

Übung 11

zur Vorlesung im WS09/10

Einführung in die Astroteilchenphysik

11.1 Radius eines weißen Zwerges (6P)

Bestimmen Sie den Radius eines weißen Zwerges, der die gleiche Masse wie die Sonne hat.

11.2 Neutronenstern (8P)

Für einen Neutronenstern soll das Gleichgewicht in der Reaktion



bestimmt werden. Im Gleichgewicht ist die Summe der Fermi-Energien auf beiden Seiten gleich. Der Fermi-Impuls der Neutronen sei durch die Dichte normaler Kernmaterie, die nur aus Neutronen besteht, gegeben.

- Zeigen Sie, dass die Fermi-Impulse der Protonen und Neutronen nicht-relativistisch (klein gegen die Masse) und die der Elektronen relativistisch (groß gegen die Masse) sind.
- Warum kann man in der Gleichgewichtsbedingung die Fermi-Energien für Protonen und Neutrinos vernachlässigen (unterschiedliche Gründe)?
- Schätzen Sie den Anteil an Elektron-Proton-Paaren ($n_e = n_p$ wegen Ladungserhaltung) in einem Neutronenstern ab.

11.3 Neutrinos von einer Supernova in der Milchstraße (6P)

Wir nehmen an, dass von einer 1 kpc entfernten Supernova in der ersten Sekunde nach der Explosion 10^{57} Neutrinos mit einer mittleren Energie von 15 MeV emittiert werden.

- Wieviele Neutrinos treffen eine Fläche von 1 m^2 auf der Erde?
- Wieviele Wechselwirkungen pro m^3 würde die Supernova in einem Wasser- oder Eisdetektor auslösen? Der Wirkungsquerschnitt sei etwa $\sigma_\nu \approx 10^{-43} \cdot E^2 / \text{MeV}^2 \text{ cm}^2$ pro Nukleon.