

# Exercise to the Lecture Astroparticle Physics KIT, Wintersemester 2022/23

Prof. G. Drexlin, A. Huber, N. Kovac, J. Lauer



---

Lectures	Thur. 11:30 + Wed 14:00 (every 14 days), Phys-HS Nr. 3
Exercises	Wed 14:00 (alternating with lecture), Phys-HS Nr. 3
ILIAS	<a href="https://ilias.studium.kit.edu/goto.php?target=crs_1902412&amp;client_id=produktiv">https://ilias.studium.kit.edu/goto.php?target=crs_1902412&amp;client_id=produktiv</a>

---

## Übungsblatt 6 – Bearbeitung bis zum 25.01.2023

### 1) Dunkle Materie: Suche am LHC

In Teilchenbeschleunigern wie dem LHC können bei ausreichender Schwerpunktsenergie supersymmetrische Teilchen erzeugt werden. Beantworten Sie mit Hilfe der Vorlesung die folgenden Fragen:

- Welche Signatur hätte ein Neutralino im LHC?
- Wie sehen die entsprechenden Feynman-Diagramme aus?
- Welches Entdeckungspotenzial hat das CMS-Experiment? Wie sieht der typische Ausschlussplot für neue CMS Resultate aus?

### 2) Dunkle Materie: Indirekte Suche

Lesen Sie das Proceeding “INDIRECT DARK MATTER SEARCHES IN THE LIGHT OF THE RECENT AMS-02 OBSERVATION “ (<https://arxiv.org/pdf/1605.01218.pdf>) und beantworten Sie die folgenden Fragen:

(a) Einleitung:

- Was legen die Messergebnisse des Planck-Satelliten nahe?
- Welches Teilchen favorisiert das Proceeding als Dunkle Materie Teilchen?
- Nennen und beschreiben Sie kurz die drei unterschiedlichen Ansätze um Dunkle Materie nachzuweisen.
- Nach welchen Sekundärteilchen wird in der indirekten Methode vor allem gesucht?

(b) Positronenüberschuss:

- Was für einen Überschuss haben PAMELA und AMS-02 nachgewiesen?
- Warum ist dieser Überschuss so interessant?
- Wie ist es um die Reichweite von hochenergetischen Positronen bestellt?
- Die Daten wurden mit einem Modell zur Dunkle Materie Annihilation gefittet. Wie ist das Ergebnis für den Annihilationswirkungsquerschnitt? Entspricht der gefittete dem erwarteten Wert?
- Wie lautet eine alternative Erklärung des Positronenüberschusses?

(c) Antiprotonensignal:

- Warum ist der Antiprotonenfluss eventuell geeigneter für die indirekte Dunkle Materie Suche als Positronen?
- Wie werden Antiprotonen astrophysikalisch hauptsächlich erzeugt?

- Wie liegen die gemessenen Daten vom Verhältniss des Antiprotonenflusses über dem Protonenfluss im Vergleich zum erwarteten Untergrund?

### 3) Direkte Suche nach dunkler Materie

- (a) Skizzieren Sie die typische Abschirmung eines Experimentes zum Nachweis dunkler Materie. Erklären Sie kurz welche Abschirmungsschicht welchen Zweck erfüllt. Benennen und beschreiben Sie die drei Techniken um Untergrund in einem Dunkle Materie Experiment zu unterdrücken.
- (b) Zeichnen Sie die Feynman-Diagramme für den spinunabhängigen und spinabhängigen direkten Nachweis von Dunkler Materie. In welchem Bereich sind die erwarteten Energien für einen Kernrückstoß mit einem Dunkle Materie Teilchen? Wovon hängt der spin-unabhängige Wirkungsquerschnitt ab, wovon der spin-abhängige? Was passiert bei der spin-unabhängigen WIMP Streuung, falls die Kohärenzbedingung verletzt wird?
- (c) Skizzieren Sie den Sensitivitätsplot für die direkte Dunkle Materie Suche (y-Achse: WIMP-Streuquerschnitt, x-Achse: WIMP-Masse) mit einigen aktuellen Experimenten. Wie werden Sensitivitätslimits eingezeichnet, wie werden Ergebnisse eingezeichnet? Warum steigen die Sensitivitätslimits zu kleinen und großen WIMP-Massen an? Was ist der "ultimative" Untergrund für die direkte Dunkle Materie Suche? Zeichnen Sie diesen ebenfalls in den Sensitivitätsplot ein.