



Newton'sche Mechanik

1 Vorbereitung

Wichtig: Für diesen Versuch ist eine kurze Einweisung in die verfügbaren Messgeräte und Materialien nötig. Außerdem muss der Inhalt des geplanten Versuches mit dem Betreuer abgestimmt werden.

Dazu findet ein verpflichtendes Treffen im Mechanik Gebäude 1. OG statt!

Termin: Mittwoch, eine Woche vor Versuchsdurchführung, 12:00 Uhr
Kontakt bei Fragen: lbrown@fkp.tu-darmstadt.de

Je nach Inhalt des selbst gewählten Versuchs muss zur Versuchsdurchführung die relevante physikalische Theorie für eine kurze mündliche Präsentation vorbereitet werden. Zu den Themen, die im Versuch behandelt werden, können unter anderem gehören:

1. Newton'sche Axiome, Erhaltungssätze der Mechanik
2. Kraftstoß; elastischer und inelastischer Stoß
3. gleichmäßig beschleunigte lineare bzw. Drehbewegung
4. Haft-, Gleit-, Rollreibung
5. freie gedämpfte Schwingung eines Feder-, Faden-, Drehpendels, gekoppelte Pendel
6. Viskosität und Reibung in Flüssigkeiten
7. Schall und Schallinterferenz

Das Protokoll (eins pro Zweiergruppe) wird nach diesem Versuch elektronisch erstellt und per PDF an den Betreuer abgegeben.

2 Literatur

Kapitel zur Mechanik in allen Lehrbüchern der Physik

3 Zu den Experimenten

In diesem Versuch haben Sie die Möglichkeit, frei (nach Ihren eigenen Vorstellungen und Interessen) zu experimentieren. Als Grundlage und Rahmen wurde hierfür die Newton'sche Mechanik gewählt. Zur Erfassung und Verarbeitung umfangreicher Datenmengen werden Computer als Hilfsmittel eingesetzt.

Grundlage der Mechanik bilden die *Newton'schen Axiome*.

- Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.
- Die Änderung der Bewegung einer Masse ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1)$$

- Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleichgroße, aber entgegengerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio). In einem Inertialsystem (ruhend oder gleichförmig bewegt) entspricht das:

$$\sum_i \vec{F} = \vec{0} \quad (2)$$

Aus diesen Axiomen wird die Berechnung der Weg-Zeit-Gesetze aus dem geltenden Kraftgesetz möglich. So wies Newton z. B. nach, dass ein Stein von der gleichen Kraft zu Boden gezogen wird, die den Mond auf seine Umlaufbahn zwingt.

Für die Behandlung von Problemen aus der klassischen Mechanik sind außerdem noch folgende Sätze, die z. T. aus den Newton'schen Gesetzen ableitbar sind, von Bedeutung: Impulserhaltungssatz, Schwerpunktsatz, Drehimpulserhaltungs- und Energieerhaltungssatz. Diese Themen sowie die Analogie zwischen Translations- und Drehbewegungen sind in jedem Experimentalphysikbuch nachzulesen.

Beim selbstständigen Experimentieren haben Sie die Möglichkeit, ein von Ihnen gewähltes Thema intensiv zu bearbeiten und die für die jeweiligen Versuchsbedingungen entscheidenden Gesetze der klassischen Mechanik anzuwenden, um die Bewegungen mathematisch zu beschreiben. Dabei ist es auch wichtig, die Einflüsse der verwendeten Messaufnehmer, Reibungsverluste und gängige Idealisierungen (z. B. Vernachlässigen der Federmasse beim Federpendel) zu untersuchen und wenn nötig genauer zu bestimmen. Außerdem muss die Auflösung der Messgeräte berücksichtigt werden.

Entwickeln Sie hierbei eigene Ideen planen Sie Ihren Versuch sorgfältig durch. Anders als im übrigen GP entscheiden Sie hier, ob der Versuch interessant wird oder nicht. Die Ausfertigung eines ordentlichen und wissenschaftlichen Protokolls ist wesentlicher Bestandteil des Versuchs.

3.1 Materialien

Folgende Materialien stehen Ihnen zum Experimentieren unter anderem zur Verfügung:

- Rollenfahrbahn mit zwei Wagen, Zusatz- und Antriebsmassen sowie Feder und Prallplatte für Untersuchung von Stößen
- Luftkissenbahn mit Gleitern und Zubehör
- gekoppelte Pendel
- Stativmaterial
- Glaszylinder vertikal, ca. 7 Liter Inhalt
- diverse Bechergläser

-
- Heizplatte und Thermometer
 - großes Gebläse
 - unterschiedliches Equipment für Experimente mit Schall, z. B. Röhren

Soweit verfügbar kann außerdem auf die Aufbauten der anderen Mechanik-Versuche zurückgegriffen werden.

Die Aufnahme der Messwerte geschieht in den meisten Fällen rechnergestützt. Dazu steht ein System von Sensoren (PASPORT-System) mit entsprechender Software zur Verfügung.

Mit den Sensoren des PASPORT-Systems können gemessen werden:

- Position und Geschwindigkeit (Ultraschall-Entfernungsmesser)
- Beschleunigung (Sensor muss mit dem Messobjekt bewegt werden!)
- Drehwinkel(-Geschwindigkeit)
- Kraft (auf Zug und Druck)
- Schallpegel
- Beleuchtungsstärke
- Druckdifferenz zum Umgebungsdruck
- Präzisionswaage

Ein mobiles Gerät (Xplorer GLX) zum Auslesen verschiedener Sensoren, z.B. im Freien steht ebenfalls zur Verfügung. Im Xplorer GLX eingebaut sind zwei Schallquellen mit individuell einstellbarer Frequenz, ein Mikrofon, Temperatur- und Spannungssonden, außerdem eine programmierbare Spannungsquelle.

Die Datenblätter zu den einzelnen Geräten liegen in der Abteilung Mechanik des GP aus. Sehen Sie sich die Anleitungen an, um die Geräte vernünftig bedienen zu können.

3.2 Hinweise zur Durchführung

Der Versuchsablauf ist wegen des erhöhten Zeitaufwands gegenüber den anderen Versuchen abgeändert. Zur Durchführung dieses Versuchs gibt es daher folgende vom restlichen GP abweichende Richtlinien:

1. Besuchen sie den Einarbeitungstermin der in der Woche vor Versuchsdurchführung angeboten wird.
2. Überlegen Sie sich ein Versuchskonzept mit detailliertem Messprogramm (was wollen Sie messen, wie und vor allem welche physikalische Fragestellung wollen Sie damit klären). Dieses Konzept ist dem Betreuer mindestens zwei Tage vor dem Versuchstermin per E-Mail vorzulegen. Der Umfang des Versuchsentwurfs soll sehr kurz gehalten werden, maximal ein paar Zeilen Text. Dabei müssen aber folgende Punkte ersichtlich sein:
 - a) Welches Thema soll behandelt werden?
 - b) Welche Fragestellung soll beantwortet oder welche Theorie soll überprüft werden?
 - c) Wie wird dies gemessen bzw. welcher Versuchsaufbau soll verwendet werden?
 - d) Wie sieht der Ablauf der Versuchsreihe(n) aus (Wiederholungen, Variationen usw.)?
 - e) Welche Messgeräte sollen hierfür verwendet werden? Eine genaue Auflistung ist wichtig, da nicht alle Geräte mehrfach vorhanden sind.
 - f) Welche Materialien werden benötigt oder mitgebracht?

- g) Welche Genauigkeit muss im Ergebnis erzielt werden, um das Versuchsziel zu erreichen?
 - h) Welche Genauigkeit muss dafür bei den Messungen erreicht werden?
3. Am eigentlichen Versuchstermin stellt jede Gruppe ihren Versuch kurz mündlich vor. Dabei sollen auch die wesentlichen Aspekte der zugehörigen Theorie erläutert werden. Der Umfang dieses kurzen Vortrags soll 10 Minuten nicht überschreiten.
4. Der gesamte Ablauf des Versuchs zusammen mit den Messergebnissen muss in einem ausführlichen Protokoll („Auswertung“) dokumentiert werden, das anschließend digital erstellt wird. Während des Versuchs wird die Durchführung hauptsächlich handschriftlich festgehalten. Sie werden automatisch durch die computergestützte Durchführung längere Datenreihen produzieren, die Sie natürlich direkt als Datei weiterverarbeiten können.

Das Protokoll ist gegenüber den anderen Versuchen deutlich umfangreicher. Planen Sie die Gliederung und Auswertung vorher und beschreiben Sie Ihren Versuch ausreichend. Das Protokoll muss einem Außenstehenden, der nicht beim Versuch anwesend war, ermöglichen, den Versuch nachzuvollziehen und wiederholen zu können. Folgende Punkte müssen in jedem Fall enthalten sein:

- a) Zuordnung des Schriftstückes durch Überschrift (Physikalisches Grundpraktikum, TU Darmstadt)
 - b) Namen der Praktikanten und des Betreuers, Datum
 - c) Geeigneter Titel für den gewählten Versuch
 - d) Versuchsziel
 - e) Theoretische Grundlagen
 - f) Versuchsablauf (Dieser Teil muss nicht als Aufgabenstellungen formuliert werden, wie dies in den übrigen Anleitungen der Fall ist. Stattdessen soll er den tatsächlichen Ablauf protokollarisch darstellen.)
 - g) Genaue Skizze vom Versuchsaufbau
 - h) Auflistung der verwendeten Programme, Dokumentation eventueller Ergänzungen inklusive der manuell eingegebenen Daten, zum Fit verwendete Software
 - i) Auflistung der erhaltenen Messwerte und deren Darstellung in zweckmäßigen Diagrammen oder Tabellen (umfangreiche Messdaten, die elektronisch erfasst wurden, müssen nicht als Tabellen angehängt werden)
 - j) Übersichtliche Zusammenstellung der Endergebnisse (bevorzugt auch graphisch)
 - k) Ausführliche Diskussion der Endergebnisse hinsichtlich ihres Vertrauensbereiches; quantitativer Vergleich mit der Theorie und Bewertung mit der ursprünglichen Zielsetzung; Schlussfolgerungen
 - l) Explizite Fehlerbetrachtung (Angaben in Prozent, soweit möglich) und Fazit
5. Ein Text zu den Grundlagen („Vorbereitungstext“) gehört wie üblich auch zu dieser Auswertung. Er muss aber nicht schon zum Versuchstermin vorliegen. Er muss außerdem nur die Theorie umfassen, die für die tatsächlich durchgeführten Messungen nötig ist.
6. Die Bearbeitungszeit für das Protokoll soll zwei Wochen nicht überschreiten. Das Protokoll wird dem Betreuer per E-Mail vorgelegt und anschließend korrigiert. Die Studenten, die eine Gruppe bilden, dürfen bei diesem Versuch in Anbetracht des intensiven PC-Einsatzes gemeinsam erarbeitete (d. h. auch identische) Protokolle vorlegen. Diese Vorgehensweise wird sehr empfohlen. Der Anteil der Partner muss jedoch deutlich zu erkennen sein.