

## STRANGERIA

11

$e^- \mu^- \tau^-$

$\nu_e \nu_\mu \nu_\tau$

reverse family

$u c t$   
 $d s b$



baryon per  
matter (above)

$$|p\rangle = |udd\rangle$$
$$|n\rangle = |udd\rangle$$

Nel anni '50, si era scoperto  $\mu \rightarrow \mu\nu\bar{\nu}$   
bentà di seconda famiglia (chi ordinò THAT?)

E la stranezza è prima bentà di seconda  
famiglia di quark

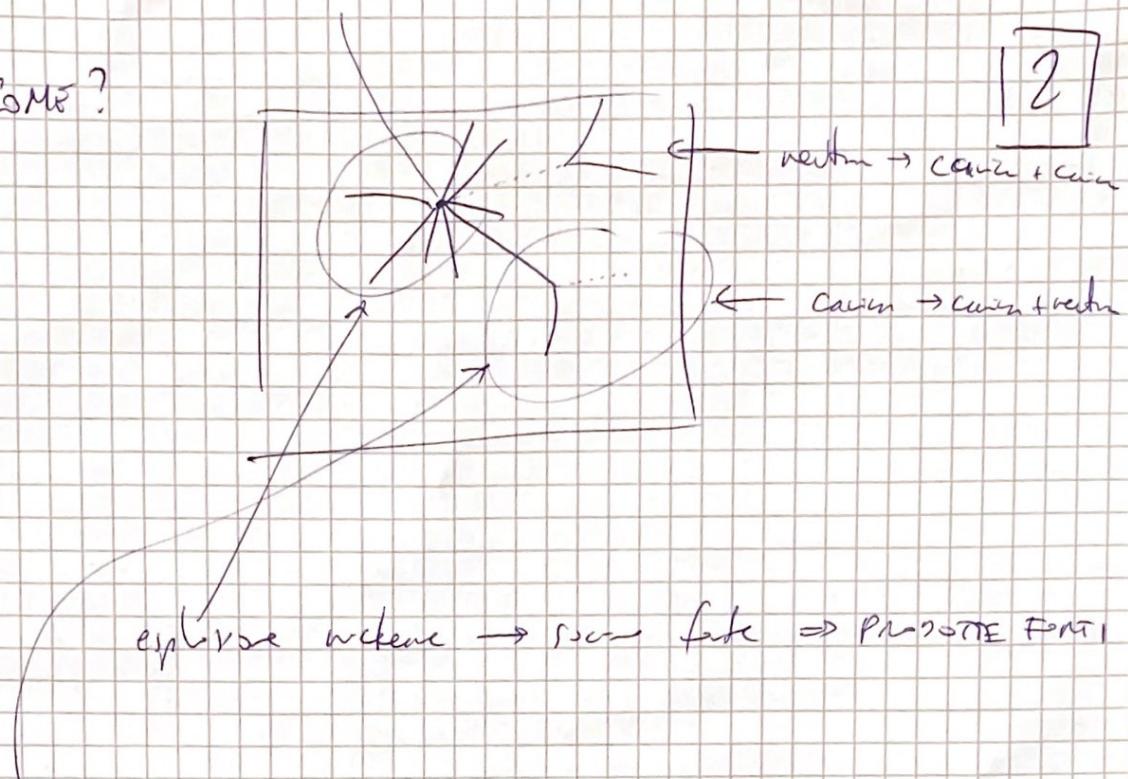
EMULSIONI NUCLEARI  $\rightarrow$  parallele "strane"

PRODOTTE FORTE E DECADONO RISOLTE

IN PLATE FORMA

COME?

12



cave friccion a super de :| decaimento e' difficile?

$$\text{FONTE} \sim \frac{1}{t} \quad (\text{rel decaimento})$$

DECAYMENT

$$\Rightarrow \text{FONTE FONTE} \rightarrow t \sim 10^{-22/-23} \text{ s}$$

$$\text{EM} \rightarrow t \sim 10^{-18/-17} \text{ s}$$

$$\text{WEAK} \rightarrow t \sim 10^{-6/-10} \text{ s}$$

GRANDEURS D'AGGRAVATION = 1

luminos d' decaimento  $\lambda = \beta \gamma c t$

$$\text{PER DECAYMENTO DEBOLI} \quad ct \sim 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8} = 0(\text{m})$$

$$\begin{aligned} \text{FONTE} \quad ct &\sim 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-22} \sim 10^{-14} \text{ m} \\ &= 10^{-5} \text{ nm} \end{aligned}$$

impossibile da misurare

Quali leggi di tracce  $O(\alpha)$  ~ dipende [3]

Sono proposte fonti come ma non  
decadono fonti?

PUNTO DI SVOLTA: 1953/54

~~NUOVIAMENTE PER LA RAPPRESENTAZIONE SI PROBANO~~

S'commincia a usare per le prime volte  
le tecniche dei nuclei cosmici con collisione

BROOKHAVEN

BERKELEY STANFORD

(COSMOTHON) + CLOUD CHAMBER

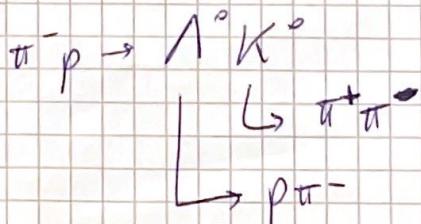
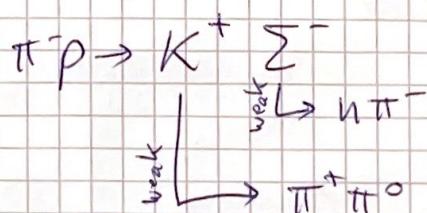
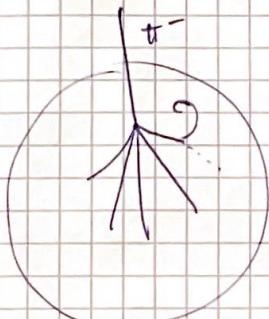
BEVATRON + EMULSION NUCLEARE



fusco d'atomi di 2.2 GeV

+ bersaglio di Carbonio

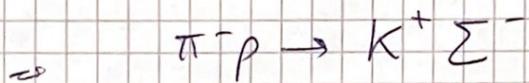
→ effetto fusco di  $\pi^-$  di 1.5 GeV



Punto van decat - forte? Per colpo di un [4]  
mostra una quantità.

(PAIR) :  $S = +1$  per particelle ordinarie  $p, n, \pi..$   
 $S = -1$  per le altre  $K^\pm, \Sigma^{\pm 0}, \Lambda^0$  etc

ed è MOLTIPLICATIVO. Consente di fare  
calcoli di probabilità

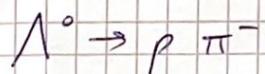


$$S: (+1) \cdot (+1) = +1 \quad (-1) \cdot (-1) = +1 \quad \text{OK}$$

conseguenze: se si fa moltiplicazione  
struttura  $\Rightarrow$  posso essere  
prodotti solo in

per tutti DECAMENTI

coppia



$$S: -1 \quad (+1)(+1) = +1 \quad \text{grado} \text{ non} \text{ pro.} \\ \text{debole forte parte} \\ \text{wolensche}$$

$\Rightarrow$  due debole debole

TEORIA DI PAIR è elegante e semplice

BELL-MANN

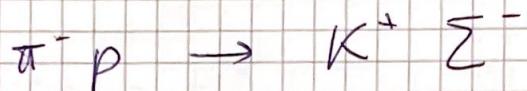
S è numero quantico di  
multiplicità un additivo

5

$$S=0 \quad p, n, \pi \dots$$

$$S=+1 \quad K^+$$

$$S=-1 \quad \Lambda^0, \Sigma^+, \Sigma^-, \Sigma^\circ \quad \leftarrow K^-$$



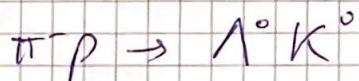
$$S: 0+0=0 \quad +1 -1 = 0 \quad \checkmark$$

INITIAMENTE MOLTO CONTROVERSA. PANCHÉ?

$$K \quad K^+ \text{ ha } S=+1$$

$$\Rightarrow K^- = \text{ant}(K^+) \Rightarrow S=-1$$

Poi, per far tenere qualche:



$$S: 0+0=0 \quad -1 \quad \text{sema che } K^0 \text{ ha } S=+1$$

PRIMA VOLTA CHE UN MESONE NEUTRO HA  
CANTITA'  $\neq 0$ !

$$\text{Se } K^0 \text{ ha } S=+1$$

$$\Rightarrow \bar{K}^0 \text{ ha } S=-1 \Rightarrow \bar{K}^0 \neq K^0!$$

PMMA VOLTA CHE UN MESONE NEUTRO  $\pi^0$  E'  
diventa DA SUA ANTPARTECIA

[6]

$$\bar{\pi}^0 = \pi^0$$

$\bar{K}^0 + K^0$  non subiscono antipart.

Poi ANCHE I SPINI

MESONI :  $(\pi^- \quad \pi^0 \quad \pi^+)$  TRIPLETTO  
I = -1 0 +1 ~~+~~

BANCONI :  $(p \quad n)$  DOPPIETTO  
I =  ${}^1_2 \quad {}^{-1}_2$

INVECE OMA

$(K^+ \quad K^0)$  doppietto  $S = +1$

$(\bar{K}^0 \quad K^-)$  doppietto  $S = -1$

SI PENSAVA MESONI  $\rightarrow$  TRIPLETTO

BANCONI  $\rightarrow$  DOPPIETTO

ANCHE  $(\Sigma^- \quad \Sigma^0 \quad \Sigma^+)$  tripotto

le due forme RAS vs GEMMA

7

caso predavo due

es.  $\pi^- p \rightarrow K^+ \Sigma^+$

PHS:  $(+1)(+1) = 1$      $(-1)(-1) = +1$     OK

GM:  $0+0=0$      $-1-1=-2$     NO

Vince GM

STRATEGIA è CONSERVARE DA INT FORTE & EM

$\Delta S = \pm 1$  per weak

È IL CONTENUTO DI QUARK S

u c  
d  $\textcircled{s}$

Nel decadimento

$$|K^+\rangle = |u\bar{s}\rangle$$

$$K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0$$

per decade

dove "padre" unis  
avere contrarie

$$s \rightarrow u \bar{u} d$$

sono NON PURI CARISMI SISTEMI, DOBBOLE SI

$$|\pi^+\rangle = |u\bar{d}\rangle$$

$$|\pi^0\rangle = \frac{|u\bar{u}\rangle + |\bar{d}d\rangle}{\sqrt{2}}$$

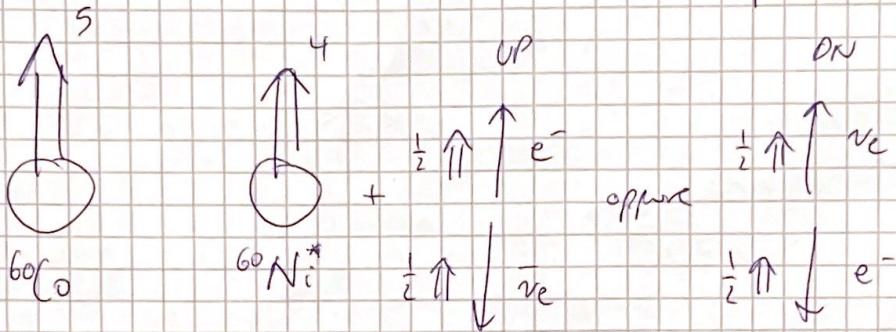
$\sqrt{2}$

# ELUCIDA' DEL NEUTRINO

8

VIOLAZIONE DI PARITÀ  $\rightarrow$  SIEgni SONO DEBOLE  
POSSANO DIPENDERE DA

$$\vec{\sigma} \cdot \vec{p}$$



$$\left( \begin{array}{l} \text{in UP: } e: \xrightarrow[p]{\vec{\sigma}} e \\ \bar{\nu}: \xleftarrow[p]{\vec{\sigma}} \bar{\nu} \end{array} \right)$$

WU dice che queste  
sono funzioni

ELUCIDA':

$$\begin{aligned} \text{in DN: } e^-: & \xleftarrow[p]{\vec{\sigma}} -1 \\ \bar{\nu}_e: & \xrightarrow[p]{\vec{\sigma}} +1 \end{aligned}$$

deltino elicità:  ~~$\frac{\vec{\sigma} \cdot \vec{p}}{|\vec{\sigma} \cdot \vec{p}|}$~~

IN GENERALE elicità dipende da SdR

$\exists$  Boost t.c. invert direzione di  $p$

$$\begin{array}{ccc} \xrightarrow[p]{\vec{\sigma}} & \xrightarrow{\text{Boost}} & \xleftarrow[p]{\vec{\sigma}} \\ h = +1 & & h = -1 \end{array}$$

MA nel SM  $m_\nu = 0 \rightarrow h$  è invariante! 9

Se un neutrino è prodotto con  $h = -1$

ha  $h = +1$  per tutta vita

INTERACTIONS DEBOLI POSSONO DISTINGUERE FRA I DUE

Se  $h$  partiti a movimento veloce può interagire  
solo con uno dei due tipi

ED E' così: i  $\nu$  non esistono  
con  $h = +1$

Per anti-neutrino  $\bar{\nu}$  A con  $h = -1$

# neutrini: ~~ma~~  $m=0 \rightarrow$  no gravità

$q = 0 \rightarrow$  no EM

colorato  $\rightarrow$  no forza forte

Se neutri  
con  
dopolio  $\rightarrow$  #

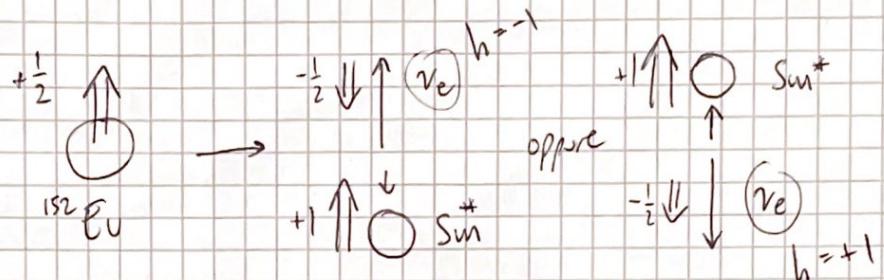
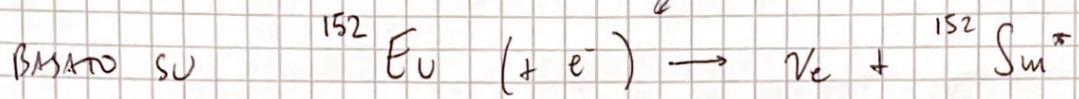
$h = -1 \Rightarrow$  "LEFT"

$h = +1 \Rightarrow$  "RIGHT"

$\begin{cases} \nu_L & e \bar{\nu}_R \\ \# & \bar{\nu}_L & e \nu_R \end{cases} \quad )$  soluzioni di C  
 $C(\nu_L) = \bar{\nu}_L$

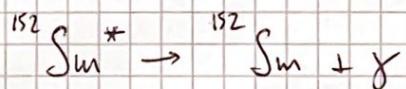
ESPERIMENTO DI GOLDHABER [1957] electron capture

[10]



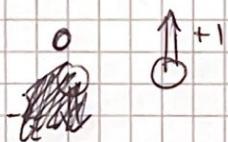
IL NEUTRINO HA STESSA ELEZIONE DI  $\text{Sm}^*$

SUBITO DOPO ( $\tau(\text{Sm}^*) \sim 10^{-14} \text{ s}$  EM DECAY)



(Se)  $\gamma$  emesso nelle diverse direzioni di volo:  
nel d  $\text{Sm}^*$ :

$$h=+1 \xrightarrow{\quad} \text{Sm}^*$$



IL FOTONE HA  
STESSA

$$\xrightarrow{\quad} \left. \begin{array}{l} h(\gamma) = h(\text{Sm}) = h(\nu) \end{array} \right\}$$

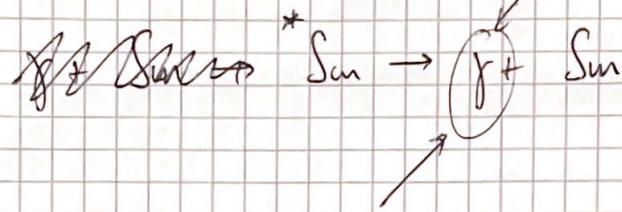
$$h=-1 \xleftarrow{\quad} \text{Sm}^* \xrightarrow{\quad} \text{Sm} \quad \xleftarrow{\quad} \gamma$$

NON SOLO SE DUE EMISSIONI AVANTI

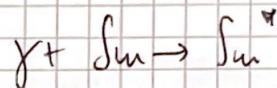
out considerar

961 keV

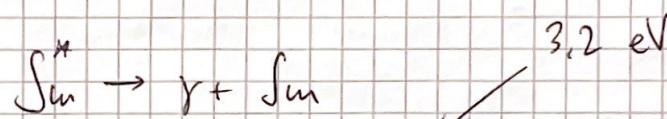
[11]



se quark fator poi se bate contra  
altra Sun e difficile de  
fricção



Pausa' nel decadimento

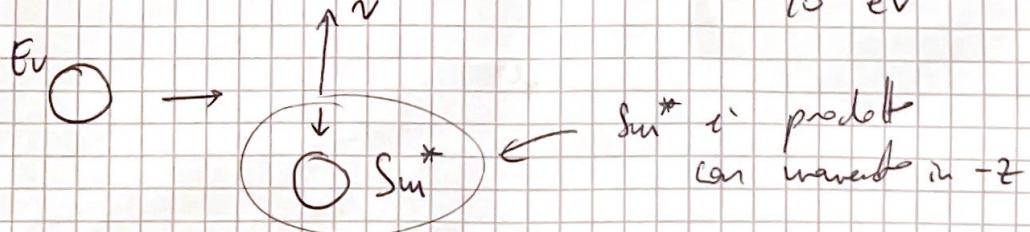


3.2 eV

ponto d' energia e' parton per far mudar nuclear  
 $\delta \text{ Sun}$

$\Rightarrow E_\gamma$  mínimo d' quark wiromute  $(\Delta E(\text{Sun}^*, \text{Sun}))$

Reno's SE



LARGURA OR MGA  
 $10^{-2}$  eV

$\Rightarrow$  grande decréce da' boost in -2

$\Rightarrow$  se  $\gamma$  emers in -2 (in cdm)

$\Rightarrow$  sun E aumenta per boost

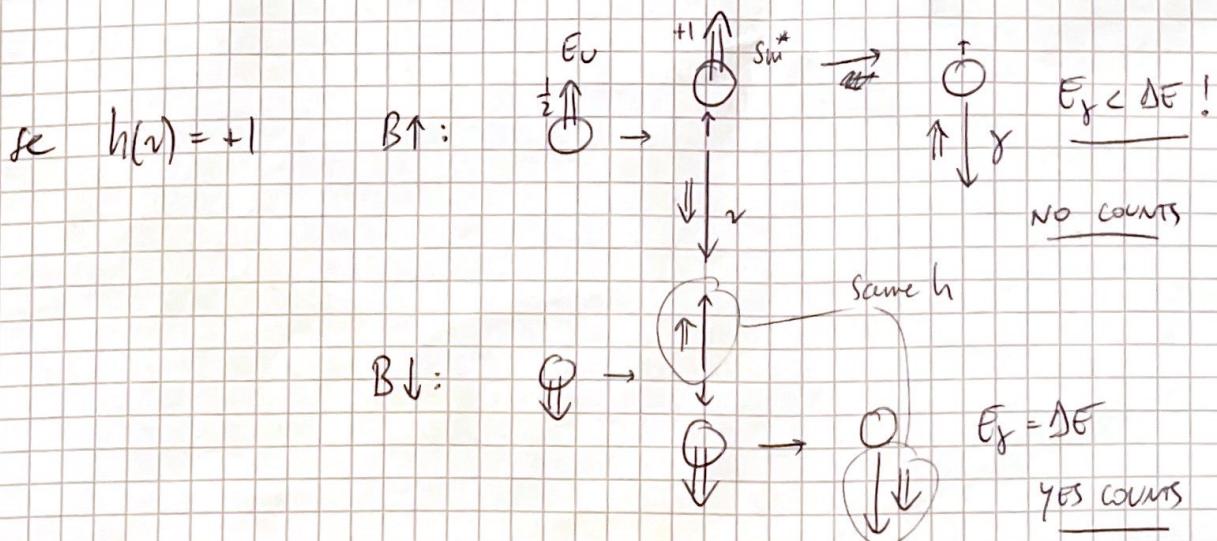
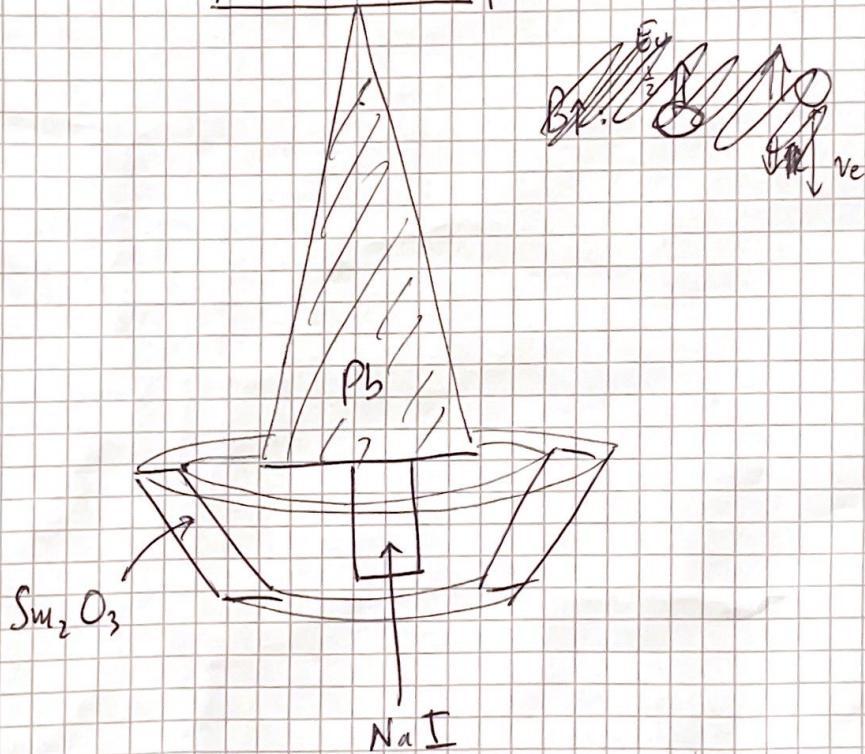
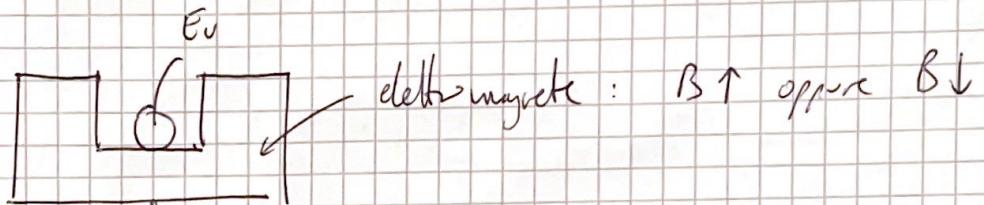
$\Rightarrow$  retorna wiromute a  $\Delta E$  wiromute

[12]

$\Rightarrow$  i fotoni emessi in giù ~~sono~~ hanno

① sturm elettrici del  $\nu$

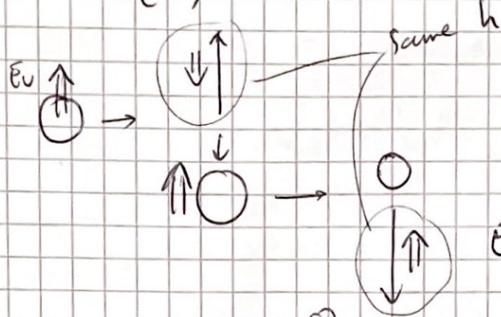
② energia gestita per ri-accende Sun



Se nesse  $h(v) = -1$

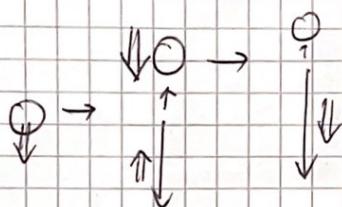
13

$\beta \uparrow$ :



$$\bar{E}_f = \Delta E \quad \underline{\text{yes counts}}$$

$\beta \downarrow$ :



$$\bar{E}_f < \Delta E \quad \underline{\text{no counts}}$$

trovano dati compatibili con 100% nel  $\gamma$  con  $h = -1$