

Número bariónico

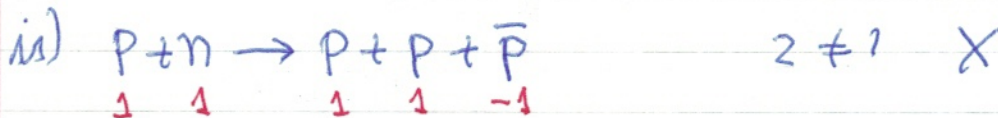
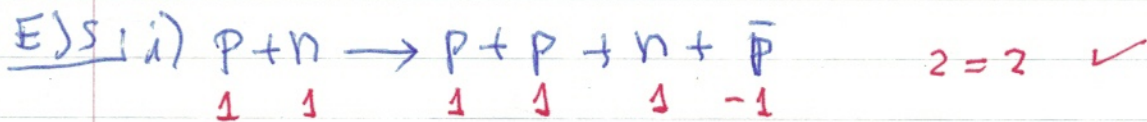
Se asigna $B = +1$ a todos los bariones

$B = -1$ a todos los anti-bariones

$B = 0$ todo el resto

"Durante una reacción nuclear o decaimiento, la suma de los # bariónicos antes y después del proceso debe ser el mismo"

Consecuencia: estabilidad del protón



} ojo!
proton
necesita
suficiente
energía

Número leptónico

↳ 3 leyes de conservación para cada variedad de leptón

Número bariónico

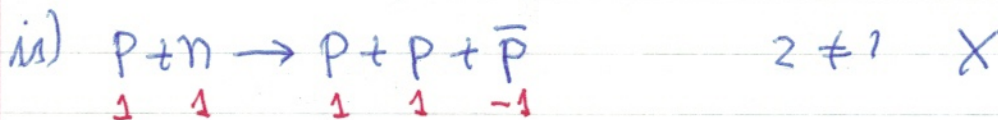
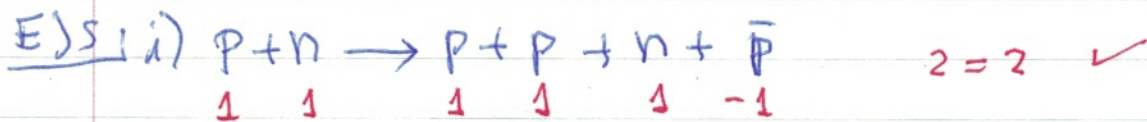
Se asigna $B = +1$ a todos los bariones

$B = -1$ a todos los anti-bariones

$B = 0$ todo el resto

"Durante una reacción nuclear o decaimiento, la suma de los # bariónicos antes y después del proceso debe ser el mismo"

Consecuencia: estabilidad del protón



} ojo! proton necesita suficiente energía

Número leptónico

↳ 3 leyes de conservación, una para cada variedad de leptón

Ejemplo

$$\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$$

Como están involucrados un muón y un e^- ,
 L_μ y L_e deben conservarse.

$$L_\mu: \quad 1 \rightarrow 0 + 0 + 1 \quad 1 = 1 \quad \checkmark$$

$$L_e: \quad 0 \rightarrow 1 - 1 + 0 \quad 0 = 0 \quad \checkmark$$

$\therefore$ EL decaimiento es posible

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu + \nu_e$$

$$L_e: \quad 0 \rightarrow 0 + 0 + 1 \quad 0 = 1 \quad \times$$

$$L_\mu: \quad 0 \rightarrow -1 + 1 + 0 \quad 0 = 0 \quad \checkmark$$

decaim. no es posible.

Partículas extrañas y extrañeza

1950. Interac. de π con p y n en la atmósfera

→ 3 partículas inusuales.

KAON (K), Lambda (Λ) y Sigma (Σ)

"extrañas"

(i) cuando π choca con un p , casi siempre se producen 2 partíc. extrañas neutras.

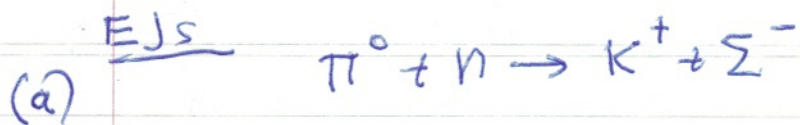


(ii) la reacción $\pi^- + p \rightarrow K^0 + n$ nunca se observó a pesar de ser posible.

(iii) A pesar de ser producidos por interacciones fuertes, decaen muy lentosamente, $10^{-10} - 10^{-8}$ s en comparación con 10^{-20} típicos.

Se inventó una ley de conservación de la extrañeza, con un nuevo # cuántico S

La producción de partíc. extrañas en pares se explica asignando $S = +1$ a una de las partículas y $S = -1$ a la otra (*). Los partículas no-extrañas poseen $S = 0$



left: $S = 0 + 0 = 0$

right: $S = 1 - 1 = 0$

$\therefore$ se conserva S y la reacción es permitida



int: $S = 0 + 0 = 0$

final $S = 0 + (+1) = +1$

NO se conserva S.

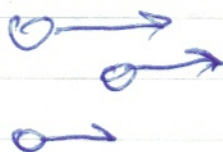


Midiendo los partículas elementales

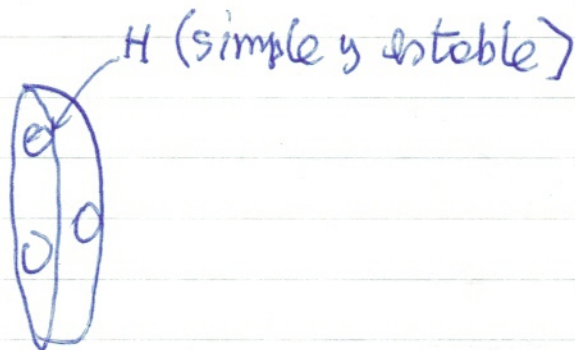
gran número, variedad de masas, tiempos de vida q' pueden ser muy cortos.

¿cómo se miden los masas y los t. de vida?

usual production



electrons, protons
(larga vida)



fuente de aceleración
electromagnética

Cámara de burbujas

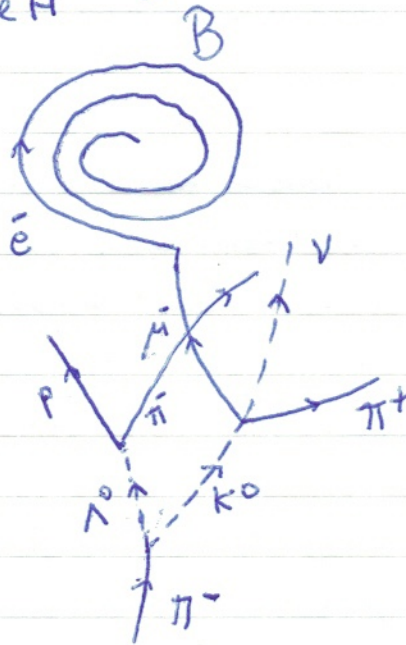
H cerca de su
pto. de ebullición

partic.

ionizante

ioniza los átomos
en su trayectoria

↓
Condensación de
burbujas diminutas de H



Invented by Donald A. Glaser en 1952

Nobel en 1960

Inspired por burbujas en un vaso de cerveza.

Medición: a partir de la curvatura medida, la carga y $\vec{p}$ se pueden determinar. Si m y $\vec{p}$ de la p. incidente son conocidos, es posible calc. las masas, energías cinéticas y velocidades, a partir de la c. de energía y momento.

Por último $d = vt$ $\rightarrow$ tiempo vida, partícula. + efectos relativistas

$\swarrow$ tamaño $\swarrow$ veloc

Partículas de resonancia

Es posible medir $d \sim 10^{-6} \text{ m}$, y $t \sim 10^{-16} \text{ s}$

Si $d = 10^{-6} \text{ m}$ en el lab, a $0.99c$,

$$\Rightarrow \tau_{\text{lab}} = 10^{-6} \text{ m} / 0.99c = 0.33 \times 10^{-14} \text{ s}$$

$$\text{Pero } \tau_{\text{propio}} = \frac{\tau_{\text{lab}}}{\gamma} = \tau_{\text{lab}} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 4 \times 10^{-16} \text{ s}$$

Pero falta mucho para llegar a medir vidas de hadrones de 10^{-23} s .

$\rightarrow$ "partículas resonantes"

Ejemplo: detectando Δ^+ ($m = 1231 \text{ MeV}/c^2$)
($\tau = 6 \times 10^{-24} \text{ s}$)

$$e^- + p \rightarrow e^- + \Delta^+$$

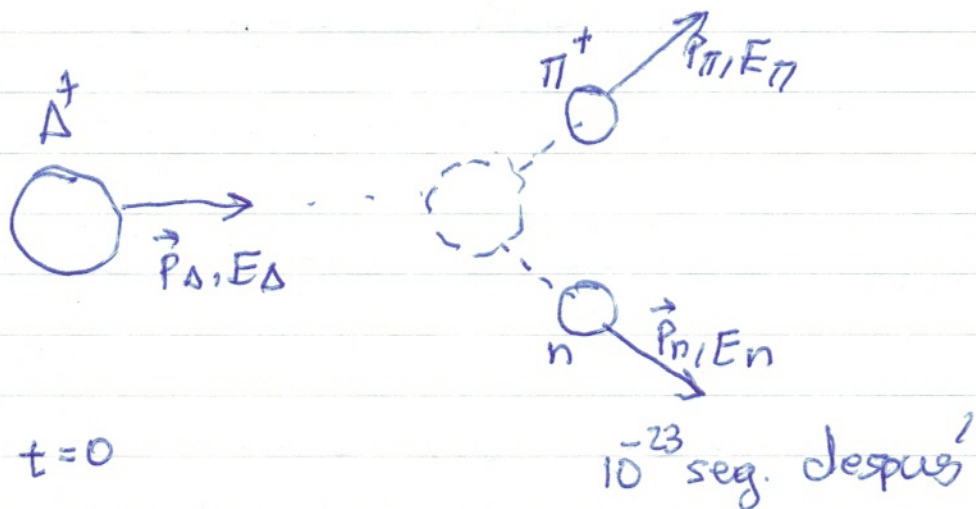
y luego de $6 \times 10^{-24} \text{ s}$, $\Delta^+ \rightarrow \pi^+ + n$

} (1)

Como $\tau \ll 1$, es casi imposible distinguir (1) de

$$e^- + p \rightarrow e^- + \pi^+ + n \quad (2)$$

una manera de ver q' el Δ^+ "estuvo allí" es midiendo E y $\vec{p}$ de los prod. del decaimiento (pion y n) y mediante cons. de E y $\vec{p}$ det. si estos valores arrojan un Δ^+ con $m = 1231 \text{ MeV}/c^2$.



$$E_{\Delta}^2 = (p_{\Delta}c)^2 + (m_{\Delta}c^2)^2$$

$$\Rightarrow m_{\Delta}c^2 = \sqrt{E_{\Delta}^2 - (p_{\Delta}c)^2}$$

E_{Δ}, p_{Δ} no pueden medirse directamente.

Por otro lado, $E_{\Delta} = E_{\pi} + E_n$

$$\vec{p}_{\Delta} = \vec{p}_{\pi} + \vec{p}_n$$

$$\Rightarrow m_{\Delta}c^2 = \sqrt{(E_{\pi} + E_n)^2 - (\vec{p}_{\pi} + \vec{p}_n)^2 c^2} \quad (*)$$

Valido para todos los casos en q Δ^+ estuvo presente

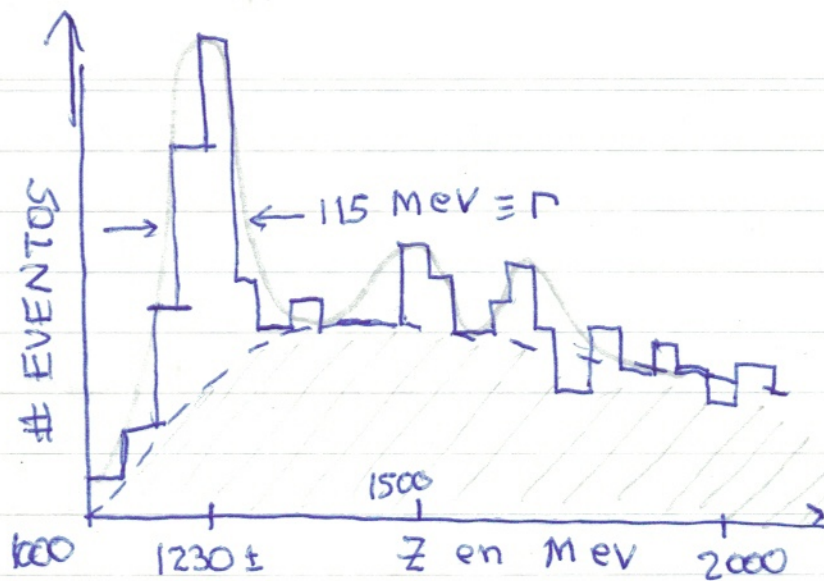
↙
Para muchas mediciones de $E_{\pi}, \vec{p}_{\pi}, E_n$ y $\vec{p}_n$ deberiamos siempre hallar el mismo valor $m_{\Delta}c^2 = 1231 \text{ MeV}$ dentro del error experimental.

Si NO hubo Δ^+ (Ec. (2)), la cantidad (*) tomara un amplio rango de valores, menores y mayores que $m_{\Delta}c^2$, se mide y se repite el experimento.

Entonces para dem. la Γ de la partícula resonante se calcula

$$Z = [(E_{\pi} + E_n)^2 - (\vec{p}_{\pi} + \vec{p}_n)^2 c^2]^{1/2} \quad \text{pero quer } \# \text{ de eventos}$$

y haciendo un histograma.



duración de Δ^+ : ancho resonancia = $\Gamma = 2\Delta E$

$$\Delta E \Delta t \approx \hbar/2 \Rightarrow \Delta t \approx \frac{\hbar}{2\Delta E} = \frac{\hbar}{\Gamma} = \frac{6.6 \times 10^{-16} \text{ ev.s}}{115 \times 10^6 \text{ ev}} = \boxed{5.7 \times 10^{-24} \text{ s}}$$

durante este tiempo, Δ^+ recorrerá 10^{-15} m viajando a la veloc. de la luz
 $\downarrow$
 1 diámetro nuclear.

Energía umbral para producción de nuevas partículas durante una colisión

