

Klassische Experimentalphysik I – Mechanik

Winter 2015/2016, Prof. Thomas Müller, IEKP, KIT

Aufgabenblatt 7; Übung am 09. Dezember (Mittwoch)

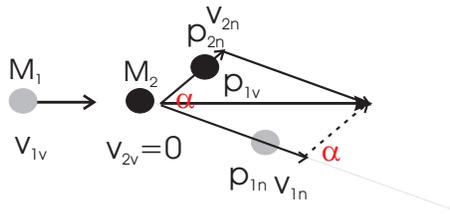
1. Unelastischer Stoß

Bei einem Autounfall in der Großstadt ist einer links abbiegenden Limousine ($m_l = 1t, v_l = 30km/h$) ein Kleinwagen ($m_k = 0,5t, v_k = 70km/h$) genau rechtwinklig in die Seite gefahren. Beide Wagen knautschen bei dem Stoß zu einem strukturlosen Gebilde zusammen. Der Stoß erfolgte zentral, so dass keine Drehmomente entstanden. Personen wurden nicht verletzt.

- Berechnen sie den Bewegungszustand des Klumpens.
- Wieviel Energie wird bei dem Stoß mindestens dissipiert ?

2. Ein Vektorstoß

Ein Teilchen der Masse m_1 stoße mit einem ruhenden Teilchen der Masse m_2 . Beschreiben sie den Stoß im Laborsystem, wenn er völlig elastisch ist. Nutzen Sie bitte die Nomenklatur aus der Zeichnung und rechnen mit Vektoren (Anm. Cosinussatz).



- Unter welchen Bedingungen ist der Winkel α zwischen den Teilchen nach dem Stoß $\alpha > 90^\circ, \alpha = 90^\circ, \alpha < 90^\circ$?
- Wie groß ist die Impulsübertragung als Funktion von m_1/m_2 ?
Unter welchen Bedingungen ist der Impulsübertrag maximal, und wie groß ist er dann?

3. Rakete

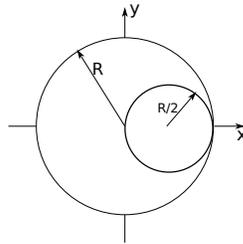
Von der Erde aus wird eine Rakete mit der Startmasse $m_0 = 250t$ bei einem Treibstoffanteil von 80%, einem sekundlichen Massenausstoß (Massenstrom) von $\mu = 10^3 kg/s$ und der konstanten Ausströmungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase $c=3000m/s$ senkrecht gestartet.

Berechnen sie:

- die Brenndauer des Treibsatzes,
- die Endgeschwindigkeit (Brennabschlussgeschwindigkeit) der Rakete
(Achtung DGL; Zwischenlösung $v_E = c \ln \frac{m_0}{m_E} - gt_E$),
- die Beschleunigung bei Start und Brennabschluss,
- die Schubkraft,
- die bei Brennabschluss erreichte Höhe,
- die insgesamt erreichte Höhe,
- die Steigzeit bis zur Gipfelhöhe!

Der Luftwiderstand wird vernachlässigt, die Fallbeschleunigung g wird über die gesamte Höhe als konstant vorausgesetzt.

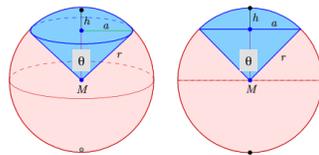
4. Schwerpunkt - *Knobelaufgabe*



- Bestimmen Sie den Schwerpunkt einer Kreisscheibe, in die eine kleinere Kreisscheibe mit der doppelten Massendichte eingesetzt ist. Die kleine Scheibe hat genau den halben Radius der großen Scheibe (siehe Skizze).
- Wo liegt der Schwerpunkt, wenn die kleine Scheibe herausgenommen wird, d.h. die große Scheibe ein Loch hat?

5. Integrale - Volumen, Masse, Schwerpunkt und Trägheitsmomente

Sie haben einen homogenen Kugelsektor K (kegelartigen Ausschnitt vom Zentrum einer Kugel bis zu ihrer Oberfläche) mit Radius R , Öffnungswinkel Θ und konstanten Massendichte ρ .



Quelle - Bild: Wikipedia

- Bestimmen Sie das Volumen, die Masse und den Schwerpunkt!
- Berechnen Sie die Trägheitsmomente des Sektors bzgl. seiner Symmetrieachse und einer dazu senkrechten Achse durch den Kugelmittelpunkt.

Hinweis: Berechnen Sie alle Integrale in Kugelkoordinaten (r, θ, ϕ) mit dem Volumenelement $dV = r^2 \sin\theta dr d\theta d\phi$. Bei Übergang von Kugelkoordinaten in kartesische Koordinaten gelten die folgenden Transformationsgleichungen $x = r \sin\theta \cos\phi$, $y = r \sin\theta \sin\phi$ und $z = r \cos\theta$.

Zusätzlicher Hinweis: Zylinder- und Kugelkoordinaten und deren Volumenelement zu kennen ist für die Zukunft äusserst hilfreich; oder kurz gesagt *ist Grundwissen*.

Wählen Sie die Symmetrieachse geschickt!

6. Ein frisches und ein gekochtes Ei rollen eine schiefe Ebene hinab. Welches ist schneller? (mit Begründung) **Ein Sonderkreuz!**

Diese Aufgabe wird im Nenner der virtuellen Aufgaben nicht berücksichtigt. Für die Lösung erhält man einen zusätzlichen Punkt im Zähler der virtuellen Statistik.

Virtuelles Rechnen - Aufteilung:

||1||2||3a - c||3d - g||4||5a||5b||

Übungsleiter: Frank Hartmann, IEKP, CN, KIT

Tel.: +41 75411 4362; Mobil - immer

Tel.: +49 721 608 23537 - ab und zu

Email: Frank.Hartmann@kit.edu

www-ekp.physik.uni-karlsruhe.de/~hartmann/Mechanik.htm

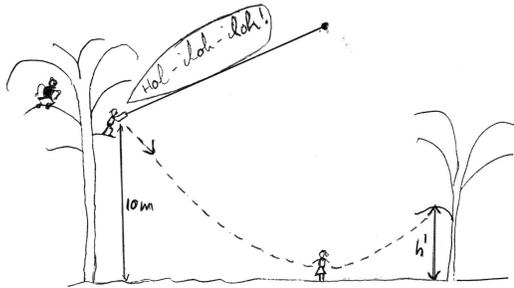
Wer mag - gute Übung

Diese Aufgaben werden nicht zwingend im Tutorium besprochen bzw. zählen nicht zu den virtuellen Aufgaben

1. Energie und Impuls: *Ein Dschungelabenteuer*

(Ehemalige Klausuraufgabe. Mittlerer Schwierigkeitsgrad!)

<p>Nur für Herren: Tarzans Freundin Jane wird von einem Gorilla bedroht. Tarzan sieht dies und schwingt an einer Liane von einem 10m hohen Ast. Im Vorbeifliegen sammelt er Jane auf und erreicht gerade eben den Ast des niederen Baumes!</p> <p>(a) Mit welcher Geschwindigkeit kollidieren Tarzan und Jane?</p> <p>(b) Auf welcher Höhe h' befindet sich der Ast des niederen Baumes, wenn Jane m_J gerade die Hälfte von Tarzan $m_T = 80kg$ wiegt?</p> <p>(c) Berechnen sie die beim Stoß entwickelte Wärmeenergie (Verformungsenergie) W_Q.</p>	<p>Nur für Damen: Janes Freund Tarzan wird von einem Gorilla bedroht. Jane sieht dies und schwingt an einer Liane von einem 10m hohen Ast. Im Vorbeifliegen sammelt sie Tarzan auf und erreicht gerade eben den Ast des niederen Baumes!</p> <p>(a) Mit welcher Geschwindigkeit kollidieren Jane und Tarzan?</p> <p>(b) Auf welcher Höhe h' befindet sich der Ast des niederen Baumes, wenn Jane m_J gerade die Hälfte von Tarzan $m_T = 80kg$ wiegt?</p> <p>(c) Berechnen sie die beim Stoß entwickelte Wärmeenergie (Verformungsenergie) W_Q.</p>
--	--



Tarzan/Jane rettet Jane/Tarzan (Orginalzeichnugn von Prof. Müller)

($g = 10 \frac{m}{s^2}$; Luftwiderstand und Ausdehnung der beiden wird vernachlässigt)

2. Wer mag: DGLs (Siehe Trennung der Veränderlichen)

(a) DGL mit getrennten Variablen

Lösen sie die DGL: $y' = -2x(y^2 - y)$

Anmerkung: Zur Integration benutzen sie am Besten die Partialbruchzerlegung (PZB); *Hier eine Zwischenrechnung:*

$$\frac{1}{y(y-1)} = \frac{a_0}{y} + \frac{a_1}{y-1} \quad \text{Bestimmen sie } a_0, a_1$$

(b) Lineare Differentialgleichung 1. Ordnung Lösen sie die DGL incl. AWA:

$$y' + \frac{1}{2x}y = \sqrt{x} \sin x; \quad y(\pi) = 2\sqrt{\pi}$$