

Aufgabe 1.

- (a) Formuliere die drei Axiome von Newton.
- (b) Bespreche kurz ein Beispiel von der Wirkung von einem Axiom von Newton.

Aufgabe 2. Betrachte folgende Aussage: “Wenn ich ein Stein in der Hand halte, beschleunige ich den Stein nicht. Also übe ich keine Kraft aus.” Ist diese Aussage richtig? Begründe deine Antwort!

Aufgabe 3. Stell dir vor, wir haben einen Trabant, der mit einer Person hinter dem Steuer und mit voll Gas geben eine Beschleunigung von $4m/s^2$ erreicht.

- (a) Wie groß wird die Beschleunigung maximal sein, wenn wir das Auto (mittels Belastung von zehn Personen) zweimal so schwer machen?
- (b) Wie groß wird die Beschleunigung maximal sein, wenn wir das Auto (mittels Abbauen von Material) anderthalb mal so leicht machen?
- (c) Wenn das Auto eine Masse von 750 Kilogramm hat, und wenn wir die Reibung vernachlässigen, wie groß wird die Kraft vom Motor sein?
- (d) Wenn wir die Reibung nicht vernachlässigen, wird dann die Kraft vom Motor mehr oder weniger als die bei (c) gefundene Antwort sein? Begründe!

Aufgabe 4. Das dritte Axiom von Newton besagt, dass wenn ein Objekt A eine Kraft F auf ein Objekt B ausübt, das Objekt B eine gleich große Kraft auf Objekt A ausübt, aber dass die Kraft von B auf A der Richtung der Kraft von A auf B entgegengestellt ist.

- (a) Die Erde zieht also gleich stark an dir als du an der Erde ziehst. Warum fällt die Erde nicht hinauf zu dir, wenn du aus einem Flugzeug fällst?
- (b) Wenn du springst, übst du Kraft auf die Erde aus. Doch bewegst du hinauf und die Erde nicht. Erkläre!
- (c) Du sitzt in einem Boot mit nur einigen Steinen und ohne Ruderriemen. Wie könntest du doch das Boot in Richtung des Ufers bewegen lassen?
- (d) Wenn ein PKW auf einen LKW kracht, welches Fahrzeug übt dann mehr Kraft auf das andere auf?
- (e) Ein PKW hat Panne und weil keine anderen Hilfsmittel vorhanden sind, bietet ein LKW-Lenker an, den PKW fortzuschieben. Welche Kraft ist größer, die Kraft des LKWs auf den PKW, oder die Kraft des PKWs auf den LKW? Begründe!
- (f) In einer Bar fangen zwei Besucher zu streiten an. Wenn der Streit zu schlimm wird, schlägt der eine Barbesucher dem anderen ins Gesicht. Der schlagende Barbesucher bricht dabei sein Zeigefinger. Wie kann das? Er übte doch die Kraft aus?

Aufgabe 5. Vertiefung: Lese zuerst den kursiven Text durch: *Stell dir vor, dass das dritte Axiom von Newton nicht gilt. Dann gibt es also Situationen, wo ein Objekt eine Kraft auf ein anderes Objekt ausübt, und wobei die Reaktionskraft nicht gleich groß ist. Seien wir ganz explizit: Ein PKW kracht auf einen LKW, und stellen wir uns vor, dass der LKW mehr Kraft ausübt auf den PKW als umgekehrt. Wir können uns den PKW aus kleinen Teilen bestehend vorstellen; wir betrachten jedes Kubikzentimeter des PKWs zum Beispiel. Wenn die Kraft vom PKW auf den LKW nicht gleich so groß ist, wie die Kracht vom LKW auf den PKW, dann würde eine resultierende Kraft (die Summe!) auf jedes Kubikzentimeter des PKWs einwirken. Die Beschleunigung jedes Kubikzentimeter ist also $a = F/m$, wobei m die Masse des Kubikzentimeters ist, und F die resultierende Kraft. Aber, wir hätten auch Kubikmillimeter betrachten können! Und dann werden diese eine Beschleunigung von $1000F/m$ haben!?!? Das kann nicht, und deswegen muss $F = 0$.*

In dem Text sind einige Argumentationslücken: findest du einige? Wenn so, argumentiere, dass das Endergebnis der Argumentation nicht anders wird (Hauptlinie ist: man kann immer

kleinere Teilmassen nehmen und dann bekommt man immer Paradoxe oder Antinomien). Leite aus obiger Argumentation ab, dass das dritte Axiom gelten muss.

Aufgabe 6. Leichte Vertiefung: Auf einem Tisch liegt ein Buch, und zwischen den Beiden liegt ein Zettel Papier. Stell dir vor, dass das Buch nicht gleich stark (durch das Paper hin) auf den Tisch drückt als dass der Tisch gegen das Buch drückt. Was würde das für den dazwischen liegenden Zettel bedeuten? Wird er beschleunigt? Also, warum muss also auch hier das dritte Axiom von Newton gelten?

Aufgabe 7. Wenn sich die Erde und die Sonne einander laut dem dritten Axiom von Newton gleich stark anziehen, warum dreht die Erde dann um die Sonne und nicht umgekehrt?

Aufgabe 8.

- (a) Wenn ein Stein herunter fällt und den Boden trifft, bremst der Boden die Bewegung des Steins. Also muss der Boden eine Kraft auf den Stein ausüben. Laut Newton muss aber der Stein eine gleich große Kraft auf den Boden ausüben. Wie könnte man das sehen? Kennst du Beispiele?
- (b) Wenn du beim Fußballspielen den Ball kickst, dann übst du eine Kraft auf den Ball aus. Aber der Ball übt auch eine Kraft auf dich aus; wie kannst du das spüren/sehen/fühlen?
- (c) Wenn du ins Wasser springst, dann bremst das Wasser deine Fallbewegung. Das Wasser übt also eine Kraft auf dich aus. Aber du übst laut dem dritten Axiom von Newton auch eine Kraft auf das Wasser auf. Wie sieht man das?

Aufgabe 9. Bei einer Feder ist in guter Annäherung die Kraft, die die Feder liefert, direkt proportional zur Auslenkung. Wenn x die Auslenkung ist, dann gilt also, dass die von der Feder gelieferte Kraft gegeben ist durch

$$F = kx, \quad (1)$$

wobei k eine Konstante ist, die die Federkonstante der Feder genannt wird. Dieser Zusammenhang ist unter dem Namen ‘das Hooke’sche Gesetz’ bekannt. Die Formel (1) nennt man die Formel von Hooke.

- (a) Was ist die Einheit von der Federkonstante von einer Feder?
- (b) Nehme $k = 50\text{N/m}$. Wie viel Kraft muss ich auf die Feder ausüben, um eine Auslenkung von 2cm hervorzurufen?
- (c) Wie viel Masse muss an der Feder hängen, damit sie 2cm auslenkt?
- (d) Wie viel mehr Masse brauche ich, um eine doppelt so große Auslenkung zu verursachen?

Aufgabe 10. Vertiefung: Falls du differenzieren kannst. Stell dir vor, wir haben eine Feder mit Federkonstante k und am Ende der Feder hängt eine Masse m . Wenn wir auf $t = 0$ die Feder eine Auslenkung x_0 geben, und dann loslassen, fängt sie an zu schwingen. In dieser Aufgabe vernachlässigen wir zuerst die Schwerkraft.

- (a) Nehme an, dass wir die Auslenkung durch eine Funktion $x(t)$ beschreiben können: $x(t)$ ist die Auslenkung auf Zeit t . Drücke die Beschleunigung auf Zeit t in k , m und $x(t)$ aus.
- (b) Begründe, dass die Beschleunigung eigentlich die zweite Ableitung der Funktion $x(t)$ ist.
- (c) Schliesse aus $F = ma$, dass $x(t)$ die Gleichung $x''(t) = -\frac{k}{m}x(t)$ erfüllen muss, wobei $x''(t)$ die zweite Ableitung von $x(t)$ nach der Zeit ist und wobei das Minuszeichen der Richtung der Kraft Rechnung trägt.
- (d) Kontrolliere, dass $x(t) = x_0 \cos(\sqrt{\frac{k}{m}} t)$ eine Lösung ist.
- (e) Was ändert sich, wenn wir die Schwerkraft in Betracht ziehen? Argumentiere, dass sich nur der Punkt, um welchen sich die Masse hin und her schwingt, ändert.

Aufgabe 11. Wie kannst du mit einer Feder mit bekannter Federkonstante die Masse eines Objekts messen?

Aufgabe 12. Mache eine Vorhersage: Die Fallbeschleunigung auf dem Mond ist etwa sechs mal kleiner als die Fallbeschleunigung auf der Erde. Wenn man eine Masse von 200 Gramm an einer bestimmten Feder hängt, zeigt die Feder auf der Erde eine Auslenkung von 4cm auf.

- Wie viel Zentimeter Auslenkung zeigt dieselbe Feder auf dem Mond auf, wenn wir dieselbe Masse an die Feder hängen?
- Welche Information aus der Angabe ist überflüssig?

Aufgabe 13. Newton hat nicht nur die Axiome eingeführt, er hat auch ein Schwerkraftsgesetz vorgegeben, dass bis auf einige extreme Situationen sehr gut funktioniert. (Die allgemeine Relativitätstheorie von Einstein ist gut für viele Situationen, aber diese Theorie hat auch so ihre Grenzen, was der Grund für das Aufkommen von der Stringtheorie und das Suchen nach einer Quantumgravitationstheorie ist). Seien zwei Massen m_1 und m_2 (in Kilogramm) gegeben uns sei des Weiteren r die Distanz (in Metern) zwischen den beiden Massen, dann ist die anziehende Schwerkraft F_{grav} , die die beiden Massen auf einander ausüben, gegeben durch

$$F_{grav} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}, \quad (2)$$

wobei $G = 6,7 \cdot 10^{-11} Nm^2/kg^2$ die Newtonsche Schwerkraftskonstante ist.

- Was passiert mit der Schwerkraft zwischen zwei Objekten, wenn die Distanz zwischen den beiden 2 mal größer wird? (Wie viel größer/kleiner?)
- Und was wenn man die Distanz 3 mal größer macht?
- Was wenn die Masse von einem Objekt 3 mal so groß gemacht wird?
- Die Masse der Erde ist $5,974 \cdot 10^{24} kg$ und der Radius ist etwa $6300 km$. Wie viel wird ein Objekt von 1kg auf der Erdoberfläche laut der obigen Formel durch die Schwerkraft beschleunigt? Vergleiche mit dem Wert $9,81 m/s^2$ der Fallbeschleunigung.
- Die Masse des Mondes ist $7,349 \cdot 10^{22} kg$ und der Radius ist etwa $1750 km$. Berechne die Fallbeschleunigung auf dem Mond.

Aufgabe 14. Lückentext. Fülle die Lücken im folgenden Text aus!

Der physikalische Begriff Kraft wurde definiert von _____ und in seinem Ehren wird die Einheit von Kraft auch wohl _____ genannt. Mittels seiner Definition wurden die drei Begriffe Kraft, Masse und _____ verbunden. Explizit gab Newton vor, dass sich ein Objekt mit Masse m unter dem Einfluss einer Kraft F gemäß der Formel _____ beschleunigt. Wenn also keine Kraft vorliegt, ist die Beschleunigung _____, und aus dieser Beobachtung folgt das erste Axiom von Newton, welches besagt, dass sich ein Objekt in Anwesenheit von Kräften auf einer _____ mit _____ Geschwindigkeit bewegt. Konkret heißt dies zum Beispiel, dass wenn du im Bett liegst, zwar du Schwerkraft auf dich einwirkt, aber dass das Bett dich mit _____ Kraft aufwärts drückt. Hier sehen wir auch ein Beispiel des _____ Axioms von Newton, das besagt, dass wenn ein Objekt A eine Kraft auf ein Objekt B ausübt, dass dann Objekt B eine Kraft ausübt, die _____ groß ist aber von welcher die Richtung _____ ist. So übt ein fallender Regentropfen eine Kraft auf die Erde aus, die gleich so groß ist, wie die Kraft, die die _____ auf den _____ ausübt. Doch bewegt der Tropfen in Richtung der _____ und die Erde nicht so sehr in Richtung des _____, aber das ist weil die _____ der Erde viel _____ ist als die _____ des _____. Ein anderes Beispiel ist die Feder: eine Feder lenkt aus, wenn wir daran ziehen, und die Kraft F , mit der wir an die Feder ziehen, und die resultierende Auslenkung sind gemäß der Formel _____ related, wobei k die Federkonstante ist. Die Einheit der Federkonstante ist _____, und k ist das übliche Symbol (in Holland aber C). Wenn eine Feder eine

Federkonstante von 750 N/m hat, dann braucht man eine Kraft von _____ Newton um die Feder ein Meter auszulenken. Diese Kraft entspricht auf der Erde einer Masse von _____ kg , aber auf dem Mond einer Kraft von etwa _____ kg . Die Fallbeschleunigung auf einem Planeten kann man ausrechnen mit der Formel _____, wenn man die Masse des Planeten und seinen _____ weiß. Die Schwerkraft zwischen zwei Objekten wird _____ mal so klein, wenn wir die Distanz zwischen den Objekten 10 mal größer machen.

Ende Arbeitsblatt