Spectromètre γ pour l'étude de la réaction $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$ A 2 GeV/e

J. Ernwein

► To cite this version:

J. Ernwein. Spectromètre γ pour l'étude de la réaction $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$ A 2 GeV/e. Revue de Physique Appliquée, 1969, 4 (2), pp.295-296. 10.1051/rphysap:0196900402029500 . jpa-00243268

HAL Id: jpa-00243268

<https://hal.science/jpa-00243268>

Submitted on 1 Jan 1969

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SPECTROMÈTRE γ POUR L'ÉTUDE DE LA RÉACTION $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$ A 2 GeV/c ⁽¹⁾

J. ERNWEIN,

D.Ph.P.E., C.E.N., Saclay.

Résumé. — Une chambre à étincelles cylindrique à grand intervalle a été utilisée dans un champ magnétique de 19 kG pour étudier les réactions $\pi^- p \rightarrow$ neutres. Le mode de déclenchement et le dispositif optique sont décrits. Quelques performances de l'appareillage sont également données.

Abstract. — In order to study $\pi^- p \rightarrow$ neutrals at 2 GeV/c a large gap cylindrical spark chamber in a 19 kG magnetic field was used as a spectrometer for γ -rays. The triggering mode and the optical set-up are described as well as the physical properties of the experimental lay-out.

Un spectromètre a été réalisé pour l'étude des réactions $\pi^- p \rightarrow$ neutres. Parmi ces réactions, la voie $\pi^0 \pi^0 n$ est particulièrement adaptée à l'étude des bosons d'isospin 0. En effet, le système $\pi^0 \pi^0$ est une combinaison des états d'isospin 0 et 2, ce qui exclut les effets importants dus au méson ρ ($I = J = 1$). En particulier, une forte présence de l'onde S dans l'état d'isospin 0 est suggérée actuellement par plusieurs faits : 1) l'asymétrie dans la désintégration du ρ (hypothèse du ε^0 à une masse voisine de celle du ρ); 2) l'hypothèse du méson σ (300 à 400 MeV) et phénomène ABC; 3) l'étude des relations de dispersion vers l'arrière dans la diffusion π -nucléon.

I. Dispositif expérimental. — L'expérience est réalisée auprès du synchrotron Saturne à l'aide d'un faisceau de mésons π^- dont l'impulsion égale à 2 GeV/c permet d'explorer une région de masse $M_{\pi^0 \pi^0}$ allant de 270 à 1 150 MeV. Simultanément, des événements relatifs aux réactions $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ et $\pi^- p \rightarrow \eta^0 n$ sont obtenus. A l'impulsion choisie, les γ étant émis dans tout l'espace, le spectromètre doit couvrir un grand angle solide.

Une cible à hydrogène liquide placée au centre de l'électroaimant « Goliath » est entourée par une série de neuf chambres à étincelles cylindriques. Les électrodes de ces chambres sont constituées par des cylindres de plomb de 1 mm d'épaisseur, espacés de 7 cm. Le dispositif permet de détecter les γ par création de paires; l'énergie des γ est tirée de la mesure de la courbure des électrons de la paire. Ainsi la direction et l'impulsion du π^0 sont reconstitués.

Le déclenchement est assuré par la coïncidence $C_1, C_2, C_4, C_6, \bar{C}_5, \bar{C}_8$ (fig. 1); celle-ci sélectionne les événements de la réaction $\pi^- p \rightarrow$ neutres et élimine

FIG. 1. — Sélection électronique d'un événement $\pi^- p \rightarrow$ neutres, $C_1, C_2, C_4, C_6, \bar{C}_5, \bar{C}_8$.

les γ émis en dehors du volume utile de la chambre au moyen des compteurs « Sandwich Scintillateur-Plomb » C_5 et C_8 . Les conduits de lumière de 3,5 m de long sont nécessaires pour soustraire les photomultiplicateurs au champ de l'aimant « Goliath ».

Pour un γ , la probabilité de matérialisation dans la chambre à étincelles est voisine de 84 % dans un angle solide de $1,5 \pi$ sr.

Une impulsion de tension électrique est appliquée sur l'électrode centrale de la chambre, et se répartit entre les divers intervalles par division capacitive, les plaques extrêmes étant reliées à la masse. L'impulsion de tension, de l'ordre de 200 kV, est fournie par un générateur de Marx dont le principe consiste à charger des capacités en parallèle et de les décharger en série au moyen d'éclateurs. La mémoire de la chambre (de l'ordre de 3 μ s) est contrôlée par l'addition de traces de fréon dans le mélange gazeux qui circule dans la chambre.

⁽¹⁾ A paraître dans *Review of Scientific Instruments*.

La photographie des événements se fait à travers une ouverture de la pièce polaire supérieure grâce à une lentille de champ (diamètre 1,8 m, distance focale 6 m). Cette lentille plan convexe est constituée par de la glycérine maintenue dans une enveloppe de plexiglas obtenue par déformation à chaud (fig. 2). Une série de miroirs inclinés (fig. 2, C) donne une image de l'étin-

FIG. 2. — Schéma général du spectromètre.

celle qui permet une reconstitution stéréoscopique. Le champ maximal de l'aimant « Goliath » est de 1,9 tesla. Il est strictement de révolution et, dans le volume utile de la chambre ($h = 0,7$ m, diamètre : 1,6 m), son hétérogénéité est de l'ordre de 5 %. En plus du spectro-

mètre γ , un lot de 32 compteurs de neutrons associés à un appareillage d'analyse en amplitude et de codage fonctionne selon la technique du temps-de-vol. L'efficacité de détection se situe aux environs de 25 % et, compte tenu de l'efficacité géométrique, l'efficacité globale est de l'ordre de 1 %. La détection du neutron n'est pas exigée pour déclencher la chambre, mais, lorsqu'il est présent, son temps-de-vol et le numéro du compteur touché sont enregistrés sur le cliché. Dans ce cas, toutes les variables cinématiques (impulsion et direction) sont mesurées. Les photos avec neutron sont particulièrement utiles car elles fournissent un test sévère pour la reconstitution de la masse $\pi^0 \pi^0$ à partir des γ seuls, par la comparaison avec la masse manquante au neutron.

II. Performances. — La résolution en temps-de-vol des compteurs de neutrons est $\pm 1,5$ ns. La principale contribution à la largeur de la masse détectée est fournie par la résolution angulaire des compteurs ($\Delta\theta = \pm 0,82^\circ$). Cette résolution en masse manquante est de ± 7 MeV et ± 19 MeV pour des masses de 135 et 740 MeV respectivement (π^- incident de 2 GeV).

Les causes d'incertitude sur l'impulsion des électrons sont essentiellement de deux sortes : a) les erreurs de pointé sur les clichés. Elles sont de l'ordre de 2 à 3 % ; b) les erreurs dues aux phénomènes de « bremsstrahlung » que subissent les électrons dans les plaques de plomb. La perte moyenne est de $\Delta p/p = 15$ % pour 1 mm de plomb. On attend en moyenne (elle varie avec l'impulsion) une erreur relative $\Delta p/p$ globale sur les électrons qui est de l'ordre de 20 %. Les ajustements cinématiques pour les désintégrations $\gamma \rightarrow e^+ e^-$ et $\pi^0 \rightarrow \gamma \gamma$ entraînent un $\Delta p/p$ moyen pour le π^0 de 5 à 10 %.

Quelques remarques concernant les performances de l'appareillage restent à faire : 1) à l'opposé des chambres dans lesquelles se développent des gerbes d'électrons, la courbure des traces dans la chambre à grand intervalle permet une bonne identification des électrons de basse énergie (20 à 30 MeV). Une confusion avec des étincelles parasites est exclue ; 2) on constate une bonne efficacité aux traces multiples. La chambre peut détecter plus de 10 traces par intervalle ; 3) des tests sur la précision de reconstitution géométrique d'une trace dans l'espace ont donné un écart standard de 0,25 mm dans le plan horizontal (x, y) et 6 mm en z.

Les événements sont en cours de mesure.