

Übung 4

zur Vorlesung im SS 2009

Detektoren in der Elementarteilchenphysik

4.1 Aufbewahrung einer radioaktiven Quelle

Eine in der physikalischen Forschung oft verwandte Strahlungsquelle ist ^{55}Fe , die Röntgenphotonen der Energie $E_\gamma = 5.9 \text{ keV}$ emittiert. Zur Aufbewahrung der Quelle soll ein kugelförmigen Behälter konstruiert werden.

- Bestimmen Sie für die Materialien Kupfer, Aluminium und Blei die notwendige Dicke der Behälterwand, damit 99,9 % der Photonen absorbiert werden. Gehen Sie dabei vom Photoeffekt als alleinigem Wechselwirkungsprozess aus.
- Rechtfertigen Sie die letzte Annahme!

Hinweis: Zum Rechnen der Aufgabe sollten die NIST-Tabellen (Link "Atomic and Nuclear properties of Materials" auf der Vorlesungsseite) herangezogen werden.

4.2 Compton-Effekt

Zur Produktion hochenergetischer Photonen kann die Compton-Streuung von Laser-Photonen an beschleunigten Elektronen verwendet werden. Betrachten wir den Fall, bei dem ein hochenergetisches Elektron und ein Photon geradlinig aufeinander zulaufen und in derselben Achse gestreut werden (Streuwinkel des Photons 180°). Die Energien der einlaufenden Teilchen seien E_e , E_γ und die Energie des auslaufenden Photons E'_γ sowie β und γ die Geschwindigkeit und der Lorentz-Faktor des einlaufenden Elektrons.

- Zeigen Sie, dass für die Energie des gestreuten Photons gilt:

$$E'_\gamma = E_\gamma \frac{1 + \beta}{2E_\gamma/E_e + (1 - \beta)} \quad (1)$$

- Berechnen Sie die resultierende Energie E'_γ für Laser-Photonen, die mit einer ursprünglichen Energie $E_\gamma = 1.78 \text{ eV}$ an Elektronen mit einer Gesamtenergie von

- 1) 10 MeV und
- 2) 5 GeV

gestreut werden.

Abgabe: Donnerstag 14.05.2009, in der Übung