

Übung 7

zur Vorlesung im WS09/10 Einführung in die Astroteilchenphysik

7.1 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.

7.2 Neutrinos aus Pion und Kaon Zerfällen (10P)

- a) Bestimmen sie für den Zerfall von geladenen Pionen $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ und Kaonen $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$ jeweils die mittlere Energie des resultierenden Myons und Neutrinos in Einheiten der Energie des primären Teilchens (π, K) im Laborsystem. Dabei sollte man die Kinematik im Schwerpunktsystem betrachten und über die Zerfallswinkel mitteln. Die Neutrinos sind hierbei als masselose Teilchen anzunehmen.

Hinweis: Welchen Spin haben Pion und Kaon? Welche Zerfallswinkelverteilung ergibt sich daraus im Schwerpunktsystem?

- b) Berechnen sie ebenfalls die mittlere Energie der Neutrinos in Abhängigkeit der Energie des Primärteilchens (π, K) beim weiteren Zerfall des Myons $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$. Vernachlässigen sie den Energieverlust und die Spinorientierung des Myons. Nehmen Sie weiterhin an, dass $E_\mu \gg m_e$.