

THEORETISCHE PHYSIK 2 - MECHANIK

SOMMERSEMESTER 2020 – PROF. MARC WAGNER

MARTIN PFLAUMER: pflaumer@itp.uni-frankfurt.de

Aufgabenblatt 4

vom 08.05.20, Abgabe am 15.05.20, Besprechung in der Woche vom 18.05.20

Aufgabe 1 [Längenkontraktion]

(3+1+2=6 Pkt.)

1. Ein Wissenschaftler will die Canis-Major-Galaxie besuchen, welche 25000 Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Während der Reise will er die neueste Staffel von “The Big Bang Theory” zu Ende ansehen, sodass die letzte Folge genau bei seiner Ankunft endet. Zu Beginn der Reise hat er bereits alle Folgen bis auf die letzten 5 gesehen (eine Folge hat eine Laufzeit von ungefähr 20 Minuten). Mit welcher Geschwindigkeit sollte er reisen?
2. Wie viele Staffeln werden im Fernsehen ausgestrahlt, bevor er zur Erde zurückkehrt? Hierbei soll angenommen werden, dass pro Jahr eine Staffel erscheint und der Wissenschaftler bei Hin- und Rückreise mit der selben Geschwindigkeit fliegt.
3. Auf der Erde hat währenddessen ein Bäcker ein Turbo-Produktionsband für die Produktion seiner Kekse entwickelt. Der Teig befindet sich hierbei auf einem Förderband, das sich mit einer Geschwindigkeit von $\sqrt{3}/2 c$ bewegt. Während sich der Teig auf dem Förderband befindet, bringt der Bäcker ihn in eine aus seiner Sicht runde Form. Beschreibe die Form der Kekse in deren System quantitativ.

Aufgabe 2 [Kausalität]

(2+2+1+2=7 Pkt.)

1. Der Abstand zwischen zwei Ereignissen A und B sei raumartig, d.h. $(x_A^\mu - x_B^\mu)(x_{A,\mu} - x_{B,\mu}) < 0$. Zeige, dass es Inertialsysteme gibt, in denen A vor B stattfindet, ebenso wie Inertialsysteme in denen B vor A stattfindet.
2. Der Abstand zwischen zwei Ereignissen A und B sei zeitartig, d.h. $(x_A^\mu - x_B^\mu)(x_{A,\mu} - x_{B,\mu}) > 0$ mit $x_A^0 < x_B^0$. Zeige, dass in jedem Inertialsystem A vor B stattfindet.
3. Erkläre, weshalb man sagt, dass die Ereignisse im ersten Fall nicht kausal zusammenhängen und im zweiten Fall kausal zusammenhängen können.
4. Beschreibe wie ein Beobachter, der mit konstanter Geschwindigkeit von A nach B mit $(x_A^\mu - x_B^\mu)(x_{A,\mu} - x_{B,\mu}) = 0$ reist, das Universum sieht.

Aufgabe 3 [Alternde Zwillinge]

(2+3+2=7 Pkt.)

Zwei gleichaltrige Geschwister verbringen die ersten 20 Jahre ihres Lebens auf der Erde. Dann reist die Schwester mit einem mit Geschwindigkeit $v = \beta c$ fliegenden Raumschiff zu einem 20 Lichtjahre entfernten Sonnensystem, wo sie 10 Jahre verbringt und dann wieder mit ihrem Raumschiff Richtung Erde zurückfliegt. Der Bruder bleibt währenddessen bis zu seinem 50-ten Lebensjahr auf der Erde zurück, beschließt dann aber, seine Schwester zu besuchen und nimmt ebenfalls mit einem mit Geschwindigkeit $v = \beta c$ fliegenden Raumschiff Kurs auf das Sonnensystem, zu dem seine Schwester vor (aus seiner Sicht) 30 Jahren aufgebrochen ist.

1. Skizziere die Weltlinien der Schwester und des Bruders im Inertialsystem der Erde.
2. Wo und wann (im Inertialsystem der Erde) treffen sich Schwester und Bruder wieder? Wie alt sind sie jeweils? Stelle zunächst allgemeine Formeln für beliebige v auf. Setze dann konkret $\beta = 4/5$ ein.
3. Wir nehmen nun an, dass das Raumschiff mit $v = c$ reist. Gib quantitativ und detailliert den Alterungsprozess der Schwester aus Sicht des Bruders und umgekehrt auch den Alterungsprozess des Bruders aus Sicht der Schwester jeweils bis zu deren 60-tem Lebensjahr an.