6.05.2004
H. Kolanoski
M. Kopytin

Übung 4

zur Vorlesung im SS04
Detektoren in der Elementarteilchenphysik

Aufgabe 4.1: Aufbewahrung einer radioaktiven Quelle (12 P)
Eine in der physikalischen Forschung oft verwandte Strahlungsquelle ist ^{55}Fe, die Röntgenphotonen der Energie E_γ=5.9 keV emittiert. Sie möchten einen kugelförmigen Behälter, der aus Kupfer, Aluminium oder Blei bestehen kann, zur Aufbewahrung der Quelle bauen. Betrachten sie als alleinigen Wechselwirkungsprozess den Photoeffekt (warum?). Der Wirkungsquerschnitt beträgt (Näherung außerhalb des Bereichs von Kanten):

$$\sigma_{Photo} = \left(\frac{32}{\epsilon^7}\right)^{1/2} \alpha^4 \cdot Z^5 \cdot \sigma_{Th},$$

wobei $\epsilon = E_\gamma/m_e c^2$, $\alpha = 1/137$ die Feinstrukturkonstante und $\sigma_{Th} = \frac{8}{3}\pi r_e^2$ der Thomson-Wirkungsquerschnitt für elastische Streuung von Photonen an Elektronen ist.

a) Bestimmen sie für die Materialien Kupfer, Aluminium und Blei die Dicke der Behälterwand, bei der 99.9% der Photonen absorbiert werden.

b) Welchem Material würden Sie den Vorzug geben?

c) Würden α-Teilchen aus einem ^{244}Cm-Präparat (E_α=5.8 MeV) in den 3 Materialien ebenfalls wirksam absorbiert werden?

Aufgabe 4.2: Kinematik der Photonabsortionsprozesse (8 P)
Zeigen Sie, dass die folgenden Prozesse ohne die Anwesenheit eines Kernes, der den Rückstoß aufnimmt, nicht möglich sind:

a) Photoeffekt und

b) Paarproduktion.

Gilt das Gleiche für den Compton-Effekt?

c) Überprüfen Sie, ob die Gleichung (2.50 im Skript) für die Energie des Compton-gestreuten Photons für ein freies Elektron gültig ist.

Abgabe: Donnerstag 13.05.2004, in der Vorlesung