Prof. Dr. Jürgen Eschner
Gebäude E 2 6, Raum 3.02
☎ +49 (681) 302 58016
juergen.eschner@physik.uni-saarland.de
www.uni-saarland.de/lehrstuhl/eschner

Experimentalphysik I
– Wintersemester 2019/20 –
Übungsblatt 7

Aufgabe 24 – Impulsdiagramm

Leiten Sie aus der Impuls- und Energieerhaltung bzw. mit Hilfe des Impulsdiagramms (in welchem $\vec{p}_2 = 0$ und $\vec{p}_1 \parallel \hat{e}_x$ ist) die folgenden Relationen her, welche in der Vorlesung (bzw. im Lehrbuch) bei der Behandlung von Stößen eine Rolle spielen:

a) Beim elastischen Stoß gilt die Kreisgleichung: $(p'_{2x} - \mu v_1)^2 + p'^2_{2y} = (\mu v_1)^2$.

b) Der maximale Winkel von $\vec{p}_1{}'$ zu $\vec{p}_1$ ist gegeben durch $\sin(\theta_1^{\max}) = \frac{m_2}{m_1}$.

c) Beim elastischen, zentralen Stoß gilt $v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1$ und $v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$.

d) Für dieselbe Situation gilt $E'_{\text{kin},2} = \frac{4\mu^2}{m_1 m_2} E_{\text{kin},1}$. Drücken Sie dies außerdem als Funktion von $\frac{m_1}{m_2}$ aus und zeigen Sie, dass das Ergebnis symmetrisch bzgl. der Vertauschung $m_1 \leftrightarrow m_2$ ist.

e) Tragen Sie wie in **Demtröder Abbildung 4.10, S. 108** $\frac{\Delta E_{\text{kin}}^{\max}}{E_1}$ gegen $\frac{m_1}{m_2}$ auf, aber verwenden Sie dazu eine doppelt-logarithmische Skala. Das Massenverhältnis $\frac{m_1}{m_2}$ soll hierbei im Intervall $(\frac{1}{10}, 10)$ gewählt werden.

f) Zeigen Sie anhand eines Impulsdiagramms, dass bei einem zentralen Stoß sehr ungleicher Massen das leichtere Teilchen umkehrt.

Aufgabe 25 – Schwerpunkte starrer Körper

a) Betrachten Sie einen Kegel mit homogener Dichte ϱ_0, dessen höhenabhängiger Radius durch die Funktion $r(z) = R\left(1 - \frac{z}{H}\right)$ mit dem Radius der Grundfläche R und der Gesamthöhe H beschrieben wird. (Koordinatenursprung im Mittelpunkt der Grundfläche)

   (a) Berechnen Sie die Masse des Kegels explizit durch ein Volumenintegral.
   (b) Berechnen Sie den Schwerpunkt des Kegels.
   (c) Berechnen Sie den Gesamtdrehimpuls bei Rotation mit der Kreisfrequenz ω um die z-Achse. (Hilfe: Der Drehimpuls eines Massenelementes $\mathrm{d}m$, welches sich im Abstand r mit der Geschwindigkeit v um die Achse dreht, ist gegeben durch $\mathrm{d}L = rv\,\mathrm{d}m$)

b) Betrachten Sie eine Pyramide mit homogener Dichte ϱ_0 und einer quadratischen Grundfläche mit Kantenlänge A sowie Gesamthöhe H. (Koordinatenursprung im Mittelpunkt der Grundfläche bei $z = 0$)

   (a) Berechnen Sie die Masse der Pyramide.
   (b) Berechnen Sie den Schwerpunkt der Pyramide.
   (c) Berechnen Sie den Gesamtdrehimpuls bei Rotation mit der Kreisfrequenz ω um die z-Achse.

Aufgabe 26 – Ausleger

Zum Bau eines Auslegers stehen vier homogene, quaderförmige Steine der Breite b zur Verfügung.

a) Welche maximale Distanz d kann auf gezeigte Art und Weise erreicht werden, ohne dass der Ausleger zusammenstürzt?
Hinweis: Damit alles stabil ist, darf der gemeinsame Schwerpunkt der Steine oberhalb eines gegebenen Steins (oder der Auflagefläche) nicht über die Kante des Steins hinausragen. Dabei ist nur die Lage des Schwerpunkts in Richtung des Auslegers relevant, nicht seine Höhe.

b) Zu welchem Anteil befindet sich der obere Klotz noch über der Auflagefläche?

c) Stellen Sie sich vor, sie hätten beliebig viele derartige Steine zur Verfügung. Wie groß ist die maximale Distanz die man erreichen kann, wenn man die Steine nach dem in a) verwendeten Schema übereinander setzt?
Hinweis: Betrachten Sie sukzessive die Lage des Schwerpunktes des obersten Steins, dann der obersten zwei Steine usw.