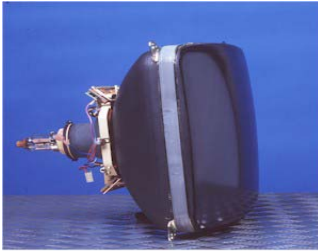


PARTÍCULES ELEMENTALS - 2

...més partícules que ocells...!



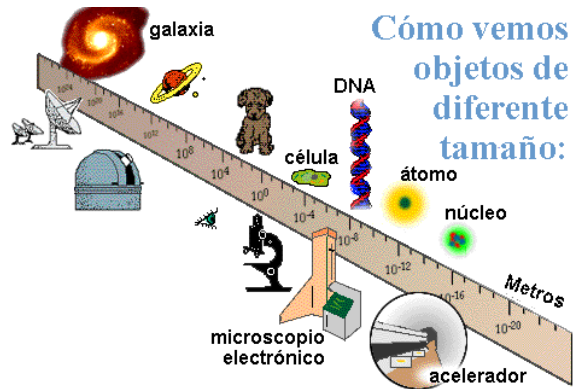
Accelerador casolà d'electrons

Javier Castelo

Josep Masalles

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

1

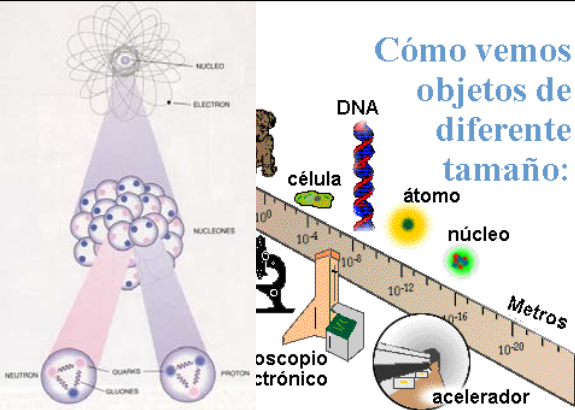


Cómo vemos
objetos de
diferente
tamaño:

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

2

Cómo vemos
objetos de
diferente
tamaño:



Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

3

NECESITEM ENTRAR DINS DEL NUCLI A DISTÀNCIES
DE L'ORDRE DE 10^{-16} cm

PER A TRENCAR ELS NUCLEONS I VEURE SI ESTAN
COMPOSTOS DE PARTÍCULES MÉS PETITES
NECESITEM ALTES ENERGÍES

Sincrotró d'electrons ⁽²⁷⁾



Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

1^{er} període:

L'ús de partícules alfa i radiacions còsmiques com projectils.

L'iniciador va ser Rutherford (1911) i va durar fins a 1932 amb el descobriment del neutró

2^o període:

L'ús dels primers acceleradors de partícules, fins els primers anys 1950's

3^{er} període:

L'ús de sofisticats i majors acceleradors de partícules, a partir dels 70's

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

5

Com es va explicar la desintegració?

Les forces electromagnètiques i gravitatòries conegudes en aquell moment no explicaven aquest fenomen

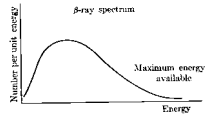
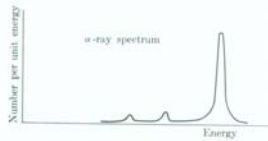
... Veiem-ho!

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

6

Energia d'una desintegració alfa

Energia d'una desintegració beta



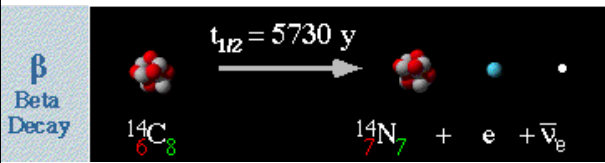
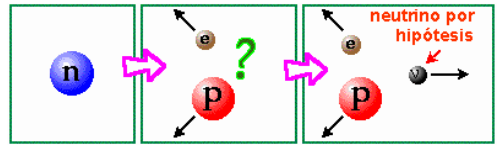
1931
Wolfgang Pauli proposa l'existència d'una partícula neutra i de massa molt petita per explicar l'espectre continu de les partícules beta (6)



1934

Enrico Fermi,

Proposa l'existència de la *força electro-feble* i del neutrí ν (teoria rebutjada per Nature) (6)

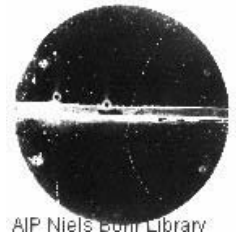


El seu descobriment experimental no s'aconsegueix fins a 1956



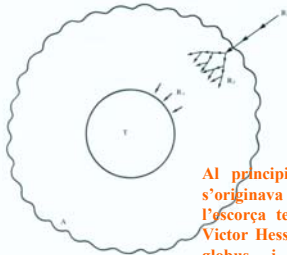
1932:

Anderson descobreix el positró en la radiació còsmica



RADIACIÓ CÒSMICA

A principis del segle XX, els físics que estudiaven la radioactivitat observaren que les laminetes d'un electroscopi es descarregaven i queien lentament encara que no hi hagués font alguna de radiació en les proximitats

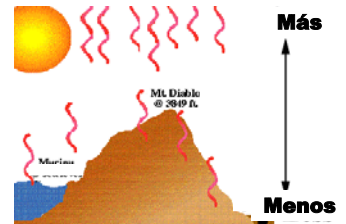


Aquest fenomen era causat per un flux continu de radiació de baixa intensitat que tenia que existir en qualsevol part de la superfície terrestre

Al principi es va pensar que aquesta radiació s'originava en els elements radioactius naturals de l'escorça terrestre, però al 1910 el físic austriac Victor Hess (premi Nobel 1936) va ascendir en un globus i va comprovar que la radiació s'intensificava quant més es pujava

Aquest i altres experiments van provar que la radiació s'intensificava quant més es pujava

Per tant aquesta radiació s'originava en l'exterior de la atmosfera terrestre.

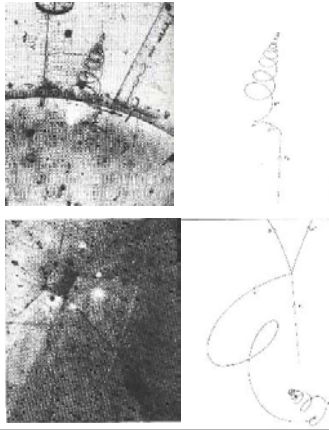


El fenomen va ser batejat com "raigs còsmics" pel físic nord-americà

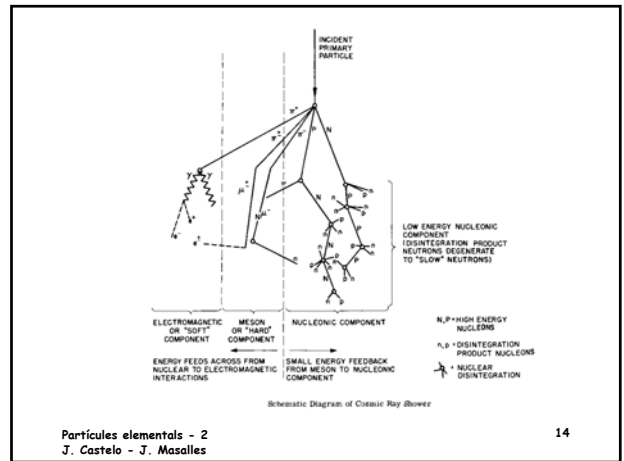
1936:

Neddermeyer y Anderson descobreixen el muó en la radiació còsmica.

Ref 1 Punt 1.6.2
Ref 6, Punt 3.5



Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles



Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

14



1934

H. Yukawa (Premi Nobel 1949) ⁶

Postula l'existència dels **mesons Π** o pions amb una massa de l'ordre de 200 vegades la de l'electró, que intervien com mediadors de les interaccions fortes ^(4.0)

Mesó:

Paraula grega que significa mig o intermedi ⁽⁶⁾ donat que la seva massa es troba entre la de l'electró i la del protó

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

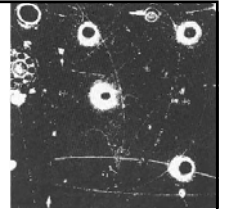
15

1947:

Cecil Frank Powell i els seus col·laboradors de Bristol descobreixen el **mesó π (pió)** en la radiació còsmica.

Malgrat que inicialment la confonen amb la partícula ^(4.0) postulada por Yukawa.

Ref 1 Punt 1.6.3
Ref 6 pag 101



Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

16

1948

C. M. G. Lattes i el seu grup, ^(ref 6, pág 101) amb el ciclotró de la Universitat de Berkeley (Califòrnia) van produir artificialment pions carregats. ^{(Ref 1 Punt 1.6.3.}

Bombardejant un blanc de Carboni amb partícules alfa es van obtenir pions carregats a més a més dels productes finals de la reacció

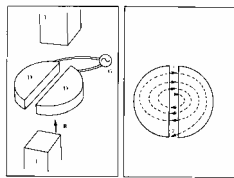
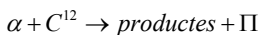
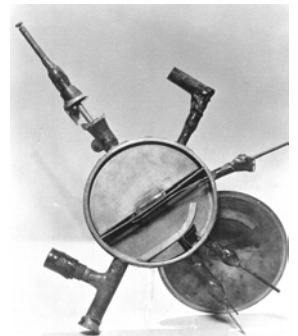
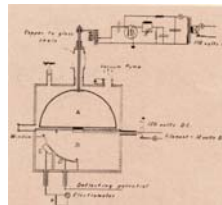


Figura 1.1.43 Representació esquemàtica del ciclotró i unes de les partícules de alta velocitat de carboni produïdes al laboratori de Berkeley.

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

17

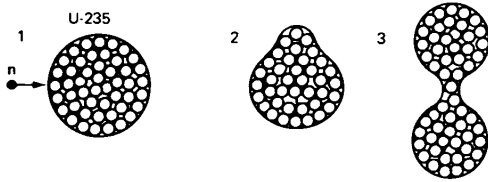


Ciclotró de Lawrence

Partícules elementals - 2
J. Castelo - J. Masalles

18

Fins 1949 els físics imaginaven el nucli com una gota líquida contenint els protons i els neutrons que s'agitaven de forma desordenada



Maria Goeppert-Mayer

Premi Nobel

1963

$^{177}_{71}\text{Lu}$

keV	J^{π}	J^{π}	keV
854.2	$\frac{17}{2}^{+}$	$\frac{17}{2}^{-}$	844.9
636.2	$\frac{15}{2}^{+}$	$\frac{15}{2}^{-}$	637.1
440.6	$\frac{13}{2}^{+}$	$\frac{13}{2}^{-}$	450
268.8	$\frac{11}{2}^{+}$	$\frac{11}{2}^{-}$	289
121.6	$\frac{9}{2}^{+}$	$\frac{9}{2}^{-}$	150.4
0	$\frac{7}{2}^{+}$		

Va proposar al 1949 el model de capes en el qual els protons i neutrons estaven separats en capes a energies diferents (capes com la de les cebes)

1950's

Aquesta dècada es caracteritza per l'aparició de moltes partícules noves que sorgeixen en la radiació còsmica i en els productes finals de les reaccions que es provoquen artificialment amb els nous acceleradors de partícules (4.0)

- 1950 : Π^0 (Ref 1 pp 40)
- 1955 : \bar{p} (Ref 6 pp 102)
- 1956 : \bar{n}
- 1956 : $\bar{\nu}$

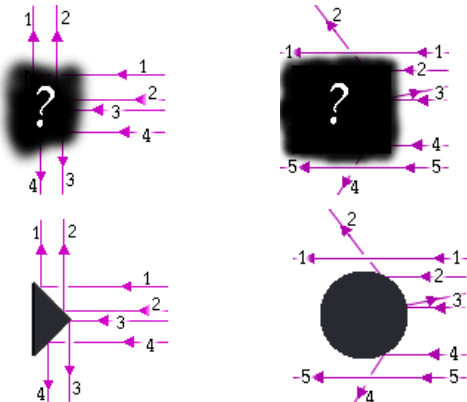
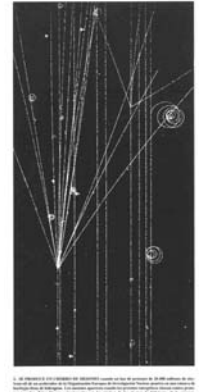


PRODUCCIÓ DE MESONS

Un feix de protons es fa incidir dins d'una cambra de bombolles plena d'Hidrogen (p).

Els mesons apareixen quan els protons energètics (20 GeV) xoquen contra els protons parats(4.2)

Cambra de bombolles (1)



Partícules Estranyes (1 punt 2.2.4):

Kaons (K^+ , K^- , K^0)

Lambda (Λ^0)

Sigmes (Σ^+ , Σ^- , Σ^0)

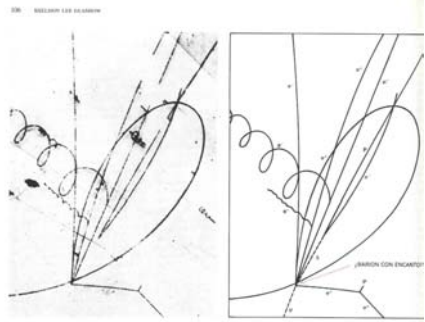
Cascades (Ξ^- y Ξ^+)

Es diuen hiperons per ser més pesats que els nucleons (n y p).

Conjuntament amb els n i p s'anomenen barions.

I conjuntament amb els mesons Π i K són hadrons ja que estan sotmesos a interaccions fortes.

Hadro = fort



5. QUÈS SÓN LES PARTICLES ELEMENTALS? ...
 6. QUÈS SÓN LES PARTICLES ELEMENTALS? ...
 7. QUÈS SÓN LES PARTICLES ELEMENTALS? ...

ANTIPARTÍCULES



Previsió Teòrica: Paul Dirac

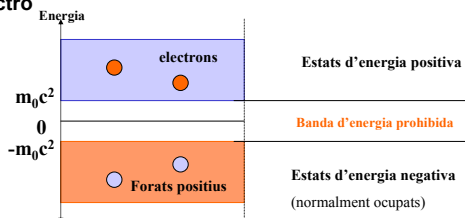
Va fer i justificar teòricament, en els anys 20, la hipòtesi de que si existeix una partícula elemental amb massa m , espín s y càrrega elèctrica q , ha d'existir necessàriament altra partícula, (anomenada antipartícula de la primera) amb la mateixa massa i espín i amb càrrega elèctrica oposada $-q$.

Si la partícula és A , a l'antipartícula se la representa per \bar{A} .

L'antipartícula de l'antipartícula és la pròpia partícula ⁽⁵⁾.

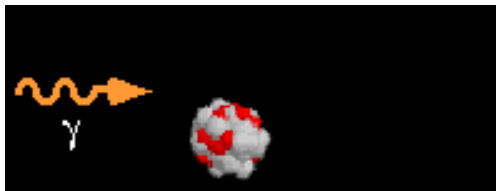
Algunes partícules elèctricament neutres, com el fotó, són les seves pròpies antipartícules⁽⁵⁾

Paul Dirac en la seva equació relativista per l'electró, assenyalà que l'esperat objecte de càrrega positiva, hauria d'identificar-se amb el **protó**, ben conegut experimentalment, però dues mil vegades més pesat que l'electró



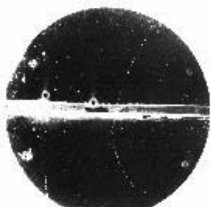
Dècades després Gell-Mann va preguntar a Dirac perquè no havia predit immediatament el positró, i aquest li explicà amb el seu habitual to laconic: "pura covardia" ⁽⁵⁾.

La creació d'un e⁻ i un e⁺ a partir de l'energia d'un fotó deu ser sempre en presència de la matèria



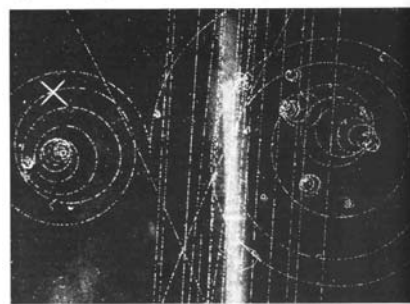
Positró (antielectró):

Descobert el 1932 per Carl Anderson (del Caltech) en una cambra de boira instal·lada en un globus sonda per mesurar els raigs còsmics. (Ref1 punt 1.6.1, Ref 6 punt 3.2)



AIP Niels Bohr Library

La cambra està sotmesa a un camp magnètic.
 La partícula entra per la part superior.
 El major radi de curvatura a la part inferior indica menys energia, que ha perdut al travessar la placa de plom.



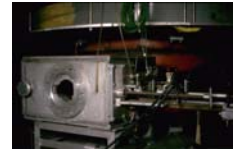
CREACIÓ DE ANTIMATÈRIA. Se ha descobert en una cambra en la que la tracció de cada partícula que té una càrrega elèctrica es veu afectada pel camp magnètic de la cambra. La partícula que es veu a l'esquerra de la fotografia, és un positró, i la que està a la dreta és un electró. El positró té una massa igual a la del electró, però una càrrega elèctrica oposada. El positró i l'electró són antipartícules una de l'altra, i quan s'aproximen mútuament s'anniquelen, produint un parell de fotons gamma.

Antiprotó:

Descobert en 1955, per mitjà del bevatró de la Universitat de Califòrnia en Berkeley pel grup dirigit por O. Chamberlain y E. Seagrè (premis Nobel en 1959).



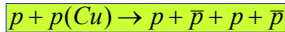
El tub del feix del Bevatró



Una cambra blanc en el Bevatró

Observant la maqueta del bevatró abans de la seva construcció en 1949, d'esquerra a dreta: Lloyd Smith, Ed McMillan, Ernest Lawrence, Ed Lofgren, Bill Brobeck, and Duane Shell

Es van accelerar protons a 6 GeV (ref 6 pág 121) en el bevatró i es van fer incidir sobre un blanc de Coure i (1) entre els productes finals es van detectar els antiprotons amb les característiques previstes



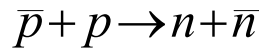
El Bevatró pertany a la primera generació de Síncrotrons, finalitzat en 1954, assolint energies de 6,2 GeV.



Antineutró:

Descobert en 1956, utilitzant el mateix bevatró de la Universitat de Califòrnia en Berkeley i el mateix grup que en l'antiprotó (1).

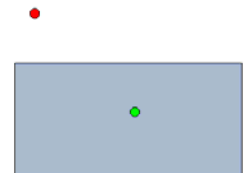
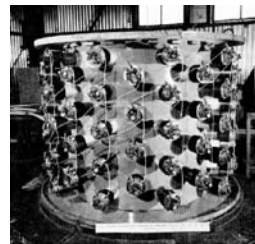
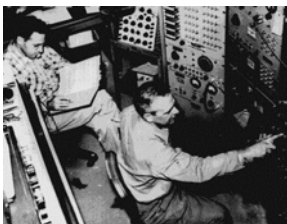
Es fa incidir un feix d'antiprotons en una cambra de bombolles que conté hidrogen (o altre gas com el propà C₃H₈) i aleshores apareixen antineutrons com a conseqüència de la reacció



Antineutrí:

Observació en 1956, por Fred Reines y Clyde Cowan del Laboratori de Los Álamos, en els reactors nuclears de Savannah River (Carolina del Sud).

Ref 1 punto 4.2.3, Ref 6 punto 3.3



- neutrino
- proton
- neutron
- positron
- ~ photon

Detectors de fotons rodejant una cambra amb aigua i clorur de Cadmi⁽¹⁾

(1)

TAULA DE PARTÍCULES ELEMENTALS							
PARTÍCULA	SÍMBOL		Massa MeV/c ²	Càrrega	Vida Mitjana en s		
	Matèria	Anti-Matèria					
Foto	γ	γ	0	0	estable		
LEPTONS	<i>Electró</i>	e^- / e^+	0,51	e	estable		
	<i>Neutri e</i>	ν_e / $\bar{\nu}_e$	0	0	estable		
	<i>Muó</i>	μ^- / μ^+	105,7	e			
	<i>Neutri μ</i>	ν_μ / $\bar{\nu}_\mu$	0	0			
	<i>Tau</i>	τ^- / τ^+	1807	e			
	<i>Neutri τ</i>	ν_τ / $\bar{\nu}_\tau$	0	0			
HADRONS	Mesons	π^+ / π^-	139,57	e			
		π^0	134,96	0			
		<i>(Mesó p)</i>	π^- / π^+	139,57	e		
		<i>Kaó</i>	K^+ / K^-	493,67	e		
		<i>(Mesó k)</i>	K^0 / \bar{K}^0	497,72	0		
		<i>Nucleó</i>	p^+ / p^-	938,28	e	estable	
	Barions	n	n	939,57	0		
		<i>Hiperó Λ</i>	Λ	1115,69	0		
			Σ^+ / Σ^+	1189,36	e		
		<i>Hiperó Σ</i>	Σ^0 / Σ^0	1192,46	0		
			Σ^- / Σ^-	1197,34	e		
		<i>Hiperó Ξ</i>	Ξ^0 / Ξ^0	1114,9	0		

