Physik I WS 2005/06

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-I/0506/

Abgabe: 28. 11. 2005 **Übungsblatt 6**

1. Aufgabe

Radial- und Tangentialbewegung

(a) (1 Pkt.)
In jedem Punkt der Ebene sei $\vec{e}_r = (\cos\varphi, \sin\varphi)$ der radiale Einheitsvektor. Berechnen Sie den Vektor $\vec{e}_\varphi = d\vec{e}_r/d\varphi$, und überzeugen Sie sich, dass $\vec{e}_\varphi$ senkrecht auf $\vec{e}_r$ steht (Zeichnung!).

(b) (2 Pkt.)
Zeigen Sie für eine ebene Bahnkurve $\vec{r}(t) = (r(t)\cos\varphi(t), r(t)\sin\varphi(t))$, dass die Geschwindigkeit als

$$\dot{\vec{r}}(t) = \dot{r}\,\vec{e}_r + r\dot{\varphi}\,\vec{e}_\varphi$$

geschrieben werden kann. Überzeugen Sie sich, dass dies gerade die Orthogonalzerlegung der Geschwindigkeit bezüglich der radialen Richtung ist.

2. Aufgabe

Dreiecksverhältnisse

(a) (5 Pkt.)
Drei Personen A, B, und C stehen an den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks der Kantenlänge $a = 100$ m. Sie setzen sich gleichzeitig in Bewegung, derart dass in jedem Moment A genau in Richtung von B, B in Richtung von C und C in Richtung von A läuft. Jede Person habe dieselbe Geschwindigkeit $v = 5$ km/h. Wann treffen sie sich in der Mitte, und wie sehen ihre Bahnkurven aus?
Hinweis: Verwenden Sie Aufgabe 1. In welchem Winkel steht die Geschwindigkeit zu $\vec{e}_r$, und wie groß sind daher ihre Komponenten $\dot{r}$ und $r\dot{\varphi}$? Lösen Sie dann die Differentialgleichungen für $\frac{dr(t)}{dt} = \dot{r}$ und $\frac{dr(\varphi)}{d\varphi} = \dot{r}/\dot{\varphi}$.

(b) *Zusatzaufgabe*: Berechnen Sie auch $\varphi(t)$. (1 Pkt.)

3. Aufgabe

Drehimpuls

(a) (2 Pkt.)
Berechnen Sie den Drehimpuls eines Massepunktes auf der Bahnkurve

$$x(t) = A_1\cos(\omega t - \varphi_1), \qquad y(t) = A_2\cos(\omega t - \varphi_2), \qquad z(t) = 0$$

mit beliebigen Amplituden A_i und Phasen φ_i.

(b) (1 Pkt.)
Ist der Drehimpuls erhalten? Wenn ja, geben Sie eine physikalische Begründung an!

4. Aufgabe

(3 Pkt.)

Synchronisation

Ein mathematisches Pendel (mit kleinen Auschlägen $\alpha \approx \sin\alpha$) und ein mit zwei Federn und einem Fahrzeug auf der Luftkissenschiene realisierter harmonischer Oszillator werden gleichzeitig während der Vorlesung "Experimentalphysik I" benutzt. Die Schwingungsperiode des Pendels möge doppelt so groß sein wie die des Oszillators. Welche Möglichkeiten hat der Experimentator, die beiden Schwingungsperioden anzugleichen?

5. Aufgabe

3 Pkt.

Gezeiten von Sonne und Mond

Ein mittlerer Sonnentag möge 1,00000 Tage dauern und ein mittlerer Mondtag 1,03505 Tage. Als Springflut bezeichnet man die Zeiten, zu denen die Gezeiten von Sonne und Mond gemeinsam zu Flutbergen maximaler Höhe führen. Wie lange dauert es von einer Springflut zur nächsten?

6. Aufgabe

Digitale Musik

(a) (2 Pkt.)

Zwei CD-Spieler spielen ein Musikstück, welches mit dem Kammerton a (440 Hertz) beginnt, ungefähr gleichzeitig ab. Für diesen ersten Ton ergibt sich jedoch ein Phasenverschiebung von $11,88^\circ$ zwischen den beiden CD-Spielern. Welche zeitlichen Verzögerung besteht zwischen den von den beiden CD-Spielern erzeugten digitalen Zeitreihen?

(b) (2 Pkt.)

Die angegebene Phasenverschiebung entspricht einem ganzzahligen Vielfachen der Taktrate der CD-Spieler. Die nächstgrößere Phasenverschiebung, die so erkennbar wäre, ist $13,86^\circ$. Wie groß ist die Taktrate?