Institut für Theoretische Teilchenphysik

Klassische Theoretische Physik I

WS 2014

Übungsblatt 5

Prof. Dr. U. Nierste
Dr. M. Spinrath, Dr. S. Schacht

Abgabe: 5.12.2014
Besprechung: 12.12.2014

Bitte schreiben Sie Ihren Namen auf jedes Blatt ihrer Lösung und geben Sie auf der ersten Seite Ihre Tutorgruppe (Ort, Zeit, Name des Tutors) an.

Aufgabe 9: Auf ein Teilchen der Masse m wirke eine Stokes'sche Reibungskraft und eine äußere periodische Kraft $mb\sin(\Omega t)$. Die Geschwindigkeit $v(t)$ erfüllt

$$\dot{v} = -\alpha v + b\sin(\Omega t), \qquad \alpha, b, \Omega > 0. \tag{1}$$

a) (1 Punkt) Bestimmen Sie die Stammfunktion (inkl. Integrationskonstante) von $\sin(\Omega t)e^{\alpha t}$.
Hinweis: Verwenden Sie $\sin x = \frac{1}{2i}(e^{ix} - e^{-ix})$ und drücken Sie das Ergebnis durch $\sin(\Omega t)$ und $\cos(\Omega t)$ aus.

b) (2 Punkte) Lösen Sie Gl. (1) mit der Anfangsbedingung $v(0) = 0$. Betrachten Sie nur den Fall $v(t) \geq 0$.
Hinweis: Sie können eine Formel aus der Vorlesung direkt verwenden.

c) (1 Punkt) Bestimmen Sie den zurückgelegten Weg $x(t)$ für $x(0) = 0$.

d) (1 Punkt) Gl. (1) ist nur sinnvoll für $v \geq 0$. Vergewissern Sie sich, dass $v(t)$ für $t > 0$ zunächst positiv ist, und bestimmen Sie für den Fall $\alpha \gg \Omega$ den Zeitpunkt T mit $v(T) = 0$. Bestimmen Sie $x(T)$.

Aufgabe 10: Ein Massenpunkt durchlaufe eine *Schraubenlinie*:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} R\cos(\omega t) \\ R\sin(\omega t) \\ v_0 t \end{pmatrix}, \qquad R, \omega, v_0 > 0. \tag{2}$$

a) (1 Punkt) Zeichnen Sie (jeweils in Einheiten von R für $\omega R = 2\pi v_0$) die Projektion von $\vec{r}(t)$ in die i) (x, y)-Ebene und ii) (x, z)-Ebene.

b) (0 Punkte) In welchem Haushaltsgerät finden Sie eine Schraubenlinie?

c) (1 Punkt) Bestimmen Sie $\dot{\vec{r}}(t)$ und $v(t) = |\dot{\vec{r}}(t)|$.

d) (1 Punkt) Bestimmen Sie den zurückgelegten Weg $s(t) = \int_0^t dt' v(t')$ und invertieren Sie das Ergebnis, um $t(s)$ zu bestimmen.

e) (1 Punkt) Bestimmen Sie $\vec{\tilde{r}}(s) := \vec{r}(t(s))$ und berechnen Sie den Tangentenvektor $\vec{t}(s) = \frac{d\vec{\tilde{r}}(s)}{ds}$.

f) (1 Punkt) Bestimmen Sie $|\vec{t}(s)|$ und den Winkel zwischen $\vec{t}(s)$ und $\vec{\tilde{r}}(s)$. Tragen Sie $\vec{t}(s)$ für zwei von Ihnen gewählte Werte von s in Ihre Zeichnung aus Teilaufgabe a) ein.