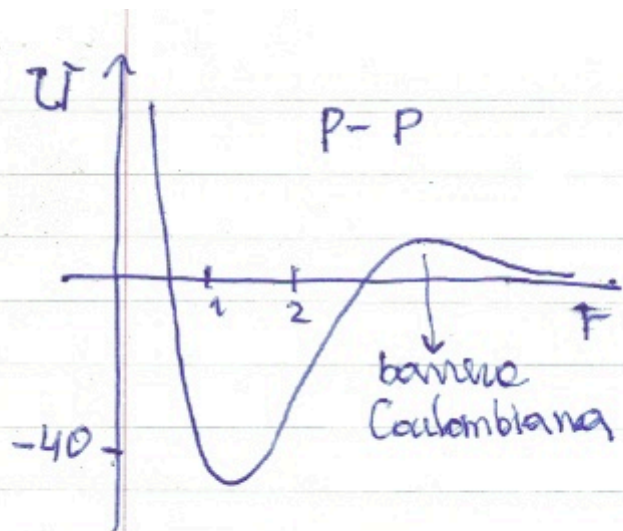


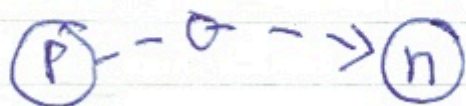


F_N no dep. de q de los nucleones
 $\Rightarrow$ No afecta e_s^-

$\Rightarrow \bar{e}_s$ can probe charge densities

Exchange Model
 (H. YUKAWA)

: F entre 2 nucleones se debe al intercambio virtual de una partícula.



$\Delta E \Delta t \gtrsim \hbar/2 \Rightarrow E$ can be violated by ΔE during Δt

$\Delta p \Delta x \gtrsim \hbar/2 \Rightarrow p$ can be violated by Δp en region Δx

$$(\bar{p}) \cdots \pi^- \quad \Delta E = mc^2$$

$$\Delta t \simeq \frac{\hbar}{\Delta E} = \frac{\hbar}{mc^2}$$

$$d = c \Delta t$$

max. value of
 $\hat{z}$
 p - n distance

$$\underbrace{d_{\max}}_{\text{rango fuerza}} = c \Delta t = c \left(\frac{\hbar}{mc^2} \right) = \frac{\hbar}{mc}$$

Como rango $F_n \sim 2 \text{ fm}$

$$\Rightarrow mc^2 \approx \frac{\hbar c}{d_{\text{max}}} = 1.6 \times 10^{-11} \text{ J} = 100 \text{ MeV}$$

12 años después, se halló el mesón-pi en interacciones de rayos cósmicos, con $m \approx 140 \text{ MeV}/c^2$

Modelos Nucleares

Gota líquida: (von Weizsäcker, 1935)

nucleones $\rightarrow$ moléculas en gota de líquido

$\downarrow$

interacc. fuerte% entre sí, y colisiones frecuente%,
energía de enlace.

(a) efecto de V: $\frac{U}{\text{núcl.}} \stackrel{\text{sat.}}{\approx} c_0 \Rightarrow E_v = C_1 A$

(b) Efecto de S: $S \sim r^3 \sim A^{2/3} \quad E_s = C_2 A^{2/3}$

(c) efecto Coulombiano: $U = k e^2 / r$

Para Z protones, $U = \frac{k e^2}{r} \sum_{j=1}^{Z-1} j = \frac{k e^2 Z(Z-1)}{2r}$

$$\Rightarrow E_c = - \frac{C_3 Z(Z-1)}{A^{1/3}}$$

(d) simetría: experimental se observa q' para

A fijo, $Z=N$ posee la mayor E. de enlace.

$$\Rightarrow U_{sym} = - \frac{C_4 (N-Z)^2}{A} //$$

$$\therefore E = C_1 A - C_2 A^{2/3} - C_3 \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} - C_4 \frac{(N-Z)^2}{A}$$

$A \geq 15$:

$$C_1 = 15.7 \text{ MeV}$$

$$C_2 = 17.8 \text{ MeV}$$

$$C_3 = 0.71 \text{ MeV}$$

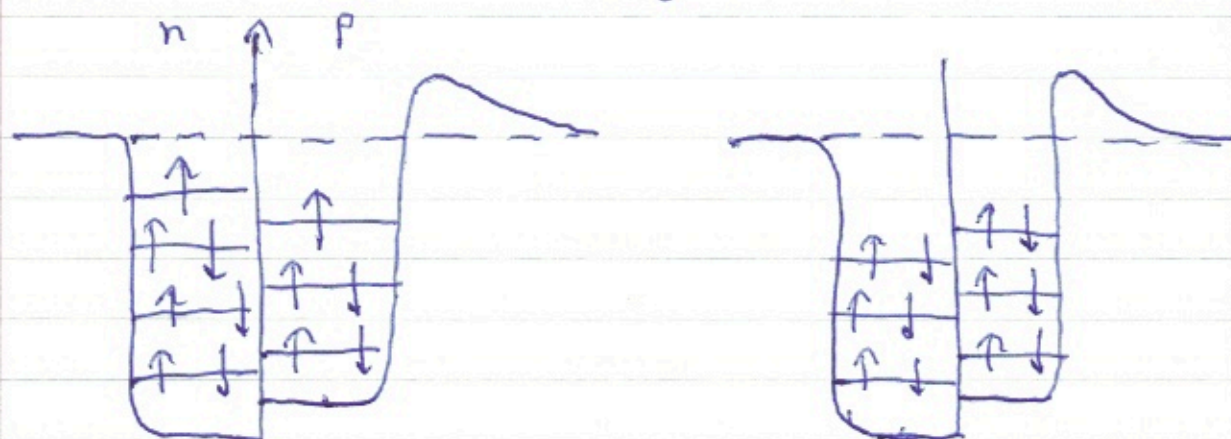
$$C_4 = 23.6 \text{ MeV}$$

Modelo de Capas (M. Goeppert-Mayer; H. Jenseen)

"Cada nucleón se mueve en un estado orbital bien definido en un campo promedio producido por los demás nucleones."

→ similar a los orbitales electrónicos
potencial esférico.

Ejemplo: $^{12}_5\text{B}$ vs $^{12}_6\text{C}$



$^{12}_5\text{B}$ tiene mayor E q. $^{12}_6\text{C}$ $\rightarrow$ menos estable.

Se favorece $Z = N$ (núcleos ligeros)

Spín-orbital nuclear $\rightarrow$ debido a FN

Pot. esférico + spin-orbit $\rightarrow \exists$ números mágicos

$\rightarrow 2, 8, 20, 28, 50, 82$ y 126 nucleones very stable

P. de exclusión impide colisiones entre nucleones a bajas energías.

Radioactividad

1896: H. Becquerel



Curie: Polonio y radio

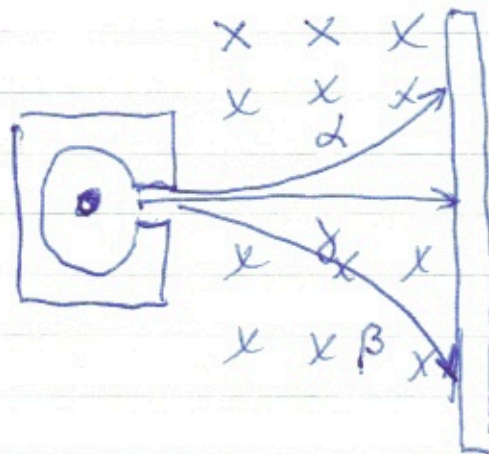
Radioactividad: decaimiento de núcleos ⁿ inestables

3 tipos de radiación:

(α): ^4He

(β): electrons o positrons

(γ): fotones de alta energía



(α) hoja de papel

(β) pocos mm de Al

(γ) varios cm de Pb

Tasa de desintegración

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow \boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}}$$

Tasa de decaimiento $R = \left| \frac{dN}{dt} \right| = N_0 \lambda e^{-\lambda t} = R_0 e^{-\lambda t}$

o Sea $R = \lambda N$.

↳ "actividad"

VIDA MEDIA - t. q' toma $\frac{N}{2}$ en decaer
($T_{1/2}$)

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$t = T_{1/2} \rightarrow \frac{N_0}{2}$ permanecen

$t = 2T_{1/2} \rightarrow \frac{N_0}{4}$ "

$t = 3T_{1/2} \rightarrow \frac{N_0}{8}$ "

$1 \text{ arie} = 1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \frac{\text{deca}}{\text{seg}}$

57 units

$$1 \text{ Bq} = 1 \frac{\text{decaim.}}{\text{seg.}}$$

EJ: $^{14}_6\text{C}$ tiene $T_{1/2} = 5730$ años

If $N_0 = 1000$ $^{14}_6\text{C}$, ¿cuántas permanecen en $t = 22,920$ y

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-0.693 \left(\frac{t}{T_{1/2}}\right)} \approx 62$$

(b) 150 topó $^{131}_{53}\text{I}$ con $T_{1/2} = 8.04$ días, con actividad inicial 5 mCi al enviarse.

Al llegar a destino, su actividad ha bajado a 4.2 mCi ¿cuánto tiempo ha transcurrido?

$$R/R_0 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(R/R_0) = -\lambda t$$

$$\Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \ln(R/R_0) \quad , \quad \text{pero } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

$$= \frac{0.693}{8.04} t$$

$$t = -\left(\frac{8.04}{0.693}\right) \ln\left(\frac{4.2 \text{ mCi}}{5.0 \text{ mCi}}\right) \approx 2.02 \text{ días}$$

Alexander Litvinenko
Александр Литвиненко



Litvinenko in 2002

Born	Aleksandr Valterovich Litvinenko 30 August 1962 or 4 December 1962 Voronezh, Russian SFSR , Soviet Union
Died	23 November 2006 (aged 43 or 44) Bloomsbury, London , England
Cause of death	Radiation poisoning (murder)
Burial place	Highgate Cemetery , Highgate London, England
Citizenship	Soviet Union (1962–1991) Russia (1991–2006) United Kingdom (2006)
Spouse(s)	Nataliya (m. 1981; div. 1994) Marina (m. 1994)
Children	Alexander · Sonia · Anatoly
Espionage activity	
Allegiance	 Soviet Union  Russia (defected)  United Kingdom
Service branch	KGB FSB (defected) MI6 ^[1]

(a) Profe hace circular un sobre sellado a toda la clase.

(b) Namo la historia de Litvinenko

(c) Abre el sobre y muestra q contiene una fuente de Polonio-210

(d) los estudiantes se preocupen

(e) se explica q el polonio-210 decae emitiendo partículas α



los partículas α pueden ser detenidos por una hoja de papel. $\Rightarrow$ puede ser transportado con seguridad, pero también es absorbido por el cuerpo completo $\Rightarrow$ los células reciben toda la energía.

Actividad : $\text{Po-210} \rightarrow 0.1 \mu\text{Ci}$ de actividad
($1 \text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \left(\frac{\text{decaes}}{\text{sec}} \right)$)

[muestra
de la sal
de clases]

$\Rightarrow 3700 \text{ p.}\alpha$ por segundo

Act. del Po-210 en el cuerpo de L.

se especula q' se usó un microgramo de Po-210

$$R = \lambda N \quad , \text{ donde } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

$$T_{1/2}(\text{Po-210}) = 138.38 \text{ días } (1.1956 \times 10^7 \text{ s})$$

$$\Rightarrow R = \lambda N = \left[\frac{\ln 2}{1.1956 \times 10^7} \right] \left[10^{-6} \cdot \frac{6.023 \times 10^{23}}{210} \right]$$
$$= 1.66 \times 10^8 \text{ (1/sec)} = \boxed{4.49 \text{ mCi}}$$

↓
45.000 ~~mayor~~ más radiactiva q' la fuente usada en la clase

$\Rightarrow$ Alto nivel de envenenamiento en el cuerpo de Litvinenko, y la pequeña masa requerida.