

... tau et charme

Le modèle standard de la physique des particules compte six quarks groupés en trois paires (u/d, c/s, t/b), chaque paire ayant pour partenaires un lepton - respectivement l'électron, le muon et le tau - et le neutrino correspondant. Sonder le modèle standard en profondeur pour en découvrir les ressorts signifie fouiller dans tous les recoins quark/lepton. Tandis que certains chercheurs travaillent intensément sur la physique des particules B, du fait de son potentiel dans les machines à protons et électron-positon (voir l'article précédent), d'autres physiciens soulignent la nécessité de données complémentaires dans d'autres secteurs.

Une usine à taus et charme et une usine à B seraient des outils expérimentaux essentiels pour examiner des particules sortant de l'ordinaire. Ces machines s'attaquent à des questions fondamentales similaires du modèle standard, mais de manières complémentaires: l'usine à B est optimisée pour les particules B et la violation de CP dans les désintégrations des B, tandis que la machine à taus et charme vise le lepton tau, les particules charmées et la spectroscopie des états à charme caché ainsi que les hadrons légers.

Au début de juin une centaine de physiciens - théoriciens, expérimentateurs et physiciens des accélérateurs - d'Europe et au-delà se sont réunis à Marbella, Espagne, pour le troisième atelier sur l'usine à taus et charme (TCF). L'atelier visait à réévaluer le potentiel de physique d'une TCF à la lumière des avancées récentes, à poursuivre le développement des études de la machine et du détecteur et à discuter du programme d'expérimentation.

A l'atelier, les intervenants ont insisté particulièrement sur les perspectives de l'étude de la physique du tau et du charme dans les machines actuelles et les futures usines à B. Ces dernières, comme la TCF, produisent généreusement des taus et des particules charmées (quelques 10^7 événements par an), mais l'atelier a montré que l'élément clé des futures mesures de précision ne sera pas le poids statistique, mais l'incertitude systématique.

C'est là que l'environnement sans équivalent de la TCF, avec des bruits de fond à la fois faibles et mesurables, constituerait probablement un avantage décisif.

Citons parmi les objectifs les plus difficiles d'une TCF, la mesure avec une sensibilité d'environ 1 MeV d'une éventuelle masse non nulle du neutrino du tau, les mesures des asymétries dues à la violation de CP dans les désintégrations des mésons et hyperons D (charmés), les mesures de précision de la structure spatio-temporelle de la désintégration du tau et une étude complète de la spectroscopie des quarks légers, gluons et hybrides.

De nouveaux calculs sur la violation directe de CP dans les désintégrations des D ont fait l'objet de nombreuses discussions à Marbella. L'observation de la violation de CP à l'aide de ces particules relativement éphémères a été traditionnellement passée par pertes et profits, mais de nouveaux calculs d'un groupe Rome/Naples suggèrent qu'il vaudrait la peine d'examiner ce secteur caractérisé par de fortes contraintes. Les calculs indiquent des asymétries des fréquences de désintégration de l'ordre de 10^{-3} , pratiquement à portée de l'expérimentation à la TCF.

Dans le secteur de la spectroscopie des mésons légers, un consensus s'est dégagé parmi les participants pour affirmer que le détail des données disponibles dans les énormes échantillons (plus de 10^{10} désintégrations de J/psi par an) que recueillerait un détecteur optimal devrait permettre d'aboutir à une compréhension définitive du tableau complet des états des quarks légers, hybrides et boules de glu.

La TCF à deux anneaux de stockage fournirait une luminosité de $10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, avec une conception relativement prudente basée sur des collisions frontales, des intensités des faisceaux raisonnables, une charge thermique modérée dans les chambres à vide, etc. Des idées ont été explorées à l'atelier pour réduire l'espacement des paquets à un stade ultérieur (avec un angle de croisement non nul) afin de dépasser la luminosité de 10^{33} . Une autre option consisterait à baser l'optique sur un monochromateur pour réduire à 0,1 MeV la dispersion de l'énergie de collision, ce qui est important pour

l'expérimentation sur les résonances et au seuil. Une polarisation longitudinale du faisceau serait également possible à l'avenir.

Le concept du détecteur est techniquement sain et il incorpore largement l'expérience pratique acquise dans les détecteurs antérieurs. A l'atelier, plusieurs groupes ont présenté des résultats obtenus dans des faisceaux d'essais qui confirment les performances nominales de certaines innovations du détecteur. Ils comprenaient les essais d'un calorimètre en iodure de césium à segmentation longitudinale présenté par des groupes des Etats-Unis et les essais de Valence sur des compteurs à temps de vol avec fibres scintillantes de 6 m de longueur atteignant une résolution de 120 ps. Le groupe de Séville a préparé une simulation détaillée du détecteur qui servira à étudier minutieusement les performances possibles dans l'expérimentation à la TCF. Une collaboration représentant quelques 20 instituts de 9 pays s'est formée pour préparer d'ici à la mi-94 une proposition d'une usine à taus et charme.

Les bulles d'antan

Les chambres à bulles ont peut-être presque disparu du premier plan de la recherche en physique, mais le souvenir des arabesques entrelacées, parfois splendides, que les traces des particules y dessinaient reste vivace et a grandement influencé le traitement infographique de reconstitution des trajectoires dans les grandes expériences d'aujourd'hui: la représentation visuelle d'une interaction la rend plus compréhensible.

Les chambres à bulles, entourées de leurs grandes collaborations de physiciens venus de nombreux instituts de recherche dispersés, avaient lancé un nouveau style de recherche. Même aujourd'hui, il n'y a guère que les plus importants des détecteurs dans les collisionneurs de faisceaux pour exiger la collaboration de chercheurs encore plus nombreux.

Du 14 au 16 juillet, quelque 130 physiciens se sont rassemblés au