

Aufgabenblatt 5

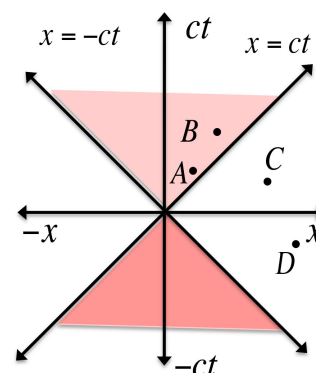
Übungen E1 – Mechanik WS 2017/2018

Dozent: Prof. Dr. Hermann Gaub

Übungsleitung: Dr. Martin Benoit und Dr. Res Jöhr

Verständnisfragen

- i.) Wie sehen die charakteristischen Luftströmungen eines Tiefdruckgebietes auf der Südhalbkugel aus?
- ii.) Angenommen es entstünden gleichzeitig zwei Myonen, wobei eines (μ_1) sich mit einer Geschwindigkeit von 99,95 % c von dem anderen (μ_0), welches ruht, entferne. Welches der beiden Myonen lebt in Wirklichkeit länger?
- iii.) Ein Flugzeug fliegt exakt auf dem Äquator entlang. Wird ein sich darin befindendes Pendel durch die Corioliskraft abgelenkt? Wenn ja, in welche Richtung?
- iv.) Welche der Ereignisse $A - D$ in der nebenstehenden Abbildung können sich gegenseitig beeinflussen?



Aufgabe 1 (Scheinkräfte)

Ein Flugzeug überfliegt den Nordpol mit einer konstanten Geschwindigkeit von 900 km h^{-1} und danach entlang eines Längengrades Richtung Süden. Im Flugzeug hängt ein Faden an dem ein Gewicht mit Masse m befestigt ist. Bestimmen Sie den Winkel zwischen dem Faden und der Lotlinie (Radiusvektor, der vom Erdmittelpunkt zum Flugzeug verläuft) wenn das Flugzeug

- a) über dem Nordpol,
- b) am Äquator,
- c) über dem 45. Breitengrad ist.

Der Erdradius betrage $6,4 \times 10^3 \text{ km}$.

Aufgabe 2 (Myonenzerfall)

Das Myon ist ein kurzlebige Elementarteilchen, das im Mittel nach $\tau = 2,2 \mu\text{s}$ in ein Elektron und zwei Neutrinos zerfällt. Durch die kosmische Strahlung werden in der Erdatmosphäre in ca. 10 km Höhe ständig Myonen produziert, die sich dann mit fast Lichtgeschwindigkeit der Erdoberfläche nähern. (also $v_\mu \approx c$)

- a) Welche Strecke legt ein solches kosmisches Myon gemäß klassischer Rechnung im Mittel während seiner Lebenszeit zurück? Was folgern Sie daraus für die Myonenzählrate an der Erdoberfläche im Vergleich zu ihrer Erzeugungsrate?
- b) Tatsächlich ist die Myonenzählrate an der Erdoberfläche aber fast genauso groß wie ihre Erzeugungsrate. Erklären Sie dies, indem Sie die relativistische Zeitdilatation berücksichtigen. Welche Strecke kann ein kosmisches Myon zurücklegen, wenn seine Geschwindigkeit 99,95 % der Lichtgeschwindigkeit beträgt?

- c) In seinem eigenen Bezugssystem lebt das Myon nur $\tau = 2,2 \mu\text{s}$. Wie würde sich das Teilchen selbst erklären, dass es trotz dieser kurzen Zeit und seiner Bewegung mit nicht mehr als Lichtgeschwindigkeit die Erdoberfläche erreichen kann?

Aufgabe 3 (Künstliche Schwerkraft)

Wir befinden uns in einem gravitationsfreien Teil des Weltraumes in einer fiktiven ringförmigen Raumstation. Diese hat einen Außenringtunnel (Reifenschlauch) und in dessen Mitte ist ein 20 m breiter Boden in 40 m Entfernung von der zentralen Achse eingezogen. Durch Rotation um die zentrale Achse, die senkrecht zur Ringebene steht, kann ein „künstliches“ Schwerfeld g_k auf diesem Boden erzeugt werden.

- a) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit ω müsste die Raumstation rotieren, damit Sie auf dem 20 m breiten Boden im Außenring der Station das gleiche Gewicht spürten wie auf der Erdoberfläche ($g_k = 10 \text{ m s}^{-2}$)?
- b) In welcher Richtung wirkt die Corioliskraft auf Sie, falls Sie sich auf dem Fußboden senkrecht zum Drehsinn der Raumstation also parallel (bzw. antiparallel) zu $\vec{\omega}$ bewegen würden?

In einer Speichenverbindung zum Ringzentrum ist ein Fahrstuhl eingebaut, mit dem Sie vom Zentrum zum Boden im Außenring befördert werden. Der Fahrstuhlschacht verläuft radial vom Zentrum zum Ringboden.

- c) Geben Sie die Richtung und Größe der Coriolisbeschleunigung (für eine konstante Winkelgeschwindigkeit ω mit dem Wert aus a) für den Moment an, als der Fahrstuhl den Abstand von 20 m zum Zentrum mit 1 m s^{-1} Richtung Ringboden durchfährt.

Aufgabe 4 (Die Leiter und die Scheune)

Im Ruhesystem einer 5 m langen Scheune ist es wegen der Längenkontraktion möglich, eine Leiter der Ruhelänge $L_0 = 7 \text{ m}$ für einen Augenblick einzusperren, wenn die Leiter sich mit einer Geschwindigkeit $v \geq 0,7c$ gegenüber der Scheune bewegt. Im System der Leiter ist das hingegen nicht möglich. Wir wollen diesen scheinbaren Widerspruch in dieser Aufgabe graphisch auflösen.

- a) Zeichnen Sie zwei ineinander gelegte Minkowski-Diagramme, deren Ursprungspunkte übereinstimmen. Die Achsen von einem der Diagramme sollten die Koordinaten des ruhenden Scheunensystems S darstellen, die Achsen vom zweiten Diagramm sollen die Koordinaten des bewegten Leitersystems L darstellen. Hinweis: Welchen Winkel schließen die Achsen des bewegten Systems ein?
- b) Zeichnen Sie die zwei Weltenlinien der beiden Enden der Scheune ins Diagramm (wobei die Scheune mindestens 5 m vom Koordinatenursprung entfernt liegen sollte).
- c) Die Leiter starte ihre Bewegung so, dass ihr hinteres Ende den Ursprung zum Zeitpunkt Null passiert. Zeichnen Sie die Weltenlinie ein, die das hintere Ende der Leiter durchläuft. Markieren Sie das Ereignis P_1 : „Das hintere Ende der Leiter passiert den Eingang der Scheune“ in ihrem Diagramm.
- d) Aus der Sicht der Scheune trifft das vordere Ende der Leiter den Ausgang zum gleichen Zeitpunkt wie das hintere Ende den Eingang. Markieren Sie das Ereignis P_2 : „Das vordere Ende der Leiter erreicht den Ausgang der Scheune“ in ihrem Diagramm.
- e) Zeichnen Sie nun die Weltenlinie ein, die das vordere Ende der Leiter durchläuft.
- f) Interpretieren Sie das Ergebnis.