

SÉMINAIRE L. DE BROGLIE. THÉORIES PHYSIQUES

LOUIS LEPRINCE-RINGUET

Les mésons lourds et les hyperons

Séminaire L. de Broglie. Théories physiques, tome 25 (1955-1956), exp. n° 5, p. 1-5

http://www.numdam.org/item?id=SLDB_1955-1956__25__A4_0

© Séminaire L. de Broglie. Théories physiques
(Secrétariat mathématique, Paris), 1955-1956, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la collection « Séminaire L. de Broglie. Théories physiques » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

Faculté des Sciences de Paris

-:-:-:-

13 décembre 1955

Séminaire de THÉORIES PHYSIQUES

(Séminaire Louis de BROGLIE)

Année 1955/1956

Exposé n° 5

-:-:-:-

LES MÉSONS LOURDS ET LES HYPERONS

par Louis LEPRINCE-RINGUET

RÉSUMÉ

A.- Voici tout d'abord sous forme de tableaux, les caractéristiques des mésons K

TABLEAU 1

1.- Modes de désintégration

Désignation des mésons	Mode de désintégration	Valeur de Q en Mev
τ ou $K\pi 3$	a) $\tau^\pm \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^\pm + Q$ b) $\tau^\pm \rightarrow \pi^\pm + \pi^0 + \pi^0 + Q$	$75 \pm 1,5$
η ou $K\mu$ ou $K\mu 2$	$K_\mu^\pm \rightarrow \pi^\pm + \nu + Q$	~ 380
χ ou $K\pi 2$	$\chi^\pm \rightarrow \pi^\pm + \pi^0 + Q$	~ 212
κ ou $K\mu 3$	$\kappa^\pm \rightarrow \mu^\pm + \pi^0 + \nu + Q$	
K_β ou $K\Omega 3$	$K_\beta^\pm \rightarrow e^\pm + \pi^0 + \nu + Q$	
θ^0	$\theta^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + Q$	214 ± 5

Remarques sur ce tableau :

- Pour le Q du τ on prend la masse du π égale à $273 m_e$
- Une valeur anormale de Q du τ observée à Bombay peut s'expliquer par l'émission simultanée d'un photon de 32 Mev (bremsstrahlung)
- Dans un cas d'observation du χ le π^0 apparait sous forme de 4 électrons issus du point de décomposition

- d) Le schéma de décomposition du $K \rightarrow \mu + \pi^0 + \nu$ est moins certain que celui des 3 mésons précédents ; il semble néanmoins très probable : dans quelques cas le π^0 s'observe par une paire d'électrons produits directement (plus un γ que l'on observe pas)
- e) Le schéma de décomposition indiqué pour K_β est seulement probable. L'émission de $2\pi^0$ est exclue.
- f) Le θ^0 est le seul méson K neutre parfaitement identifié. Certains évènements V neutres à faible Q pourraient s'expliquer par un $\chi^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$ mais l'existence du χ^0 est encore hypothétique.
- g) La décomposition $\theta^0 \rightarrow \pi^\pm + \mu^\pm + \nu + Q$ a été envisagée pour expliquer certains résultats anormaux mais c'est hypothétique. Par contre, la décomposition $K^0 \rightarrow \pi^\pm + e^\mp + \nu$ semble pouvoir être envisagée en vu de quelques cas de V^0 donnant π et un électron chargés.

TABLEAU 2

2.- Masses et vies moyennes des mésons K

Mode de désintégration	Masse (m_e)	Vie moyenne
$\tau^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^+$	966 ± 4	$(1,0 \begin{smallmatrix} +0,7 \\ -0,3 \end{smallmatrix}) \cdot 10^{-8} \text{ sec}$
$K_\mu^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$	$962,5 \pm 3,2$	$(1,17 \begin{smallmatrix} +0,08 \\ -0,07 \end{smallmatrix}) \cdot 10^{-8} \text{ sec}$
$\chi^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$	$972,2 \pm 4,7$	$(1,21 \pm 0,11) \cdot 10^{-8} \text{ sec}$
$\theta^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$	966 ± 10	$(1,7 \begin{smallmatrix} +0,7 \\ -0,4 \end{smallmatrix}) \cdot 10^{-10} \text{ sec}$

Remarques sur ce tableau :

- a) Les divers types de mésons K étant caractérisés par leur mode de désintégration, la grande majorité des mesures s'effectuent sur des particules se désintégrant au repos, donc positives, les négatives étant absorbées par les noyaux.
- b) Seuls 3 mésons K figurent sur le tableau 2. Ce sont ceux qui se prêtent le mieux aux mesures : soit le τ dont on observe tous les produits, soit le K_μ et le χ , tous deux abondants, et se désintégrant de façon simple (en 2 corps).

- c) Le κ (kappa) et le K_β sont en faible proportion (voir tableau 3) et difficiles à définir avec facilité du point de vue expérimental : Ainsi le κ donne pour secondaire ionisant un μ dont l'énergie n'est pas définie : on peut, selon les modes de détection, le confondre avec l'un des autres, en particulier avec le K_μ et avec le χ . Difficultés analogues pour le K_β
- d) Les masses du κ et du K_β sont compatibles avec celles des autres mésons K, mais les erreurs sont plus grandes ($\sim 10 m_e$ ou un peu plus)
- e) Les vies moyennes du κ et du K_β sont du même ordre de grandeur que celles des 3 autres : on les trouve en proportion comparable pour des temps de vol de $4 \cdot 10^{-10}$ et de 10^{-8} seconde. On ne peut pas dire mieux pour le moment.

TABLEAU 3

3.- Proportion en % des différents mésons K observés au repos dans les émulsions dans différentes conditions

Type d'expérience	Particule incidente	Temps de vol minimum du K en sec	τ %	K_μ %	χ %	K_β %	κ %	τ' (mode alterné) du τ
G-stack	Rayons cosmiques	10^{-10}	5,6%	63,0 ($\pm 8,0$)	19,0 ($\pm 5,0$)	9,0 ($\pm 4,0$)	2,5 ($\pm 1,2$)	1,1 ($\pm 0,6$)
Ecole Polytechnique	Protons de 6,2 Bev (Bèvatron)	$5 \cdot 10^{-10}$	5,6%	56,0 ($\pm 6,0$)	26,0 ($\pm 5,0$)	8 (± 4)	3,8 ($\pm 2,3$)	0,8 ($\pm 0,4$)
Faisceau de K^+ de Berkeley (Berkeley - M.I.T)		$1,5 \cdot 10^{-8}$	5,8% ($\pm 0,4$)	61,5 ($\pm 2,6$)	26,8 ($\pm 2,5$)	1,9 (± 1)	2,4 ($\pm 0,8$)	1,9 ($\pm 0,4$)

Remarques sur le tableau 3 :

- a) Il y a des biais d'observation variant suivant le degré de développement, le fond, le tempérament des dépouilleuses, leur fatigue, leur degré de polarisation etc. C'est surtout vrai pour les expériences 1 et 2 où le dépouillement s'effectue au hasard. Les valeurs indiquées sont corrigées de biais d'observation estimés.

- b) Le G-stack correspond à un groupe d'une trentaine de physiciens européens opérant sur de gros paquets d'émulsions exposés aux rayons cosmiques en altitude (Bristol, Dublin, Milan, Padoue, Copenhague).
- c) On constate que la proportion des divers mésons K semble constante lorsque les conditions de production et les temps de vol sont différents.

B.- Autres caractères.

Les mésons K négatifs.- Les K^- à l'arrêt donnent une interaction nucléaire. La proportion $\frac{K^-}{K^+}$ est très faible dans le rayonnement cosmique. Elle est également faible lorsqu'on produit les K avec le faisceau de protons de 6 Bev de Berkeley. On trouve alors $\frac{NK^+}{NK^-} \sim 100$. Cette proportion est compatible avec les règles de sélection de Gell-Masson.

Certains K^- ont été identifiés par leur désintégration en vol. L'existence du τ^- est certaine. Celle du χ^- et de K_{β}^- correspond à une bonne mesure faite à Berkeley et à certaines indications des chambres de Wilson pour rayonnement cosmiques. Celle du K_{μ}^- est probable d'après les chambres de Wilson exposées aux rayons cosmiques. On possède au total très peu d'indications sur la nature des K^- .

Les étoiles produites par les mésons K^- au repos ont certains caractères particuliers. Tout d'abord l'énergie libérée sous forme de traces visibles est en général beaucoup plus faible que celle que l'on devrait observer si toute la masse du méson K contribuait à l'interaction nucléaire. Ce fait est en relation avec l'observation d'hypérons émis au cours de cette interaction. On peut dire que l'hypothèse de l'émission d'un hypéron accompagnant toujours l'absorption nucléaire d'un K^- est un accord avec les faits expérimentaux. Ces hypérons sont chargés ou neutres et, dans ce dernier cas, peuvent être libres ou liés sous forme d'hyperfragments, c'est-à-dire de fragments nucléaires comportant un hypéron neutre fin se manifeste par sa désintégration spontanée une fois le fragment arrivé au repos. (Le problème des hypérons n'a pas été traité au cours de cet exposé)

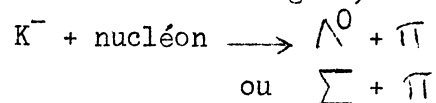
C.- Interaction des K^+ en vol.

Le comportement des K^+ et des K^- est très différent (aux énergies ~ 50 à 100 Mev). Les K^+ ont un grand libre parcours moyen, correspondant à en-

viron $\frac{1}{3}$ de la section de choc géométrique. Les étoiles produites sont petites et le K^+ en émerge souvent. Les K^- ont une section efficace de l'ordre de la section géométrique, et les étoiles produites ont une énergie bien plus grande qui dépasse souvent l'énergie cinétique du K .

L'interprétation de ces faits est immédiate : les interactions des K^+ sont du type $K^+ + \text{nucléon} \longrightarrow \text{nucléon} + K^+$ (diffusion inélastique)
ou $K^+ + \text{nucléon} \longrightarrow \text{nucléon} + K^0$ (échange de charge)

Les K^- , en plus des 2 réactions analogues, sont capables de donner :



Ce sont ces dernières qui provoquent les étoiles de grande énergie.

D.- Spin et parité du τ

On peut espérer obtenir des informations sur le spin et la parité du τ en étudiant la distribution angulaire et le spectre d'énergie des mésons π émis lors de sa désintégration. Les résultats sont favorables au spin et à la parité (-1) mais l'hypothèse du spin 1 et de la parité +1 ne peut pas être entièrement écartée. Il semble difficile d'admettre que le $\tau(K\pi^3)$ et le $\chi(K\pi^2)$, malgré l'identité possible de leur masse et de leur vie moyenne, correspondent à une même particule.

E.- La production associée.

Un méson lourd ne semble pas être créé seul ; il est en général créé en association avec un hyperon, parfois avec un méson K de signe opposé.

Le problème de la production associée, qui est à la base des théories de Pair et Gell-Masson et des physiciens japonais Nambu, Nishima, Yamaguchi, n'a pas été traité au cours du colloque. Disons seulement qu'on a été conduit à supposer l'existence d'un nouveau nombre quantique caractérisant les particules (strangeness de Gell-Masson ...). L'ensemble des faits concernant la production et les interactions en vol et au repos des particules nouvelles est à présent très convaincante à cet égard tout au moins dans ses grandes lignes.