

PE FS25 SEMESTERARBEIT, TEIL III

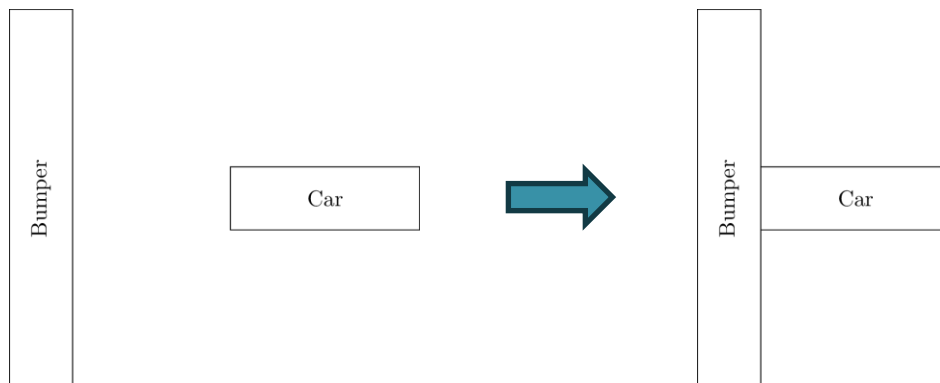
In Teil 3 der Semesterarbeit arbeiten Sie mit der Codebase weiter, die Sie in Teil 2 bearbeitet haben. Es geht also weiterhin um den Wagen, der auf dem Boden gleitet. Im Gegensatz zu Teil 2 ist diese Bewegung aber nicht in einer Dimension begrenzt. Mit anderen Worten: Die am Stoss beteiligten Objekte können am Boden in zwei Dimensionen gleiten und auch rotieren. Aus der Rollbahn wird also ein Luftkissentisch. Stellen Sie sicher, dass die Unity-Szene für diese Teilaufgabe so parametrisiert ist, dass die Masse des Wagens 400 g beträgt und diejenige der Prellböcke je 1 kg.

I. Energieerhaltung

Berechnen Sie die Energie der an den Stößen beteiligten Objekte (kinetische Energie, Federenergie) in den Aufgaben 3 und 4 aus Teil II der Semesterarbeit. Das bedeutet: Sie vergleichen den elastischen Stoss ohne Reibung mit demjenigen mit Reibung. Gehen Sie auf die Physik ein (Gleichungen für die verschiedenen Objekte, totale Energie) und zeigen Sie wiederum Plots. In welchen Fällen ist die Energie erhalten, in welchen nicht? Weshalb / weshalb nicht? Wenn die Energie nicht erhalten ist: Wieviel Energie «fehlt», was ist mit ihr geschehen und kann man die «fehlende» Energie berechnen?

2. Zentraler inelastischer Stoss

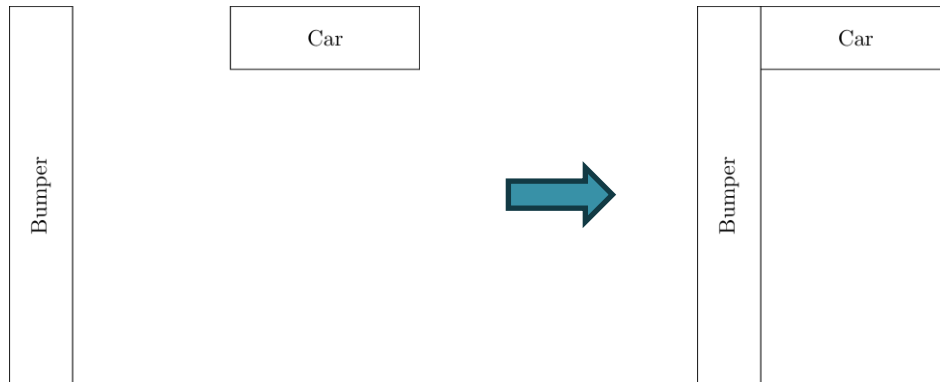
Deaktivieren Sie die in der vorausgehenden Teilaufgabe eingeführte Reibung wieder und vervierfachen Sie die Breite der Prellböcke, so dass sich von oben gesehen folgende Situation ergibt:



Vergrößern Sie ausserdem die Rollbahn («Track») so, dass aus ihr ein Luftkissentisch wird (wir wollen nicht, dass die Objekte vom Tisch fallen). Implementieren Sie dann anstelle des bisherigen elastischen Stosses nun einen inelastischen Stoss. Entfernen Sie dazu die Druckfeder und verbinden Sie im Moment der Kollision die beiden Körper mit Hilfe eines fixed joints [1]. Lassen Sie Unity die Mechanik berechnen und kontrollieren Sie, ob das das Resultat mit der Theorie zum inelastischen Stoss (Geschwindigkeiten, Impuls- und Energieerhaltung) übereinstimmt. Stellen Sie im Bericht die Implementierung und die aus der Simulation und die aus den Berechnungen gewonnenen Erkenntnisse analog zu den vorausgehenden Teilaufgaben vor.

3. Inelastischer Stoss mit Rotation

Versetzen Sie den Wagen nun so, dass er den Prellbock nicht mehr zentral trifft, sondern gemäss der folgenden Illustration:



Der Stoss bleibt weiterhin inelastisch, so dass sich die «L»-förmige Struktur zu drehen beginnt. Damit das geht, müssen Sie die folgende Nebenbedingung modifizieren:

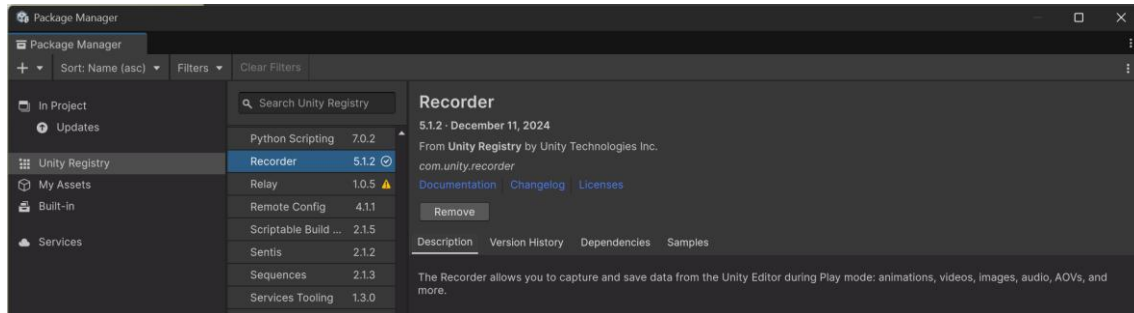
```
rb.constraints = RigidbodyConstraints.FreezePositionX |  
RigidbodyConstraints.FreezePositionY |  
RigidbodyConstraints.FreezeRotationX |  
RigidbodyConstraints.FreezeRotationY |  
RigidbodyConstraints.FreezeRotationZ;
```

Lösen Sie anschliessend folgende Teilaufgaben:

- Berechnen Sie den Massenmittelpunkt und anschliessend das Trägheitsmoment der «L»-förmigen Struktur mit Hilfe des Steiner'schen Satzes und erklären Sie Ihre Arbeit.
- Berechnen Sie den Gesamtdrehimpuls aus der Anfangsgeschwindigkeit des Wagens, dessen Masse und Position. Begründen Sie, weshalb diese Rechnung stimmt.
- Mit welcher Winkelgeschwindigkeit rotiert die L-förmige Struktur? Nutzen Sie die Resultate der Simulation für die Beantwortung dieser Frage und erklären Sie Ihr Vorgehen.
- Extrahieren Sie aus der Simulation die Drehimpulse vor und nach dem Stoss. Vergleichen und interpretieren Sie diese Ergebnisse mit dem oben berechneten Drehimpuls. Beachten Sie: Unity liefert die Winkelgeschwindigkeit der beiden verbundenen Körpern. Sie können den Sachverhalt ausnutzen, dass diese Winkelgeschwindigkeiten gleich sind und auch der Winkelgeschwindigkeit der L-förmigen Struktur entspricht.
- Sind Energie- und Impuls in diesem Szenario erhalten? Kontrollieren Sie Ihre Antwort, indem Sie die entsprechenden Grössen im Verlauf der Zeit mit Hilfe der aus Unity extrahierten Daten berechnen.

4. Video

Erstellen Sie Videos der in Teil 2 und Teil 3 simulierten Szenarien und laden Sie diese bei der Eingabe von Teil 3 in Moodle. Sie können für die einzelnen Teilaufgaben separate Videos hochladen oder die Videos verketteten. Achten Sie dabei auf jeden Fall, dass die Videos den einzelnen Aufgaben zugeordnet werden können. Die Videos sind integraler Bestandteil des Berichtes. Für den Export installieren Sie am einfachsten den Recorder aus der Unity Registry im Package Manager:



5. Bericht

Verfassen Sie einen Bericht über Ihre Implementation. Achten Sie dabei darauf, dass Sie dabei aufzeigen, wie Sie die einzelnen Schritte implementiert haben und dass Sie allen Fragen und Aufforderungen der Aufgabenstellung nachgekommen sind. Der Bericht soll folgenden Aufbau haben:

- Titelseite mit Angaben der Gruppenmitglieder
- Inhaltsverzeichnis
- Zusammenfassung
- Aufbau der Experimente mit jeweils folgenden Abschnitten:
 - Physikalische Beschreibung der einzelnen Vorgänge
 - Beschreibung der Implementierung inklusive Screenshots aus Unity
 - Resultate und Interpretation mit grafischer Darstellung gemäss der detaillierten Aufgabenstellung.
- Rückblick und Lehren aus dem Versuch
- Übernehmen Sie den C#-Code als Anhang in den Bericht. Achten Sie darauf, dass der Code lesbar bleibt. Sie können die Code-Abschnitte den einzelnen simulierten Versuchen zuordnen oder den Code so aufbauen, dass die verschiedenen Szenarien z.B. via Inspector wählbar sind.
- Vergessen Sie nicht, die Videos mit abzugeben. Sie können die verschiedenen Teile auch zu einem Video zusammenschneiden.

[1] <https://docs.unity3d.com/Manual/class-FixedJoint.html>