

Physik I

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-I/0506/

WS 2005/06



Abgabe: 14. 11. 2005

Übungsblatt 4

1. Aufgabe

(2 Pkt.)

Berechnen Sie die Gradienten von $\sqrt{y^2 + 2z^2}$ und von $\sin(\vec{k} \cdot \vec{r})$, wobei \vec{k} ein konstanter Vektor ist.

2. Aufgabe

In einem unbekanntem Kraftfeld beobachten Sie die Bewegung eines Massenpunktes m auf einer Kreisbahn in der x - y -Ebene:

$$x(t) = R \cos \omega t, \quad y(t) = R \sin \omega t, \quad z(t) = 0.$$

- (a) Zeigen Sie, dass jedes der drei Kraftgesetze (4 Pkt.)

$$\vec{F}_1 = -k\vec{r}, \quad \vec{F}_2 = -\alpha \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|^3}, \quad \vec{F}_3 = \dot{\vec{r}} \times \vec{b}$$

diese Bahn bewirken könnte (d.h. $\vec{F} = m\ddot{\vec{r}}$). Wie groß müssen jeweils die Konstanten k , α , \vec{b} sein?

- (b) In einem zweiten Versuch beobachten Sie in demselben Kraftfeld eine Kreisbahn mit derselben Umlaufzeit, aber verändertem Radius: (2 Pkt.)

$$x(t) = R' \cos \omega t, \quad y(t) = R' \sin \omega t, \quad z(t) = 0 \quad (R' \neq R).$$

Welches der drei Kraftgesetze wird hierdurch ausgeschlossen?

- (c) Im dritten Versuch beobachten Sie eine verschobene Kreisbahn: (2 Pkt.)

$$x(t) = x_0 + R \cos \omega t, \quad y(t) = y_0 + R \sin \omega t, \quad z(t) = z_0 \quad (\vec{r}_0 \neq 0).$$

Welches der drei Kraftgesetze kann alle drei Bahnen bewirken?

3. Aufgabe

- (a) In einem vereinfachten Modell des Sonnensystems bewegt sich die Erde auf einer Kreisbahn (2 Pkt.)

um die Sonne. Die Sonnenmasse M erzeugt am Ort der Erde (Bahnradius $r = 150 \times 10^6$ km) eine Gravitationsbeschleunigung $\gamma M/r^2$, die von der Zentrifugalbeschleunigung kompensiert wird ($\gamma = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ist die Gravitationskonstante). Berechnen Sie die Masse der Sonne.

- (b) (3 Pkt.)
Ganz genau ist diese Kompensation aber nur im Erdmittelpunkt. Je nach Position weicht der Abstand zur Sonne auf der Erdoberfläche etwas vom Erdbahnradius r ab. Die dadurch entstehende Differenz zwischen Gravitations- und Zentrifugalbeschleunigung heißt Gezeitenbeschleunigung. Um diese Größe abzuschätzen, vernachlässigen wir zunächst die Erdrotation, so dass alle Punkte der Erdoberfläche Kreisbahnen mit demselben Radius r beschreiben. Die Zentrifugalbeschleunigung ist damit überall die gleiche wie im Erdmittelpunkt. Geben Sie eine Näherungsformel für die maximale Gezeitenbeschleunigung an.
- (c) (2 Pkt.)
Wie groß ist die relative Änderung der Fallbeschleunigung durch die Gezeiten? Ist es richtig, dass Sie wegen der Erdrotation einmal am Tag ein scheinbares Schwereminimum durchleben?
- (d) (3 Pkt.)
Natürlich gibt es auch Gezeiten des Mondes, für die analoge Formeln wie für die Sonnengezeiten gelten. Welche Gezeitenbeschleunigung ist größer, die der Sonne oder die des Mondes?
Hinweis: Die *mittlere* Dichte des Mondes ist um den Faktor 2,2 höher als die der Sonne. Nutzen Sie diese Angabe zusammen mit dem Umstand, dass Sonne und Mond von der Erde aus gleich groß erscheinen.