

Adressatenkreis: Schüler

Materialtyp: experimentelle Hausaufgabe

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Bewegungsänderung → Trägheitssatz, Verkehrssicherheit

Experimente zum Trägheitssatz als Hausaufgabe

„Träge Tricks“

- a) Lege ein Heft unter einen Stapel Bücher und versuche es hervorzuziehen, ohne dass der Bücherstapel umfällt.
- b) Lege ein Geldstück auf einen Karton und diesen auf ein Glas. Wie musst du vorgehen, damit das Geldstück in das Glas fällt, ohne dass du die Münze oder das Glas berührst.
- c) Versuche aus einem Stapel von 10 gleichen Münzen die unterste Münze zu entfernen, ohne eine der anderen Münzen zu berühren. (Das ist nur mit einem Trick zu schaffen.)

Passive Sicherheitssysteme im Auto

Stelle für einen Vorversuch einen Stapel Münzen auf ein Stück Papier. Dieser soll die Wirbelsäule eines Menschen darstellen.

- d) Beschreibe, was mit den Münzen geschieht, wenn du zuerst langsam, dann ruckartig an dem Papier ziehst. Erkläre deine Beobachtungen mit Hilfe des Trägheitssatzes.
- e) Ziehe das Stück Papier mit dem Münzstapel mit gleichmäßiger Geschwindigkeit und bremse dann das Papier zuerst langsam und dann ruckartig ab. Beschreibe und erkläre mit Hilfe des Trägheitssatzes, was mit dem Münzstapel geschieht.
- f) Erläutere den Sinn von Sicherheitsgurt und Nackenstützen beim Autositz.

Quelle: *Deger et al., Galileo 8 – Das anschauliche Physikbuch, Oldenburg, 1998, S. 62*

Adressatenkreis: Schüler

Materialtyp: experimentelle Hausaufgabe

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Verformung → Kräftegleichgewicht, Kräfteaddition und -zerlegung an einfachen Beispielen

Experimente zur Kräfteaddition/-zerlegung als Hausaufgabe

Kräftezerlegung mit Gummiringen

Material:

Sicherheitsnadel, drei gleichartige Gummiringe, Schnur, Gegenstand zum Anhängen (z. B. Einkaufstasche)

Durchführung:

Hänge die drei Gummiringe in die Sicherheitsnadel. An einen der Gummiringe hängst du mit Hilfe der Schnur einen Gegenstand. Halte den Gegenstand nun an den beiden anderen Gummiringen hoch. Die Längen der Gummischlaufen entsprechen in etwa den wirkenden Kräften.

- Vergleiche die drei wirksamen Kräfte miteinander. Skizziere das Ergebnis für drei verschiedene Winkel zwischen den Haltekräften.
- Verändere den Winkel zwischen den Gummiringen und beobachte, wie sich die Kräfte verändern. Wie musst du die Gummiringe halten, damit die Haltekräfte gleich groß sind?

„Alles in der Schultasche“

Material:

festes Seil, Schultasche

Durchführung:

Ein festes Seil wird um den Bügel einer Schultasche geschlungen und mit einem Ende an der Türklinke einer geschlossenen Tür festgebunden (Vorsicht: Eltern und Geschwister vorwarnen, damit sie nicht plötzlich die Tür öffnen und du blaue Flecken bekommst). Das andere Ende nimmst du fest in die Hand. Versuche nun die Schultasche hochzuheben. Welche der folgenden Aussagen sind richtig:

Je weiter du dich von der Türe wegbewegst,

- desto größer wird der Winkel zwischen Fußboden und Zugrichtung;
- desto kleiner wird die Kraft, die du auf die Schultasche ausüben musst;
- desto kleiner wird die Winkel zwischen den beiden Seilstücken, an denen die Schultasche hängt;
- desto schwieriger wird es, die Schultasche zu halten.

Quelle: *Deger et al., Galileo 8 – Das anschauliche Physikbuch, Oldenburg, 1998, S. 100/101*

Adressatenkreis: Schüler

Materialtyp: experimentelle Hausaufgabe

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Verformung → Kräftegleichgewicht, Kräfteaddition und -zerlegung an einfachen Beispielen

Experiment zum Kräftegleichgewicht und Trägheitssatz

Material:

Kunststofflineal, Gegenstand zum Anhängen (z. B. Federmäppchen), Schnur, Bücher oder zwei Ordner

Durchführung:

Stelle zwei gleich hohe Bücherstapel oder zwei Ordner in ca. 25 cm Abstand auf deinem Schreibtisch auf und lege auf diese das Kunststofflineal, so dass es eine „Brücke“ bildet. Hänge in die Mitte „dieser Brücke“ einen Gegenstand.

- a) Erkläre, warum sich das Lineal dabei durchbiegt. Wovon hängt es ab, ob sich das Lineal stark oder weniger stark durchbiegt.
- b) Schneide jetzt den Faden durch, mit dem der Gegenstand an das Lineal gebunden ist. Was bewirken jetzt die beiden Kräfte, die sich kurz vorher noch das Gleichgewicht gehalten haben?

Quelle: *Deger et al., Galileo 8 – Das anschauliche Physikbuch, Oldenburg, 1998, S. 61*

Adressatenkreis: Schüler

Materialtyp: Schülerversuch, experimentelle Hausaufgabe

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Verformung → Gesetz von Hooke

Selbstbau eines Kraftmessers als Hausaufgabe

Besorge dir eine weiche Schraubenfeder oder ein weiches Gummiband. Kontrolliere die Elastizität, d. h. dass nach einer Entlastung immer wieder die Nullmarke erreicht wird. Eine Kraft von 1N soll eine Dehnung von mindestens 5 cm bewirken. Suche in deinem Zimmer eine geeignete Aufhängemöglichkeit, z. B. einen Schrankschlüssel. Befestige am unteren Ende der Feder oder des Gummis eine Markierung. Diese darf selbst etwas Gewicht haben, damit die Feder oder der Gummi bereits ohne Zusatzgewicht gerade hängt. Befestige dahinter ein Blatt Papier und markiere die Lage für null Newton. Und nun wirst du diese Aufgabe mögen: Als 1-N-Gewichtsstück lässt du dir eine Tafel Schokolade geben (die Sorte ist egal).

- a) Markiere auf dem Blatt die Dehnung für 1,0 N; 0,5 N; 0,2 N und 0,1 N.
- b) Miss die Gewichtskraft verschiedener Gegenstände (z. B. Schere, Federmäppchen, Brief usw.)

Quelle: *Deger et al., Galileo 8 – Das anschauliche Physikbuch, Oldenburg, 1998, S. 59*

Adressatenkreis: Schüler

Materialtyp: experimentelle Hausaufgabe

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Verformung

Kraft-Dehnungsdiagramm eines Gummifadens

Material:

langer Gummiring, Lineal, Gefäß für Gewichte (z. B. Plastikbecher oder kleine Tüte), verschiedene Münzen oder abgemessene Wassermengen als Gewichte, Klebeband

Durchführung:

Schneide einen langen Gummiring auf und mache an beiden Enden Schlaufen. Die obere Schlaufe befestigst du z. B. an einem Regalbrett. An die untere Schlaufe hängst du ein Gefäß für Gewichte. Jetzt musst du nur noch ein Lineal so anbringen, dass du die Dehnung ablesen kannst.

- c) Führe eine Messreihe für Dehnung und zugehöriger Kraft durch und erstelle daraus das Dehnungs-Kraft-Diagramm.
- d) Finde in deinem Diagramm den Bereich, in dem das Gesetz von Hooke gilt. Bestimme die Federhärte.
- e) Führe die Untersuchung für andere Materialien durch. Verwende dazu z. B. Hosenträger, Expander, Schraubenfedern aus Kugelschreibern, Schnurstücke, Kunststofflineale oder einen Holzstab.

Tabelle: Massen verschiedener Münzen

Münze	1 Cent	2 Cent	5 Cent	10 Cent	20 Cent	50 Cent	1 EUR	2 EUR
Masse in g	2,2	3,0	3,9	4,1	5,7	7,0	7,5	8,5

Quelle: *Deger et al., Galileo 8 – Das anschauliche Physikbuch, Oldenburg, 1998, S. 72*

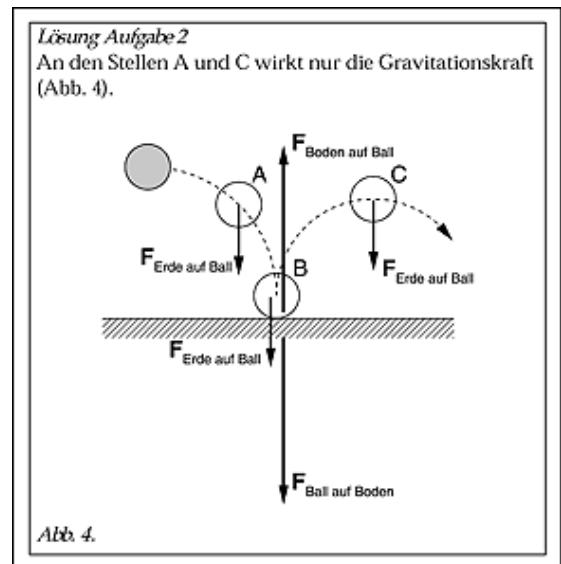
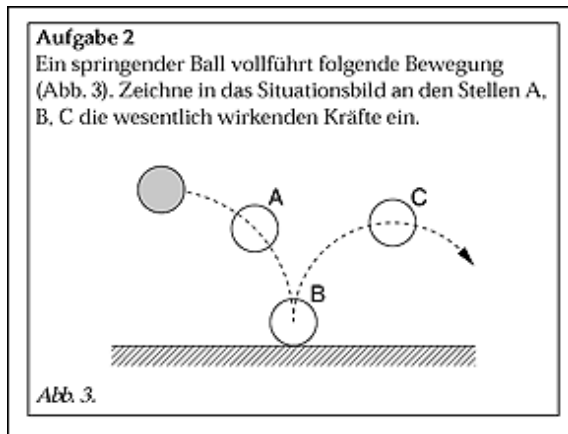
Adressatenkreis: Lehrer

Materialtyp: Aufgabe zu Kräften an bewegten Körpern (z. T. Vertiefung)

Lehrplanbezug: Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Bewegungsänderung → Kraft als Produkt von Masse und Beschleunigung

Aufgaben zu Kräften an bewegten Körpern

Aufgabe 1: Kräfte am springenden Ball



Quelle: Josef Leisen, *Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabekultur*, MNU 2001/7, S. 401

Aufgabe 2: Sicherheitsgut im Auto

Ein Auto fährt mit 72 km/h gegen ein Hindernis und wird sehr schnell zum Stehen gebracht. Der Fahrer ist angegurtet. Der Gurt dehnt sich und bringt den Oberkörper des Fahrers in 40 ms zur Ruhe.

- Welche durchschnittliche (Brems-)Beschleunigung erfährt der Oberkörper des Fahrers?
- Mit welcher Kraft wirkt der Gurt auf den Oberkörper mit der Masse 40 kg? Vergleiche die Kraft mit dir bekannten Kräften.
- Warum darf sich der Gurt nach der Dehnung nicht wie eine Feder zusammenziehen?

Lösung:

a) $\Delta v = 72 \text{ km/h} = 72 : 3,6 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$; $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 \text{ m/s}}{0,040 \text{ s}} = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

b) $F = m \cdot a = 40 \text{ kg} \cdot 500 \text{ m/s}^2 = 2000 \text{ N} = 20 \text{ kN}$
Die Kraft ist etwa 30-mal so groß, wie die Gewichtskraft eines Menschen mit einer Masse von 70 kg.

- c) Beim Zusammenziehen nach dem Aufprall würde erneut eine Kraft wirken.

Quelle: Josef Leisen, *Qualitätssteigerung des Physikunterrichts durch Weiterentwicklung der Aufgabekultur*, MNU 2001/7 S. 401

Aufgabe 3: Schwerstarbeit im Cockpit (Vertiefung)

„... Die sportlichen Vorlieben sind unterschiedlich, doch gemein ist allen Formel-1-Piloten: Wer heutzutage aus den Rennwagen die entscheidenden Sekundenbruchteile herausquetschen will, muss erst mal den eigenen Körper gestählt haben. ... Die Mühsal mag befremden, schließlich üben Rennfahrer ihren Beruf im Sitzen aus. Vermummt in Overalls und Integralhelme, versteckt in maßgeschneiderten Sicherheitszellen, entziehen sie sich aber auch der sporttypischen Nabelschau. Kein Objektiv fördert die angespannten Muskeln der Unterarme zu Tage, den Schweiß an der Schläfe oder den Tanz der Füße auf der Pedalerie. Selbst die Cockpitkamera liefert nur einen Ausschnitt von der knapp zwei-stündigen Schwerstarbeit während eines Formel-1-Laufs. »Kein noch so austrainierter Langstreckenläufer würde 60 Runden in Monza durchstehen«, behauptet ERWIN GÖLLNER, der seit vier Jahren VILLENEUVE als Physiotherapeut betreut.

Die Belastung der Fahrer ist im Sport ohne Beispiel. Ein Grand-Prix-Wagen beschleunigt in 3,7 Sekunden von null auf 160; und in 2,5 Sekunden steht er wieder. Im Kurvenlabyrinth von Monte Carlo haben Ärzte maximale Pulsfrequenzen von 180 bis 210 Schlägen pro Minute gemessen – im Fürstentum ist der Stress am größten, weil dort nicht Kiesbetten die Strecke säumen, sondern Betonmauern.“

(aus „Rekordsportarten mit Tradition“, DIE WELT, 11.03.2000)

- Welche Kräfte wirken auf einen Formel-1-Piloten beim Beschleunigen bzw. Abbremsen?
- Welche Masse hat jeweils die gleiche Gewichtskraft?

Lösung:

- a) $\Delta v = 160 : 3,6 \text{ m/s} = 44,4 \text{ m/s}$; Annahme: $m = 80 \text{ kg}$

$$\text{Beschleunigung: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{44,4 \text{ m/s}}{3,7 \text{ s}} = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; F = m \cdot a = 80 \text{ kg} \cdot 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 960 \text{ N}$$

$$\text{Bremsen: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{44,4 \text{ m/s}}{2,5 \text{ s}} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}; F = m \cdot a = 80 \text{ kg} \cdot 18 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1420 \text{ N}$$

- b) Beschleunigung: 96 kg; Bremsen: 142 kg

Quelle: Physikaufgaben und -informationen aus der Zeitung – Pressenachrichten und -reportagen als Quellen und Medien für einen anwendungsbezogenen und alltagsorientierten Physikunterricht – Ansgar Armbrust, MNU 2001/7 S. 405

- Adressatenkreis:* Schüler
- Materialtyp:* Aufgabe mit Lebensweltbezug, Vertiefung
- Lehrplanbezug:* Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Bewegungsänderung → Kraft als Produkt von Masse und Beschleunigung

Betrachtung der Leistungsdaten eines Sportwagens

Ein Ferrari F50 (gebaut von 1995-1997) ist der Traum vieler Motorsportfans und wartet mit beeindruckenden Leistungsdaten auf.

- Welche andere Schreibweise ist dir für die angegebene Größe des Hubraums bekannt?
- Zwei der Angaben werden an einem aus dem Stand beschleunigten Fahrzeug gemessen. Welche?
- Berechne die Beschleunigung für die Startsituation, die 3,9 s dauert. Gehe dabei davon aus, dass die Beschleunigung während dieser Zeit konstant ist!
- Welche durchschnittliche Kraft wirkt während der Messung der Beschleunigung „von 0 auf 100“ am F50?



Motor: V12 Zylinder
 Hubraum: 4.700 ccm
 Höchstgeschwindigkeit: 325 km/h
 0 bis 100 km/h in 3,9 s
 1 km stehender Start in 21,7 s
 Leistung: 520 PS

Lösung:

- 4 700 ccm sind eine andere Schreibweise für $4\,700\text{ cm}^3$ bzw. 4,7l
- Die Zeit für die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h sowie die Zeit für „1 km stehender Start“, d. h. die Zeit, bis das Fahrzeug aus dem Stand eine Strecke von 1 km zurückgelegt hat.
- $\Delta v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\Delta t = 3,9\text{ s}$; $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27,8\text{ m/s}}{3,9\text{ s}} = 7,1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 (Bei „1 km stehender Start“ ergibt sich $a = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)
- $F = m \cdot a = 8,9\text{ kN}$

<i>Adressatenkreis:</i>	Schüler
<i>Materialtyp:</i>	Aufgabe mit lebensweltlichem Bezug, Vertiefung
<i>Lehrplanbezug:</i>	Kräfte in Natur und Technik → Kraft und Bewegungsänderung → Kraft als Produkt von Masse und Beschleunigung

Beschleunigung einer S-Bahn

Eine Einheit der aktuellsten Baureihe der Münchner S-Bahn besteht aus je 4 Wagen mit einer Gesamtmasse von 109 t.

Eine solche Einheit kann unbeladen maximal mit $1,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ beschleunigen, erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von $140 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ und bietet insgesamt Platz für 544 Fahrgäste.



- d) Wie lange dauert es, bis das Fahrzeug unbeladen seine Höchstgeschwindigkeit erreicht?
- e) Schätze ab, wie viele Sekunden länger ein voll beladenes Fahrzeug bis zum Erreichen der Höchstgeschwindigkeit benötigt.

Lösung:

$$a) \Delta v = 140 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 38,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{38,9 \text{ m/s}}{1,0 \text{ m/s}^2} = 39 \text{ s}$$

b) Wenn man von einer durchschnittlichen Masse von 60 kg pro Person ausgeht, muss zusätzlich die Masse $544 \times 60 \text{ kg} = 32640 \text{ kg} = 33 \text{ t}$ beschleunigt werden. Das ist etwa ein Drittel mehr als die Masse der Wagen. Deshalb dauert der Beschleunigungsvorgang statt 39 s etwa 50 s.

Idee: http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/U_materialien/leifiphysik