Universität Karlsruhe
Institut für Theorie der Kondensierten Materie
Prof. Dr. Ralph v. Baltz, Dr. Philip Howell
Sprechstunde: Mo 13:00–14:00 Physikhochhaus 10.14

Sommersemester 2004
26.4.04
http://www-tkm.physik.uni-karlsruhe.de/lehre/
howell@tkm.physik.uni-karlsruhe.de

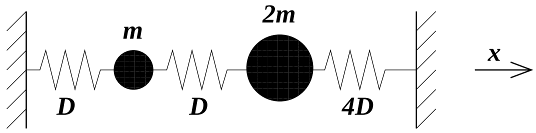
Übungsblatt Nr. 1 zur Theorie B

1 Kepler-Problem (siehe Theorie A)

Ein Teilchen der Masse m befindet sich im Gravitationsfeld einer festgehaltenen Masse M. Durch welche Größen wird der Zustand des Systems festgelegt? Was versteht man unter einer Erhaltunsgröße? Wie viele und welche gibt es für dieses System?

2 Gekoppelte Oszillatoren (siehe Theorie A)

Zwei Massen, $m_1 = m$ und $m_2 = 2m$, sind mit Federn unterschiedlicher Federkonstanten zwischen zwei Wänden gekoppelt und können sich nur in die x-Richtung bewegen.

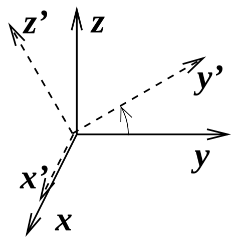


(a) Geben Sie die Kräfte auf die Massen als Funktion der Auslenkungen x_1, x_2 aus der Ruhelage an und stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf. Machen Sie den üblichen komplexen Ansatz $[x_j(t) \to z_j(t) = a_j\, \mathrm{e}^{\mathrm{i}\omega t}$ mit $a_j \in \mathbb{C}$ für $j = 1, 2]$ und schreiben Sie das resultierende System simultaner Gleichungen für a_1, a_2 als Matrixgleichung.

(b) Bestimmen Sie die zwei möglichen Werte von ω (Eigenwerte) und die zugehörigen Lösungen für a_1, a_2 (Eigenvektoren). Geben Sie die allgemeine reelle Lösung für x_1, x_2 an. Wie verhalten sich die Massen?

3 Rotierendes Bezugssytem

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich in einem Inertialsystem $K(x, y, z)$ unter dem Einfluß der Kraft $\boldsymbol{F}$, also mit Bewegungsgleichung $m\ddot{\boldsymbol{r}} = \boldsymbol{F}$. Betrachten Sie nun diese Bewegung in einem anderen Bezugssystem $K'(x', y', z')$, das um die x-Achse von K gegen den Uhrzeigersinn mit konstanter Winkelgeschwindigkeit ω rotiert.



(a) Ein beliebiger Vektor $\boldsymbol{A}$ (z.B. $\boldsymbol{r}, \boldsymbol{v}, \boldsymbol{F}$) habe in K die Komponenten $\boldsymbol{A} = (A_x, A_y, A_z)$. Welche Komponenten $\boldsymbol{A}' = (A'_x, A'_y, A'_z)$ misst ein Beobachter im bewegten System K' zu einer festen Zeit t? Skizzieren Sie $K, K', \boldsymbol{A}, \boldsymbol{A}'$.

(b) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung $m\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{r}' = \boldsymbol{F}'_{\text{tot}}$ im rotierenden System K', indem Sie die Komponenten von $\frac{\mathrm{d}^2}{\mathrm{d}t^2}\boldsymbol{r}'(t)$ explizit berechnen. Drücken Sie hierzu $\dot{y} \equiv \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}y(t)$ durch $v'_y \equiv \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}y'(t)$ und $\dot{z} \equiv \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}z(t)$ durch $v'_z \equiv \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}z'(t)$ aus und schreiben Sie die Bewegungsgleichung in Vektorform. Identifizieren Sie die Coriolis- und Zentrifugalkraft.

(c) Zur Zeit $t = 0$ befindet sich ein Teilchen der Masse m in Ruhe am Ursprung des Bezugsystems K und fällt dann unter Einfluss der Gravitationskraft $-mg\boldsymbol{e}_z$. Wie lautet die Bewegungsgleichung und deren Lösung? Geben Sie den Ortsvektor $\boldsymbol{r}'(t)$ in K' an und skizzieren Sie die Bahn in K'.

— Besprechung in den Übungsgruppen am nächsten Montag, den 3.5.04 —