

Τίτλος: Παραγωγή υψηλής ενέργειας νετρίνων από αλληλεπιδράσεις φωτονίου-φωτονίου σε αστροφυσικά περιβάλλοντα: μύθος ή πραγματικότητα;

Περίληψη: Χάρη σε δεδομένα μιας και πλέον δεκαετίας που έχει συλλέξει το km³ τηλεσκόπιο νετρίνων IceCube έχουμε αρχίσει να αναγνωρίζουμε τις πρώτες αστροφυσικές πηγές νετρίνων υψηλών ενεργειών (> 10 TeV). Σύμφωνα με την καθιερωμένη φυσική εικόνα που έχουμε για τις πηγές αυτές, πρωτόνια που επιταχύνονται σε πολύ υψηλές ενέργειες (π.χ. εκατοντάδων χιλιάδων TeV) μπορούν να αλληλεπιδράσουν με χαμηλής ενέργειας φωτόνια (π.χ. οπτικά) ή ύλη (ατομικό υδρογόνο) και να παράξουν φορτισμένα πιόνια, τα οποία διασπώνται στη συνέχεια σε ελαφρύτερα σωματίδια, συμπεριλαμβανομένων και νετρίνων υψηλής ενέργειας. Επομένως, η ανακάλυψη νετρίνων υψηλών ενεργειών θεωρείται ως το “smoking gun” επιταχυντών πρωτονίων του Σύμπαντος. Ή μήπως δεν είναι έτσι;

Ένας εναλλακτικός τρόπος παραγωγής νετρίνων, που δεν έχει συζητηθεί πολύ στο χώρο της Αστροφυσικής, είναι η ακόλουθη διαδικασία:

$$\gamma(p_1) + \gamma(p_2) \rightarrow \mu^-(k_1) + \mu^+(k_2).$$

όπου ένα φωτόνιο υψηλής ενέργειας αλληλεπιδρά με ένα φωτόνιο χαμηλής ενέργειας και παράγει ένα ζεύγος μιονίου/αντι-μιονίου. Τα μίονια διασπώνται στη συνέχεια σε ηλεκτρόνια/ποζιτρόνια και νετρίνα/αντι-νετρίνα.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να υπολογιστεί το οπτικό βάθος διαφορετικών αστροφυσικών περιβάλλοντων στη διαδικασία αυτή, και να εκτιμηθεί το ενεργειακό φάσμα των παραγόμενων νετρίνων.

Keywords: αστροσωματιδιακή φυσική – μηχανισμοί αλληλεπίδρασης σωματιδίων υψηλής ενέργειας

Προαπαιτούμενες γνώσεις

- βασικές γνώσεις ειδικής θεωρίας σχετικότητας και Αστροφυσικής Υψηλών Ενεργειών
- εμπειρία προγραμματισμού σε Python (προτιμότερο) ή C ή Matlab
- καλή γνώση Αγγλικής γλώσσας

Μαθησιακά αποτελέσματα

- πραγματοποίηση αναλυτικών και αριθμητικών υπολογισμών για κατανόηση ενός φυσικού προβλήματος
- απόκτηση προγραμματιστικών δεξιοτήτων
- εκμάθηση τρόπων παρουσίασης αποτελεσμάτων στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας

Υπεύθυνη καθηγήτρια

- Μαρία Πετροπούλου
- mpetropo@.phys.uoa.gr

Τίτλος: Ψύξη σχετικιστικών ηλεκτρονίων λόγω ακτινοβολίας σύγχροτρον σε μειούμενης έντασης μαγνητικό πεδίο

Περίληψη: Ο πιο κοινός μη θερμικός μηχανισμός παραγωγής ακτινοβολίας από σχετικιστικά φορτισμένα σωμάτια είναι η ακτινοβολία σύγχροτρον. Τα σωμάτια, ως αποτέλεσμα της ακτινοβολίας που παράγουν, χάνουν ενέργεια (“ψύχονται”). Σκοπός της εργασίας είναι η χρονική μέλετη της κατανομής σχετικιστικών σωματιδίων που ψύχονται λόγω ακτινοβολίας σύγχροτρον στη περίπτωση που η ένταση του μαγνητικού πεδίου μειώνεται στο χρόνο. Τα αποτελέσματα της μελέτης θα συζητηθούν στο πλαίσιο πρόσφατων παρατηρήσεων από εκλάψεις ακτίνων γάμμα.

Keywords: μηχανισμοί εκπομπής ακτινοβολίας: μη θερμικοί - επιτάχυνση σωματιδίων - χρονική μεταβλητότητα

Προαπαιτούμενες γνώσεις

- επιτυχής παρακολούθηση του μαθήματος επιλογής “Αστροφυσική Υψηλών Ενεργειών”
- εμπειρία προγραμματισμού σε Python (προτιμότερο) ή C ή Matlab
- καλή γνώση Αγγλικής γλώσσας

Μαθησιακά αποτελέσματα

- πραγματοποίηση αναλυτικών και αριθμητικών υπολογισμών για κατανόηση ενός φυσικού προβλήματος
- απόκτηση προγραμματιστικών δεξιοτήτων
- εξοικείωση με στατιστικές μεθόδους και πειραματικά δεδομένα
- εκμάθηση τρόπων παρουσίασης αποτελεσμάτων στα πλαίσια ερευνητικής εργασίας

Υπεύθυνη καθηγήτρια

- Μαρία Πετροπούλου
- mpetro@phys.uoa.gr