Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Experimentelle Kernphysik

Prof. Dr. Wim de Boer
Dr. Jörg R. Hörandel

Übungen zur Einführung in die Kosmologie
10. Aufgabenblatt

1. Benutzen Sie die Gleichung
$$P^2 = \frac{E^2}{c^2} - p^2 = m^2 c^2$$
der relativistischen Kinematik und den Erhaltungssatz für den Viererimpuls um die Energie des Photons in der Reaktion
$$p + t \rightarrow^4 \mathrm{He}^{++} + \gamma$$
zu berechnen. Nehmen Sie dabei an, der ^{4}He–Kern wird in Ruhe erzeugt.

2. Freie Nukleonen werden bis zu einer Energie von 0.07 MeV den Deuteronen vorgezogen. Wie groß ist das Verhältnis der Anzahl der Photonen, deren Energien die Bindungsenergie des Deuterons von 2.22 MeV übersteigt, zu der Anzahl der Protonen bei 0.07 MeV?

3. Erklären Sie qualitativ den Zusammenhang zwischen dem ^{4}He Massenanteil im Universum und
   (a) der Anzahl der Neutrinogenerationen
   (b) der Lebensdauer des Neutrons.

4. Bei einer Supernova–Explosion werden mehr als 99% der freiwerdenden Energie durch die Emission von Neutrinos abgestrahlt. Zum ersten Mal konnte eine Supernova–Explosion 1987 (SN1987A) auch mit Hilfe von Neutrinos nachgewiesen werden.
   Nehmen Sie an, dass alle bei der Supernova 1987A emittierten Neutrinos innerhalb eines Zeitraums von 1 s produziert und emittiert wurden. Die meisten der ca. 20 Neutrinos, die 160000 Jahre später die Erde erreichten und nachgewiesen wurden, wurden in einem Zeitintervall von 2 s mit mittleren Energien von 10 MeV gemessen. Schätzen Sie grob aus diesen Tatsachen die obere Grenze für die Neutrinomasse ab.

Die Aufgaben werden in den Übungen am 9. Januar 2002 um 14:30 im Seminarraum 9/1 besprochen.
Informationen zu den Übungen: http://www-ik.fzk.de/~joerg/kosmologie.html.

Ein frohes Weihnachtsfest und alles Gute für das Neue Jahr!