

# Theoretische Physik I: Mechanik, Übung 3

---

Prof. Hans Peter Büchler WS 2010, 2 November, 2010

## 1. Lenzscher Vektor (Schriftlich)

Gegeben sei das Keplerproblem

$$\mu \ddot{\mathbf{r}} = -A \frac{\mathbf{r}}{r^3}. \quad (1)$$

- (a) Zeige, dass der Lenzsche Vektor ( $\mathbf{L}_r$ : Drehimpuls)

$$\mathcal{L} = \mu \dot{\mathbf{r}} \times \mathbf{L}_r - \mu A \frac{\mathbf{r}}{r} \quad (2)$$

eine Erhaltungsgröße ist. Wie kann man diese geometrisch interpretieren?

- (b) Wie hängt der Betrag des Lenzschen Vektors mit der Exzentrizität  $\varepsilon$  der Keplerbahn zusammen? (Hinweis: Berechne zunächst  $\mathcal{L}\mathbf{r}$ ).
- (c) Betrachte nun eine Störung durch ein zusätzliches Potenzial  $V = \delta/r^2$ . Berechne die zeitliche Änderung des Lenzschen Vektors  $\frac{d}{dt}\mathcal{L}$  und skizziere die Bahnkurven für den Fall kleiner Störungen.

## 2. Abfallentsorgung an Bord der ISS (Übungstunde)

Die ISS beschreibt näherungsweise eine Kreisbahn um die Erde, mit Radius  $R$  und Kreisfrequenz  $\omega$ . Zur Zeit  $t = 0$  werfen die Astronauten einen Abfallsack mit relativer Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  in Richtung Erde weg. In der Näherung  $v_0 \ll \omega R$  kann angenommen werden, dass gilt:  $r(t) = R + r_1(t)$  mit  $r_1(t) \ll R$  und  $\phi(t) = \omega t + \phi_1(t)$  mit  $\phi_1 \ll 2\pi$ .

- (a) Bestimme und löse die Bewegungsgleichungen für  $r_1, \phi_1$  bis zur ersten Ordnung der Störung.
- (b) Kann das Problem auch exakt gelöst werden, wenn wir die Erde und die ISS als Zweiteilchen Problem im Gravitationspotential betrachten? Wie kann daher die Lösung aus (a) einfach interpretiert werden?