

**[P20] Masse des Neutrinos**

In einem Labor auf der Erde wurden die Energien  $E_1 = 10 \text{ MeV}$  und  $E_2 = 20 \text{ MeV}$  zweier Neutrinos gemessen, die aus der großen Magellanschen Wolke (Entfernung von der Erde  $L = 170000$  Lichtjahre) stammen. Für massive Teilchen ergibt sich aus einem Energieunterschied eine Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  für die Strecke  $L$ . Berechnen Sie diese Laufzeitdifferenz in niedrigster Ordnung in  $mc^2/E_1$ ,  $mc^2/E_2$  und bestimmen Sie aus der gemessenen Obergrenze  $\Delta t < 10s$  für die Laufzeitdifferenz eine Obergrenze für die Neutrinomasse  $m$  (in Einheiten  $eV/c^2$ ).

**[P21] Photonabsorption**

Ein Photon ist ein Teilchen, für das die Energie-Impuls Relation  $E = pc$  gilt. Ist der skizzierte Absorptionsprozeß eines Photons durch ein Proton mit dem Impuls  $k$  kinematisch möglich? Begründen Sie Ihre Antwort.

