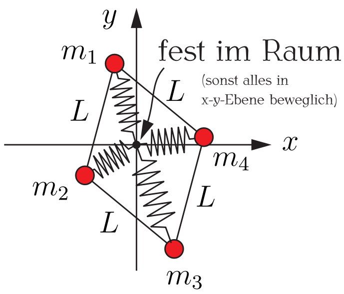
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Physik
PD Dr. T. Klose, Dr. I. Bierenbaum

Pk5 Klassische Theoretische Physik WS 2015/16

Übungsblatt 4, Abgabe am Do. 12.11.15, Besprechung in den Übungen am Fr. 13.11.15.

1 Gefedertes Parallelogramm

Die vier Punktmassen m_1, m_2, m_3 und m_4 können sich nur in der x-y-Ebene bewegen und sind durch Stäbe der Länge L starr miteinander verbunden. Außerdem sind sie durch Federn am Punkt $(x, y) = (0{,}0)$ befestigt. Die Federn sind drehbar um den Ursprung gelagert und sind so konstruiert, dass sie sich selbst bei sehr großen Auslenkungen nicht ineinander verhaken.



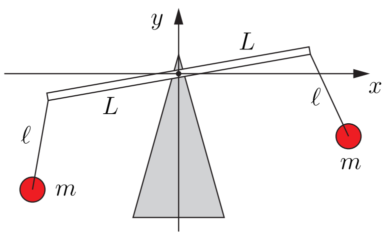
(a) Schreiben Sie die Zwangsbedingungen auf und zählen Sie die verbleibenden Freiheitsgrade des Systems. Führen Sie geeignete verallgemeinerte Koordinaten q_α ein und drücken Sie die Orte $\mathbf{r}_i$ der Massen durch diese Koordinaten aus.

(b) Die Kraft $\mathbf{F}_i$, die die zugehörige Feder auf die i-te Masse ausübt, hat den Betrag $|\mathbf{F}_i| = k|\mathbf{r}_i|$ und zeigt von der Masse zum Ursprung des Koordinatensystems; sie kann also geschrieben werden als $\mathbf{F}_i = -k\mathbf{r}_i$. Berechnen Sie für jede verallgemeinerte Koordinate q_α die entsprechende verallgemeinerte Kraft Q_α, die aus den Federkräften resultiert.
Tipp: Es gilt $f\frac{df}{dx} = \frac{1}{2}\frac{d}{dx}f^2$.

Bitte Rückseite nicht übersehen.

2 Pendel am Balken

Zwei punktförmige Pendelkörper mit jeweils einer Masse m sind über masselose Stäbe der Länge ℓ an den Enden eines masselosen Balkens der Länge $2L$ aufgehängt. Der Balken selbst ist drehbar um eine Achse durch seine Mitte gelagert. Die Bewegung des Balkens und der Pendelkörper findet nur in der x-y-Ebene statt.

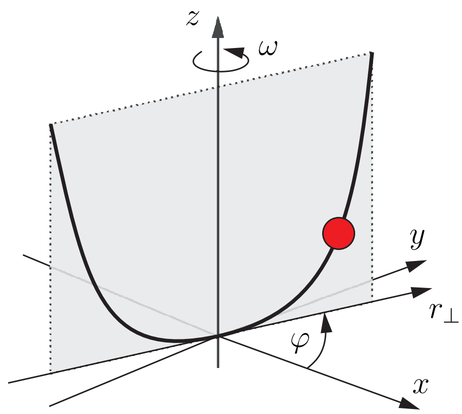


(a) Wie viele Freiheitsgrade hat das System? Geben Sie geeignete verallgemeinerte Koordinaten an und drücken Sie damit die Positionen der beiden Pendelkörper aus.

(b) Auf die Pendelkörper wirkt jeweils die Gravitationskraft $\mathbf{F} = -mg\mathbf{e}_y$. Berechnen Sie für jede verallgemeinerte Koordinate die zugehörige verallgemeinerte Kraft.

3 Perle auf einem Draht

Ein masseloser Draht hat die Form des Graphen von $z = ar_\perp^4$ (a=konst.) und ist drehbar um die z-Achse gelagert, siehe Abbildung. Eine als punktförmig anzusehende Perle der Masse m kann reibungsfrei entlang des Drahtes gleiten. Auf die Perle wirkt die Gewichtskraft.



(a) Zunächst könne sich der Draht frei drehen. Schreiben Sie die Zwangsbedingung(en) auf. Wie viele Freiheitsgrade hat das System? Führen Sie geeignete verallgemeinerte Koordinaten ein und drücken Sie die Position $\mathbf{r}$ der Perle in diesen Koordinaten aus. In welche Richtung(en) zeigt die Zwangskraft? In welche Richtung(en) zeigt die virtuelle Verrückung $\delta\mathbf{r}$? Ist das Prinzip der virtuellen Arbeit erfüllt? Geben Sie die von der Gewichtskraft herrührenden verallgemeinerten Kräfte an.

(b) Nun könne der Draht sich *nicht* frei drehen, sondern werde durch einen Motor angetrieben, der ihn mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω rotieren lässt. Beantworten Sie dieselben Fragen/Aufgaben wie in Teil (a), wobei hier die wörtliche Beschreibung der Richtungen der Zwangskraft und der virtuellen Verrückung ausreichend ist.