

Übung 1 zur Vorlesung Physik V

Naturkonstanten und Zahlenwerte zur Teilchenphysik:

<http://pdg.lbl.gov/> und dem Link "pdgLive - Interactive Listings" folgen, oder Tabellen in den Notizen zur Vorlesung.

Aufgabe 1: Auflösungsvermögen

5 (A)

Welche Photonenergie ist laut Unschärferelation mindestens nötig, um die Strukturbreite der aktuellen CPU Generation, ein Wasserstoffatom, ein Neutron und die Planck-Länge auflösen zu können? Das Resultat soll in Elektronenvolt (eV) und in Joule angegeben werden.

Aufgabe 2: 4-er Impuls graphisch

Erstellen Sie mit einem Plotting-Programm (z.B. Maple, Mathematika, Wolfram Alpha, ROOT oder matplotlib) folgende Diagramme

a) $\gamma(\beta)$ 1 (A)

b) $\gamma(\beta\gamma)$ 1 (A)

c) E als Funktion von P ($P < 4 \text{ GeV}$) für Photonen und für ein massives Teilchen mit $m = 1 \text{ GeV}$. Kennzeichnen Sie die Bereiche raumartiger und zeitartiger 4-er Impulse. Zeichnen Sie in das gleiche Diagramm die Linien für die relativistische kinetische Energie E_{kin} , für die nicht-relativistische kinetische Energie $E_{kin,nr} = \frac{P^2}{2m}$, für die erste Approximation an die relativistische Energie $E_{approx.} = m + \frac{P^2}{2m}$. 3 (B)

Aufgabe 3: 4-er Impuls

a) Ein Proton besitzt den Geschwindigkeitsvektor $\vec{\beta} = (0, 4; 0, 8; 0, 2)$. Wie lautet der 4-er Impuls des Protons in SI und in natürlichen Einheiten? 1 (A)

b) Berechnen Sie für ein langsames Teilchen ($\beta \ll 1$) die ersten Terme der Taylor Entwicklung für $E = \gamma m$ bis zur Potenz β^4 . 2 (B)

c) Bestimmen Sie die allgemeine Form der 4-er Kraft $F = \frac{dp}{d\tau}$ als Funktion der Masse m , γ , Geschwindigkeit $\vec{\beta}$ und $\dot{\vec{\beta}} = \frac{d\vec{\beta}}{dt}$. Betrachten sie eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung in x-Richtung. Bei welcher Geschwindigkeit β benötigt man die doppelte Kraft (relativ zur Kraft bei $\vec{\beta} = 0$) um die Beschleunigung $\dot{\vec{\beta}}$ konstant zu halten? 4 (C)

Aufgabe 4: B-Meson Lebensdauer

3 (B)

In Reaktionen an Teilchenbeschleunigern können so genannte B-Mesonen entstehen. Die mittlere Lebensdauer eines B^- -Mesons beträgt $\tau = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ s}$. Welche Energie müssen diese B^- -Mesonen mindestens haben, damit sie innerhalb Ihrer mittleren Lebenszeit eine Strecke von $d = 3.82 \text{ mm}$ zurücklegen können? Vergleichen sie die klassische und relativistische Rechnung.