

Blatt 1**1) Rotationsmatrizen 1**

\vec{a} und \vec{b} sind zwei Vektoren im Euklidischen Raum. Die Vektoren sind gegeben als

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 3/4 \\ \sqrt{3}/4 \end{pmatrix} \text{ und } \vec{b} = \begin{pmatrix} 1/2 \\ -\sqrt{3}/4 \\ 3/4 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

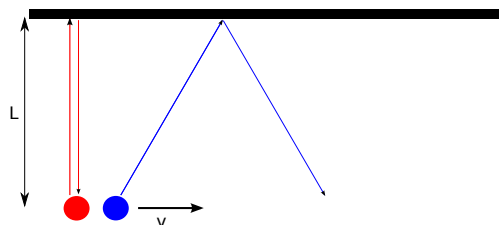
Sie können über eine Rotation ineinander transformiert werden.

- i. Ist diese Rotation eindeutig? Wieviele mögliche Achsen/Winkel gibt es?
- ii. Bestimmen Sie eine mögliche Rotationsachse, den zugehörigen Winkel und geben Sie die Rotationsmatrix an.

2) Rotationsmatrizen 2

R_x und R_y sind Rotationsmatrizen mit der x -Achse beziehungsweise y -Achse als Rotationsachse. Die Rotationswinkel sind jeweils θ_x und θ_y .

- i. Zeigen Sie, dass im Allgemeinen $R_x R_y \neq R_y R_x$.
- ii. Was muss für die beiden Rotationsmatrizen R_1 und R_2 gelten, damit $R_1 R_2 = R_2 R_1$ für beliebige Winkel θ_1 und θ_2 ?

3) Galilei-Transformation

Zwei Kinder spielen mit Bällen. Eines der Kinder befindet sich im ruhenden Laborsystem, während sich das andere Kind auf einer Trajektorie, parallel zu einer Wand, mit Geschwindigkeit v bewegt. Zur selben Zeit werfen die Kinder jeweils einen Ball mit gleicher Geschwindigkeit u bezogen auf ihr jeweils eigenes Ruhesystem zur Wand. Die Bälle werden von der Wand reflektiert und von den Kindern wieder gefangen. Gravitation und Luftwiderstand sind vernachlässigbar.

- i. Fängt das stehende Kind seinen Ball bevor oder nachdem das bewegte Kind seinen Ball erhält? Ist die Antwort abhängig vom System des Beobachters? (Laborsystem, System des bewegten Kinds)

- ii. Führen Sie folgende Aufgaben im System des ruhenden Kindes aus:
- (a) Berechnen Sie die Zeit, die der Ball des im Laborsystem ruhenden Kindes benötigt, um zum Kind zurückzukehren.
 - (b) Geben Sie die Geschwindigkeit des Balls an.
 - (c) Bestimmen Sie die Trajektorie des anderen Balls.
 - (d) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des anderen Balls.
- iii. Wiederholen Sie ii.(a)-ii.(d) für das System des bewegten Kindes.
- iv. Welche Widersprüche zum Experiment würden Ihre theoretischen Überlegungen liefern, würden die Kinder ihre Bälle mit Lichtgeschwindigkeit $u = c$ werfen?