

Name(n):
Matrikelnummer(n):

Übungsgruppe:

Experimentalphysik I, SS 2014

Prof. Dr. B. Maier

J. Ribbe (jan.ribbe@uni-koeln.de) / E. Oldewurtel (enno.oldewurtel@uni-koeln.de)

Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln

www.biophysics.uni-koeln.de

Übungsblatt 4

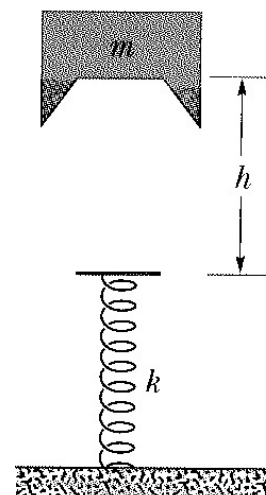
Ausgabe: Montag, 28. April 2014

Abgabe: Montag, 05. Mai 2014

Aufgabe Nr.:	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte:							

1. [3 Punkte] Feder und Energieerhaltung

Ein Block der Masse $m = 20 \text{ kg}$ fällt aus einer Höhe von $h = 40 \text{ cm}$ auf eine Feder mit der Federkonstanten $k = 1962 \text{ N/m}$. Wie weit ist die Feder am Ende zusammengedrückt?

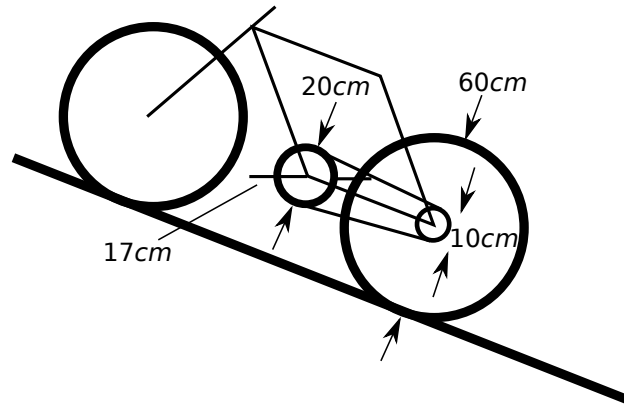


2. [3 Punkte] Feder in Aufzug

Eine Feder (masselos, Federkonstante K) ist an der Decke eines Aufzugs befestigt. An der Feder ist eine Masse m angebracht. Der Aufzug erfährt eine Beschleunigung \vec{a}_0 in vertikaler Richtung. Druecken Sie die Auslenkung Δx der Feder als eine Funktion der Parameter g , a_0 , m und K aus. Diskutieren Sie die Fälle, wenn der Aufzug nach a) oben, b) unten fährt, bzw. c) still steht

3. [4 Punkte] Statisches Gleichgewicht und Drehmoment: Radfahrer am Hang

Ein Radfahrer fährt einen steilen Hang hinauf und merkt, dass es möglich ist still zu stehen, wenn er nur auf dem vorderen Pedal steht, und dieses genau waagrecht ist.



- a) Der Pedalarm hat eine Länge von 17cm , das vordere Kettenblatt einen Durchmesser von 20cm , der hintere Zahnkranz 10cm und der Hinterreifen einen Durchmesser von 60cm . Welche Käfte, bzw. Drehmomente sind bei statischem Gleichgewicht äquivalent? Nutze diese Informationen um einen Ausdruck für den Winkel des Hangs zu finden, wenn das Gewichts des Fahrrads vernachlässigt werden kann.

(Hilfe: Unter Verwendung oben genannter Größen ergibt sich ein Winkel von ca. 16°)

4. [3 Punkte] Kreuzprodukte

a) Berechnen Sie $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1.5 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} -4 \\ 0.5 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ -1 \end{pmatrix}$ und $\begin{pmatrix} 1 \\ -3 \\ 0.5 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 2 \\ 1.5 \\ 2.5 \end{pmatrix}$

- b) Eine Fläche wird durch die Vektoren $\vec{a} = \begin{pmatrix} 0.5 \\ 2.5 \\ 0.75 \end{pmatrix}$ und $\vec{b} = \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1.5 \end{pmatrix}$ aufgespannt. Berechnen Sie den Normalenvektor auf die Fläche und ihren Flächeninhalt.

- c) Ein Rhomboeder wird durch die Vektoren

$$\vec{a} = \begin{pmatrix} -4 \\ -0.25 \\ -1 \end{pmatrix}, \vec{b} = \begin{pmatrix} -1.5 \\ -2.75 \\ -0.5 \end{pmatrix} \text{ und } \vec{c} = \begin{pmatrix} -2.5 \\ -1.5 \\ 3.25 \end{pmatrix} \text{ aufgespannt. Berechnen Sie das Volumen.}$$

- d*) Beweisen Sie die GRASSMANN-Identität für ein beliebiges Kreuzprodukt im 3 dimensionalen Raum:

$$\vec{a} \times (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b}(\vec{a} \cdot \vec{c}) - \vec{c}(\vec{a} \cdot \vec{b})$$

(* ist optional)

5. [4 Punkte] Gravitationspotential an der Oberfläche

Das Gravitationspotential für ein Partikelchen der Masse m im Außenraum der Erde ist gegeben durch

$$V = -\frac{GMm}{r} \quad (2)$$

wobei r der Abstand zum Erdmittelpunkt ist, M die Masse der Erde und G die Gravitationskonstante.

- a) Zeigen Sie durch TAYLOREntwicklung bis zur ersten Ordnung ($n=1$), dass in der Nähe der Erdoberfläche das Potential näherungsweise die Form:

$$V = mgh + \text{const.} \quad (3)$$

hat, mit g als Erdbeschleunigung. Berechnen Sie daraus die Erdbeschleunigung g .

Hinweis 1: Die Taylorentwicklung einer Funktion $f(x)$ um die Stelle a bis zur m -ten Ordnung ist definiert als:

$$T_m f(x; a) = \sum_{n=0}^m \frac{1}{n!} \left. \frac{\partial^n f(x)}{\partial x^n} \right|_{x=a} \cdot (x-a)^n \quad (4)$$

Hinweis 2: Berechnen Sie die ersten Terme der TAYLOREntwicklung der Funktion $1/(1+x)$ um $x=0$ und wenden Sie das Ergebnis auf

$$U = -\frac{GMm}{R+h} = -\frac{GMm}{R} \frac{1}{1+h/R}$$

an (R : Erdradius, h : Höhe über dem Erdboden).

- b) Man kann den Gültigkeitsbereich der Näherung durch die Taylorentwicklung grob dadurch abschätzen, daß man den ersten vernachlässigten Term mit dem letzten berücksichtigten Term vergleicht. Bis zu welcher Höhe über dem Erdboden ist der Betrag des Verhältnisses des Terms zweiter Ordnung zu dem Term erster Ordnung kleiner als 1%?

6. [3 Punkte] Gravitation

Drei gleiche Massen m befinden sich in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks der Seitenlänge d .

- Skizzieren Sie die Kraftlinien des resultierenden Schwerefeldes in der Dreiecksebene.
- In welchem Punkt in der Dreiecksebene ist die Feldstärke 0?
- Wie groß ist das Gravitationspotential in diesem Punkt?

Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20