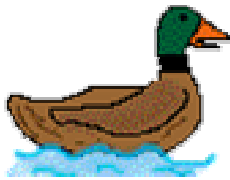


PARTÍCULES ELEMENTALS - 3

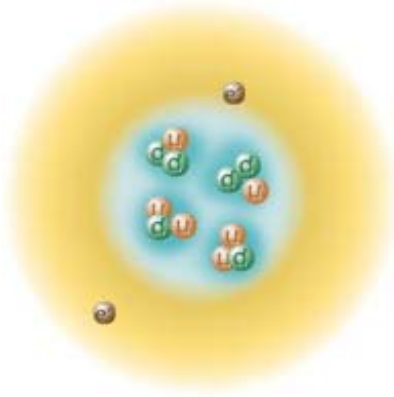
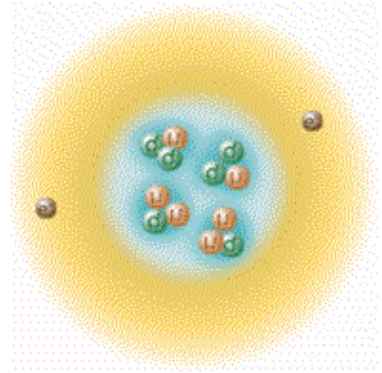
La teoria Estàndard



Quark, quark!

Josep Masalles

Javier Castelo



A mitjans dels anys 60:

Els físics van comprendre que les seves idees prèvies sobre la matèria feta de:

protons, neutrons, y electrons,

eren insuficients per a explicar les noves partícules que s'havien descobert i algunes de les seves propietats



MIONS

$K^0 K^+ K^-$

ELECTRONS



Π^0

Π^+

Π^-

neutrins
neutrins

$\bar{\nu}$

neutró

μ

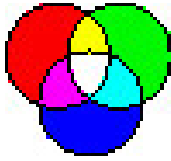
L'ESTRANYESA (1 pp-42)

El concepte sorgeix en 1947 a través de les "noves" característiques que apareixen associades en l'anàlisi de les partícules gegudes als raigs còsmics

Aquestes "noves" característiques físiques són considerades "estranyes" pels coneixements físics de l'època

- Apareixen per parelles
- Es desintegren en un temps molt curt, en particular les resonàncies a 10^{-23} s.
- Això implica que estan sotmeses a forces superiors a les conegudes (electromagnètiques)

LA CÀRREGA DE COLOR (1, 15)



El color es considera una propietat individual de les partícules que ha estat anomenada d'aquesta manera ja que té la característica de que al sumar els tres colors (A, R, V) fan a la partícula constituïda incolora

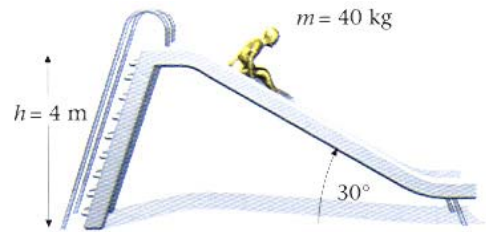
Anem un moment a la Física bàsica

Determinades magnituds físiques tenen la propietat de mantenir el seu valor constant al llarg de l'evolució d'un sistema aïllat

- Conservació d'Energia y massa
- Conservació del Moment Lineal
- Conservació del Moment Angular
- Conservació de la càrrega elèctrica

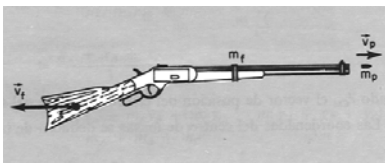
La importància d'aquestes magnituds o quantitats conservades resideix en que, per complicada i desconeguda que sigui l'evolució del sistema, es pot obtenir alguna informació en relació al mateix a partir de les lleis de conservació.

➤ Conservació d'Energia y massa

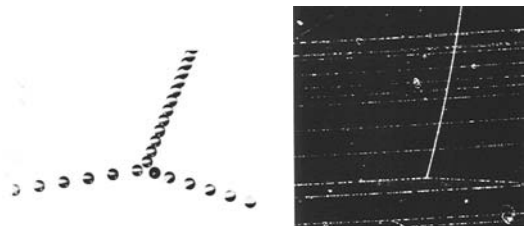


➤ Conservació del Moment Lineal

El moment lineal o quantitat de moviment és el producte de la massa per la velocitat



➤ Conservació del Moment Lineal



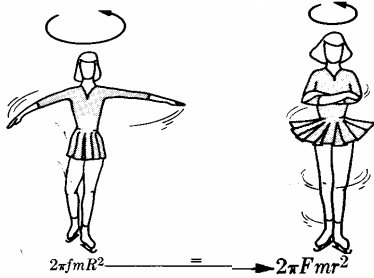
Xoc elàstic:

La bola de billar llançada des de l'esquerra xoca amb la bola aturada del centre

Xoc elàstic de dos protons:

Un protó incideix per l'esquerra dins d'una cambra de bombolles plena d'hidrogen

➤ **Conservació del Moment Angular o Moment cinètic**



LLEIS DE CONSERVACIÓ I SIMETRIES ⁽¹³⁾



Al **1918** la matemàtica alemanya **Emmy Noether** (1882-1935), demostrà que les lleis de conservació es corresponien amb les simetries dels sistemes físics

D'aquesta manera, en un sistema aïllat, sense interacció, la conservació del moment lineal es una conseqüència de la simetria del sistema sota les translacions, és a dir, de la invariança translacional.

La conservació de l'energia es conseqüència de la simetria del sistema sota translacions temporals

La conservació del moment angular és conseqüència de la simetria sota les rotacions

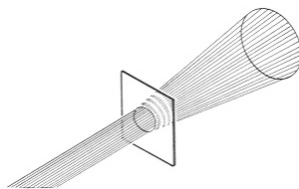
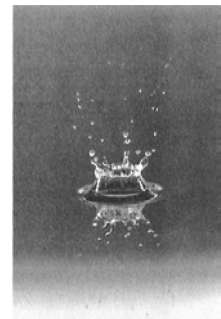
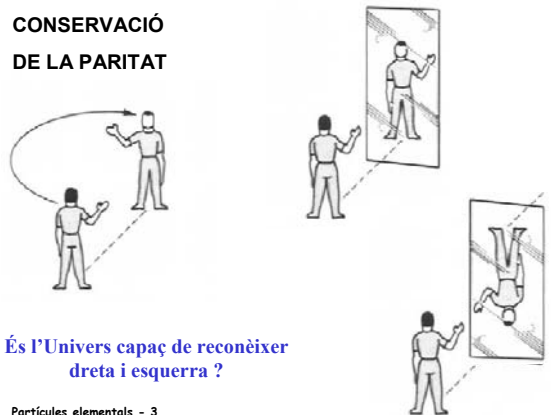
Les noves partícules descobertes tenen a més altres lleis de conservació com per exemple:

- **Conservació del número bariònic i leptònic**
- **Conservació de la Estranyesa**
- **Conservació de la Paritat**
- **Conservació de l'isospin**

I tenen una propietat ben diferenciada com és la seva desintegració amb una vida mitjana molt breu.

Las resonàncies tenen de l'ordre de 10^{-23} s

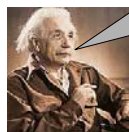
CONSERVACIÓ DE LA PARITAT



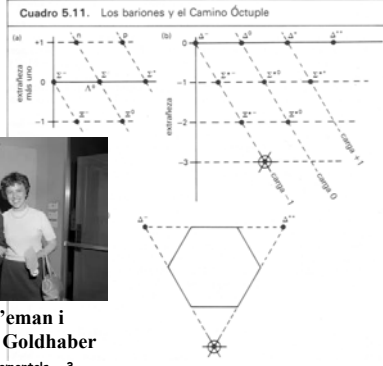
Violacions de simetria

UNA NOVA TAULA PERIÒDICA

Com la nova generació de físics van classificar i van ordenar aquestes partícules d'acord amb les seves noves propietats ?



El grup SU(3)

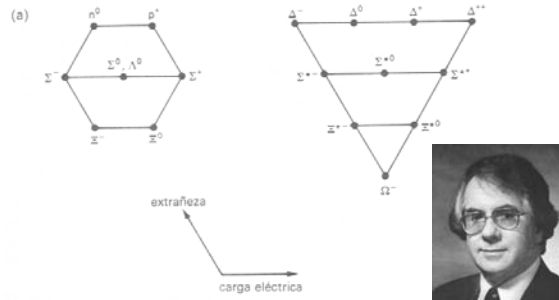


Yuval Ne'eman i Sulamith Goldhaber

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

Grup de Simetries SU(2) X U(1)

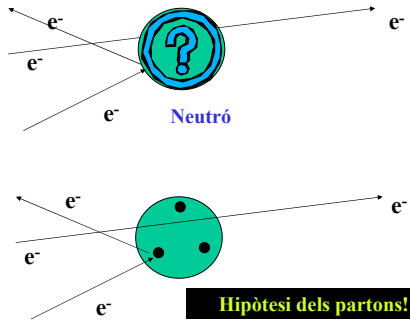
(a) Las familias de ocho y diez bariones y (b) los sistemas de quarks que las generan



Sheldon Lee Glashow

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

Experiment (e-, n) realitzat en Stanford amb electrons accelerats a una energia de 20 GeV



Hipòtesi dels partons!

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

La teoria dels quarks, de Gell-Mann y Zweig
Va solucionar aquests problemes

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

1960's

S'accepta que els protons i neutrons deixen de ser elementals i estan constituïts per quarks.
Hipòtesi independent de Gell-Mann i George Zweig^(4,10), ambdós del Caltech (1963).

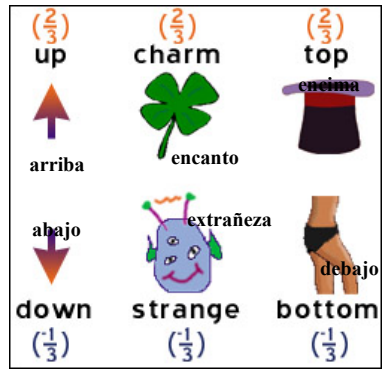


El nom el va prendre de la novel·la de l'irlandès James Joyce: Finnegan's Wake:

“three quarks for Muster Mark ...”

Els tres quarks són els fills del Sr Mark que de vegades el suplanten, com els seus homònims ho fan amb el protó

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles



Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

Protó **Neutró**

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

25

TAMANY RELATIU DELS QUARKS(10, pàg 33)

e- p+ n

up down strange charm bottom top

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

26

INTERACCIONS ENTRE PARTÍCULES

Richard Feynman:
(P.N. 1965)
Va proposar una original interpretació

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

27

abans **Al llarg de** **després**

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

28

Interacció Gravitatòria

Equació de Newton

El transmissor de la força serà el **Gravitó ?**

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

29

Interacció Electromagnètica

Equacions de Maxwell

El transmissor de la força és el **fotó**

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

30

Força o Interacció feble:

El seu nom és degut a que és molt menys intensa que l'electromagnètica.

Intervé en la radioactivitat

Els treballs teòrics, Teories Gauge, van ser fets en 1971 per:



Glashow Weinberg Salam 't Hooft

Confirmació experimental al llarg dels 12 anys següents i detecció de les partícules W y Z.



Yang, Chen Ning

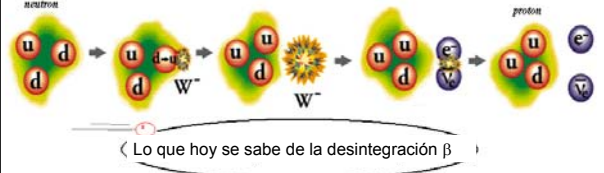


Lee, Tsung-Dao



Chien-Shiung Wu

Desenvolupen la teoria "herètica" i dissenyen l'experiment



Abans de l'experiment de Wu

En totes les interaccions es conserva la paritat

Totes les interaccions són invariants en relació a la reflexió especular

Qualsevol procés sembla possible quant es mira en un mirall

La Natura no diferencia entre esquerra i dreta

Després de l'experiment de Wu

En les interaccions febles no es conserva la paritat

Les interaccions febles no són invariants en relació a la reflexió especular

La imatge en el mirall d'una interacció feble pot descobrir un procés impossible

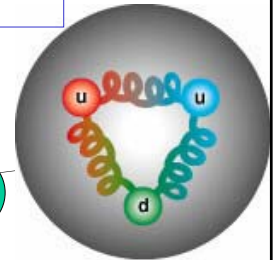
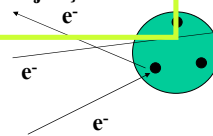
La Natura diferencia entre esquerra i dreta

Força o Interacció Forta:

En l'experiment de Stanford es va comprovar que la suma de moments dels 3 quarks continguts en el protó constituïen tan sols el 50 % del moment total

1973 Gell-Mann

Explica la interacció dels quarks mitjançant els gluons. (2)



Protó

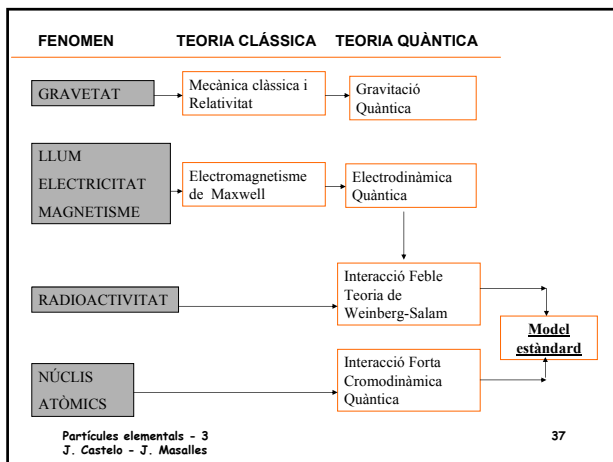
FORCES FONAMENTALS

INTERACCIÓ	FORÇA RELATIVA	ABAST	PARTÍCULA MEDIADORA
Forta	10^{38}	curt	Gluó
Electromagnètica	$7,3 \times 10^{35}$	llarg	Fotó
Feble	10^{29}	Molt curt	Bosons: W, Z
Gravitatòria	1	llarg	Gravitó

Els hadrons (Barions i Mesons) estan constituïts per quarks
Es reclassifiquen segons el seu contingut en quarks.

(hadro = fort)

Els quarks i els electrons són els maons en la constitució de la matèria (2)
i els fotons i els gluons són el ciment que els uneix



37

El Model Estàndard

A llarg dels darrers trenta anys, la teoria que avui es coneix com model estàndard de les Partícules i Interaccions, ha crescut gradualment i ha guanyat acceptació, a partir de les noves evidències proporcionades pels acceleradors de partícules

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

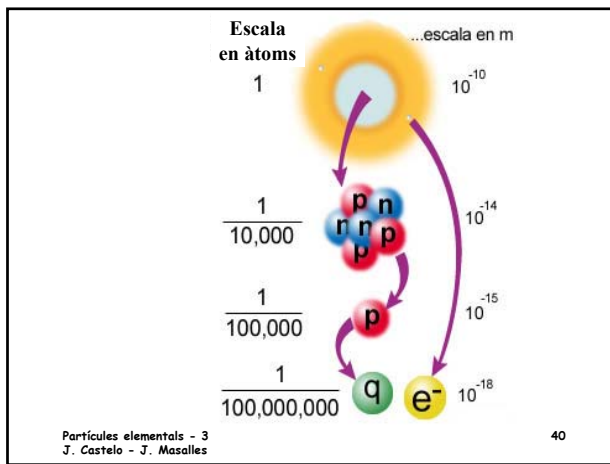
38

MODEL ESTÀNDARD

Leptons		Quarks	
Poden desplaçar-se lliurement			
1 ^a generació	electró	Neutri de l'electró	Quark d
2 ^a generació	muó	Neutri del muó	Quark s
3 ^a generació	tau	Neutri del tau	Quark b
Bosons Fonamentals		Bosons intermediaris	
	fotó	8 gluons	W ⁻ W ⁺ Z ⁰
Bosó de Higgs		ES BUSCA !	
		Responsable de la ruptura de simetria electro-feble	

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

39



40

DISTÀNCIES I ENERGIES EXPLORADES

FÍSICA	DISTÀNCIES	ENERGIES
Atòmica	10 ⁻¹⁰ m = 1 Å	eV
Nuclear	10 ⁻¹⁵ m = 1 fm	MeV=10 ⁶ eV
Altes Energies	10 ⁻¹⁸ m	GeV=10 ⁹ eV
Futur (?)	10 ⁻²¹ m	TeV=10 ¹² eV

Partícules elementals - 3
J. Castelo - J. Masalles

41