Μανόλης Δρης

ΕΜΠ

Η πειραματική Φυσική Υψηλών Ενεργειών στο ΕΜΠ

Τη δραστηριότητα στην πειραματική Φυσική Υψηλών Ενεργειών (ΦΥΕ) στο ΕΜΠ την ξεκίνησε ο αείμνηστος Αναστάσιος Φίλιππας. Το 1958 πήρε υποτροφία και έκανε διδακτορικό στο πανεπιστήμιο Carnegie Institute of Technology (Carnegie Mellon University) στην πόλη Pittsburgh (PA) των ΗΠΑ. Ο Φίλιππας διορίστηκε το 1964 στο Δημόκριτο. Το 1975 διορίζεται Έκτακτος Καθηγητής στο ΕΜΠ. και πλαισιώθηκε με νέους ερευνητές που προσέλαβε και σχημάτισε μια πειραματική ομάδα ΦΥΕ. Από τότε (1975) αρχίζει η δραστηριότητα του ΕΜΠ στη ΦΥΕ με πειράματα στο CERN. Τα πειράματα στα οποία συμμετείχε η ομάδα του ΕΜΠ είναι,

1) **Μελέτη αντιδράσεων $\bar{p}p$ σε 7,3 GeV/c**
   Παν. Λίβερπουλ, NIKHEF Amsterdam, Ινστ. Βιέννης, Παν. Αθηνών, ΚΠΕ Δημόκριτος, ΕΜΠολυτεχνείο.
   Πρόκειται για πείραμα θαλάμου φυσαλίδων. Τα αντιπρωτόνια συγκρούονται και αλληλεπιδρούν με τα πρωτόνια του υγρού υδρογόνου του θαλάμου φυσαλίδων του CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire ή European Council for Nuclear Research, Ευρωπαϊκό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών), όπου έγινε η λήψη δεδομένων. Οι τροχιές των παραγόμενων σωματιδίων, φωτογραφίζονταν και η ανάλυση των φωτογραφιών έγινε στα παραπάνω συνεργαζόμενα Ιδρύματα, δηλαδή μέρος αυτής της ανάλυσης έγινε στο ΕΜΠ.
2) **Μελέτη αντιδράσεων φωτοπαραγωγής (photoproduction) σε υψηλές ενέργειες και με μεγάλες εντάσεις δέσμης, δηλαδή μεγάλες ροές φωτονίων. Πείραμα NA14 (NA14/1, NA14/2).**
   CERN, College de France, Ecole Polytechnique, Imperial College, Orsay, Saclay, Southampton, Strasbourg, Warsaw και ΕΜΠ .
   (NA14 Collaboration)

Το πείραμα έγινε στο CERN σε δυο φάσεις (NA14/1, NA14/2), στον επιταχυντή SPS (Super Proton Synchrotron, Υπερσύγχροτρον πρωτονίων). Χρησιμοποιήθηκε δέσμη φωτονίων. Τα φωτόνια αλληλεπιδρούν με τα νουκλεόνια του στόχου και παράγοντα διάφορα σωματίδια. Το κάθε φωτόνιο είχε ενέργεια 80 GeV. Η ένταση της δέσμης φωτονίων ήταν πολύ μεγάλη, της τάξης 10^7 φωτόνια ανά παλμό. Αυτό είναι πείραμα με ηλεκτρονικούς ανιχνευτές. Οι ανιχνευτές καταγράφουν ηλεκτρικά σήματα (ηλεκτρικούς παλμούς) που δημιουργεί η διέλευση μέσα από τους ανιχνευτές των σωματιδίων τα οποία παράγονται κατά τις αλληλεπιδράσεις φωτοπαραγωγής. Από αυτά τα σήματα προσδιορίζονται οι τροχιές των σωματιδίων των αλληλεπιδράσεων. Στην πρώτη φάση του πειράματος, NA14/1, από τους βασικούς στόχους ήταν η μελέτη της βαθιάς (σκληρής) σκέδασης φωτονίου με ένα από τους δομικούς λίθους των νουκλεονίων του στόχου (δηλαδή ένα παρτόνιο που είναι κουάρκ ή γκλουόνιο). Αυτό συνίσταται στη μελέτη παραγωγής πιδάκων σωματιδίων αντιδράσεις. Οι πίδακες παραγόμενων σωματιδίων σχετίζονται με βαθιά σκέδαση.

Στη δεύτερη φάση έγινε μελέτη φωτοπαραγωγής σωματιδίων με κβαντικό αριθμό charm (τσαρμ, γοητεία). Συγκεκριμένα ανιχνεύτηκαν τα σωματίδια D^*, D, D_s και Λ_C και ακολούθως μετρήθηκαν ο χρόνος ζωής τους (lifetime), οι λόγοι διάσπασής τους σε διάφορα κανάλια και υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ενεργές διατομές. Επίσης μελετήθηκε ο τρόπος παραγωγής τους.

Για την καλύτερη ταυτοποίηση των παραγόμενων σωματιδίων, η ομάδα του ΕΜΠ σχεδίασε και κατασκεύασε ανιχνευτή Cherenkov («Οδυσσέας») ο οποίος τοποθετήθηκε μέσα σε έναν ηλεκτρομαγνήτη που δημιουργούσε ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Οι δυσκολίες ήταν μεγάλες ένεκα του ισχυρού μαγνητικού πεδίου. Η κατασκευή, μελέτη και χρήση του «Οδυσσέα» ήταν και είναι ένα πολύ μεγάλο επίτευγμα ελληνικής ομάδας.

3) Μελέτη αντιδράσεων συγκρουομένων δεσμών e^+e^- στον επιταχυντή LEP (Large Electron Positron collider), πείραμα DELPHI (Detector with Lepton, Photon and Hadron Identification).

Μεταξύ των άλλων, για την ταυτοποίηση (αναγνώριση) των σωματιδίων, κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε ένας «νέος» ανιχνευτής Cherenkov, Ring Imaging Cherenkov Counter (RICH). Ένας σημαντικός σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της φυσικής που συνδέεται με τα σωματίδια $W^\pm$ και Z^0. Ουσιαστικά έγινε επιβεβαίωση της ισχύος του καθιερωμένου προτύπου. Σημαντική ήταν η προσπάθεια της ομάδας του ΕΜΠ για ανίχνευση λεπτοκουάρκ. Αυτά θα ήταν σωματίδια με λεπτονικό και βαρυονικό αριθμό. Η ομάδα του ΕΜΠ ασχολήθηκε με τον έλεγχο ποιότητας μονάδων ψηφιοποίησης (TDC, Time to Digital Converters) που κατασκευάστηκαν από ελληνική εταιρεία.

4) **Μελέτη αντιδράσεων pp στον επιταχυντή LHC. Πειραματική διάταξη ATLAS (A Toroidal Lhc ApparatuS).**

Η πειραματική διάταξη σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να μετρήσει συγκρούσεις σε ενέργειες κέντρου μάζας μέχρι περίπου 14 TeV, με μεγάλες ροές (luminosity, λαμπρότητα) δεσμών συγκρουομένων σωματιδίων, της τάξης 10^{34} cm^{-2} s^{-1}. Εκτός από τους άλλους ανιχνευτές, φτιάχτηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ανιχνευτές τύπου MDT (Monitored Drift Tubes), για τη μέτρηση μιονίων. Το ΕΜΠ συμμετείχε στην κατασκευή, μελέτη, εγκατάσταση και λειτουργία αυτών των ανιχνευτών. Το πλήθος των «ελληνικών» MDT ήταν 30 000, το ένα δέκατο του συνόλου των χρησιμοποιηθέντων MDT. Το μήκος του κάθε ανιχνευτή ήταν 1,7 m. Ενδιαφέρον είναι ότι στο εγχείρημα συνεργάστηκαν αρμονικά με μεγάλη επιτυχία τρεις ελληνικές ομάδες από το ΕΚΠΑ, το ΕΜΠ και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Στο ΕΚΠΑ κατασκευάζονταν οι «σωλήνες» ανιχνευτές, στο ΕΜΠ γίνονταν ο έλεγχος ποιότητας των «σωλήνων» και στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης η συναρμολόγησή τους σε μορφή θαλάμων ανιχνευτών με πολλά επίπεδα. Αυτό παρατηρήθηκε και σχολιάστηκε ευμενώς από τους συνεργάτες στο ATLAS. Δεν ήταν συνηθισμένο διαφορετικές ελληνικές ομάδες να συνεργάζονται τόσο αρμονικά.

.
.
.