
Übungen zu TP1-Staatsexamen Lehramt
Aufgabenblatt 3

Aufgabe 3.1 Ein Hagelkorn (eine Eiskugel von $R = 1\text{cm}$ Radius) fällt aus 1km Höhe. Das Korn wird durch die Gravitationskraft beschleunigt und durch die Reibungskraft

$$\vec{F}_{\text{Rei}} = -\frac{1}{2}C_W\pi R^2 \varrho_L \dot{\vec{r}} |\dot{\vec{r}}|$$

gebremst, wobei ϱ_L die Luftdichte und $C_W \simeq 0,5$ den Luftwiderstandskoeffizienten bezeichnen. Stellen Sie die Newtonsche Bewegungsgleichung auf mit der Anfangsbedingung, dass das Hagelkorn bei $t = 0$ ruht. Lösen Sie das Anfangswertproblem der Newtonschen Bewegungsgleichung und bestimmen Sie die Geschwindigkeit, mit der das Hagelkorn auf die Erdoberfläche trifft. (Sie dürfen eine asymptotische Form der Bahnkurve zur Bestimmung der Flugzeit benutzen.) Wie verhält sich die Auftreffgeschwindigkeit bei Variation von R , z.B. wenn R verdoppelt wird? [Von Effekten, die von der Erdrotation herrühren, soll abgesehen werden.]

Aufgabe 3.2 Ein Teilchen mit der Masse m und der elektrischen Ladung q bewegt sich in der x - y -Ebene in einem zu der Ebene senkrechten Magnetfeld mit der Flussdichte B . Stellen Sie in den Fällen:

(i) $B = B_0 = \text{const.}$,

(ii) $B = B_0 \cdot R / \sqrt{x^2 + y^2}$,

wobei B_0 und R konstante Werte sind, die Newtonschen Bewegungsgleichungen auf und lösen Sie diese für allgemeine Anfangsbedingungen.

Hinweis: Zeigen Sie im Fall (ii) zunächst, dass die Größen

$$u^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2, \quad J = xy - yx - qB_0R\sqrt{x^2 + y^2}$$

für Lösungen

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ 0 \end{pmatrix}$$

der Bewegungsgleichungen zeitunabhängig sind. Beschränken Sie sich ggf. auf den Fall $J = 0$.

/...2

Aufgabe 3.3

Eine raketenbetriebene Raumsonde der Masse m beschreibt bezüglich eines Inertialsystems eine Bahnkurve der Form

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} \xi t^{1/3} \cos(f\sqrt{t}) \\ \xi t^{1/3} \sin(f\sqrt{t}) \\ 0 \end{pmatrix} \quad (t > 0)$$

- (a) Welche physikalischen Dimensionen haben die (positiven) Konstanten ξ und f ?
- (b) Bestimmen Sie die Kraft, die auf die Raumsonde zur Zeit t wirkt.
- (c) Bestimmen Sie die Änderung des Drehimpulses der Raumsonde zwischen zwei Zeitpunkten $t = t_0$ und $t = t_1 > t_0$.
- (d) Ein weiteres Inertialsystem sei gegenüber dem ersten um den Vektor $\vec{x}_0 = P\vec{P}'$ (P bezieht sich auf das zuerst gegebene Inertialsystem) verschoben. Bestimmen Sie den Drehimpuls der Raumsonde bezüglich des weiteren Inertialsystems zur Zeit t .

Wert jeder Aufgabe: 12 Punkte

Abgabe: Bis Montag, 10.11.2013, vor Beginn des Übungsseminars.