

Vorlesung: Prof. Dr. Eckehard Schöll, PhD, Dr. Philipp Hövel
 Übungen: Arash Azhand, Judith Lehnert, Ken Lichtner, Andrea Vüllings,
 Samuel Brem, Zeynep Cetinkaya, Robert Kohlhaas

4. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

Abgabe: Mi. 20.11.2013 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude

Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Zweier- oder Dreiergruppen erfolgen. Bitte geben Sie Ihre Namen, Matrikelnummern und das Tutorium (Tutor und Termin) an.

Aufgabe 7 (6 Punkte): Freier Fall auf der rotierenden Erde (1+2+2+1=6 Punkte)

Ein Massenpunkt bewegt sich auf der Nordhalbkugel bei der geographischen Breite λ nahe der Erdoberfläche. Die Winkelgeschwindigkeit der Erde sei $\omega \underline{e}_z$, der Erdradius sei R . Auf der Erdoberfläche wird ein kartesisches Koordinatensystem (x', y', z') angebracht, wobei die x' -Achse nach Osten, die y' -Achse nach Norden, und die z' -Achse radial nach außen zeigen soll.

- (a) Drücken Sie \underline{e}_z mit Hilfe der geographischen Breite λ (oder des Polarwinkels $\theta = \frac{\pi}{2} - \lambda$) und den Richtungen $(\underline{e}'_x, \underline{e}'_y, \underline{e}'_z)$ aus.
- (b) Verwenden Sie Ihr Ergebnis aus (a), um die Bewegungsgleichungen für die Komponenten x' , y' und z' aufzustellen. Vernachlässigen Sie dabei Terme der Ordnung $\mathcal{O}(\omega^2)$.
- (c) Ein zunächst ruhender Körper werde aus der Höhe h_0 frei fallen gelassen. Lösen Sie die Bewegungsgleichungen unter der Voraussetzung, dass $\dot{x}'(t)$ und $\dot{y}'(t)$ während der Fallzeit klein bleiben.
- (d) Bestimmen Sie die von der Erdrotation bewirkte Ostabweichung.

Aufgabe 8 (14 Punkte): Foucault'sches Pendel (1+3+5+3+2=14 Punkte)

Betrachtet wird ein (linearisiertes) mathematisches Pendel, das an einem Ort mit der geographischen Breite λ über der Erdoberfläche (x' - y' -Ebene) schwingt. Die Winkelgeschwindigkeit der Erddrehung ist $\omega = \frac{2\pi}{24h}$ (man nehme an, ein Sonntag sei die durchschnittl. Dauer einer Umdrehung) und es gelte $\omega^2 \ll \omega_0^2 = g/l$.

- (a) Zeigen Sie ausgehend von der Bewegungsgleichung des ebenen Pendels im Grenzfall kleiner Auslenkungen, dass unter dem Einfluss der Corioliskraft gilt:

$$\begin{aligned}\ddot{x}' &= -\frac{g}{l}x' + 2\dot{y}'\omega \sin \lambda, \\ \ddot{y}' &= -\frac{g}{l}y' - 2\dot{x}'\omega \sin \lambda.\end{aligned}$$

- (b) Geben Sie die allgemeine Lösung $x'_{\text{hom}}(t)$, $y'_{\text{hom}}(t)$ der obigen Schwingungsgleichung ohne Corioliskraft (homogene Differentialgleichungen) und die spezielle Lösung für die Anfangsbedingungen $x'_{\text{hom}}(0) = r$, $y'_{\text{hom}}(0) = 0$, $\dot{x}'_{\text{hom}}(0) = 0$ und $\dot{y}'_{\text{hom}}(0) = 0$ an.
- (c) Für kleine Zeiten $t \ll \frac{1}{\omega}$ kann man in guter Näherung in den Coriolistermen der obigen Gleichungen $\dot{x}' = \dot{x}'_{\text{hom}}$ und $\dot{y}' = \dot{y}'_{\text{hom}}$ setzen (Störungstheorie). Bestimmen Sie mit dieser Näherung die allgemeine Lösung $x'(t)$, $y'(t)$ der obigen Schwingungsgleichung mit den Coriolistermen (inhomogene Differentialgleichungen). Wie lautet die spezielle Lösung für die Anfangsbedingungen $x'(0) = r$, $y'(0) = 0$, $\dot{x}'(0) = 0$ und $\dot{y}'(0) = 0$?
- (d) Bestimmen Sie x' , \dot{x}' , y' und \dot{y}' zum Zeitpunkt $t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. Um welchen Winkel α hat sich die Schwingungsebene des Pendels gedreht?
- (e) Skizzieren Sie die Bahnkurve des Pendels für die erste volle Schwingung und begründen Sie diese.

4. Übung TPI WS 13/14

Vorlesung:	<ul style="list-style-type: none">• Dienstag 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 201.• Mittwoch 8:30 Uhr – 10:00 Uhr im EW 201.
Webseite:	<ul style="list-style-type: none">• Details zur Vorlesung, Vorlesungsmitschrift und aktuelle Informationen sowie Sprechzeiten auf der Webseite unter http://www.itp.tu-berlin.de/?mechanik13
Scheinkriterien:	<ul style="list-style-type: none">• Mindestens 50% der Übungspunkte. (Abgabe in Dreiergruppen.)• Bestandene Klausur.• Regelmäßige und aktive Teilnahme in den Tutorien.
Klausur:	<ul style="list-style-type: none">• Mittwoch 12.02.2014, 8:00 Uhr s.t., ER 270.• Nachklausur: Dienstag 08.04.2014, 10:00 Uhr s.t., Raum wird noch bekannt gegeben