

Beide Male fiel der Blumentopf aus der gleichen Höhe auf den Boden. Warum ist er im Sand nicht kaputt gegangen?

**Material:**

Magnethalter mit Stahlkugel, Schalter, Messlatte, Stativ, Schale mit Sand, Styroporplatte (10×10 cm), Sperrholz (10×10 cm), Tafelschwamm, Versuchsprotokoll A

**Aufgabe 1: Experiment**

H1

1. Lasst die Stahlkugel jedes Mal aus 50 cm Höhe auf eine jeweils andere Unterlage fallen.

2. Messt, wie tief sich die Kugel eingedrückt hat.

3. Beim Aufprall hatte die Kugel immer die gleiche Geschwindigkeit von $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Aus dieser Geschwindigkeit wurde die Kugel auf der kurzen Strecke des Eindrückens auf $0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ abgebremst.

Ermittelt für jede Unterlage die Kraft, welche dabei auf die Kugel ausgeübt wurde.

Verwendet das Versuchsprotokoll A. Notiert euer Ergebnis:

Je kürzer der Bremsweg, desto stärker _____ auftreten.

H2

Aufgabe 2: Sicherheit beim Klettern

Ein Sportkletterer befindet sich in 18 m Höhe und wird von seinem Partner am Boden gesichert. Er ist 2,5 m über die letzte Zwischensicherung hinaus geklettert, als er den Halt verliert und stürzt. Zum Glück dehnen sich Kletterseile um ca. 10 % und auch der Sichernde gibt beim Auffangen des Sturzes noch 0,5 m Seil nach (dynamisches Bremsen).

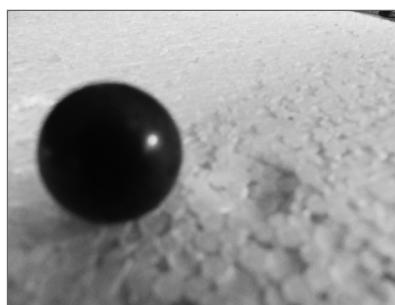
Welche Kräfte wirken beim Sturz auf den Kletterer?

**Aufgabe 3: Klettersteigset – mit Bandfalldämpfer**

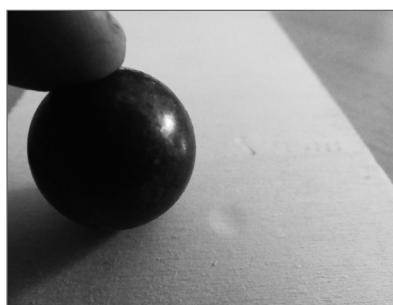
Steigt man in einen Klettersteig ein, so sollte man mit einem Klettersteigset gesichert sein. Hierbei handelt es sich um zwei Seilstücke mit je einem Karabiner, mit denen man sich an das am Fels fixierte Seil einklinken kann. Kommt man an eine Fixierung, so wird zunächst der eine Karabiner umgehängt, dann erst der andere. Kommt es allerdings zu einem Sturz (möglicherweise auch noch in einem senkrechten Kletterabschnitt), dann fällt man ein paar Meter frei, bis die Karabiner von einer Wandfixierung gestoppt werden.

Die Dehnung des Materials ist nur minimal, da die Seilstücke recht kurz sind. Man verwendet deshalb Bandmaterial, das mehrfach gefaltet und zusammengenäht ist – einen sogenannten Bandfalldämpfer (siehe Abb.). Im Falle eines Sturzes wird die Naht aufreißen.

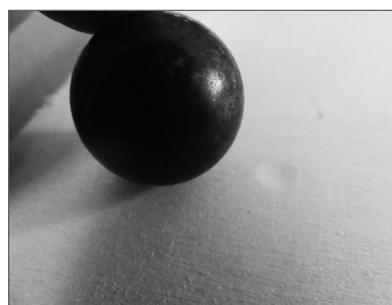
Schildere, wie ein Bandfalldämpfer die Kräfte beim Auffangen eines Sturzes drastisch reduzieren kann.



Delle in Styropor



in Hartschaumplatte



in Sperrholz

H1

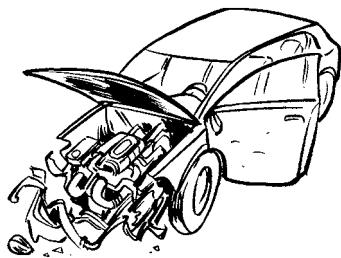
Die Geschwindigkeit v und der Bremsweg s sind bekannt, gesucht ist: $F = ma$.

Setzt man $t = \frac{v}{a}$ in die Gleichung $s = \frac{1}{2} at^2$ ein, erhält man eine Gleichung, in der nur noch a unbekannt ist.

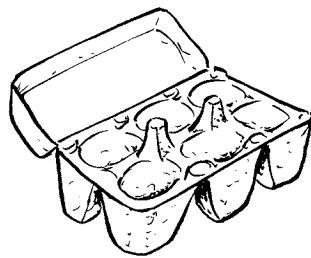
Wenn man 2,5 m über die letzte Sicherung hinausgeklettert ist, fällt man 2,5 m unter die Sicherung (also 5 m), bis man vom Seil aufgefangen wird. Der Bremsweg setzt sich aus 10 % Seillänge zzgl. der dynamischen Sicherung zusammen.

H2

Verwandte Phänomene:



Knautschzone beim Auto



Verpackung von zerbrechlichen Gütern



Schutanzug eines Eishockey-Torwarts

Zu 1) Aus 50 cm Höhe hat ein Körper eine Auf treff geschwindigkeit von $3,132 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Je kürzer der Bremsweg, desto stärker sind die Kräfte, die beim Aufprall auftreten.



Zu 2) Der Kletterer fällt 5 m frei, bevor ihn das Seil auffängt. Er hat dann eine Geschwindigkeit von $9,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Als Bremsweg stehen 10 % Seildehnung ($\rightarrow 1,8 \text{ m}$) plus 0,5 m (dynamisches Sichern $\rightarrow 2,3 \text{ m}$) zur Verfügung.

Mit $t = \frac{v}{a}$, eingesetzt in $s = \frac{1}{2} at^2$, ergibt sich $s = \frac{1}{2} a \frac{v^2}{a^2}$ bzw. $a = \frac{v^2}{2s} = 21,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, also etwa doppelt so groß wie die Fallbeschleunigung.

Beim Sturz wirkt also eine Kraft von etwa dem doppelten Körpergewicht. (Anmerkung: Der Mensch kann kurzfristig bis zum Neunfachen der Erdbeschleunigung aushalten.)

Zu 3) Klettersteigset mit Bandfalldämpfer: In einem Klettersteig sind in senkrechten Passagen die Fixpunkte selten mehr als 2 m auseinander. Damit kann man auch nur max. 2 m fallen, mit einer Fallgeschwindigkeit von max. $6,26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Wenn der Bandfalldämpfer aufreißt, verlängert sich der Bremsweg auf bis zu 1,50 m.

Sprung in einer Funbox-Anlage – wie hoch, wie weit?



Material:
Bike, Rampe,
Videoaufzeichnung,
Messlatte

Aufgabe 1: Experiment

Ein geübter Biker springt mit seinem Rad in einer Funbox mit 45° -Rampe.
Messt die Höhe des Sprungs.

Aufgabe 2:

Hier wird eine Sprunghöhe von 60 cm gemessen.

Ermittle hieraus zeichnerisch und rechnerisch:

H1

- a) Wie lange dauert der Flug?
- b) Wie lange dauert es bis zum Gipelpunkt?

H2

- c) Wie groß ist die senkrechte Geschwindigkeit?

H3

- d) Wie weit fliegt der Biker?

H4

- e) Welche Absprunggeschwindigkeit hatte der Biker?



Um 60 cm aufzusteigen, benötigt der Biker genauso lange, wie für einen Fall aus dieser Höhe.

Verwende die Formel $h = \frac{1}{2} gt^2$.

H1

v_x und v_y sind gleich groß und haben die Größe $\frac{v}{\sqrt{2}}$.

Mit der Flugzeit von $t = 0,35$ s zum Scheitelpunkt kann man $v_y = v \cdot \sin(45^\circ)$ berechnen aus:

$$0,6 \text{ m} = 0,35 \text{ s} \cdot v \cdot \sin(45^\circ) - 0,5g(0,35 \text{ s})^2$$

H2



Seine gesamte Flugzeit beträgt 0,7 s und seine Geschwindigkeit v_x ist identisch mit v_y .

H3

$$v = v_x \cdot \sqrt{2}$$

H4

Zu 2) a) Flugzeit: 0,7 s

- b) bis zum Gipfelpunkt: 0,35 s.
- c) Geschwindigkeit: $3,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- d) Flugweite: 2,401 m
- e) Absprunggeschwindigkeit: $4,85 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 17,46 \frac{\text{km}}{\text{h}}$

