Name(n): Übungsgruppe:
Matrikelnummer(n):

Experimentalphysik I, WS 2016/17

Prof. Dr. A. Zilges, M.Sc. Mark Spieker, M.Sc. Simon Pickstone
Institut für Kernphysik, Universität zu Köln
Vorlesungswebseite: www.ikp.uni-koeln.de/zilges/vorl/exp1/exp1.html

Übungsblatt 7

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	5	6	**Summe**
Punkte:							

Ausgabe:	**Mittwoch, 07. Dezember 2016 in der Vorlesung und auf der Vorlesungswebseite**
Abgabe:	**Mittwoch, 14. Dezember 2016 vor der Vorlesung**
Besprechung:	**Montag, 19. Dezember 2016 in den Übungen**

Bitte nutzen Sie dieses Blatt als Deckblatt für Ihre Übung und heften Sie alles zusammen. Bitte geben Sie auch die oben genannten Informationen leserlich an!

1. **[2 Punkte] Halleyscher Komet**
   Der Komet Halley hat eine Umlaufzeit von 76 Jahren. Seine kleinste Entfernung $r_{\min}$ zur Sonne ist 0.59 AE. Wie weit entfernt er sich maximal von der Sonne und wie groß ist die Exzentrizität ε seiner elliptischen Bahn?

2. **[6 Punkte] Der Trägheitstensor**

   Gegeben sei folgender Trägheitstensor im Koordinatensystem O:

$$\hat{\mathbf{I}} = \begin{pmatrix} 15 & 6 & -3 \\ 6 & 6 & 6 \\ -3 & 6 & 15 \end{pmatrix}$$

   a) Berechnen Sie die Trägheitsmomente der Hauptträgheitsachsen! *(2 Punkte)*
   b) Bestimmen Sie die Hauptträgheitsachsen im Koordinatensystem O! *(2 Punkte)*
   c) Ermitteln Sie, um welche Hauptträgheitsachse eine Rotation instabil wäre! *(1 Punkt)*
   d) Gegeben sei der Winkelgeschwindigkeitsvektor $\vec{\omega}$:

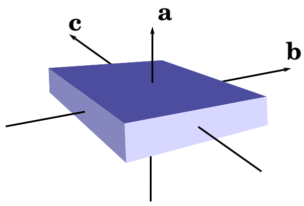
$$\vec{\omega} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

   In welche Richtung zeigt der Drehimpuls $\vec{L}$ im Koordinatensystem O? Für welche Winkelgeschwindigkeitsvektoren $\vec{\omega}$ ist der Drehimpuls parallel zu diesen? *(1 Punkt)*
   Hinweis: Wie sind $\vec{L}$ und $\vec{\omega}$ miteinander verbunden?

   Hinweis: Diese Aufgabe lässt sich lösen, indem Sie den Trägheitstensor $\hat{\mathbf{I}}$, d.h. eine (3×3)-Matrix diagonalisieren. Zuerst lösen Sie das charakteristische Polynom dritten Grades, welches aus der Bedingung

$\det\left(\hat{\mathbf{I}} - \lambda E\right) = 0$ folgt, wobei E der Einheitsmatrix entspricht. Dieser Schritt liefert Ihnen die Eigenwerte λ_i, welche den Trägheitsmomenten entsprechen. Sind diese bestimmt, so können Sie die Eigenvektoren v_i, welche den Hauptträgheitsachsen entsprechen, mit $\left(\hat{\mathbf{I}} - \lambda_i E\right) \cdot v_i = 0$ berechnen.
Beachten Sie auch die Hinweise auf den Vorlesungswebseiten. Hier finden Sie ein Beispiel zur Diagonalisierung einer (3×3)-Matrix!

3. **[2 Punkte] Trägheitsachsen eines Quaders**
Ein Quader habe Hauptträgheitsachsen wie in der nebenstehenden Skizze.



   a) Um welche Hauptträgheitsachsen wäre eine Rotation stabil? *(1 Punkt)*

   b) Was würde bei einer Rotation um die instabile Hauptträgheitsachse passieren? *(1 Punkt)*

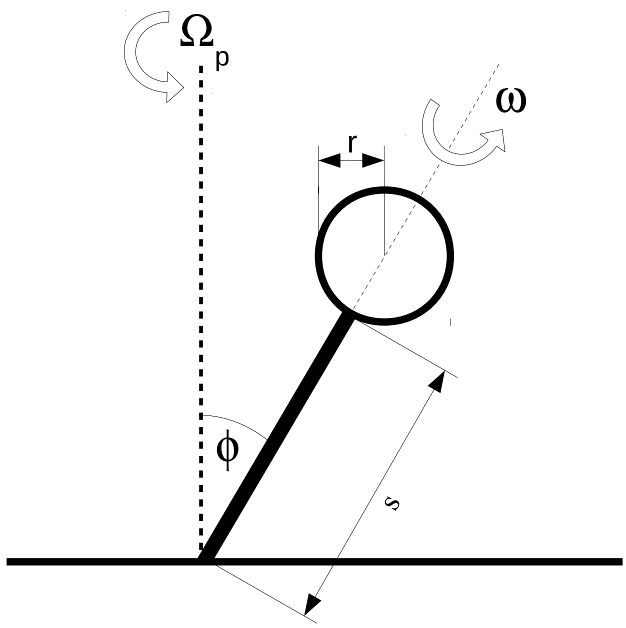
   Hinweis: Für die Seitenlängen gelte: $a < b < c$.

4. **[4 Punkte] Kreiselpräzession**
Ein Kreisel besteht aus einer masselosen Stange und einer daran befestigten Kugel, wie in der Abbildung dargestellt. Der Kreisel rotiert mit $\nu = 1500$ U/s um seine Achse. Die Kreiselachse schließt mit der Vertikalen einen Winkel $\phi = 24°$ ein. Die Stange ist $s = 5$ cm lang und die Kugel wiegt $m = 400$ g mit einem Radius von $r = 2$ cm.

   a) Wie groß ist das auf den Kreisel wirkende Drehmoment? *(1 Punkt)*

   b) Wie groß ist der Betrag des Drehimpulses des Kreisels? *(1 Punkt)*

   c) Wie groß ist die Kreisfrequenz, mit der der Kreisel präzediert? Wie hängt sie von der Masse ab? *(2 Punkte)*



   Hinweis: Für das Drehmoment gilt auch: $\vec{\tau} = \vec{\Omega}_\mathrm{p} \times \vec{l}$, wobei Ω_p die Kreisfrequenz der Präzession und l der Drehimpuls ist. Nehmen Sie einen schnellen Kreisel an, d.h. $\Omega_\mathrm{p} \ll \omega$, wobei ω die Kreisfrequenz der Rotation um die Achse des Kreisels ist.

5. **[4 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?

Hinweis: Pisa liegt am 44. Breitengrad und der Turm ist 54 m hoch.

6. **[2 Punkte] Taifun über Japan**

   In der Randzone eines Taifuns über Japan (geographischer Breitengrad 45°) hat die horizontal zirkulierende Luft eine Geschwindigkeit von 120 km/h. Wie groß ist der Krümmungsradius r der Bahn dieser Luftzone? Wie würde die Bahn der Luftströmung in Abwesenheit der Corioliskraft aussehen?

Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20