Probeklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. C. Pfleiderer

Wintersemester 2014/15

16. Januar 2015

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (8 Punkte)

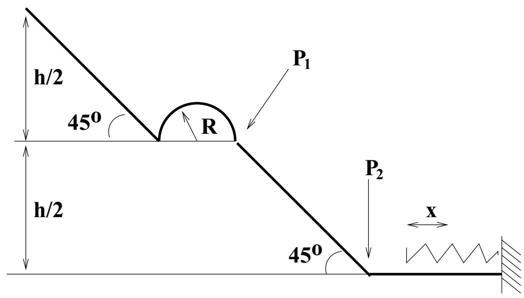
Ein punktförmiger Schlitten mit Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0\text{m/s}$ und totaler Masse $m_1 = 1000\text{kg}$ gleitet reibungsfrei einen Hang der Steigung $\phi = 45°$ hinunter. Auf halber Höhe $\frac{h}{2}$ fährt er über eine halbkreisförmige Bodenwelle mit Radius $R = 10\text{m}$.

(a) Der Schlitten startet in der Höhe h. Es stellt sich heraus, dass er am höchsten Punkt der Bodenwelle den Bodenkontakt gerade nicht verliert. Berechnen Sie daraus die Starthöhe h.

(b) Am Ende des Hügels befindet sich auf horizontaler Ebene eine ideale Feder mit Federkonstanten $k = 6000\text{N/m}$. Um welche Strecke x wird die Feder maximal zusammengedrückt, wenn der Schlitten in der Höhe h gestartet ist?

(c) Welche maximale Höhe h_1 erreicht der Schlitten, wenn er von der Feder zurückkatapultiert wird?

(d) Hinter der Bodenwelle steht am Punkt P_1 ein ruhender zweiter Schlitten mit Masse $m_2 = 250\text{kg}$. Beim Stoss verkeilen sich die beiden Schlitten ineinander und gleiten gemeinsam weiter. Welche Geschwindigkeit haben beide Schlitten unmittelbar nach dem Stoss?



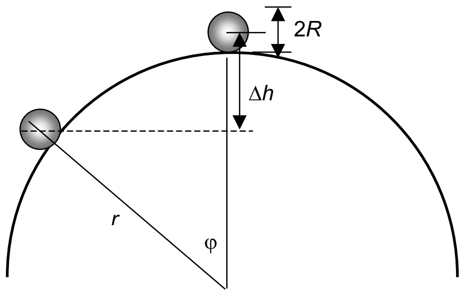
Aufgabe 2 (2 Punkte)

Wie groß muss die Fläche einer schwimmenden Eisscholle ($\rho_{\text{Eisscholle}} = 920\text{kg/m}^3$) von 30cm Dicke sein, damit sie einen Seeelefanten von 1t Gewicht tragen kann?

Aufgabe 3 (4 Punkte)

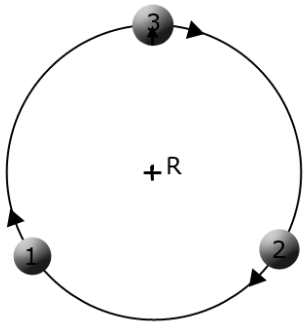
Eine Kugel (Masse M, Massenträgheitsmoment $I = {}^2\!/_5 MR^2$ und Radius R) rolle aus der Ruhe heraus ohne zu rutschen auf einer Kugeloberfläche mit dem Radius r ab.

Bei welchem Winkel ϕ, gemessen mit der Vertikalen, löst sich die Kugel von der Unterlage ab?



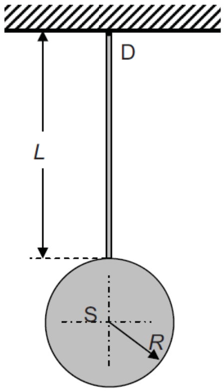
Aufgabe 4 (3 Punkte)

Drei identische Planeten sind symmetrisch auf einer Umlaufbahn um den gemeinsamen Schwerpunkt angeordnet. Stellen Sie die wirkenden Kräfte auf die jeweiligen Planeten in Bezug zum Schwerpunkt ($\vec{R} = \frac{1}{M}(m_1\vec{r_1} + m_2\vec{r_2} + m_3\vec{r_3})$)auf. Bestimmen Sie daraus die Formel für Umlaufzeiten der Planeten.



Aufgabe 5 (4 Punkte)

Ein Güterwagen der Masse $m_1 = 25000$kg fährt gegen einen stehenden Personenwagen und kuppelt an diesen an. Bei diesem Manöver werden 30% der kinetischen Energie des Güterwagens in nicht-mechanische Energieformen umgewandelt. Berechnen Sie die Masse m_2 des Personenwagens.



Aufgabe 6 (7 Punkte)

Eine massive Vollkugel (Radius: $R = 0,07\text{m}$, Dichte: $2,7 \cdot 10^3 \text{kg}/meter^3$, $I = {}^2\!/\!{}_5 MR^2$) hängt an einem dünnen masselosen Stahldraht ($L = 0,25\text{m}$). Die Kugel schwingt um den Aufhängepunkt D.

(a) Stellen Sie die Differentialgleichungen auf und leiten Sie daraus die Schwingungsdauer T_0 für die Pendelbewegung bei kleinen Amplituden

i) für eine Punktmasse bei $L + R$ (T_0^{math})

ii) als physikalisches Pendel mit ausgedehnter Kugel (T_0^{phys}) ab.

Jetzt führt die Kugel eine Drehschwingung um die Drahtachse $D - S$ aus

(b) Bestimmen Sie die Drehfederkonstante k^* für die Verdrillung (Torsion) des Drahts. Gehen Sie dafür davon aus, dass die Schwingungsdauer die gleiche ist wie beim physikalischen Pendel der ersten Teilaufgabe.

Aufgabe 7 (5 Punkte)

Gegeben sei eine Welle mit der Frequenz $f = 5\text{Hz}$, der Amplitude $A = 12$ cm und der Ausbreitungsgeschwindigkeit $c = 20$ m/s.

(a) Bestimmen Sie Kreisfrequenz, Wellenzahl und geben Sie die Funktion ($y(x,t)$) der Welle an.

Bestimmen Sie für jeden Ort der Welle

(b) die maximale Geschwindigkeit v_{max} ,

(c) die maximale Beschleunigung a_{max} .