

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Kernphysik WS 2022/2023	Prof. Dr. Jürgen Schnack jschnack@uni-bielefeld.de
--	----------------------------	---

Aufgabenblatt 9

9.1 Fusion – Sonne

Gegeben seien die folgenden Größen: der mittlere Abstand Erde-Sonne beträgt $r = 1,50 \cdot 10^8$ km, die Solarkonstante $S_0 = 1,36$ kW/m² gibt die abgestrahlte Leistung der Sonne pro Fläche beim mittleren Abstand Erde-Sonne an, die Masse der Sonne beträgt $M_0 = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg.

- Ermitteln Sie die gesamte Strahlungsleistung der Sonne.
- Durch die Abstrahlung verliert die Sonne Masse. Berechnen Sie den absoluten Masseverlust pro Zeit (Masseverlustrate) und relative zur derzeitigen Gesamtmasse.
- In der sogenannten pp-Reaktionskette werden 26,4 MeV Energie frei. Berechnen Sie aus der abgestrahlten Leistung bzw. der Masseverlustrate die Zahl der Durchläufe der pp-Reaktionskette, d.h. die Zahl der gebildeten ⁴He pro Sekunde auf der Sonne. Berechnen Sie dazu zuerst, welcher Masse MeV/c² entspricht.

9.2 Zwei- und Dreiteilchenzerfälle

Als Zweiteilchenzerfall bezeichnet man eine Reaktion der Form $A \rightarrow C + D$, als Dreiteilchenzerfall folglich $A \rightarrow C + D + E$. Ein Detektor messe in solchen Zerfallsexperimenten die kinetische Energie des Teilchens C . In einem Histogramm werde die Häufigkeit des Auftretens kinetischer Energien von C gegen die kinetische Energie aufgetragen. Für die folgenden Betrachtungen genügt es, wenn Sie die Energien nichtrelativistisch als Summe aus Ruheenergie und kinetischer Energie betrachten.

- Wie sieht ein solches Spektrum für einen Zweiteilchenzerfall aus. Erklären Sie.
- Wie sieht ein solches Spektrum (qualitativ) für einen Dreiteilchenzerfall aus. Erklären Sie.
- Photonen können keinen Zweiteilchenzerfall in zwei andere Photonen durchführen. Das ist nicht sofort ersichtlich, denn Energie- und Impulssatz erlauben eine spezielle Lösung. Welche? Was könnte noch eine Rolle spielen?

9.3 Wissen I

- a. Skizzieren Sie ein Schema der Elementarteilchen (Quarks und Leptonen) nach Arten und Generationen.
- b. Welche fundamentalen Wechselwirkungen gibt es? Wie heißen die Austauschbosonen?
- c. Wie lautet der β^- -Zerfall auf der Ebene eines Kerns und wie ausgedrückt mit den beteiligten Nukleonen?
- d. Wie lautet der β^+ -Zerfall auf der Ebene eines Kerns und wie ausgedrückt mit den beteiligten Nukleonen?
- e. Skizzieren Sie schematisch die Bindungsenergie pro Nukleon als Funktion der Nukleonenzahl A und markieren Sie die Bereiche, in denen Kernspaltung oder Kernfusion exotherm sind.