

# Übungen zur Theoretischen Physik I    WS 2010/2011    Blatt 13

Abgabetermin: Montag, 31.01.2011, *Anfang* der Vorlesung, d.h. spätestens 12:15

---

## Bemerkungen:

- Aus gegebenem Anlass (wie ausführlich in der Vorlesung besprochen) werden die Klausuren zu 50-100% aus Aufgaben oder Teilen von Aufgaben auf den Übungszetteln bestehen.
- Zur Klausur sind keine Hilfsmittel außer einem Stift erlaubt. Insbesondere sind keinerlei technische Hilfsmittel (Taschenrechner, Computer, Organizer, Handy etc.) zugelassen. Diese müssen ausgeschaltet in einer separaten Tasche und fern der eigenen Kleidung aufbewahrt werden.
- Täuschungsversuche während der Klausur sind kein Kavaliersdelikt! Teilnehmer/innen, die bei einem Täuschungsversuch erlappt werden, werden von der weiteren Teilnahme an den Klausuren dieses Kurses ausgeschlossen. Die Klausuren werden in solchen Fällen mit der Note ungenügend (null Punkte) bewertet. Als Täuschungsversuch gelten sämtliche nach den allgemeinen Prüfungs-vorschriften unerlaubten Verhaltensweisen (z.B. unerlaubte Zusammenarbeit, Abschreiben, "Spickzettel" und dergleichen), aber auch sämtliche Verstöße im Zusammenhang mit Hilfsmitteln (s.o.). Wird ein unzulässiges Hilfsmittel mitgeführt, gilt dies als Täuschungsversuch, ohne dass es auf eine Verwendungsab-sicht oder die konkrete Bedeutung für die Lösung der Klausur ankommt.
- Bitte denken Sie daran, dass Sie sich ausweisen können (Personalausweis).

## Aufgabe 1: Fingerübungen (2+3+3+2 Punkte)

Betrachten Sie einen Stab, dessen Massendichte durch  $\rho(x) = \rho_0 x$  mit  $0 \leq x \leq L$  gegeben ist.

- Drücken Sie die Konstante  $\rho_0$  durch die Masse  $M$  des Stabes und dessen Länge  $L$  aus.
- Berechnen Sie die Koordinate des Schwerpunkts.
- Berechnen Sie das Trägheitsmoment des Stabes bezüglich einer zum Stab senkrechten Achse durch den Schwerpunkt in Abhängigkeit von  $M$  und  $L$ .
- Wie lautet das Trägheitsmoment des Stabes bezüglich einer zum Stab senkrechten Achse, die ein Ende des Stabes gerade berührt?

## Aufgabe 2: Flächen- und Volumenintegrale (7+3 Punkte)

(a) Berechnen Sie das Gravitationspotential im Innern (!) der Erde, indem Sie explizit das Integral

$$\phi(\mathbf{r}) = -G \int d^3\mathbf{r}' \frac{\rho(\mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}$$

auswerten. Nehmen Sie an, dass die Erde eine homogene Massenverteilung hat und perfekt kugelförmig ist. (Hinweis: Nutzen Sie die Symmetrie des Problems aus, z.B. indem Sie geeignete Zylinderkoordinaten einführen!)

(b) Was passiert mit einem Stein, der in ein Bohrloch durch den Mittelpunkt der Erde fällt? Geben Sie die Lösung der Bewegungsgleichung explizit an.

## Aufgabe 3: Reversionspendel (10 Punkte)

Zeigen Sie, dass für ein physikalisches Pendel zwei Drehachsen mit den Abständen  $\ell_1$  und  $\ell_2$  vom Schwerpunkt existieren, für die die zugehörigen Frequenzen kleiner Schwingungen gleich sind, und dass diese Längen durch  $\ell_1\ell_2 = J/M$  verknüpft sind ( $J$  ist das Trägheitsmoment bzgl. des Schwerpunktes). Zeigen Sie auch, dass die zugehörige Frequenz  $\omega$  die Berechnung der Erdbeschleunigung  $g$  aus  $g = \omega^2(\ell_1 + \ell_2)$  erlaubt. (Die Unterstützungspunkte liegen auf gerader Linie durch den Schwerpunkt;  $\ell_1 + \ell_2$  ist daher einfach der Abstand der Achsen. Eine Bestimmung des Schwerpunkts ist nicht erforderlich.)

## Aufgabe 4: Tennis (10 Punkte)

Wenn Sie schon einmal Tennis gespielt haben, so wissen Sie, dass Ihr Kraftaufwand beim Schlagen des Balles stark davon abhängt, an welcher Stelle der Ball den Schläger trifft. In dieser Aufgabe soll der Tennisschläger durch einen homogenen Stab der Länge  $L$  repräsentiert werden. Dieser Stab werde im Abstand  $x$  vom (sagen wir dem linken) Ende des Stabes kurz von einem Ball getroffen. In welchem Abstand  $x$  muss dies geschehen, damit das linke Ende des Stabes anfangs in Ruhe bleibt. (Wenn Sie den Stab in der Hand hielten, müssten Sie in diesem Fall nur die auf den Stab wirkende Schwerkraft ausgleichen, aber keinen Rückstoß aufgrund des Ballkontakts auffangen.)