Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik 27. Januar 2009
http://www.itp.tu-berlin.de/menue/lehre/lv/ws08090/pvbs/mech/

Prof. Dr. Tobias Brandes
Dipl. Phys. Valentin Flunkert, Dipl. Phys. Peter Kolski
Malte Langhoff, Miriam Wegert,
Maria Richter, David Rosin

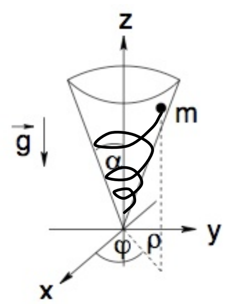
12. Übungsblatt zur Theoretische Physik I Mechanik

Abgabe: KEINE. Dies ist ein reiner Übungszettel, der nicht bewertet wird. Abgaben sind nicht erwünscht.
Klausur: 4. 2. 2009 BEGINN um **Punkt 8:00 Uhr** (s.t.) im Raum **ER 270** (Altbau)

Aufgabe 42 (5 Punkte): *Massepunkt im Zentralpotential*

1. Leiten Sie einen Ausdruck für die kinetische Energie T eines Massepunktes der Masse m her, welches sich in einem Zentralpotential $V(\underline{r})$ befindet. Verwenden Sie dabei geeignete Koordinaten.
2. Formulieren Sie die Lagrange-Funktion des gegebenen Problems unter Verwendung geeigneter Koordinaten.
3. Bestimmen Sie die Lagrange'schen Bewegungsgleichungen 2. Art.
4. Geben Sie mindestens zwei Intergrale der Bewegung mit Begründung und physikalischer Bedeutung an.

Aufgabe 43 (10 Punkte): *Massepunkt auf kegelförmiger Spiralbahn*
Ein Massepunkt der Masse m bewegt sich unter Einwirkung der Gravitationskraft $\mathbf{F} = -mg\mathbf{e}_z$ reibungsfrei entlang einer Spiralbahn, die entlang der Fläche eines Kegels verläuft. Ihre Spitze liegt am Ursprung und ihre Öffnung zeigt nach oben.



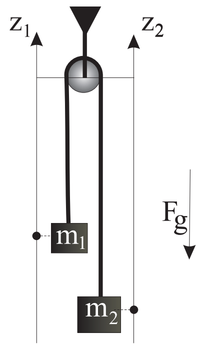
1. Transformieren Sie das System in geeignete generalisierte Koordinaten.
2. Stellen Sie die Lagrangefunktion $L(q(t), \dot{q}(t), t)$ der Bewegung auf.
3. Erzeugen Sie aus der Lagrangefunktion die Hamiltonfunktion $H(q(t), p(t), t)$ durch Legendre-Transformation.
4. Stellen Sie die Hamilton'schen Bewegungsgleichungen mit Poissionklammern auf.

Aufgabe 44 (5 Punkte): *Trägheitstensor*
Berechnen Sie den Trägheitstensor eines Kegels

12. Übung TPI WS08/09

Aufgabe 45 (10 Punkte): *Atwoodsche Fallmaschine*

Zwei Massen m_1 und m_2 seien wie in der nebenstehenden Figur durch ein Seil über eine Rolle miteinander verbunden. Die Massen sollen sich nur in die z-Richtung bewegen und dem äußeren homogenen Gravitationsfeld in diese Richtung unterliegen.



1. Formulieren Sie die Zwangsbedingung des Systems und klassifizieren Sie diese..

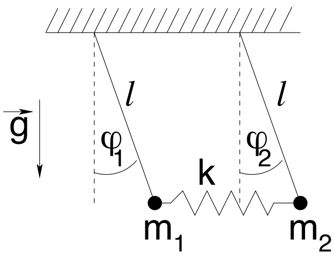
2. Führen Sie neue Koordinaten ein, in denen keine Zwangskräfte auftreten, und stellen Sie die Lagrangefunktion in diesen auf.

3. Berechnen Sie die Hamiltonfunktion des Systems in den neuen Koordinaten.

4. Stellen Sie die Hamiltonschen Bewegungsgleichnungen auf und lösen sie diese.

Aufgabe 46 (10 Punkte): *Gekoppelte, ebene Pendel*

Betrachte zwei gekoppelte, ebene Pendel mit der Länge l und den Massen m_1 bzw. m_2, welche durch eine Feder mit Federkonstante k miteinander gekoppelt sind (siehe Abb.).



1. Gib die Lagrange-Funktion an.

2. Leite im Lagrange-II-Formalismus die Bewegungsgleichung für die beiden Massen her. *Hinweis: Berücksichtige für die Kopplung der beiden Massen nur die Auslenkungen in x-Richtung.*

3. Betrachte nun den Spezialfall $m_1 = m_2$. Wähle einen geeigneten Lösungsansatz und leite für den Fall kleiner Auslenkungen die beiden Fundamentalschwingungen unter Verwendung einer Koeffizientenmatrix her.

4. Bestimme $\varphi_1(t)$ und $\varphi_2(t)$ für folgende Anfangsbedingungen: $\varphi_1(0) = \varphi_0$ und $\varphi_2(0) = \dot{\varphi}_1(0) = \dot{\varphi}_1(0) = 0$, d.h.: Das Pendel der Masse m_1 ist maximal ausgelenkt und das Pendel der Masse m_2 hängt senkrecht nach unten.