Name(n): Übungsgruppe:

Matrikelnummer(n):

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 6

Ausgabe: **Montag, 12.Mai 2014**

Abgabe: **Montag, 19.Mai 2014**

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

1. **[3 Punkte] Drehmoment und Corioliskraft: Gleisbelastung beim Zug**

   Ein Zug auf Höhe des Breitengrades λ fährt Richtung Norden mit einer Geschwindigkeit v auf geradem und ebenem Gleis. Auf welche Schiene wirkt eine größere vertikale Kraft? Zeige, dass das Verhältnis $R = \frac{N_B}{N_A}$ der Normalkräfte, der linken Schiene A und rechten Schiene B, näherungsweise wie folgt ausgedrückt werden kann:

   $$R \approx 1 + \frac{8\Omega\, v\, h\, \sin\lambda}{g\, a}$$

   h ist hier die Höhe des Schwerpunkts des Zuges über den Schienen, welche eine Breite a auseinander liegen. g ist die Erdbeschleunigung und Ω die Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation.

2. **[6 Punkte] Mikrobielle Volumenbestimmung**

   Bestimmen Sie das Volumen unterschiedlicher geometrischer Formen. Die Volumenbestimmung **soll über die Volumenintegration und nur auf diesem Wege geschehen**:

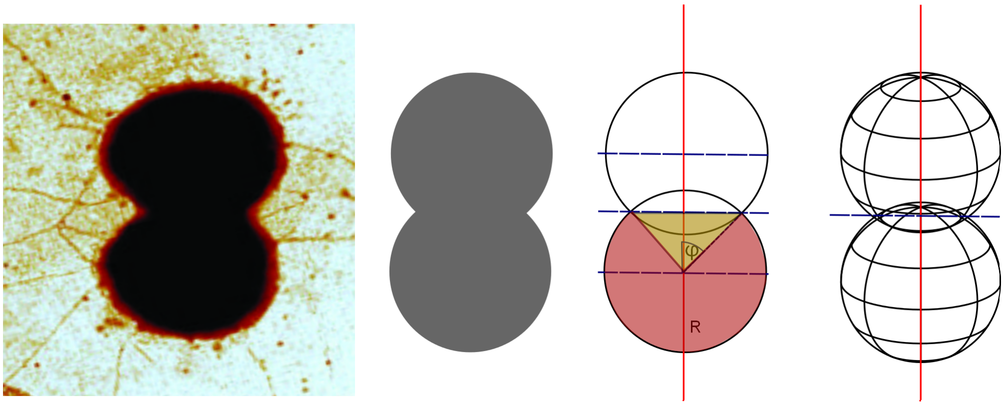
   $$V = \int dV = \iiint 1\, dxdydz$$

   Denken Sie daran das Volumenelement dV in das von Ihnen gewaehlte Koordinatensystem umzuformen.

   Vorarbeit:

   a) Bestimmen Sie das Volumen einer Kugel mit Radius R.

   b) Bestimmen Sie das Volumen eines Kreiskegels mit Radius R_{Kegel} und Höhe h.



c) Auch in der Mikrobiologie ist die Bestimmung von Volumina von Bedeutung. So liegt z.B. die Größenordnung von Bakterien im Bereich von μm, weshalb schon eine geringe Anzahl von Molekülen, einer großen Konzentration entsprechen kann. Hier blicken wir auf den Organismus *Neisseria gonorrhoeae*, dem Bakterium, das Gonorrhö und Bindehautentzündung verursachen kann. Lassen Sie uns versuchen das Volumen dieser Bakterien, auch Gonokokken genannt, zu bestimmen.

Gonokokken bilden gewöhnlich einen Diplokokkus. Dessen Gestalt der Abbildung entspricht. Bestimmen Sie das entsprechende Gesamtvolumen, indem Sie das Volumen einer Hälfte des Diplokokkus integrieren (Abbildung rot/gelb markiert) und dann verdoppeln. Der Halbwinkel des Kegels soll $\theta_c = 45°$ betragen.

Hinweis: Verschiedene Wege sind zweckmäßig und führen auf lösbare Integrale:

- Direkt in einem Integral: Es ist nützlich das Problem entsprechend in Zylinderkoordinaten auszudrücken. Drücken Sie dafür die Grenzen des Radius als Funktion der Höhe aus.

  oder

- Zerlegen Sie das Volumen in Teilintegrale um so auf das Gesamtvolumen zu gelangen, z.B. das Kugelsegment mit $\theta_c \leq \theta \leq \pi$ (Abbildung, rot), den inversen Kreiskegel (Abbildung, gelb) mit $0 \leq \theta \leq \theta_c$ und/oder das abgeschnittene Kugelsegment (nicht farbig markiert).

3. [4 Punkte] Gravitationskräfte in der Kugelschale

Zwei konzentrische, homogene Kugelschalen mit Zentrum in Koordinatenursprung, haben die Massen M_1 und M_2 sowie die Radien a bzw. $2a$. Wie groß ist die Gravitationskraft auf eine Punktmasse m, die sich

a) im Abstand $3a$

b) im Abstand $1,9a$ bzw.

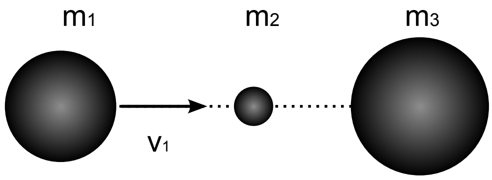
c) im Abstand $0,9a$ vom Mittelpunkt der beiden Kugeln befindet?

Nun wird jetzt die kleinere Hohlkugel entlang der x-Achse um a in positive Richtung verschoben.

d) Geben Sie den allgemeinen Ausdruck in kartesischen Koordinaten für die Kraft auf eine Punktmasse m, die sich außerhalb der großen Hohlkugel befindet. (Hinweis: Wenden Sie das Superpositionsprinzip an!)

4. **[5 Punkte] Horizontaler Billiardstoß**

Drei Kugeln sind auf einer horizontalen Geraden hintereinander angeordnet. Die Massen der ersten und dritten Kugel betragen m_1 und m_3 . Die zweite und dritte Kugel sind anfangs in Ruhe. Die erste Kugel erhält eine Geschwindigkeit v_1 und stößt zentral und elastisch auf die zweite Kugel, diese wiederum macht danach einen zentralen elastischen Stoß mit der dritten Kugel.



a) Wie groß muß die Masse m_2 sein, damit die Energie der dritten Kugel nach dem Stoß maximal wird?

b) Berechnen sie unter der Bedingung von Teil a) die Energie der dritten Kugel.

c) Vergleichen Sie das in Teil b) erhaltene Ergebnis mi der Energieübertragung beim direkten zentralen Stoß der ersten mit der dritten Kugel, d.h. also ohne die Kugel mit der Masse m_2.

Rechnen Sie erst allgemein, bevor Sie die Zahlenwerte $m_1 = 1\text{kg}$, $m_3 = 3\text{kg}$, $v_1 = 1\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$ einsetzen.

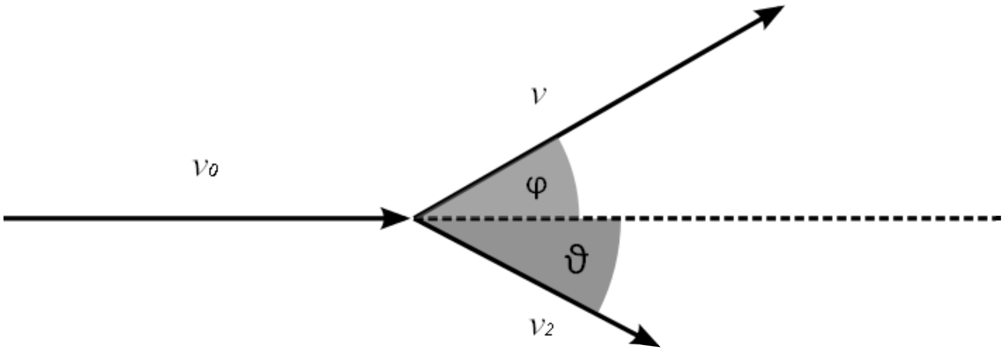
5. **[2 Punkte] Billiard**

Ein Teilchen mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 stoße mit einem ruhenden Teilchen zusammen und werde um den Winkel φ abgelenkt. Seine Geschwindigkeit nach dem Stoß sei v . Das zweite Teilchen werde gestreut, wobei seine Geschwindigkeit den Winkel ϑ mit der Anfangsrichtung des ersten Teilchens bildet.

a) Verwenden Sie die Impulserhaltung, um zu zeigen, dass sowohl für einen elastischen als auch für einen unelastischen Stoß gilt:

$$\tan\vartheta = \frac{v\sin\varphi}{v_0 - v\cos\varphi}$$

b*) (+2Punkte) Zeigen Sie, dass im Spezialfall eines elastischen Stoßes und gleicher Massen der beiden Teilchen $\varphi + \vartheta = 90°$ gilt.



Erreichbare Gesamtpunktzahl: 20