

## 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  $\beta^4$ . 2 (B)

c) Bestimmen Sie die allgemeine Form der 4-er Kraft  $F = \frac{dp}{d\tau}$  als Funktion der Masse  $m$ ,  $\gamma$ , Geschwindigkeit  $\vec{\beta}$  und  $\dot{\vec{\beta}} = \frac{d\vec{\beta}}{dt}$ . Betrachten sie eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung in x-Richtung. Bei welcher Geschwindigkeit  $\beta$  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.