

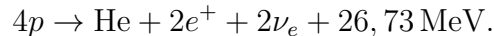
Kern- und Teilchenphysik, Kombibachelor Physik

Humboldt-Universität zu Berlin, Wintersemester 2019/2020,
Prof. Dr. H. Lacker

Übung 8 (Besprechung: 12.12.2019)

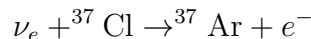
Aufgabe 1: Solare Neutrinos

Die thermonukleare Energie im Inneren der Sonne wird durch Wasserstofffusion erzeugt. Die dabei stattfindende Reaktionskette kann wie folgt dargestellt werden:



Im Mittel wird nur 2% der frei werdenden Energie von den Neutrinos aufgenommen.

- Die gesamte elektromagnetische Strahlungsleistung beträgt $3,846 \times 10^{26}$ W. Zeigen Sie damit, dass der Neutrinofluss auf der Erde ungefähr $6,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ beträgt.
- Solare Neutrinos wurden erstmals durch das Davis-Experiment (begonnen 1967, Nobelpreis 2002), das sich in einer Goldmine (Homestake, USA) befindet, über die Reaktion



nachgewiesen. Ungefähr 0,01 % der Neutrinos haben eine Energie oberhalb von 814 keV, die notwendig ist, damit die oben genannte Reaktion ablaufen kann. Der Detektor des Davis-Experimentes enthält $3,8 \cdot 10^5$ l (615 t) des Putzmittels Perchloroethylen (C_2Cl_4 , wobei der Anteil der ${}^{37}\text{Cl}$ (${}^{35}\text{Cl}$)-Isotope ≈ 25 % (75 %) beträgt).

Wie viele ${}^{37}\text{Ar}$ -Atome werden pro Tag im Detektor erzeugt, wenn der totale Wirkungsquerschnitt der Reaktion $\sigma(\nu_e + {}^{37}\text{Cl} \rightarrow {}^{37}\text{Ar} + e^-)$ 10^{-42} cm^2 beträgt?

- Eine Firma behauptet, dass sie aus Sonnenneutrinos Energie erzeugen kann, um Batterien aufzuladen. Nehmen Sie zunächst an, dass jedes Sonnenneutrino mit Materie an der Erdoberfläche wechselwirkt und dabei 1 MeV an Energie überträgt. Wie groß wäre dann die durch Sonnenneutrinos erzeugte Leistung pro m^2 ? Vergleichen Sie mit der elektromagnetischen Sonnenstrahlungsleistung pro m^2 !
- Wenn der über die Neutrinoenergie integrierte Wirkungsquerschnitt etwa 10^{-41} cm^2 in Wasser beträgt, wie groß wäre dann die entsprechende Leistung pro m^2 , wenn die Neutrinos eine Wasserwand einer Dicke von 1 m durchqueren?

Aufgabe 2: Kernkraftwerk

- Warum kann man ein Kernkraftwerk nicht mit ${}^{238}\text{U}$, sondern nur mit ${}^{235}\text{U}$ betreiben?
- Wozu braucht man einen Moderator?
- Warum kann man mit schwerem Wasser als Moderator ein Kernkraftwerk mit Natururan betreiben, aber nicht mit leichtem Wasser?
- Was sind verzögerte Neutronen?
- Warum zerfallen die Spalttochterkerne über β^- -Zerfall und nicht über β^+ -Zerfall/EC?

Abgabe: 12.12.2019, bis 11:00 (New 15, Metallkasten vor Raum 1'415 oder in der Vorlesung)