

# THEORETISCHE PHYSIK 2 - MECHANIK

SOMMERSEMESTER 2022 – PROF. MARC WAGNER

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

## Aufgabenblatt 1

vom 15.04.22, Abgabe am 22.04.22, Besprechung in der Woche vom 25.04.22

### Aufgabe 1 [Rotationsmatrizen 2]

(2+2=4 Pkt.)

$R_x$  und  $R_y$  sind Rotationsmatrizen mit der  $x$ -Achse beziehungsweise  $y$ -Achse als Rotationsachse. Die Rotationswinkel sind jeweils  $\theta_x$  und  $\theta_y$ .

- Zeige, dass im Allgemeinen  $R_x R_y \neq R_y R_x$ .
- Was muss für die beiden Rotationsmatrizen  $R_1$  und  $R_2$  gelten, damit  $R_1 R_2 = R_2 R_1$  für beliebige Winkel  $\theta_1$  und  $\theta_2$ ?

### Aufgabe 2 [Rotationsmatrizen 3]

(2+2=4 Pkt.)

Gegeben sei die Rotationsmatrix  $A$ :

$$A = \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 3 & 1 & \sqrt{6} \\ 1 & 3 & -\sqrt{6} \\ -\sqrt{6} & \sqrt{6} & 2 \end{pmatrix}.$$

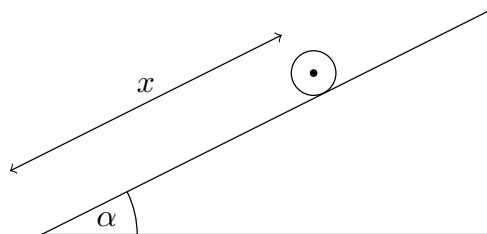
- Bestimme die Rotationsachse.
- Berechne den Rotationswinkel.

*Hinweis: Die Rotationsachse wird von der Rotation nicht verändert. Den Rotationswinkel kann man nach einer Transformation in die Standardbasis leicht ablesen.*

### Aufgabe 3 [Abrollen eines Zylinders]

(6 Pkt.)

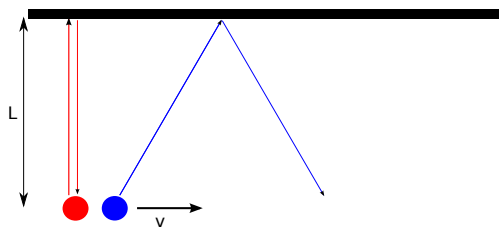
Ein Zylinder mit Masse  $M$  und Radius  $R$  rollt mit waagrecht orientierter Achse unter Einfluss der Gravitationskraft eine schiefe Ebene hinunter.



Leite unter Verwendung der Energieerhaltung die Bewegungsgleichung des Zylinders entlang der Ebene, d.h. für die  $x$ -Koordinate, her. Betrachte sowohl den Fall eines Vollzylinders mit homogener Massendichte  $\rho = \text{const.}$  für  $0 \leq r \leq R$  wie auch den Fall eines Hohlzylinders mit  $\rho = \text{const.}$  für  $R_0 \leq r \leq R$ .

**Aufgabe 4** [Galilei-Transformation] (1+2+2+1=6 Pkt.)

Führe alle für diese Aufgabe benötigten Überlegungen und Rechnungen im Rahmen der Newtonschen Mechanik aus.



Zwei Physiker werfen Bälle gegen eine Wand. Einer der Physiker bewegt sich nicht, er befindet sich im ruhenden Laborsystem, während sich der andere Physiker parallel zur Wand mit Geschwindigkeit  $v$  bewegt. Zur selben Zeit werfen die beiden Physiker jeweils einen Ball mit gleicher Geschwindigkeit  $u$  bezogen auf ihr jeweils eigenes Ruhesystem in Richtung der Wand. Die Bälle werden von der Wand reflektiert und von den Physikern wieder aufgefangen. Gravitation und Luftwiderstand sind vernachlässigbar.

- (a) Welcher Ball kommt zuerst zum Physiker zurück - der Ball des stehenden Physikers oder der Ball des Physikers, der sich bewegt? Ist die Antwort abhängig vom System des Beobachters? (Laborsystem, System des bewegten Physikers)
- (b) Führe folgende Rechnungen im System des ruhenden Physikers aus:
  - (i) Bestimme die Zeit, die der Ball des im Laborsystem ruhenden Physikers benötigt, um zum Physiker zurückzukehren.
  - (ii) Gib die Geschwindigkeit des Balls an.
  - (iii) Bestimme die Trajektorie des anderen Balls.
  - (iv) Bestimme die Geschwindigkeit des anderen Balls.
- (c) Wiederhole die Überlegungen (b).(i)-(iv) im System des bewegten Physikers.
- (d) Wir nehmen an, beide Physiker würden ihre Bälle mit Lichtgeschwindigkeit  $u = c$  werfen. Welchen offensichtlichen Widerspruch zum Experiment würden Deine bisherigen theoretischen Überlegungen liefern?