ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΩΝ-ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ (Νέου Προγράμματος)

Σεπτέμβριος 2017 (13 – 09 - 2017)

Α. ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ (5 μονάδες)

1. Αρχές λειτουργίας του Σύγχροτρου.

2. Πώς ορίζεται η φωτεινότητα σε ένα συγκρουστήρα (π.χ. LHC) και ποιες οι μονάδες μέτρησης. Πώς μπορεί να αυξηθεί η φωτεινότητα σε δεδομένο συγκρουστήρα. Πως συνδέεται η φωτεινότητα με το ρυθμό συγκρούσεων.

3. Χωρική κατανομή δέσμης, Θεώρημα Lieuville.

4. Συγκρίνετε τις δυνατότητες ενός κυκλικού συγκρουστήρα (e+ e-) με αυτές ενός κυκλικού συγκρουστήρα πρωτονίων με την ίδια ενέργεια δέσμης E_b. Με ποια κριτήρια γίνεται η επιλογή του συγκρουστήρα μεταξύ των δύο.

Β. ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ (5 μονάδες)

1. **α) i)** Σχεδιάστε την απώλεια ενέργειας ανά μονάδα μήκους (dE/dx) λόγω ιονισμών για ένα φορτισμένο σωματίδιο, συναρτήσει του βγ, όπου β είναι η ταχύτητα του σωματιδίου (σε μονάδες ταχύτητας του φωτός) και γ είναι το σχετιστικό $\gamma^2 = 1/(1-\beta^2)$, και δείξτε στο διάγραμμα σε ποιά τιμή του βγ το σωματίδιο είναι ακριβώς "ελάχιστα ιονιστικό" (minimum ionizing): βγ=0.3, βγ=3 ή βγ=30; **ii)** Πόσο βγ έχει ένα μιόνιο με ορμή 315 MeV/c; Μπορούμε να πούμε ότι ένα τέτοιο μιόνιο της κοσμικής ακτινοβολίας είναι περίπου ελάχιστα ιονιστικό;

β) Θεωρείστε ότι η ελάχιστη απώλεια ενέργειας (dE/dx) λόγω ιονισμών για ένα φορτισμένο σωματίδιο είναι περίπου: $\frac{1}{\rho}\frac{dE}{dx} \simeq 1.4\, MeV\, cm^2/g$ όπου ρ η πυκνότητα του υλικού που διασχίζει το μιόνιο. Ένα μιόνιο της κοσμικής ακτινοβολίας, που το θεωρούμε ελάχιστα ιονιστικό, διαπερνά κάθετα έναν ανιχνευτή αερίου γεμίσματος (αέριο Αργό), με πάχος 2mm. **i)** Πόσους ιονισμούς προκαλεί κατά μέσο όρο ένα τέτοιο μιόνιο στο διάκενο των 2mm; **ii)** Ποιά είναι η πιθανότητα ένα μιόνιο να περάσει απαρατήρητο επειδή δεν προκάλεσε κανέναν ιονισμό στα 2mm ;

Δίνονται: πυκνότητα Αργού = 1.4 mg/cm^3 , ενέργεια που απαιτείται για τη δημιουργία ενός ιονισμού στο Αργό = 25 eV, πιθανότητα Poison να παρατηρήσουμε n γεγονότα, όταν κατά μέσο όρο συμβάινουν μ: $P(n,\mu) = \frac{\mu^n e^{-\mu}}{n!}$ *. Μάζα μιονίου = 105 MeV/c^2*

2. **α)** Περιγράψτε συνοπτικά πώς μπορείτε να μετρήσετε την ορμή ενός σωματιδίου.

β) Αν έχετε μετρήσει ήδη ότι η ορμή ενός σωματιδίου είναι 3 GeV/c και παρατηρείτε ότι στο αέριο C_5F_{12} (n=1.0018) αυτό το σωματίδιο δίνει ακτινοβολία Cerenkov, ποιό από τα εξής τρία σωματίδια (πιόνιο, καόνιο ή πρωτόνιο) νομίζετε ότι είναι;

Δίνονται: Μάζες πιονίου: 140 MeV/c^2, καονίου: 490 MeV/c^2 , πρωτονίου: 938 MeV/c^2

3. Ένας ανιχνευτής για ακτίνες γάμμα αποτελείται από έναν σπινθηριστή LSO και έναν φωτοπολλαπλασιαστή (PMT). Το σήμα (που το θεωρούμε τριγωνικής μορφής) μεταφέρεται από την άνοδο του φωτοπολλαπλασιαστή με ένα ομοαξονικό (coax) καλώδιο 50 Ω και καταλήγει σ' έναν παλμογράφο που έχει εμπέδηση (impedance) εισόδου 50 Ω επίσης, οπότε θεωρείστε ότι διατηρεί την τριγωνική μορφή του.

α) Σχεδιάσε σχηματικά τη διάταξη με τον σπινθηριστή και τον φωτοπολλαπλασιαστή και εξηγείστε συνοπτικά πώς αυτή η διάταξη ανιχνεύει ακτίνες γάμμα.

β) Υποθέστε ότι η απόδοση της συλλογής των φωτονίων του ορατού στον σπινθηριστή είναι 50%, ότι η κβαντική απόδοση μετατροπής του σε φωτοηλεκτρόνια στην φωτοκάθοδο του PMT είναι 25%, και ότι ο πολλαπλασιαστικός παράγοντας ενίσχυσης ("gain") στον PMT είναι 10^5 .

Υποτέτοντας ότι ο τριγωνικός παλμός διαρκεί 40ns, πόσο θα είναι το ύψος του παλμού όταν αυτός προκύπτει από τη διέλευση ακτίνας γάμμα ενέργειας 1 MeV ;

Αν στον καταμετρητή μας έχουμε επιλέξει να καταμετράμε μόνο παλμούς μεγαλύτερους από 50mV, θα καταμετρήσουμε τη διέλευση αυτού του φωτονίου;

Δίνονονται: c = 300.000 km/sec, ħc = 197 MeV·fm, και ότι 1 M*eV ακτνοβολίας προσπίπτουσας στο LSO δημιουργεί 28.*000 *φωτόνια μήκους κύματος 420nm*

Τα θέματα είναι ισοδύναμα.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ