

Semesterprojekt PE FS 2022

Version 8.3.22022 / PE Team

Um was geht es?

Sie modellieren den gelernten Physikstoff in drei Teilprojekten in Unity. Die drei Teile schliessen aneinander an, und Sie können das erste Modell weiterverwenden. Sie können mit diesem Bericht 65 Punkte erreichen, die 60 % zur Schlussnote beitragen.

Teil 1: Installation und Einführungsprojekt (5 Punkte)

- Installation von Unity (V 2020.3.27f1), Modellierung harmonische Schwingung nach Vorgaben
- Abgabe: Screenshot Unity Hub, harmonischer Oszillator, Kurven, Daten
- Einzelarbeit, Abgabe bis Ende SW 3 (Sonntag, 13.3.22 23:29)

Teil 2: Würfel wird weggestossen (25 Punkte)

- Eine gespannte Feder stösst einen Würfel fort, der Würfel beginnt reibungsfrei zu gleiten.
- Abgabe: Bericht mit Titel, Inhalt, Zusammenfassung und physikalische Beschreibung des Stosses, Video des Versuchs. In den Bericht gehören auch der C#-Code und ein Screenshot des Versuchs.
- Gruppenarbeit (1-3), Abgabe bis Ende SW 9 (Sonntag, 24.4.22)

Teil 3: Stösse, Kreisbewegung und Erhaltungssätze (35 Punkte)

- Der Würfel stösst elastisch mit Verzögerung auf einen anderen Würfel, beide setzen ihren Weg getrennt fort. Die Details sind weiter unten skizziert.
- Abgabe: Wie bei Teil 2. Zusätzlich muss der Bericht eine physikalische Beschreibung der physikalischen Vorgänge im 3. Teil und eine Auswertung der Messungen enthalten.
- Gruppenarbeit, Abgabe bis Ende SW 14 (Sonntag, 29.5.22)

Support

- Stellen Sie Ihre Fragen in Teams und schreiben Sie dort auch über Aha-Momente. Die Tutoren und Dozierenden unterstützen Sie gerne.

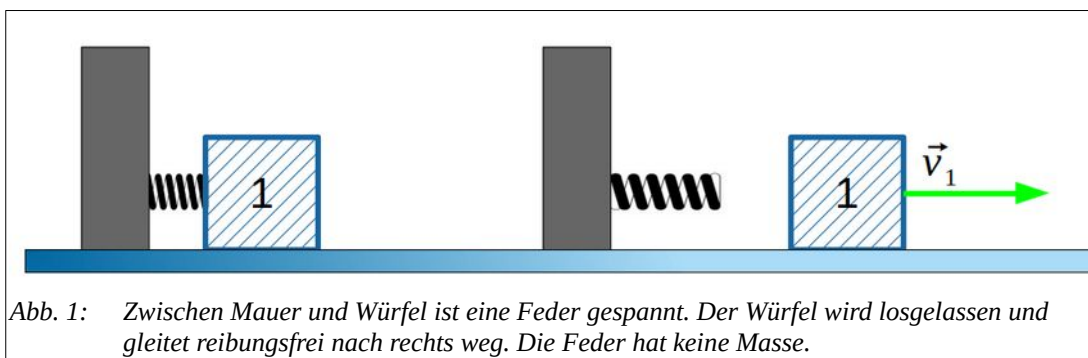
Die einzelnen Aufgaben

Teil 1: Installation und harmonische Schwingung (5 Punkte)

- Sie installieren Unity gemäss den Vorgaben in der zweiten Semesterwoche.
- Als erstes Projekt modellieren Sie einen harmonischen Oszillator und verändern einige Parameter. Dieses Modell können Sie später für den zweiten und dritten Teil weiterverwenden.
- Stellen Sie die Auslenkung als Funktion der Zeit grafisch dar.
- Machen Sie einen Screenshot des Unity Hubs, des laufenden Modells und fügen Sie diese Bilder zusammen mit den Grafiken der Auslenkung in ein Dokument ein, das Sie als pdf hochladen.
- Falls Sie später auch den Bericht für die Gruppe schreiben, erstellen Sie gleich den Bericht mit Titelblatt, Inhalts- und Quellenverzeichnis und machen Sie diesen Versuch zum ersten Kapitel. Bei der Schlussabgabe können Sie dieses Kapitel mit einer kurzen Beschreibung ergänzen.
- Sie werden hier einzeln bewertet.

Teil 2: Würfel wird weggestossen (25 Punkte)

- Ein Würfel 1 wie im harmonischen Oszillator wird durch eine gespannte Feder von einer unendlich schweren Mauer weggestossen.
- Sie können dazu den harmonischen Oszillator weiterverwenden und den Würfel nach einigen Schwingungen von der Feder lösen

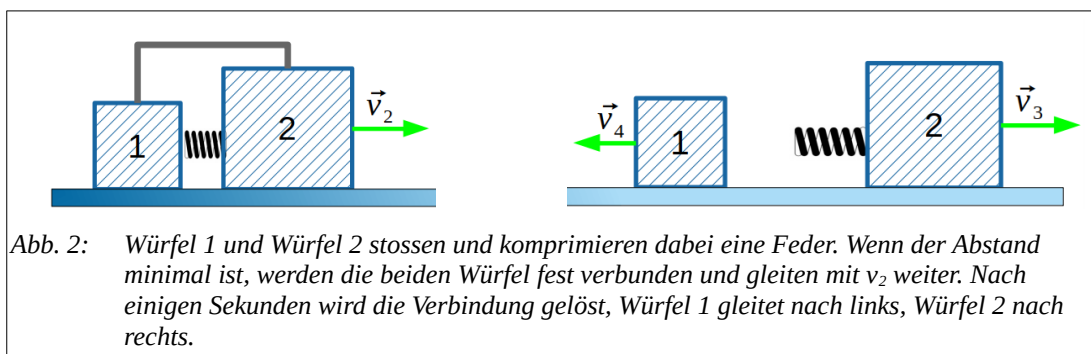


- Dimensionieren Sie Federkonstante und Kompression so, dass der Würfel eine Geschwindigkeit von ungefähr 1 m/s erreicht. Geben Sie dem Würfel eine Masse von 1 kg und eine Seitenlänge von ungefähr 1 m.

- Beschreiben Sie im Bericht die Anordnung des Experimentes und stellen Sie Ort und Geschwindigkeit des Würfels grafisch dar.
- Vergleichen Sie die in der Feder gespeicherte Energie (maximal komprimiert oder gestreckt) mit der kinetischen Energie des gleitenden Würfels.
- Fassen Sie die Ergebnisse in einem Bericht zusammen und laden Sie ihn als pdf zusammen mit einem Video des Versuchs im Format mov, avi, mpeg-2 oder mpeg-4 hoch. Die Tutoren haben auch Erfahrung, wie ein Bericht aussehen sollte.
- Die Federn müssen nicht dargestellt werden (dürfen aber, wenns Spass macht).

Teil 3a: Würfel stossen verzögert elastisch

- Würfel 1 stösst mit Würfel 2. Zwischen den Würfeln wird eine Feder komprimiert. Wenn die Feder maximal komprimiert ist (minimaler Abstand im Experiment), werden die beiden Würfel fest miteinander verbunden und gleiten gemeinsam weiter. Um das Minimum zu detektieren, müssen die Würfel schon wieder auseinander gleiten. Die Zeitschritte sollten klein genug sein, dass dieser eine, verlorene Schritt keine Rolle spielt. Sie können natürlich auch versuchen, vorzuschauen.
- Würfel 2 soll doppelt so schwer sein wie Würfel 1. Zeichnen Sie ihn gleich gross, damit alle Stösse zentral sind (das Material von Würfel 2 hat also eine doppelt so hohe Dichte).
- Nach einer Strecke von ungefähr 5 Meter oder nach einigen Sekunden wird die feste Verbindung gelöst, die Würfel stossen sich voneinander ab. Würfel 1 gleitet nach links, Würfel 2 nach rechts.

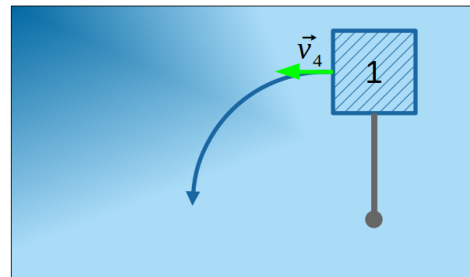


- Messen Sie die Geschwindigkeit jedes Würfels und stellen Sie grafisch den Impuls von Würfel 1 und Würfel 2 und den Gesamtimpuls dar. Wählen Sie den Zeitraum vom Zeitpunkt, zu dem Würfel 1 noch frei gleitet, bis zum Zeitpunkt zu dem Würfel 1 und 2 wieder getrennt sind.

Teil 3b: Würfel 1 wird gefangen!

- Würfel 1 gleitet eine kurze Strecke nach links. Dann wird ein virtuelles masseloses Seil von 5 m Länge am Schwerpunkt des Würfels befestigt. Würfel 1 dreht in der Ebene um den Befestigungspunkt des Seils (Abb. 3). Der Befestigungspunkt befindet sich seitlich, 5 m senkrecht zur Geschwindigkeit.

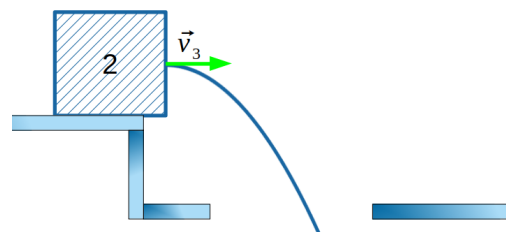
Abb. 3: Ansicht von oben. Würfel 1 kreist um den Befestigungspunkt des Seils und kommt nach einem Viertelkreis zum Stehen.



- Ein «virtuelles Seil» ist eine Kraft, die im Schwerpunkt angreift, auf einen festen Punkt zeigt und deren Betrag gerade der Zentripetalkraft entspricht.
- Am Boden wirkt jetzt trockene Reibung, die den Würfel nach einem Viertelkreis zum Stehen bringt. Die Geschwindigkeit nimmt ab, damit müssen Sie auch die Zentripetalkraft laufend reduzieren. Berechnen Sie Betrag und Richtung der Reibungskraft aus Normalkraft und Reibungskoeffizienten im Controller-Script. Überlegen Sie sorgfältig, wie der Würfel zum Stillstand kommt.
- Wählen Sie den Reibungskoeffizienten so, dass die kinetische Energie nach dem Viertelkreis aufgebraucht ist. Führen Sie diese Rechnung im Bericht aus. Verwenden Sie dazu die Beziehung $\text{Arbeit} = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$ und die Tatsache, dass trockene Reibung unabhängig von der Geschwindigkeit ist.
- Stellen Sie den Betrag der Geschwindigkeit als Funktion der Zeit grafisch dar.

Teil 3c: Würfel 2 fällt!

Abb. 4: Ansicht von der Seite. Würfel 2 fällt über die Kante und durch ein Loch im 5 m tieferen nächsten Boden.



- Würfel 2 gleitet auf eine Kante zu und fällt ins Leere.
- Weit unten, 5 m tiefer, gibt es ein Loch im Boden, durch das der Würfel fallen soll.

- Wählen Sie die Position des Lochs so, dass der Würfel mittig trifft. Sie können das statisch umsetzen oder – falls Sie Lust dazu haben, die Position des Lochs jedes Mal berechnen und es an die richtige Stelle verschieben.
- Dokumentieren Sie die Rechnung im Bericht.
- Stellen Sie die Bewegung in drei Grafiken dar: y (vertikal) gegen die Zeit t , z (vorwärts) gegen und y gegen z .

Abgabe

Teil 1 wird individuell gelöst. Die Aufgaben 2 und 3 werden in Gruppen von maximal 3 Personen oder auf Wunsch auch alleine gelöst. Falls Sie Ihr Experiment in der Gruppe versionieren möchten, finden Sie im Physik-Labor ein Beispiel für eine Gitignore-Datei. Organisieren Sie sich so, dass Sie nicht gleichzeitig an der gleichen Szene arbeiten müssen, um Merge-Konflikte zu vermeiden. Die Tutoren und David Kempf helfen gern.

Ein Mitglied jeder Gruppe gibt nach Teil zwei und drei einen Bericht und einen Film ab. Geben Sie den Bericht als pdf ab, damit wir direkt in Moodle korrigieren können.

Der eigentliche Bericht (ohne Vorspann und Anhänge) sollte etwa 10 bis 20 Seiten lang sein. Fragen Sie nach, wenn Sie wesentlich weniger oder mehr schreiben.

Der Bericht umfasst die folgenden Punkte:

- Titelbild, Angabe der Gruppenmitglieder, Inhaltsverzeichnis, Zusammenfassung, Quellenangaben.
- Screenshot und eine kurze Beschreibung des harmonischen Oszillators als Ergebnis von Teil 1.
- Beschreibung von Teil zwei mit Theorie, Grafik und Rechnung zu Energie.
- Beschreibung von Teil 3a und 3b mit Theorie, Grafiken und Rechnungen.
- Schliessen Sie den Bericht ab mit einem Rückblick: Was haben Sie gelernt, was hat gut funktioniert, was war schwierig, was mühsam?
- Übernehmen Sie den C#-Code als Anhang in den Bericht. Achten Sie darauf, dass die Variablennamen sprechend sind und bei der Deklaration der Variablen die Einheiten angegeben werden:

```
float springConstant; // N/m  
springConstant = 2700;
```
- Dokumentieren Sie das ganze Experiment in einem Video.

- Laden Sie den Bericht mit allen Anhängen als pdf hoch, das Video im Format mov, avi, mpeg-4 oder mpeg-2.
- Die Federn müssen nicht dargestellt werden (dürfen aber, wenns Spass macht).

Bewertung

Teil 1

- Teil 1 gilt als bestanden, wenn Sie einen Screenshot des harmonischen Oszillators zusammen mit den angegebenen csv-Files und grafischen Darstellungen hochgeladen haben. Damit zeigen Sie, dass Unity bei Ihnen läuft und Sie damit umgehen können. Weitere Informationen finden Sie auf Moodle Kurs: PE Physik Engines FS22 (moodle.zhaw.ch) in Woche 4.

Teil 2

- Für Teil 2 beurteilen wir die **Korrektheit der Theorie (10 Punkte)**, **Verständlichkeit der Grafiken (10 Punkte)** und die **Anschaulichkeit des Videos (5 Punkte)**.

Teil 3

Bewertet werden die Korrektheit und Vollständigkeit der Theorie zu Federn, Stößen, Reibungsarbeit und dem schiefen Wurf (15 Punkte), die Verständlichkeit der Grafiken (10 Punkte), Korrektheit und Nachvollziehbarkeit des C#-Skripts (5 Punkte) das Video (5 Punkte).