

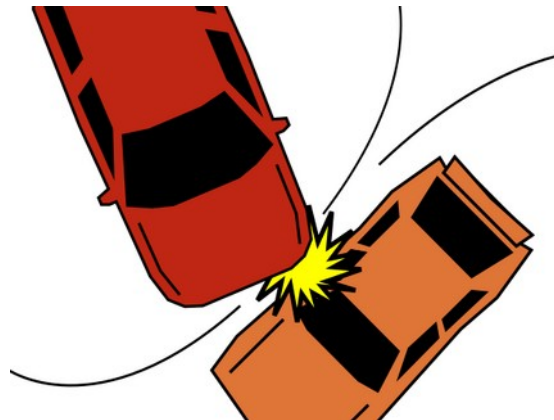
Versuch Stossen und Rotieren

Version 28.4.2021 / Patrik Eschle

Einleitung / Fragestellung

In der zweiten Semesterhälfte haben wir den Impuls $\vec{p} = m \vec{v}$ eingeführt und untersucht, wie bei Stößen zwischen den Stosspartnern Impuls ausgetauscht wird. Zusätzlich zur Translation können Körper auch rotieren. Die Beschreibung von Drehungen und die Bewegungsgleichung haben die gleiche Form wie Bewegungen in der Translationsmechanik. Diese beiden Gebiete werden im Praktikum angewendet.

Abb. 1: Zwei Autos kollidieren. Der Stoss greift nicht im Schwerpunkt an, nach der Kollision werden beide Wagen rotieren.



Nur am Anfang wirkt eine äussere Kraft, danach gibt nur noch innere Kräfte und Drehmomente. Der Impuls und der Drehimpuls sollten deshalb nach der ersten Beschleunigungsphase erhalten bleiben.

Aufgabenstellung (Details weiter unten)

1. Modellieren Sie in Unity mit einem Skript einen zentralen elastischen Stoss zwischen zwei gleich schweren Körpern 1 und 2 (Phase 1).
2. Modellieren Sie einen inelastischen Stoss mit Hilfe eines Unity Joint ausserhalb des Zentrums zwischen den Körpern 2 und 3, der zu einer Rotation beider Körper führt (Phase 2).
3. Berechnen Sie in jedem Zeitschritt den Schwerpunkt aller drei Körper und zeichnen Sie ihn in der Simulation ein.

4. Berechnen Sie in jedem Zeitschritt den Gesamtimpuls stellen Sie ihn als Linie (anstelle eines Vektors) ausgehend vom Schwerpunkt dar.
5. Berechnen Sie in jedem Zeitschritt den Gesamtdrehimpuls aller Körper bezüglich des gemeinsamen Schwerpunkts und stellen Sie seine y-Komponente (senkrecht) als Linie dar. Die Berechnung des Drehimpulses wird in der Vorlesung behandelt werden – sonst fragen Sie bitte nach.

Abgabe

Die Aufgabe wird in Gruppen oder auf Wunsch auch alleine gelöst. Ein Mitglied jeder Gruppe gibt einen Bericht und einen Film ab. Bitte laden Sie die Files als einzelne Dokumente in Moodle hoch, damit wir im pdf Anmerkungen machen können.

Der Bericht umfasst die folgenden Punkte:

- Zusammenfassung der Theorie zu Impuls, Stößen (elastisch, inelastisch), dem Drehimpuls und der Rotation nach dem Stoss.
- Beschreibung der Lösung in Worten mit etwas Hintergrund zu Erkenntnissen und Schwierigkeiten und eine Erklärung zum C#-Skript im Anhang.
- Graphische Darstellung der z-Komponente (Vorwärtsrichtung) des Impulses und der y-Komponente des Drehimpulses als Funktion der Zeit für alle 3 Körper und ihre Summe. Diese Werte können Sie in jedem Zeitschritt berechnen. Die Achsen müssen mit ihrer Bedeutung und der Einheit beschriftet sein.
- Anhang mit C#-Skript zur Berechnung des elastischen Stosses

Der Film soll den ganzen Vorgang zeigen. Die Kamera darf dabei statisch bleiben, aber auch mitfahren, die Perspektive wechseln etc.

Bewertung (12 Punkte)

Bewertet werden

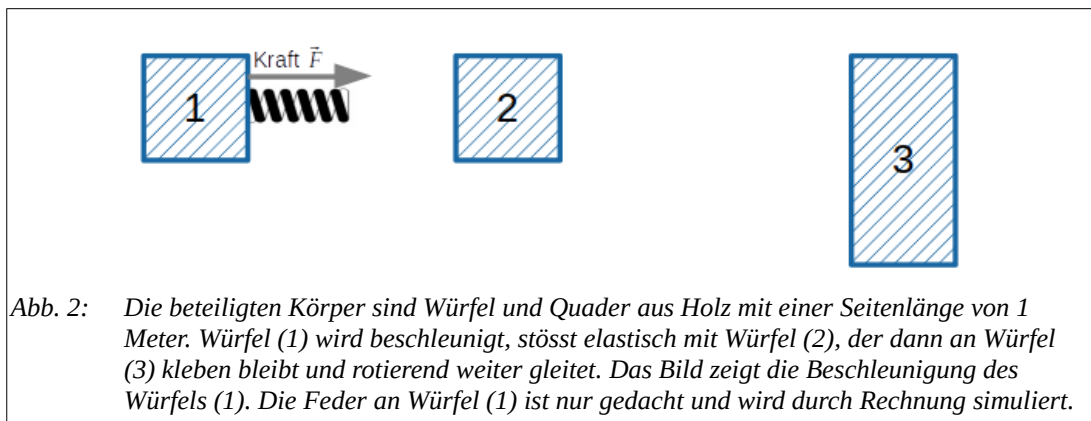
- Korrektheit und Vollständigkeit der Theorie (2 Punkte),
- die sinnvolle Beschreibung des Lösungsweges und Skripts (2 Punkte),
- die graphische Darstellung als Resultat des Versuchs (4 Punkte),
- Korrektheit und Nachvollziehbarkeit des C#-Skripts. Insbesondere sollten Variablenamen sprechend sein und die Einheiten als Kommentare angegeben sein. (2 Punkte).

- Die Darstellung im Film soll den Ablauf deutlich sichtbar zeigen. Eine korrekte Darstellung gibt 2 Punkte, zusätzliche schöne Details geben 1 Bonuspunkt.

Details zum Versuchsaufbau und zur Durchführung

Setup

- Wählen Sie als Körper zwei gleich schwere Würfel (1), (2) mit Seitenlänge 1 m und einen Quader (3) mit den Massen $1 \times 1 \times 2 \text{ m}^3$. Wählen Sie als Dichte 500 kg/m^3 (entspricht etwa Holz).
- Reichen Sie die Körper wie in der Skizze entlang der z-Achse auf - wir wollen uns nicht noch mit schrägen Winkeln herumschlagen.
- Definieren Sie eine Feder von vernünftiger Länge und Federkonstante. Wenn die Feder ganz zusammengedrückt ist sollte ihre gespeicherte Energie ungefähr der kinetischen Energie von Körper (1) entsprechen.



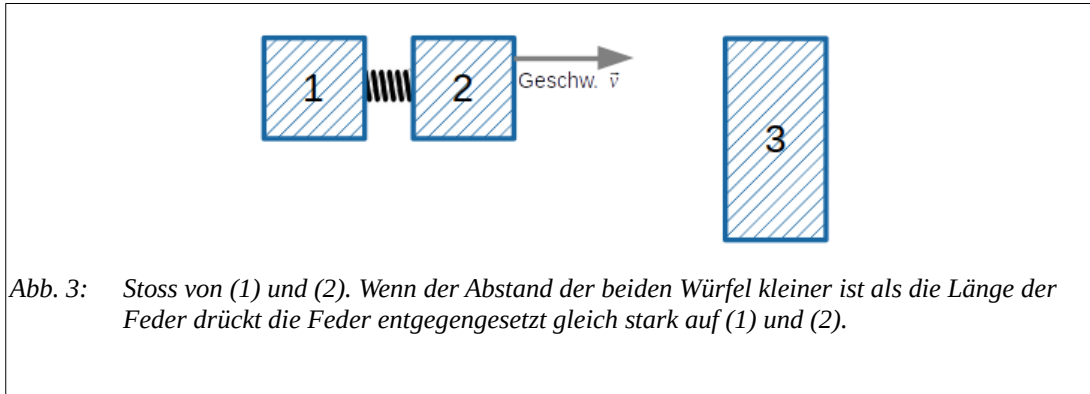
Aufzeichnung

- Schreiben Sie bei jedem Schritt die Position der drei Körper, ihre Geschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit um die vertikale y-Achse heraus. Berechnen Sie in jedem Schritt den Gesamtimpuls und den gesamten Drehimpuls und schreiben Sie die Grössen ebenfalls hinaus.

Stoss (1) → (2)

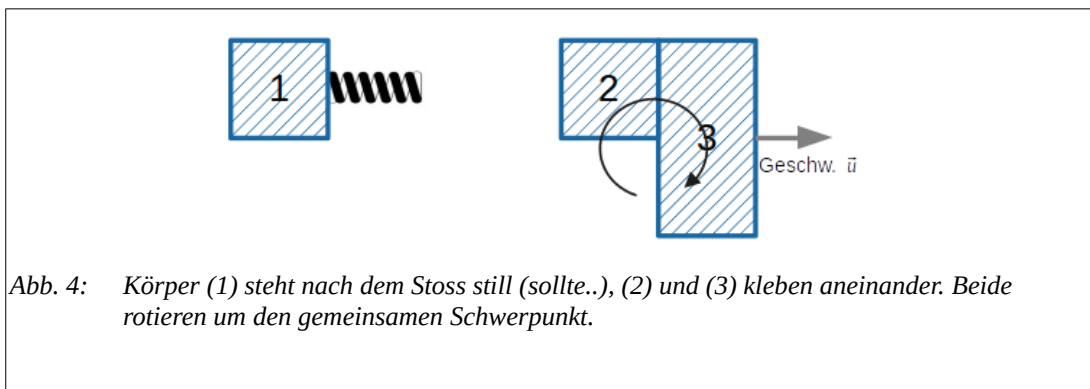
- Beschleunigen Sie den Würfel (1) mit einer konstanten Kraft und stellen Sie die Kraft vor dem Stoss ab. Der Körper soll eine Geschwindigkeit von ungefähr 1 m/s haben.

- Lassen Sie (1) elastisch mit (2) stossen. Berechnen Sie dazu im Control-Script die Kompression der (imaginären) Feder und daraus die Kraft der Feder auf (1) und (2).



Stoss (2) → (3)

- Körper (2) gleitet jetzt auf Körper (3) zu und haftet mit einem inelastischen Stoss an Körper (3). Der zusammengesetzte Körper (2+3) beginnt zu rotieren und gleitet langsamer nach rechts weiter.



Support

- Stellen Sie wenn möglich alle Fragen zu den Praktika Kanal Unity-Corner auf Teams, egal ob sie Physik oder Unity betreffen.
- Die Tutoren und David Kempf können Sie dann bei der Implementation unterstützen.
- Und wenn Sie mit der Physik nicht klar kommen, helfen Ihnen Andreas Witzig oder Patrik Eschle gerne weiter.