Übungen zur Physik der Materie II

Serie 1, Termin: 26. April 2023

1.1 Multiple-Choice: Eine Rakete habe relativ zur Sonne die Geschwindigkeit $v = c/3$ und schicke einen Laserpuls ab. Welche Geschwindigkeit hat der Laserpuls im Bezugssystem der Rakete:

$v_{\text{Puls}} < c$ $v_{\text{Puls}} = c$ $v_{\text{Puls}} > c$

... im Bezugssystem der Sonne:

$v_{\text{Puls}} < c$ $v_{\text{Puls}} = c$ $v_{\text{Puls}} > c$

1.2 Herleitung der Lorentztransformation

In der Vorlesung wurde gezeigt, wie die Lorentztransformation hergeleitet werden kann. Zeigen sie nun, dass die da eingeführte Größe $A = (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$. Invertieren Sie dazu das folgende in der Vorlesung hergeleitete Gleichungssystem nach x und t und verwenden Sie die Tatsache, dass sich Intertialsystem (IS) S' relativ zu IS S mit der Geschwindigkeit v bewegt und S sich relativ zu S' mit $-v$. Vergleich der Ausdrücke für x und x' oder t und t' liefert den gesuchten Ausdruck für A .

$$\begin{aligned}x' &= Ax - Avt \\t' &= -\frac{Av}{c^2}x + At\end{aligned}$$

1.3 Vierervektoren

Gegeben sind zwei Vierervektoren $a^\mu = (1, 2, 3, 4)$ und $b^\mu = (4, 3, 2, 1)$. Bestimmen Sie a_μ , b_μ und $a_\mu b^\mu$. Sind a_μ und b_μ raum-, zeit-, oder lichtartig? Geben Sie ein numerisches Beispiel für die fehlende Kategorie. Welcher Vierervektor a_μ oder b_μ könnte ein Teilchen der Masse $m > 0$ beschreiben? Ist p^μ für ein Teilchen der Masse m raum-, zeit-, oder lichtartig?

1.4 Myonenzerfall

In etwa 15 km Höhe in der Atmosphäre entstehen durch die Wechselwirkung von galaktischer kosmischer Strahlung und der Atmosphäre Myonen, die in Ruhe mit einer Halbwertszeit von $1,52 \times 10^{-6}$ Sekunden zerfallen. Wenn alle Myonen mit einer kinetischen Energie von 2,4 GeV erzeugt würden, wie tief müssten sie in die Atmosphäre eindringen, bis ihr Fluss auf die Hälfte abgeklungen ist? Vergleichen Sie das Resultat mit einer nicht relativistischen Rechnung.

Tipp: Energieverlust in der Atmosphäre vernachlässigen.

Bitte wenden!

Wir werden in dieser Vorlesung immer wieder die scripting-Sprache python verwenden, wie auch matplotlib zur Darstellung von Resultaten. Um sie Ihnen etwas näher zu bringen, werde ich Ihnen in einigen Übungsserien auch eine kleine Aufgabe für python stellen. Sollte bei Ihnen noch kein python und kein matplotlib installiert sein, so installieren Sie diese bitte. Bei einigen Distributionen ist matplotlib schon Teil der python. Python und matplotlib sind frei verfügbare Pakete, es entstehen Ihnen also keine Kosten.

P1 Installieren Sie python. Eine Anleitung ist z.B. hier gegeben:

<https://www.python-lernen.de/python-installieren.htm>

P2 Installieren Sie nun auch matplotlib. Eine Anleitung ist z.B. hier gegeben:

<https://matplotlib.org/stable/users/installing.html>

P3.1 Spielen Sie nun ein wenig mit python. Einen (deutschsprachigen) Online-Kurs finden Sie z.B. hier:

<https://www.python-kurs.eu/>.

P3.2 ... Sie brauchen nicht alles anzuschauen - der Kurs kann Ihnen aber evtl. später bei einigen Aufgaben helfen.

Das wars erst mal. "Richtige" Aufgaben kommen später.