

Theoretische Physik I für das Lehramt (Mechanik)

Dr. Marcus Kollar

Wintersemester 2011/12

Blatt XIII: Abgabe und Besprechung in den Übungen, 6.-7.2.12

**Die schriftliche Prüfung findet statt am Donnerstag,
16.02.2012, 8:00-10:00 Uhr, Raum 1004/T.**

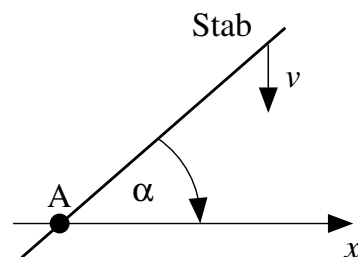
Aufgabe 24: Relativistische Bewegung [H09/A2]

- a) In der nichtrelativistischen Mechanik ändern sich beim Wechsel von einem Inertialsystem in ein anderes die räumlichen Koordinaten, aber die Abstände zwischen Raumpunkten sind invariant. In der relativistischen Mechanik gibt es eine andere Größe, die als invarianter Abstand zweier Ereignisse interpretiert wird. Geben Sie diese Größe für zwei Ereignisse an, die bei (x_1, y_1, z_1, t_1) und (x_2, y_2, z_2, t_2) stattfinden.

Als Halbwertszeit instabiler Elementarteilchen wird die Zeitspanne bezeichnet, nach der von ursprünglich N Teilchen im Mittel $N/2$ zerfallen sind, wobei die Halbwertszeit im Ruhesystem der Teilchen zu messen ist bzw. angegeben wird. (Warum?)

- b) Betrachten Sie einen bestimmten Abschnitt eines Strahls instabiler Teilchen in z -Richtung, die mit $v = 0,9 c$ nacheinander zwei Teilchenzähler passieren, die im Labor entlang der z -Achse stehen und einen Abstand von 9 m haben. Der erste Zähler detektiert für den Abschnitt 1000 Teilchen, der zweite Zähler nur 250. Bestimmen Sie die Halbwertszeit der Teilchen in deren Ruhesystem. Für den Wert der Lichtgeschwindigkeit können Sie den Wert $3 \cdot 10^8$ m/s verwenden.

- c) Betrachten Sie nun einen extrem langen, geraden Stab, der um einen Winkel α gegen die x -Achse geneigt ist (siehe Abb.) und sich mit der gleichförmigen Geschwindigkeit v nach unten bewegt. Geben Sie die Geschwindigkeit v_A an (in Abhängigkeit von α und v), mit der sich der Schnittpunkt A nach rechts bewegt. Kann diese Geschwindigkeit im Prinzip, d.h. geometrisch betrachtet, größer als die Lichtgeschwindigkeit werden? Kann mit einem real existierenden Stab durch Hin- und Herbewegen ein Signal mit Überlichtgeschwindigkeit übermittelt werden? Begründen Sie Ihre Antwort.



(bitte wenden)

Aufgabe 25: Relativistisches Punktteilchen [H05/A1]

Die Lagrange-Funktion L eines freien, relativistischen Punktteilchens in einer Raumdimension (Koordinate x , Geschwindigkeit $v = \dot{x}$) wird angesetzt als

$$L = \lambda \sqrt{1 - v^2/c^2}.$$

Dabei ist c die Lichtgeschwindigkeit und λ eine Konstante.

- a) Wie muss man λ wählen, damit man den korrekten nicht-relativistischen Grenzfall für ein Teilchen der Masse m erhält? Verwenden Sie diesen Wert von λ in den folgenden Aufgabenteilen.
- b) Der Impuls p kann definiert werden als diejenige Erhaltungsgröße, die aus der Translationsinvarianz von L (d.h. $\partial L/\partial x = 0$) folgt. Bestimmen Sie den Zusammenhang zwischen p und v .
- c) Entsprechend kann man die Energie E definieren als diejenige Erhaltungsgröße, die aus der Zeittranslationsinvarianz von L (d.h. $\partial L/\partial t = 0$) folgt. Bestimmen Sie E sowohl als Funktion von v wie als Funktion von p .

Hinweis: Hamilton-Funktion $H = E$.