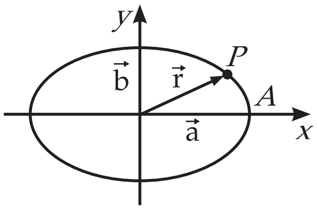
Prof. C. Greiner, Dr. H. van Hees **Wintersemester 2012/2013**

Übungen zur Theoretischen Physik 1 – Blatt 6 (03.12.-07.12.2012)

Präsenzübungen

(P16) Teilchen auf Ellipse



Ein Teilchen der Masse m bewege sich auf der folgenden Ellipsenbahn (vgl. Abb.)

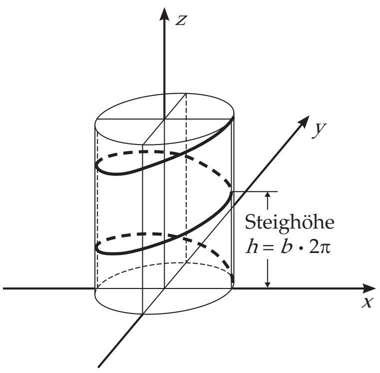
$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} a\cos(\omega t) \\ b\sin(\omega t) \\ 0 \end{pmatrix},$$

wobei a, b und ω positive Konstanten mit $a > b$ darstellen. Bestimmen Sie die Kraft, die auf das Teilchen wirkt. Zeigen Sie, daß die Kraft immer zum Ursprung zeigt. Überprüfen Sie, daß es sich um ein konservatives Kraftfeld handelt.

(P17) Bewegung mit Reibung

Betrachten Sie die Bewegung eines Teilchens im zähen Medium mit Newtonscher Reibung, d.h. für die Reibungskraft gilt $\vec{F}_{\text{reib}} = -\gamma|\vec{v}|\vec{v}$ mit der Reibungskonstante $\gamma > 0$. Die Bewegung verlaufe in x-Richtung. Die Anfangsbedingungen seien $v(t=0) = v_0$, $x(t=0) = 0$. Berechnen Sie die Geschwindigkeit $v(t)$ und den zurückgelegten Weg $x(t)$ des Teilchens und diskutieren Sie ihre Grenzwerte für $t \to \infty$.

(P18) Bewegung entlang einer Schraubenlinie



Ein kleiner Körper mit der Masse m gleitet unter dem Einfluß seines Eigengewichtes reibungsfrei auf der Schraubenlinie

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} a\cos[\phi(t)] \\ a\sin[\phi(t)] \\ c\phi(t) \end{pmatrix}.$$

Seine Position wird durch den Winkel $\phi(t)$ eindeutig bestimmt. Bestimmen Sie $\phi(t)$.

Hinweis: Sie können die Aufgabe sowohl über das Auswerten der Newtonschen Bewegungsgleichung mit einer geeigneten Zerlegung der Schwerkraft oder unter Zuhilfenahme des Energiesatzes lösen.)

bitte wenden!

Hausübungen (Abgabe: 14.12.2012)

(H14) Arbeit eines Kraftfeldes (2 Punkte)

Unter Einfluß eines zeitabhängigen Kraftfeldes bewege sich ein Teilchen der Masse $m = 4$ kg auf der folgenden Trajektorie:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} 3\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}t^2 - 2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}t \\ 1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^3}t^3 \\ -1\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^4}t^4 \end{pmatrix}.$$

Berechnen Sie die vom Kraftfeld an dem Teilchen verrichtete Arbeit zwischen dem Raumpunkt zur Zeit $t = 1$ s und dem Raumpunkt zur Zeit $t = 2$ s.

(H15) Affe am Baum (2 Punkte)

Ein Ranger versucht mit einem Narkosegewehr aus der Höhe h über dem Boden einen Affen in einem Baum zu betäuben. Der Abstand zum Baum betrage d, der Affe hänge in der Höhe H über dem Gewehrlauf (also der Höhe $(h + H)$ über dem Boden). Der Ranger zielt genau in Richtung des Affen, ohne sich der auf den Narkosepfeil wirkenden Schwerkraft bewußt zu sein. Der Affe denkt, er sei schlau, und läßt sich genau in dem Moment fallen, wo der Pfeil das Gewehr verläßt. Im folgenden wollen wir nachweisen, daß auch der Affe sich nicht über die Punktmechanik im klaren ist!

Zeigen Sie dazu, daß es eine Mindestgeschwindigkeit v_{min} für den Pfeil derart gibt, daß für alle Anfangsgeschwindigkeiten $v_0 > v_{\mathrm{min}}$ der Affe *immer* getroffen wird. Bestimmen Sie (unter Vernachlässigung der Wirkung der Luftreibung auf den Affen und den Pfeil)

(a) die Mindestgeschwindigkeit v_{min},

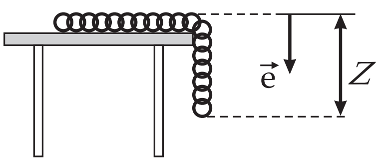
(b) die Zeit vom Abschuß des Pfeils bis zum Treffen des Affen,

(c) die Höhe über dem Boden, wo der Affe getroffen wird.

(H16) Teilchen auf einer Kugel (3 Punkte)

Ein Punktteilchen ruht im Scheitelpunkt auf einer reibungslosen festen Kugel. Wenn wir das Teilchen geringfügig verrücken, gleitet es ohne zu rollen von der Kugel herunter. An welchem Punkt verläßt das Teilchen die Kugeloberfläche?

(H17) Seil über der Tischkante (3 Punkte)



Ein Seil der Masse m und Länge L rutscht über eine Kante ab (vgl. Abb.). Die Reibung des aufliegenden Stückes soll vernachlässigt werden.

(a) Wie lautet die Bewegungsgleichung?

(b) Wie lautet die Lösung für den Fall, daß zur Zeit $t = 0$ das Seil losgelassen wird, wobei das Stück x_0 herabhängt? Wie groß ist die Geschwindigkeit, wenn das Seilende gerade über die Kante rutscht?

Hinweis: Zur Lösung der Bewegungsgleichung führt der Ansatz $z(t) = A\exp(-\lambda t)$ zum Ziel. Beachten Sie, daß die allgemeine Lösung zwei Integrationskonstanten beinhaltet, die sich aus den Anfangsbedingungen bestimmen lassen!
