

Übung 9

zur Vorlesung im WS05/06

Einführung in die Astroteilchenphysik

9.1 Inverse Compton-Streuung (15P)

Wir wollen die inverse Compton-Streuung für den Fall betrachten, bei dem ein hochenergetisches Elektron und ein Photon geradlinig aufeinander zulaufen und in der gleichen Linie gestreut werden (Streuwinkel des Photons 180°). Die Energien der einlaufenden Teilchen seien E_e , E_γ und des auslaufenden Photons E'_γ sowie β und γ die Geschwindigkeit und der Lorentz-Faktor des einlaufenden Elektrons.

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

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

- b) Bestimmen Sie den Grenzfall von E'_γ für $E_e \rightarrow \infty$.
 c) Für welche Bedingung nimmt (1) die folgende Form an:

$$E'_\gamma = E_\gamma \gamma^2 (1 + \beta)^2 \quad (2)$$

Hinweis zu b, c: Entwickeln Sie in (1) den Term $(1 - \beta)$ für $\beta \approx 1$.

- d) Berechnen Sie für $E_e = 10 \text{ TeV}$ die Energie der rückgestreuten Photonen für CMB-Photonen und für Infrarot-Photonen.

9.2 Gamma-Teleskop (15P)

- a) Bestimmen Sie mit dem in den Vorlesung besprochenen einfachen Modell für die Entwicklung eines elektromagnetischen Schauers die Höhe des Schauersmaximums eines 1-TeV-Photons.

Hinweis: Benutzen Sie die Gleichungen (3.50) und (3.51) in dem Skript mit $E_k^{Luft} = 102 \text{ MeV}$ und $X_0^{Luft} = 36.66 \text{ g/cm}^2$.

- b) Mit der in a) bestimmten Höhe und dem Ergebnis von Übung 6.1a können Sie jetzt den Radius des Cherenkov-Kegels auf dem Erdboden ausrechnen (Annahme: die Elektronen im Schauer haben $\beta \approx 1$ und fliegen in Richtung der Schauerachse).

- c) Wo muss eine Teleskopkamera vor einem sphärischen Spiegelteleskop angebracht werden, wenn die Koordinaten der Bildpunkte in der Kameraebene den Richtungen, aus denen die Cherenkov-Photonen kommen, entsprechen sollen.
- d) Zur stereoskopischen Beobachtung müssen mindestens zwei Teleskope einen Schauer sehen. Wodurch ist der Abstand der Teleskope beschränkt (grobe Abschätzung genügt).

Abgabe: Donnerstag 5.1.2006, in der Übung