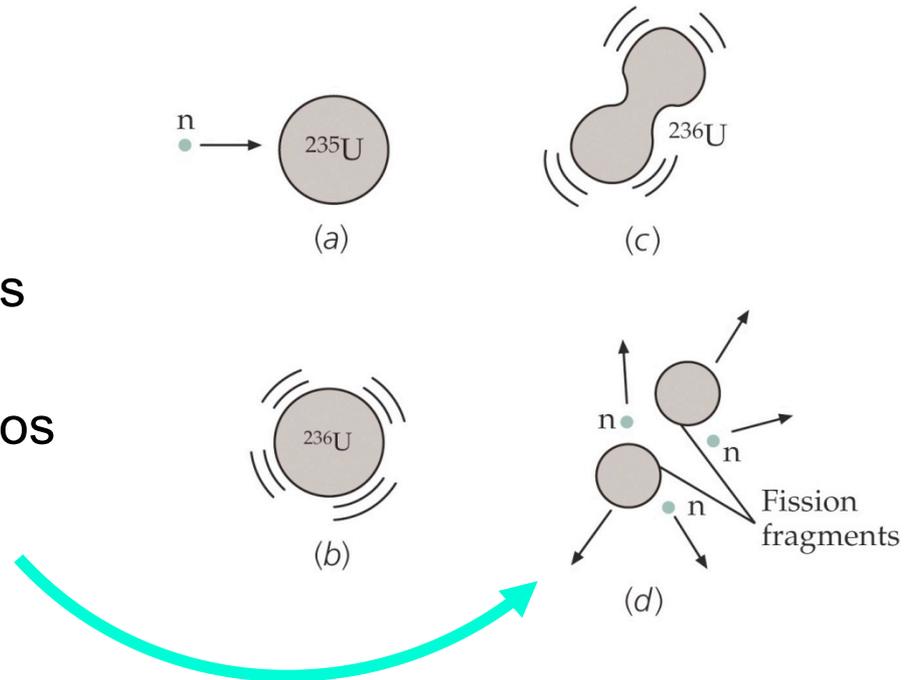


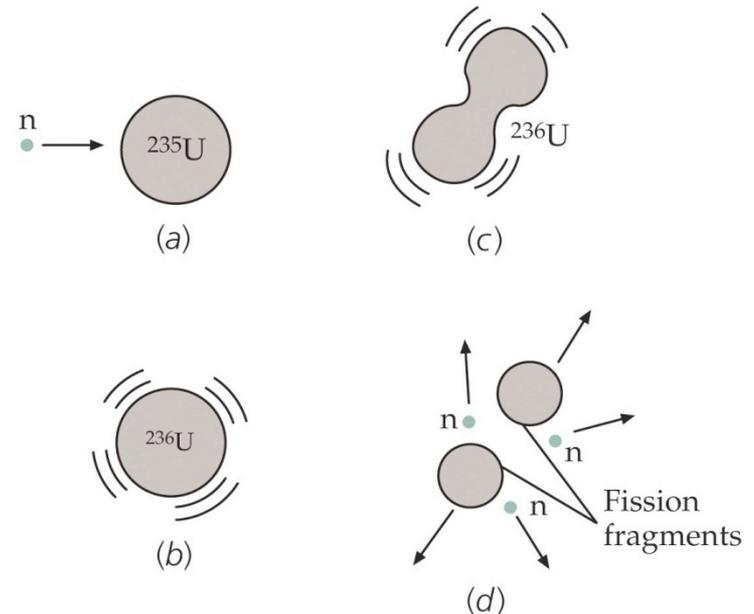
Figura 40.10 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

■ Ejemplo: ${}_{92}^{235}\text{U}$

- (a) bombardeo con neutrones térmicos
- (b) producción de núcleos de uranio excitados
- (c) fisión en dos fragmentos
- (d) emisión de neutrones rápidos



- Los neutrones liberados pueden ser capturados por otros núcleos de , haciendo que estos se fissionen a su vez, produciendo una **reacción en cadena**.

Figura 40.10 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD

5.2 Masas nucleares y energía de enlace

- Si se combinan dos núcleos muy ligeros, tales como el deuterio (${}^2_1\text{H}$) o el tritio (${}^3_1\text{H}$), se produce una **fusión**, que también libera energía.

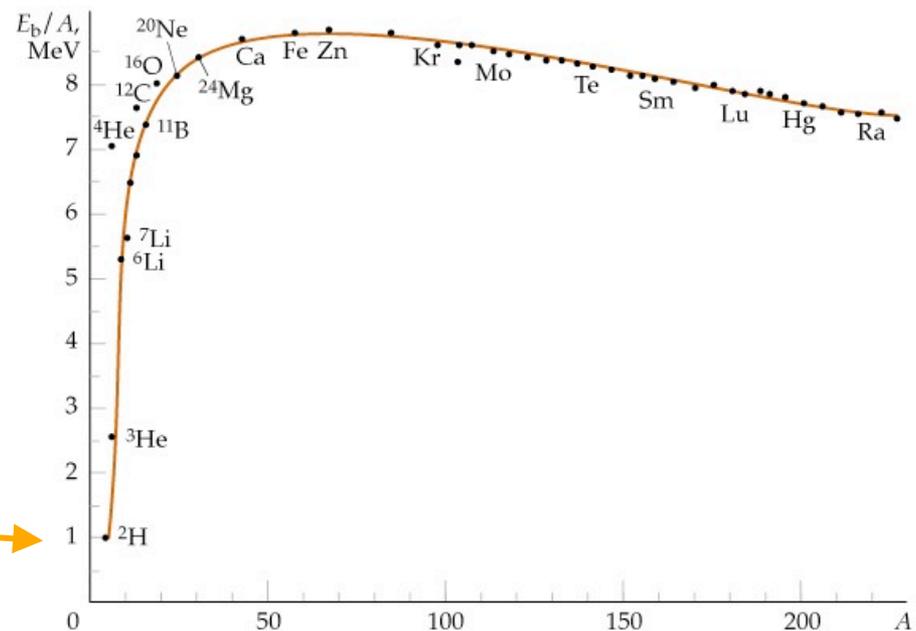
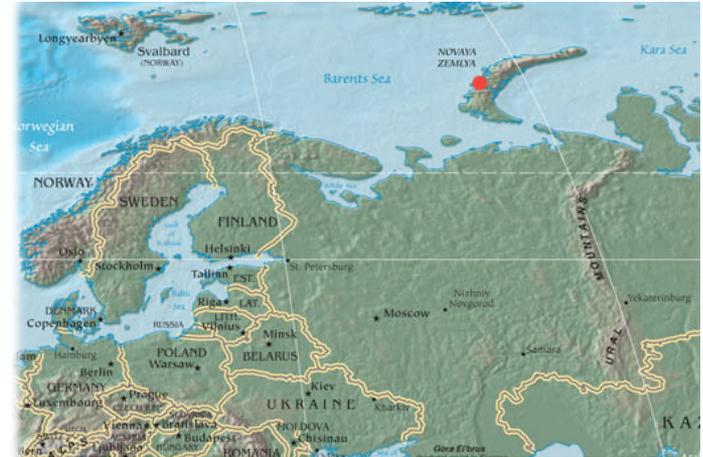
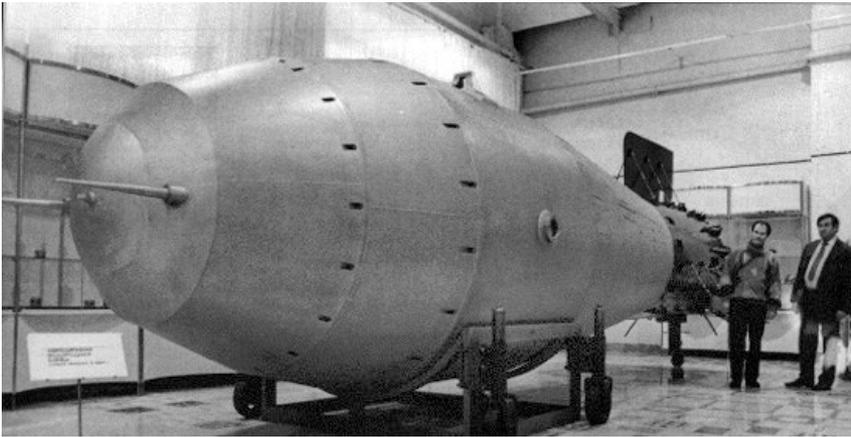


Figura 40.3 Tipler 5ª Ed.

TEMA 5: RADIATIVIDAD



http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_del_Zar

Bomba más grande jamás detonada:
Bomba del Zar en la Unión Soviética en 1961 (50 megatonnes)

<http://www.taringa.net/posts/info/1816394/La-bomba-mas-grande-jamas-creada---La-Bomba-del-Zar.html>



Física