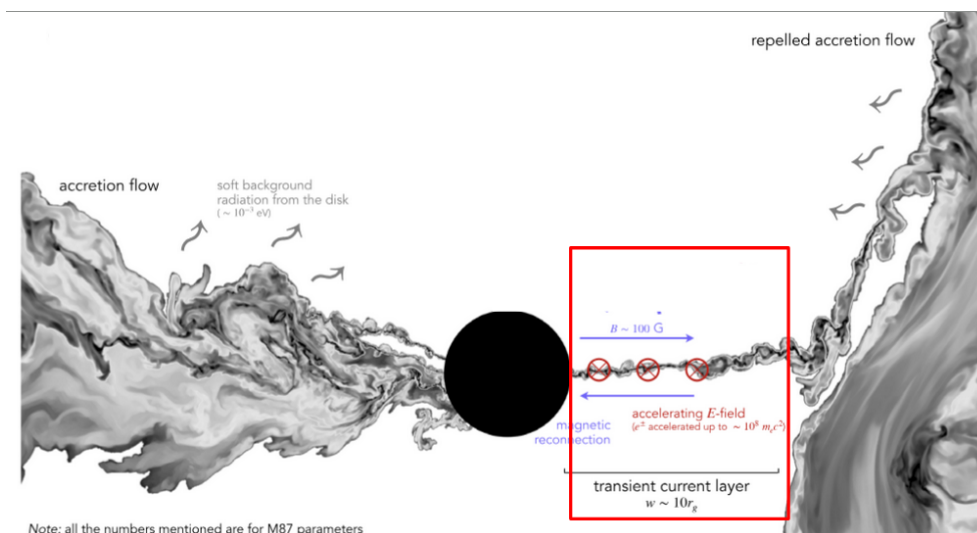


Θέμα 2: Μελέτη ανισοτροπίας στο οπτικό βάθος σκεδάσεων $\gamma\gamma \rightarrow e^- e^+$ στην περιοχή μαγνητοσφαιρικών φύλλων ρεύματος



Εικόνα: Σχηματική αναπαράσταση φύλλου ρεύματος που δημιουργείται στη μαγνητοσφαιρική περιοχή μιας μαύρης τρύπας στην οποία προσπίπτει πλάσμα μέσω δίσκου. Φωτόνια χαμηλής ενέργειας (γκρι βελάκια) εκπέμπονται ισοτροπικά από τον δίσκο. Ακτίνες γάμμα υψηλής ενέργειας εκπέμπονται στην αζιμουθιακή κατεύθυνση από πρωτόνια που επιταχύνονται παράλληλα στο ηλεκτρικό πεδίο. Σκεδάσεις μεταξύ φωτονίων μπορεί να οδηγήσουν σε δίδυμη γέννηση (Πίστωση εικόνας: [1]).

Περίληψη:

Η μαγνητική επανασύνδεση θεωρείται ως μια καθοριστική διαδικασία για εκρηκτική απελευθέρωση ενέργειας, επιτάχυνση σχετικιστικών σωματιδίων και εκπομπή υψηλής ενέργειας ακτινοβολίας στο Σύμπαν (για πρόσφατη ανασκόπηση βλέπε [2]). Σύγχρονες προσομοιώσεις πρόσπτωσης ύλης σε μαύρες τρύπες δείχνουν την δημιουργία φύλλων ρεύματος στο ισημερινό επίπεδο (βλ. εικόνα) όπου λαμβάνει χώρα μαγνητική επανασύνδεση (π.χ. [3]).

Πρόσφατα προτάθηκε ότι πρωτόνια που επιταχύνονται κατά μήκος του ηλεκτρικού πεδίου E εκπέμπουν φωτόνια λόγω ακτινοβολίας σύγχροτρον [4]. Σε πρόσφατη εργασία μας [5] δείχνουμε ότι τα πρωτόνια μπορούν να παράγουν ζεύγη μέσω της αλληλεπίδρασης Bethe-Heitler με τα φωτόνια του δίσκου. Τα παραγόμενα ζεύγη παράγουν ακτίνες γάμμα υψηλής ενέργειας μέσω ακτινοβολίας σύγχροτρον. Οι ακτίνες γάμμα, που εκπέμπονται κυρίως στην αζιμουθιακή κατεύθυνση στο ισημερινό επίπεδο, μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα φωτόνια του δίσκου και να δημιουργήσουν νέα ζεύγη ($\gamma\gamma \rightarrow e^- e^+$).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετήσουμε το οπτικό βάθος της διαδικασίας $\gamma\gamma \rightarrow e^- e^+$ λαμβάνοντας υπόψη την ανισοτροπία των γωνιών σκέδασης και να δούμε πόσο αλλάζει σε σχέση με την ισοτροπική περίπτωση. Θα προσομοιώσουμε τις σκεδάσεις με χρήση Monte Carlo

που θα αναπτύξει ο/η φοιτητής/τρια. Θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα με ημι-αναλυτικούς υπολογισμούς του οπτικού βάθους.

Σε ποιους απευθύνεται; Σε φοιτητές-τριες 4+ έτους.

Βιβλιογραφία:

1. [Hakobyan et al. 2023, ApJ](#)
2. Sironi, Uzdensky, Giannios (2025), ARA&A
(<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025ARA%26A..63..127S/abstract>)
3. Ripperda et al. 2022, ApJ
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2022ApJ...924L..32R/abstract>
4. Hakobyan et al. (2025) ApJ
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025ApJ...995L..73H/abstract>)
5. Petropoulou, Karavola, Sironi (2025) ApJL
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2026ApJ..1000L..28P/abstract>

Επίβλεψη: Μαρία Πετροπούλου

Συνεπίβλεψη: Γεώργιος Βασιλόπουλος, Δέσποινα Καράβολα