

Name:

Gruppe:

Aufgabenblatt 01 - Experimentalphysik V - WS 2010/2011

Abgabedatum: 21./22. Oktober 2010

1.1 Relativistische Kinematik (30 Punkte)

Ein einsames Photon aus der kosmischen Hintergrundstrahlung mit der Energie $E_\gamma = 2.6 \cdot 10^{-10}$ MeV trifft im Weltraum auf ein Proton; der Zusammenstoß erfolgt frontal, d.h. unter einem Winkel von 180° . Wie groß muß die Energie des Protons mindestens sein, damit in der Reaktion $\gamma + p \rightarrow p + \pi^0$ ein neutrales Pion erzeugt werden kann?

Hinweis 1: Formulieren Sie zunächst die Schwellenbedingung im Schwerpunktsystem (center-of-mass system) von Photon und Proton. Machen Sie Gebrauch von der Lorentzinvarianz von Skalarprodukten und damit Quadraten von Viererimpulsen.

Hinweis 2: Sie können den Betrag des Dreierimpulses des Protons durch seine Energie approximieren.

1.2 Energieverlust von Teilchen in Materie (30 Punkte)

- (a) Geladene Pionen mit einer Gesamtenergie von 600 MeV treffen auf eine 0.45 cm dicke Bleiplatte. Schätzen Sie den Energieverlust der Pionen in der Platte ab.
- (b) Ein Elektronenstrahl mit der gleichen Energie trifft auf die Bleiplatte. Welche Energie haben die Elektronen, nachdem sie die Platte durchquert haben?

Hinweis: Prüfen Sie, ob die Pionen hier als MIP (minimal - ionisierendes Teilchen, minimum ionizing particle) angesehen werden können, und schätzen Sie deren spezifischen Energieverlust in Blei ab.

1.3 Wirkungsquerschnitt (20 Punkte)

Betrachten Sie folgendes fixed-target Experiment: Ein Protonenstrahl von 10^6 Teilchen pro Sekunde trifft auf ein 5 mm dickes ^{12}C -Target. Die Dichte des Targets sei $\rho = 2.265 \text{ g cm}^{-3}$. Nehmen Sie einen $p - ^{12}\text{C}$ Wirkungsquerschnitt von $\sigma = 210 \text{ mb}$ an.

- (a) Wie groß ist die mittlere freie Weglänge der Protonen in Kohlenstoff?
- (b) Wie hoch ist die Wechselwirkungsrate der Protonen?

1.4 Absorption von γ -Strahlen in Blei und Aluminium (20 Punkte)

Eine radioaktive Quelle emittiert γ -Strahlen der Energie 1.1 MeV. Die Intensität dieser Strahlen muß durch einen Bleibehälter um den Faktor 10^{-4} reduziert werden.

- (a) Wie dick (in cm) müssen die Wände des Behälters sein?
- (b) Wie dick müßten die Wände sein, wenn man Aluminium nehmen würde?

Hinweis: Entnehmen Sie die Absorptionskoeffizienten den Graphen im Anhang. Beachten Sie den Einfluß der Dichte je nach Darstellung. Welches ist der für die Absorption dominierende Prozeß in beiden Materialien? Konsultieren Sie wieder die Graphen im Anhang.

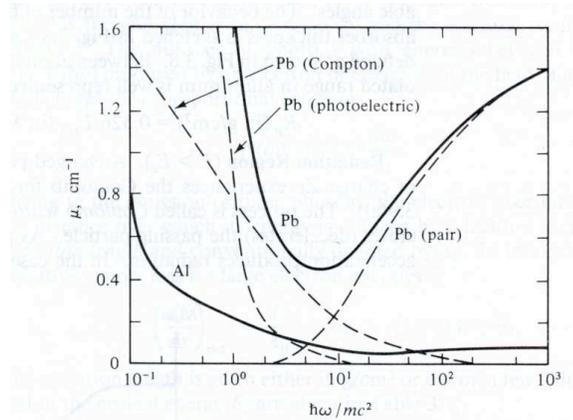
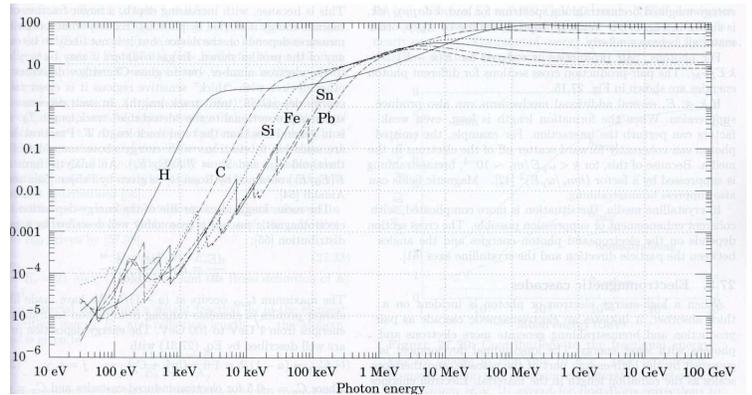
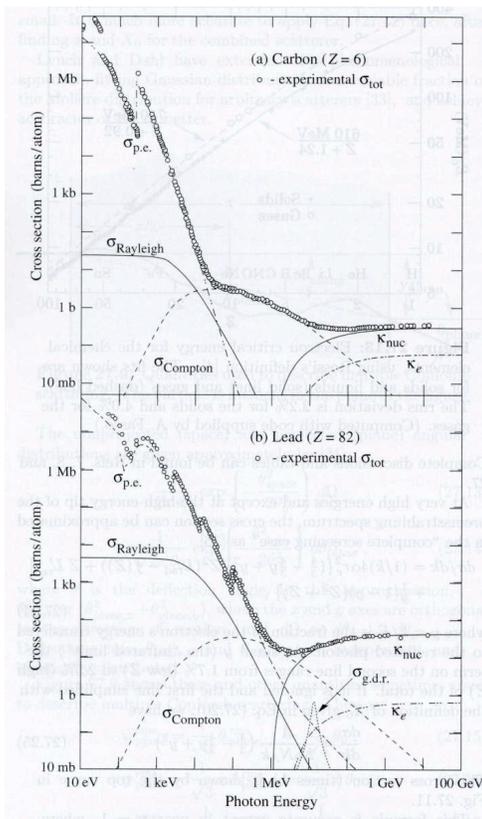


Fig. 3.7. Total absorption coefficients of γ rays by lead and aluminum as a function of energy (solid lines). Photoelectric absorption of aluminum is