

## Übungen zur Theoretischen Physik A WS 02/03

PROF. P. WÖLFLE

Blatt 13

DR. M. GREITER

03.02.03

---

**1. Fluchtbahnen**

Zeigen Sie: Für  $\epsilon > 1$  hat eine Planetenbahn

$$r(\phi) = \frac{p}{1 + \epsilon \cos \phi}$$

die Form einer Hyperbel

$$\frac{(x - x_0)^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Drücken Sie  $a$ ,  $b$  und  $x_0$  durch  $p$  und  $\epsilon$  aus. Wie sieht die Bahnkurve im Grenzfall  $\epsilon \gg 1$  aus?

**2. Komet**

Ein Komet (reduzierte Masse  $\mu$ ) bewegt sich auf seiner Bahn im Gravitationsfeld der Sonne:

$$V(r) = -\frac{k}{r} \quad (1)$$

- Wie groß ist seine Geschwindigkeit  $v_0$  im Abstand  $r_0$  von der Sonne, wenn die Bahn gerade nicht mehr geschlossen ist (Parabelbahn)?
- Wie groß ist die Geschwindigkeit  $v_E$  auf einer Kreisbahn mit Radius  $r_0$ ?
- Mit welcher Relativgeschwindigkeit muss also ein Komet auf einer Parabelbahn mindestens auf die Erde auftreffen, wenn das Gravitationsfeld der Erde nicht berücksichtigt wird?

Hinweis: Die Erdbahn ist beinahe kreisförmig mit Radius  $1 \text{ AE} = 150 \times 10^6 \text{ km}$ . Ein Jahr hat  $\pi \times 10^7 \text{ s}$ .

**3. Planetenbewegung: Alternative Lösung**

Auf dem vorigen Blatt haben Sie gezeigt, dass im Gravitationsfeld (??) der Lenzsche Vektor

$$\boldsymbol{\epsilon} = -\frac{\dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{L}}{r^2 \ddot{F}(r)} - \mathbf{e}_r$$

zeitlich konstant ist.

Wählen Sie ein Koordinatensystem, so dass der Drehimpulsvektor in Richtung der  $z$ -Achse und der Lenzsche Vektor in Richtung der  $x$ -Achse zeigt. Stellen Sie die Gleichungen für die Erhaltung von Drehimpuls  $\mathbf{L} = (0, 0, L)$  und Lenz-Vektor  $\boldsymbol{\epsilon} = (\epsilon, 0, 0)$  in Polarkoordinaten auf, d.h. ausgedrückt durch  $r, \phi, \dot{r}, \dot{\phi}$ . Eliminieren Sie in diesen Gleichungen alle Zeitableitungen und bestimmen Sie damit die Bahnkurve  $r(\phi)$  für einen Planeten im Gravitationsfeld, ohne eine Differentialgleichung lösen zu müssen oder ein Integral zu berechnen.

---

Die **2. Klausur** findet am **Dienstag, den 11.02.03, von 17:30–19:30** im Hörsaal im Forum A und B (Gebäude 30.95) statt. Zugelassene Hilfsmittel: mathematische Formelsammlung (keine eigenen Aufzeichnungen, keine Taschenrechner). Bitte bringen Sie Ihren Studentenausweis mit und haben Sie Ihre Übungsgruppennummer parat.

Die korrigierten Klausuren werden in den Übungen am Freitag, den 14.02.03, zurückgegeben und besprochen. Für mögliche Rückfragen bezüglich der Korrektur sind die Tutoren der jeweiligen Gruppen zuständig. Klausuren, die ohne Gruppennummer abgegeben werden oder die der angegebenen Gruppe nicht zugeordnet werden können, können am Freitag Vormittag bei Dr. Philip Howell im Raum 10.14 (Physikhochhaus) abgeholt werden. Die Ausgabe der Übungsscheine erfolgt jeweils bei der Rückgabe der 2. Klausur.

Das Ergebnis der **2. Klausur überschreibt** das Ergebnis der **1. Klausur**, falls es besser ist. Ungeachtet aller Vorleistungen ist es deshalb ausreichend, die 2. Klausur zu bestehen. Die Orientierungsprüfung hat bestanden, wer einen Übungsschein erhält.

In der Klausurwoche findet die **Fragestunde** am **Montag, den 10.02.03, von 15:30–18:30** im Café Physik statt.