

Echos de la physique

classiques, par un bus constitué par un câble plat à 40 fils. Il s'agit d'un bus à une seule extrémité (ECL 10 K) avec charges adaptées aux deux extrémités, qui comporte 16 lignes de données, une ligne « données prêtes », une ligne d'accusé de réception et une ligne de lecture-écriture. Des connecteurs standards assurent un câblage adapté, rapide et compatible.

Les modules de base comprennent un registre à coïncidences échantillonné, sensible au flanc avant des impulsions, un affectateur de bits pour le traitement des matrices de coïncidences, une unité arithmétique et logique à 16 bits, pouvant traiter 16 opérations logiques et 16 opérations arithmétiques, la mémoire rapide à accès direct pour le traitement de tables de consultation, une unité à 32 bits pour des configurations à 40 événements, une échelle de comptage CAMAC (32 voies, 40 MHz, 24 bits) en simple largeur.

Ces modules utilisent des cartes d'interface NIM et CAMAC standards, spécialement mises au point. Jusqu'à 10 entrées peuvent être connectées au même bus sans gravement affecter la transmission des données. Toutes les unités permettent un accès facile aux socles. Les MBNIM sont cinq fois moins coûteux à câbler que les dispositifs avec câbles coaxiaux miniatures, bien que des applications compliquées puissent bénéficier d'une expérience acquise dans la manipulation de câbles en ruban plat. Les modules ont un temps de résolution de 5 ns, avec de courts délais de propagation et ils offrent une solution économique différente par rapport à d'autres systèmes de déclenchement en logique ECL. (Pour des informations supplémentaires, prendre contact avec F. Bourgeois, A. Corre, H. Pflumm et G. Schuler, CERN, division EF).

Signes de « beauté »

Depuis la découverte de la particule Λ au Laboratoire Fermi, il y a quatre ans, les physiciens ont constamment recherché des signes de la beauté nue, la cinquième saveur des quarks. Tout comme le J/ψ , état lié formé d'un quark charmé et d'un antiquark charmé, qui nous a introduits dans l'ère du charme, l' Λ indique qu'il doit exister une cinquième couche restant à découvrir dans la spectroscopie des hadrons.

Un groupe CERN / Bologne / Frascati, travaillant aux ISR du CERN avec l'aimant à champs inversés (SFM), a observé un signal interprété comme celui du baryon le plus léger, porteur de beauté. Ce baryon est électriquement neutre; il se désintègre en un méson charmé neutre, un proton et un pion négatif. On a obtenu des indications sur un autre mode de désintégration fournissant un baryon Λ charmé et trois pions.

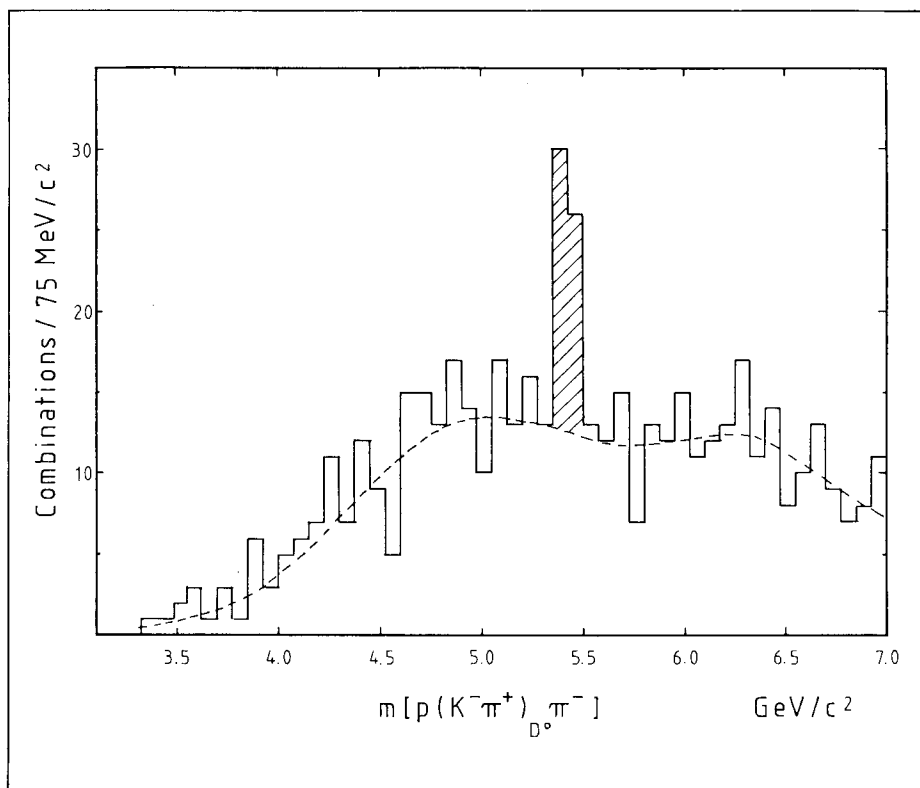
Selon le modèle standard des quarks (Glashow / Iliopoulos / Maiani), la beauté correspond à un quark du type « bas », alors que le charme est du type « haut ». Cela signifie que le baryon le plus léger, porteur de beauté, comme le baryon « étrange » le plus léger mais à la différence du baryon « charmé » le plus léger, doit être électriquement neutre. Il doit également se désintégrer en un méson charmé neutre (D^0), produisant à son tour un kaon négatif et un pion positif. Un baryon avec beauté nue ne peut être produit dans des collisions proton-proton à haute énergie qu'à la condition d'être accompagné par une antiparticule portant une beauté égale, mais opposée. Selon les règles du modèle des quarks, les désintégrations faibles d'une telle antiparticule se caractérisent par l'émission de positons, au lieu d'électrons, comme c'est le cas pour le charme.

Ainsi l'expérience, dirigée par Antonino Zichichi, s'est attachée à la recherche d'états finals doublement

interdits par les règles du charme, mais suggérant fortement la beauté. Ces états devraient contenir un proton, avec un kaon négatif et un pion positif (produits par la désintégration d'un méson charmé neutre) ainsi qu'un pion négatif (provenant tous de la désintégration d'un baryon porteur de beauté) associés à un positon, caractéristique de la désintégration faible d'une antiparticule avec beauté. Pour faciliter l'élimination du bruit de fond, le positon doit avoir une énergie supérieure à 800 MeV. De plus, dans la sélection des événements, il n'a été retenu que ceux qui contiennent un proton porteur d'une forte proportion de l'énergie disponible, pour s'assurer qu'il représente la particule « conductrice » de la gerbe secondaire. Pour améliorer encore l'échantillon, les événements sélectionnés devaient contenir plus de quatre particules chargées supplémentaires.

Le spectre de masses brut du proton, du kaon négatif et de la paire de pions à charges opposées fournit peu d'indications; toutefois, lorsque la masse effective du kaon et du pion positif est limitée à la masse du méson charmé neutre D^0 , un signal est observé à 5,425 GeV. Il est interprété comme la signature du baryon le plus léger, neutre et porteur de beauté; sa masse semble à peu près correcte.

D'autres distributions de masses contenant un pion supplémentaire présentent certains signes correspondant à d'autres baryons porteurs de beauté, qui possèdent une charge électrique et dont la masse est supérieure d'environ 300 MeV à celle du baryon neutre. Cela pourrait constituer la première indication concernant une riche spectroscopie de particules porteuses de beauté — à étudier et à explorer au cours des années à venir. Etant donné que le quark de beauté est si lourd, il peut se faire que d'autres particules contenant plusieurs quarks de ce type ne puissent être observées que lorsque l'on disposera d'énergies beaucoup plus élevées.



Indications en faveur de la « beauté nue » : signal observé par un groupe CERN / Bologne / Frascati dans l'analyse des spectres de production proton-méson charmé neutre-pion, avec emploi de l'aimant à champs inversés, aux ISR du CERN.

Un autre groupe (CERN / Collège de France / Heidelberg / Karlsruhe), travaillant lui aussi avec le SFM des ISR, enregistre depuis un certain temps un signal semblable dans une combinaison positivement chargée de particules. Cependant ce groupe n'est « pas convaincu » qu'il s'agit là d'une nouvelle ère pour la physique et il attend de récolter davantage de données.

Mesure de la masse du neutrino

Le neutrino, l'une des particules restées les plus insaisissables, a été proposé par Pauli pour expliquer des anomalies apparentes dans les spectres observés de la désintégration bêta des noyaux. Les paramètres fondamentaux du neutrino sont à nouveau discutés (voir numéro de janvier-février, page 21) et, de ce fait, les spectres de la désintégration bêta reviennent en vogue pour la physique du neutrino.

Bien que considéré depuis longtemps comme une particule de masse nulle, cela n'a jamais été absolument démontré et l'on se demande aujourd'hui si le neutrino n'a pas en fait une masse résiduelle. La réponse à cette question difficile intéresse à la fois les spécialistes des particules et les astrophysiciens.

L'année dernière, une expérience réalisée à l'IPTE (Moscou) étudiant la désintégration bêta du tritium, a

fait état d'une masse du neutrino comprise dans la plage 14-46 électron-volts (voir numéro de juillet-août 1980, page 190). Actuellement, des expériences doivent être réalisées avec ISOLDE, le séparateur d'isotopes en ligne du synchro-cyclotron de 600 MeV du CERN, en vue d'une mesure précise de la masse du neutrino, d'après le spectre des photons (Bremsstrahlung interne) accompagnant la désintégration bêta avec capture d'un électron.

La désintégration bêta standard, avec émission d'un électron, fournit un noyau possédant une charge électrique supplémentaire; toutefois, les transitions nucléaires sont également possibles dans certains cas avec émission d'un positon (anti-électron), ce qui conduit à un noyau avec une charge en moins.

Les processus de capture d'un électron, dans lesquels un électron des orbites est ingéré par le noyau, sont équivalents à de telles désintégrations bêta avec émission d'un positon. Au lieu d'avoir à générer la masse au repos d'un positon, ces processus libèrent sous la forme d'une énergie la masse au repos de l'électron capturé. Des désintégrations avec faible dégagement d'énergie peuvent ainsi se réaliser par pure capture d'un électron.

Tous les processus de désintégration bêta sont accompagnés d'un spectre continu de rayonnement de Bremsstrahlung provenant de l'électron produit ou absorbé. Toutefois, le spectre de ce rayonnement a une

forme particulièrement simple dans le cas de la capture de l'électron et, en principe, sa forme au voisinage de sa limite à haute énergie fournit un accès direct à la masse du neutrino.

Les meilleures conditions possibles, avec minimisation des effets gênants d'excitation atomique, sont assurées par des noyaux lourds avec des désintégrations bêta à faible énergie et capture d'un électron. Bien que dans ces cas les intensités du Bremsstrahlung soient faibles, elles devraient cependant être détectables. Cela est dû à un mécanisme de résonance, prédit en 1956 par Glauber et Martin, qui renforce le Bremsstrahlung au voisinage des rayons X atomiques.

Les noyaux les plus intéressants sont ceux du platine-193, du holmium-163 et du terbium-157, mais une recherche pourrait également être conduite pour d'autres processus adéquats, avec capture d'un électron, encore non découverts. De telles expériences sont en principe simples; elles utilisent des spectromètres classiques pour l'électron et le photon, ainsi que des techniques de coïncidence pour mesurer le spectre de rayonnement correspondant à un état atomique final spécifique. Toutefois, d'importants travaux préparatoires sont nécessaires à ISOLDE en vue de perfectionner la production des échantillons initiaux indispensables ainsi que les techniques exigées pour l'obtention des faisceaux requis.

Les travaux commencent dès maintenant en vue de développer ces techniques et de mesurer certains nouveaux paramètres nucléaires. Dès qu'ils auront été achevés, plusieurs expériences pourraient se dérouler en parallèle pour chercher à obtenir un résultat précis sur la masse du neutrino.