ΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΩΝ-ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ (Νέου Προγράμματος)

Σεπτέμβριος 2016

1. **α)** Πώς χρησιμοποιούνται οι διπολικοί και οι τετραπολικοί μαγνήτες στους επιταχυντές; Σχεδιάστε το μαγνητικό πεδίο σε κάθε περίπτωση. Πώς υλοποιείται η ισχυρή εστίαση και τι είναι η διάταξη FODO;

   β) Αρχή λειτουργίας κύκλοτρου.

2. **α)** Αρχή λειτουργίας επιταχυντή TANDEM.

   β) Ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κυκλικών επιταχυντών;

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

   β) Θεωρείστε ότι η ελάχιστη απώλεια ενέργειας είναι περίπου:
   $$\frac{1}{\rho}\frac{dE}{dx} \simeq 1.4\, MeV\ cm^2/g$$
   όπου ρ είναι η πυκνότητα του υλικού που διασχίζει το μιόνιο.
   Ένα μιόνιο της κοσμικής ακτινοβολίας, που το θεωρούμε ελάχιστα ιονιστικό, διαπερνά κάθετα έναν ανιχνευτή αερίου γεμίσματος (που προσεγγιστικά μπορούμε να πούμε ότι είναι όλο Αργό), με πάχος 2mm.
   Πόσους ιονισμούς προκαλεί κατά μέσο όρο ένα τέτοιο μιόνιο στο διάκενο;

   γ) Ας πούμε ότι μετράτε την τροχιά ενός φορτισμένου σωματιδίου και από την καμπύλωσή της θέλετε να βρείτε την ορμή του σωματιδίου. Γράψτε πώς συνδέεται η καμπύλωση με την ορμή. Αν το σωματίδιο είναι καόνιο ή αν είναι πιόνιο, θα συνάγατε διαφορετική τιμή για την ορμή; Και πόσο διαφορετική;

δ) Θεωρείστε ότι η απώλεια ενέργειας λόγω ιονισμών όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο περνάει μέσα από την ύλη μπορεί να δοθεί στην απλοποιημένη της μορφή από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{dE}{dx} \propto \frac{1}{\beta^2} \cdot \ln\left(\beta^2 \gamma^2\right)$$

Η διαφορά στην εναπόθεση ενέργειας μπορεί μας βοηθήσει να ταυτοποιήσουμε σαν πιόνιο ή καόνιο κάποιο σωματίδιο για το οποίο μετρήσαμε ότι έχει ορμή 5 GeV/c . Ποιά από της δύο υποθέσεις (πιόνιο ή καόνιο) προβλέπει μεγαλύτερη εναπόθεση ενέργειας ανά μονάδα μήκους (dE/dx) και κατά πόσο;

(Δίνονται: πυκνότητα Αργού = 1.4 mg/cm^3 , ενέργεια που απαιτείται για τη δημιουργία ενός ιονισμού στο Αργό = 25 eV, μάζα μιονίου = 105 MeV/c^2 , μάζα πιονίου = 140 MeV/c^2 , μάζα καονίου = 490 MeV/c^2 *)*

4. **α)** Ποιά είναι η ελάχιστη ορμή που πρέπει να έχει ένα πιόνιο, ένα καόνιο και ένα πρωτόνιο για να δώσουν ακτονοβολία Cerenkov στα εξής δύο υλικα; i) $PbWO_4$ (n=2.20) και ii) αέριο C_5F_{12} (n=1.0018) ;

   β) Αν έχετε μετρήσει ορμή 3 GeV/c για ένα σωματίδιο και παρατηρείτε ότι στο αέριο C_5F_{12} αυτό το σωματίδιο δίνει ακτινοβολία Cerenkov, ποιό από τα τρία σωματίδια (πιόνιο, καόνιο ή πρωτόνιο) νομίζετε ότι είναι;

   γ) Σε ποιά γωνία σε σχέση με την κατεύθυνση του σωματιδίου εκπέμπεται η ακτινοβολία Cerenkov;

   (Δίνονται οι μάζες, πιονίου: 140 MeV/c^2, καονίου:490 MeV/c^2 , πρωτονίου: 938 MeV/c^2).

Καλή Επιτυχία