

Universität Bielefeld Fakultät für Physik	Kernphysik WS 2016/2017	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 Schwerpunkts- und Relativkoordinaten

Zwei kollidierende Teilchen A und B können entweder durch ihre Koordinaten \vec{r}_A und \vec{r}_B im Laborsystem oder durch die Schwerpunktskoordinaten \vec{R} und die Relativkoordinaten \vec{r} beschrieben werden.

- Wiederholen Sie, wie diese Koordinaten zusammenhängen und betrachten Sie auch die beteiligten Massen sowie Impulse.
- Stellen Sie die kinetische Energie in beiden Koordinatensystemen dar und zeigen Sie, dass diese – in der Vorlesung angegebenen – Ausdrücke äquivalent sind.
- In einem Linearbeschleuniger werden Teilchen A auf Teilchen B geschossen, wobei sich B in Ruhe befindet. Erläutern Sie quantitativ, ob es günstiger ist, leichte Teilchen auf schwere oder schwere Teilchen auf leichte zu schießen. Betrachten Sie dazu das Verhältnis von Relativenergie zu Schwerpunktsenergie.

9.3 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.

- a. Wie sieht ein solches Spektrum für einen Zweiteilchenzerfall aus. Erklären Sie.
- b. Wie sieht ein solches Spektrum (qualitativ) für einen Dreiteilchenzerfall aus. Erklären Sie.
- c. 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?