



„g-Kraft“

Stand: 03.05.2018

Schulart	Realschule
Jahrgangsstufen	7 (I), 8 (II/III), 10 (I)
Fach	Physik
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Medienbildung / Digitale Bildung
Zeitrahmen	Teil einer Unterrichtsstunde

Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden die Masse als gemeinsames Maß für Schwere und Trägheit, grenzen Masse und Gewichtskraft voneinander ab und nutzen den Zusammenhang zwischen Masse und Gewichtskraft (Ortsfaktor) in einfachen Berechnungen unter Beachtung der Einheiten und zur Kalibrierung von Kraftmessern. (Kompetenzerwartung 7 (I))
- verwenden die Masse als gemeinsames Maß für Schwere und Trägheit, grenzen Masse und Gewichtskraft voneinander ab und nutzen den Zusammenhang zwischen Masse und Gewichtskraft (Ortsfaktor) in einfachen Berechnungen unter Beachtung der Einheiten. (Kompetenzerwartung 8 (II/III))
- identifizieren eine konstante Kraft als Ursache für eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (z.B. freier Fall), indem sie Änderungen von Bewegungszuständen analysieren. Mit den entsprechenden Bewegungsgleichungen führen sie unter Berücksichtigung der Einheiten und sinnvoller Genauigkeit Berechnungen durch. In alltagsrelevanten Kontexten, zum Beispiel im Straßenverkehr, bestimmen sie mithilfe der Grundgleichung der Mechanik die Beträge wirkender Kräfte und herrschender Beschleunigungen. (Kompetenzerwartung 10(I))

Aufgabe

Anna besucht ein Volksfest und steht fasziniert vor dem abgebildeten Fahrgeschäft.



1. Neben bekannten Angaben „110 km/h“ und „42 m“ entdeckt sie die Aufschrift „4,3 G“. Recherchiere dazu über die Bedeutung dieser Angabe.
2. Meist wird der Begriff „g-Kraft“ verwendet. Erläutere den Zusammenhang zwischen den Begriffen „Ortsfaktor g“ und „g-Kraft“.
3. Recherchiere mögliche Auswirkungen von zu kleinen und zu großen „g-Kräften“ auf die Gesundheit.
4. Für Fahrgeschäfte ist ein bestimmter Bereich für „g-Kräfte“ zulässig. Informiere dich und gib diesen Bereich an.
5. Anna ($m = 50,0 \text{ kg}$) fährt mit dem Fahrgeschäft.
 - a) Berechne den Wert der maximal auftretenden „g-Kraft“, die auf Anna während der Fahrt wirkt.
 - b) Welche Masse müsste ein Zuschauer haben, damit auf ihn die gleiche Gewichtskraft wie auf die „fliegende Anna“ wirkt?

Für Jahrgangsstufe 10:

1. In einem anderen Fahrgeschäft werden die Gäste entlang einer Führung 80 m nach oben gezogen und anschließend fallen gelassen. Gib die Zeit an, in der die Fahrgäste den freien Fall genießen können, wenn die „Fallstrecke“ 20 m (40 m, 60 m) beträgt.
2. Berechne die jeweils nach 20 m (40 m, 60 m) erreichte Endgeschwindigkeit.
3. Bei diesem Fahrgeschäft soll nach 60 m freiem Fall über weitere 20 m gleichmäßig abgebremst werden. Berechne die auftretende „g-Kraft“ und beurteile diese bezüglich der Gesundheitsrisiken.

Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Die Kraft, die auf den Fahrgast wirkt, kann dem (bis zu) 4,3-fachen der Erdanziehungskraft entsprechen.
2.
 - Das Größensymbol des Ortsfaktors ist g . Der Ortsfaktor ist die Proportionalitätskonstante von Masse m und Gewichtskraft F_G und beschreibt auf der Erde die Beschleunigung (Ortsfaktor: $g = 9,81 \frac{N}{kg}$ oder $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$) durch die Erdanziehungskraft.
 - Bei 4,3 G wirken Beschleunigungskräfte die dem 4,3-fachen der Erdanziehungskraft entsprechen.
3. Auswirkungen von „g-Kräften“
 - Zu geringe „g-Kräfte“ wirken z.B. in Raumstationen. Sie führen u. a. zu Muskelabbau.
 - Zu große „g-Kräfte“ führen u. a. zur Umverteilung des Blutes und damit zu mangelnder Durchblutung oder zu hohem Blutdruck z. B. im Gehirn. In extremen Fällen führen zu hohe Beschleunigungskräfte („g-Kräfte“) zum Platzen der Blutgefäße und zum Tod.
4. Es „sollten kurzzeitig nur maximal 6 g in der vertikalen bzw. 2 g in der lateralen Achse (Schulter - Schulter) auf den Fahrgast wirken. Bei gleichzeitigem Auftreten von vertikaler und lateraler Beschleunigung sind die zulässigen Beschleunigungswerte je nach ihrem Verhältnis zueinander geringer.“

Quelle:

<http://www.stern.de/reise/g-kraefte-schneller-als-das-spaceshuttle-3514224.html>

5. Gewichtskraft von Anna:

Gegeben: $m = 50,0 \text{ kg}$ und $g = 9,81 \frac{N}{kg}$

Größengleichung: $F_G = m \cdot g$

Rechnung: $F_G = 50,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg}$ $F_G = 491 \text{ N}$

$F = 4,3 \cdot 491 \text{ N} = 2,1 \text{ kN}$

Antwort: Es wirkt eine Kraft von 2,1 kN

Der Zuschauer müsste eine Masse von in etwa 215 kg (4,3-fache Masse von Anna) haben.

Für Jahrgangsstufe 10:

1.

Bekannte Größen: $s = 20 \text{ m}$; $a = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Gesuchte Größe: s , hier die Fallhöhe

Größengleichung:

$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 \quad ; \quad t^2 = \frac{2s}{a} \quad t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

Rechnung: $t_{20 \text{ m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \quad t_{20 \text{ m}} = 2,0 \text{ s}$

analog $t_{40 \text{ m}} = 2,9 \text{ s}$; $t_{60 \text{ m}} = 3,5 \text{ s}$;

2.

Bekannte Größen: t aus Aufgabe 1 und $a = g = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Gesuchte Größe: v

Größengleichung: $v = g \cdot t$ oder $v = g \cdot \sqrt{\frac{2s}{g}} \Leftrightarrow v = \sqrt{2 s g}$

Rechnung: $v_{20 \text{ m}} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,0 \text{ s} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

oder $v_{20 \text{ m}} = \sqrt{2 \cdot 20 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$v_{40 \text{ m}} = 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $v_{60 \text{ m}} = 34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

3.

Bekannte Größen: Geschwindigkeitsdifferenz $\Delta v = 34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$; $s = 20 \text{ m}$

Gesuchte Größe: a

Größengleichung: $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ und $a = \frac{v}{t} \Leftrightarrow t = \frac{v}{a}$

Eingesetzt und umgeformt: $a = \frac{1}{2} \frac{v^2}{s}$

Rechnung: $a = \frac{1}{2} \frac{(34 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{20 \text{ m}}$

$$a = 29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} : 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,0$$

Antwort: Es wirkt die dreifache Gewichtskraft, also 3 g. Diese ist für gesunde Personen unkritisch. (Siehe Aufgabe g-Kraft Ph 7 (I))

Anregung zum weiteren Lernen

In Jahrgangsstufe 10 kann diese Aufgabe wieder aufgegriffen werden. Es sind Vorhersagen/Berechnungen z. B. zu Beschleunigungen oder Fallzeiten möglich.

Die Aufgabe lässt sich auf die Auswirkungen im Straßenverkehr erweitern.

Mögliche Beispiele:

- Bei einem Unfall im Straßenverkehr fährt ein Fahrzeug mit $30 \frac{km}{h}$ gegen eine Wand. Mit Airbag wird der Fahrer innerhalb von 50 cm und ohne Airbag innerhalb von 5 cm abgebremst. Welche „g-Kräfte“ wirken auf den Fahrer. Diskutiere die Auswirkungen.
- Ein Schüler stürzt durch zu starkes Bremsen vom Fahrrad und schlägt mit dem Kopf mit 15 „Stundenkilometern“ (Begriff diskutieren) auf. Mit Helm wird der Kopf über 5,0 cm abgebremst, ohne Helm ist der Bremsweg nur 0,5 cm. Berechne die dabei wirkenden „g-Kräfte“ (Vielfache der Erdanziehung) und diskutiere die Auswirkungen.

Hinweise zum Unterricht

In der Aufgabe sollen die Schülerinnen und Schüler das selbstständige Aneignen und Vertiefen von Wissen mittels Literaturrecherchen einüben. Hierbei unterscheiden sie zwischen Ortsfaktor (Beschleunigung), Masse und Gewichtskraft und lernen die Wirkungen von Kräften auf Menschen kennen.

Die „g-Kräfte“ geben ein Vielfaches der auf einen Körper wirkenden Gewichtskraft auf der Erde (Erdanziehungskraft) an.

Mit Hilfe der „g-Kraft“ kann ein einfacher Bezug zwischen der Gewichtskraft und anderen Beschleunigungen hergestellt werden. Im Allgemeinen werden „g-Kräfte“ verwendet, um Beschleunigungen, die aufgrund starker Änderung von Größe und/oder Richtung der Geschwindigkeit auf den menschlichen Körper, einen Gebrauchsgegenstand oder ein Fahrzeug einwirken, zu veranschaulichen.

Quellen und Literaturangaben

Alle Bilder: ISB - 2016