

## 8. Übung zur Experimentalphysik I

Biological Physics and Systems Biology, Universität zu Köln  
II. Phys. Institut, Universität zu Köln

Prof. Dr. T. Bollenbach  
M. Langenbach

**Abgabe:** 8. Übungsblatt, Donnerstag, 22. Juni 2017 bis 12 Uhr

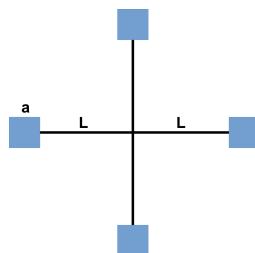
Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	<b>Summe</b>
Points:	6	14	5	5	30
Points:					

Bitte das Aufgabenblatt mit abgeben. Namen und Gruppennummer eintragen. Nicht angegebene Namen oder Gruppen führen zu Abzug von einem Punkt.

<http://bpsb.uni-koeln.de/15556.html> .

### 1. [6 Punkte] Trägheitsmomente Kreuz

An einem rechtwinkligen Kreuz aus zwei dünnen Metallstäben mit jeweils der Masse  $M = 0.6 \text{ kg}$  und der Länge  $2L = 1 \text{ m}$  sind vier Quader mit jeweils der Masse  $m = 0.6 \text{ kg}$  und der Kantenlänge  $a = 0.2 \text{ m}$  befestigt.



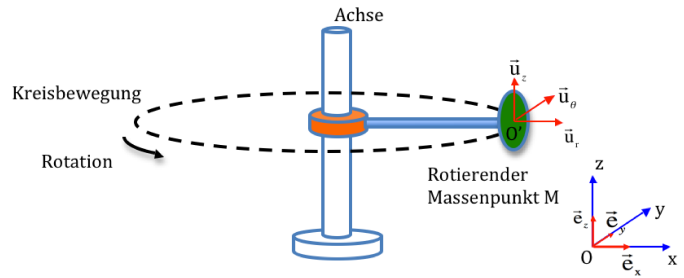
- a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment bezüglich der Achse durch den Schwerpunkt senkrecht zum Kreuz.

Hinweis: Trägheitsmoment:  $I_{\text{Stab}} = \frac{1}{3}ML^2$ ,  $I_{\text{Quader}} = \frac{1}{6}ma^2$ .

- b) Der Winkel zwischen den Stäben wird von  $90^\circ$  auf  $60^\circ$  geändert. Wie ändert sich das Trägheitsmoment bezüglich der gegebenen Drehachse?
- c) Wir bleiben bei der  $60^\circ$ -Konfiguration, gehen jetzt aber von masselosen Stäben und punktförmigen "Quadern" aus ( $a = 0$ ). Definieren Sie die bisherige Rotationsachse als  $z$ -Achse, wählen Sie als  $x$ - und  $y$ -Achse geeignete Hauptachsen (Symmetrieachsen) und berechnen Sie den Trägheitstensor. Falls die nicht-diagonalen Elemente verschwinden, zeigen Sie dies.

## 2. [14 Punkte] Zentrifuge

In einer Zentrifuge rotiert ein punktförmiges Objekt  $M$  der Masse  $m$  um eine Drehachse mit konstantem Abstand  $R = 5,0$  m. Das Objekt  $M$  führt eine gleichförmige Kreisbewegung um einen Punkt durch, der sich in einer senkrechten Stange befindet (s. Abbildung). Das raumfeste Bezugssystem ist  $[O, x, y, z]$ , das mit  $M$  mitrotierende Bezugssystem ist  $[O', \mathbf{u}_r, \mathbf{u}_\theta, \mathbf{u}_z]$ .



Geben Sie bei der Beantwortung folgender Kurzfragen auch immer eine Erklärung an!

- In welche Richtung weist der Rotationsvektor  $\omega$ ? Geben Sie die Richtungskomponenten des Vektors im raumfesten Bezugssystem  $[O, x, y, z]$  an.
- Geben Sie den Betrag der auf  $M$  wirkenden Beschleunigung als Funktion von  $\omega$  und  $R$  an. Wohin ist der Beschleunigungsvektor gerichtet?
- Für welchen Wert  $\omega_0$  beträgt die Beschleunigung  $a_0 = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ?
- Welchen Wert hat dann die Geschwindigkeit von  $M$  im raumfesten Bezugssystem?
- Welche Geschwindigkeit und Beschleunigung besitzt das Objekt  $M$  im rotierenden Bezugssystem? Welche Kräfte wirken auf  $M$  im rotierenden Bezugssystem?
- Welchen Wert besitzt die Coriolis-Beschleunigung im rotierenden Bezugssystem?

Im folgenden wird im raumfesten Bezugssystem eine Kreisbewegung von  $M$  betrachtet, die nicht mehr gleichförmig ist. Die Winkelgeschwindigkeit ist anfangs gleich Null und ist gleich  $\omega_0$  nach  $t = 10$  s. Es wird ein mit der Zeit linearer Anstieg der Geschwindigkeit angenommen.

- Bestimmen Sie die Winkelbeschleunigung in  $\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$ . Wohin ist der entsprechende Vektor während des Beschleunigungsvorgangs gerichtet?
- Welchen Wert besitzt die lineare Beschleunigung nach  $t = 5$  s? Hinweis: Zerlegen Sie die lineare Beschleunigung im rotierenden Bezugssystem in Einzelkomponenten.

## 3. [5 Punkte] Corioliskraft: Galileos Fallexperiment

Galileo Galilei führte angeblich in Pisa Experimente zur Corioliskraft durch. Dabei ließ er eine Bleikugel vom schiefen Turm fallen. In welcher Entfernung und in welcher Richtung vom projizierten Fußpunkt hätte er den Auftreffpunkt gemessen? Pisa liegt am 44. Breitengrad und der Turm ist 54 m hoch.

## 4. [5 Punkte] Corioliskraft auf Zug

Ein Nachtzug fährt von Hamburg nach Basel mit einer Geschwindigkeit von 200 km/h. Vergleichen Sie die Corioliskraft auf die Schienen in beiden Städten, wenn der Zug mit voller Geschwindigkeit fährt. In welche Richtung wirkt die Kraft? Basel liegt am 47. Breitengrad, Hamburg liegt am 53. Breitengrad. Der Nachtzug wiege 2500 t.