Technische Universität Berlin – Institut für Theoretische Physik 7. Dezember 2010

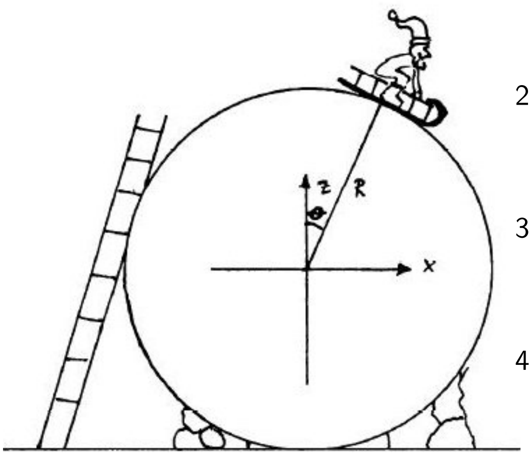
Prof. Dr. Harald Engel,
Dipl. Phys. Stefan Fruhner, Dipl. Ing. Maximilian Schmitt, Dipl. Ing. Andreas Zöttl
Andrea Vüllings, Maria Richter, Tanja Schlemm, Eike Verdenhalven

8. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik

Abgabe: Mi. 05.01.2011 8:15 Briefkasten ER-Geb./online über ISIS (max. 1MB)
Bei den schriftlichen Ausarbeitungen werden ausführliche Kommentare zum Vorgehen erwartet. Dafür gibt es auch Punkte! Die Abgabe soll in Dreiergruppen erfolgen.

Aufgabe 20 (10 Punkte): *Weihnachtsmann auf Kugel*

Ein (fast) punktförmiger Weihnachtsmann der Masse m liegt in Ruhe auf dem obersten Punkt $(\theta = 0)$ einer glatten Kugel (Radius R). Durch eine infinitesimal kleine Störung beginnt er nun reibungsfrei auf der Kugeloberfläche herunterzugleiten. Es soll berechnet werden, bei welchem Winkel der Weihnachtsmann abhebt.



1. Bestimme die Lagrangefunktion für eine allgemeine, freie Bewegung eines Massenpunktes im Schwerefeld $(\mathbf{g} = -g\mathbf{e}_z)$ in Kugelkoordinaten (r, θ, ϕ). Wie lautet die zu ϕ gehörige Erhaltungsgröße?

2. Stelle die Lagrange'schen Bewegungsgleichungen 1. Art für die Bewegung auf der Kugeloberfläche auf. Setze $\phi =$ const. und begründe dies.

3. Multipliziere die azimutale (zu θ-gehörige) Bewegungsgleichung mit $\dot{\theta}$ und integriere sie unter Berücksichtigung der Anfangsbedingung einmal.

4. Berechne die Zwangskraft auf die Kugel und bestimme damit, unter welchem Winkel θ_0 der Weihnachtsmann von der Kugel abhebt.

5. An welchem Punkt $(\bar{x}, 0, -R)$ schlägt der Weihnachtsmann am Boden auf?

Aufgabe 21 (10 Punkte): *Longitudinale Molekülschwingungen*
Wir betrachten die Schwingungen eines linearen, dreiatomigen, symmetrischen Moleküls.

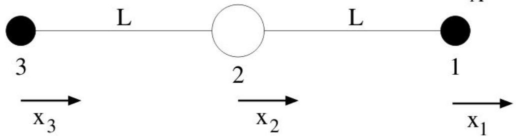
1. Die benötigten Kräfte, um die Atome aus der Ruhelage zu bringen, seien linear in deren Auslenkungen x_i, die "Federkonstanten" sind $k_i \equiv k$. Wie lautet die Lagrangefunktion?

2. Gehe ins Schwerpunktsystem um x_2 zu eliminieren und verwende die *Normalkoordinaten* $X_1 = x_1 + x_3$ und $X_2 = x_1 - x_3$ als verallgemeinerte Koordinaten. Stelle die Lagrange'schen Bewegungsgleichungen 2. Art auf.

3. Löse die Bewegungsgleichungen zuerst allgemein. Wie lauten die Normalfrequenzen ω_1 und ω_2? Betrachte nun folgende spezielle Anfangsbedingungen:

   - $x_1(0) = x_3(0) \neq 0$ und $\dot{x}_1(0) = 0 = \dot{x}_3(0)$.
   - $x_1(0) = -x_3(0) \neq 0$ und $\dot{x}_1(0) = 0 = \dot{x}_3(0)$.

   Wie sieht $x_1(t), x_2(t)$ und $x_3(t)$ aus? Skizziere das Verhalten der Schwingung! Was ist die symmetrische, was die antisymmetrische Normalschwingung? Begründe dies anschaulich!



Aktuelle Informationen werden auf der Webseite bekannt gegeben. Diese ist zu erreichen über

http://www.tu-berlin.de/index.php?id=90108

Wochenplan

	Mo	**Di**	**Mi**	**Do**
8-10		VL EW 202	VL EW 202	
10-12	Tut ER 164 AV	Tut EW 016 TS	Tut EW 229 MR	
12-14	Tut EW 229 SAM	Tut ER 164 AV	Tut EW 226 EV Tut EW 731 TS	
14-16		Tut ER 164 SAM	Tut EW 229 MR	
16-18		Tut ER 164 SAM	Tut ER 164 EV	

SAM – Stefan Fruhner/ Andreas Zöttl/ Max Schmitt, MR – Maria Richter, TS – Tanja Schlemm, EV – Eike Verdenhalven, AV – Andrea Vüllings

Sprechzeiten:

Name	**Tag**	**Zeit**	**Raum**	**Tel.**
Prof. Dr. H. Engel	Mi.	14:30-16:00	EW 738	79462
Stefan Fruhner	Fr.	13:30-14:30	EW 627/28	27681
Max Schmitt	Do.	10:00-11:00	EW 708	25225
Andreas Zöttl	Mi.	11:00-12:00	EW 702	24253
Maria Richter	Mi.	16:30-17:30	EW 060	26143
Tanja Schlemm	Mo.	13:30-14:30	EW 060	26143
Eike Verdenhalven	Di.	13:00-14:00	EW 060	26143
Andrea Vüllings	Do.	12:15-13:15	EW 060	26143