

**Experimentalphysik III, WS 05/06**  
**Übungsblatt 2**

7. In einem Fernseher bewegt sich ein Elektron typischerweise mit einer Geschwindigkeit von  $0.25c$ . Berechnen Sie die Gesamtenergie und die kinetische Energie in eV.
8. (a) Was ist die Ruheenergie eines Protons (in MeV)?  
(b) Wenn die Gesamtenergie eines Protons den dreifachen Wert hat wie die Ruheenergie, welche Geschwindigkeit hat das Proton dann?
9. Ein Proton wird mit einer Potentialdifferenz von 202.0 MV beschleunigt. Wie groß sind die kinetische Energie und die Gesamtenergie (in MeV). Bestimmen Sie den Impuls, sowohl relativistisch als auch klassisch. Welche Geschwindigkeit hat das Proton (in c).
10.  $^{216}\text{Po}$  ist instabil und zerfällt radioaktiv in  $^{212}\text{Pb}$ , wobei ein Heliumkern  $^4\text{He}$  emittiert wird. Bestimmen Sie anhand von Tabellenwerken die Masse vor und nach dem Zerfall, sowie die Massenänderung. Wieviel Energie wird frei?
11. Ein neutrales Pion hat eine Masse, die 264mal größer ist als die eines Elektrons. Das Pion ist instabil, und zerfällt in zwei entgegengesetzt gerichtete  $\gamma$ -Strahlen (hochenergetische Photonen). Nehmen Sie an, das Pion war in Ruhe, und bestimmen Sie Energie, Wellenlänge und Impuls der Photonen! Benutzen Sie hierfür die Formel  $E = h \cdot \nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ .
12. Ein Schwarzes Loch ist ein Objekt, an dessen Oberfläche die Schwerkraft so stark ist, dass nichts dieses Objekt verlassen kann - noch nicht einmal Licht. Daher kann man Schwarze Löcher auch nicht direkt beobachten, sondern kann nur durch ihre Auswirkungen auf ihre Umgebung auf ihre Existenz schließen. Ein Beispiel ist intensive Röntgenstrahlung, die von der extrem erhitzten Materie abgestrahlt wird, die in ein Schwarzes Loch hineinspiralt (*black holes oder b.h.*). Man unterscheidet stellare Schwarze Löcher (*stellar black hole*) und supermassereiche Schwarze Löcher (*supermassive black hole*): Stellare Schwarze Löcher sind eine Folge der Sternentwicklung: Schwere strahlende Sterne explodieren am Ende ihres Lebens als Supernova und der verbleibende Sternenrest kann zu einem Schwarzen Loch kollabieren. Supermassereiche Schwarze Löcher können die Millionen bis Milliardenfache Masse unserer Sonne haben und finden sich vermutlich in den Zentren der meisten Galaxien. Wie sie entstanden sind und wie ihre Entstehung mit der Entwicklung der Galaxien zusammenhängt ist Gegenstand aktueller Forschung.  
*Aufgabe:* Schätzen Sie die Masse eines schwarzen Lochs ab, indem Sie annehmen, dass die Fluchtgeschwindigkeit größer/gleich der Lichtgeschwindigkeit ist! Nehmen Sie hierfür an, dass der Radius des schwarzen Lochs dem der Sonne entspricht. Wenn unsere Sonne ihr Leben beendet, auf welchen Radius muss sie schrumpfen, damit sie ein schwarzes Loch wird?
13. Ein ruhender Astronom betrachtet ein sich bewegendes Teilchen. Bekannt ist nur der Wert von  $\gamma = 1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ . Bestimmen Sie den Fehler (in Prozent, bezogen auf den relativistischen Impuls), wenn der klassische statt dem relativistischen Impuls benutzt wird. Nehmen Sie an, die Geschwindigkeit sei  $0.6 c$ .
14. In einem Kernkraftwerk halten die Brennstäbe 3 Jahre, bevor sie ersetzt werden. Wenn ein 1.00 GW Kraftwerk für 3 Jahre mit 80% der Kapazität arbeitet, was ist der Massenverlust der Brennstäbe.