

Notizen:



08/2018





Liebe Abenteurer,
 Viel Spaß bei Fragen zur
 Beschleunigung, Geschwindigkeit,
 potentielle und kinetische Energie,
 quer durch meine Abenteuerwelt.
 Der Parkplan weist Euch den Weg.
 Vergesst ihn nicht.

Euer *Lord A. Explorus*

Teamname:

Mit viel Spaß und Action könnt Ihr nicht nur außergewöhnliche Abenteuer erleben, sondern auch etwas lernen. Macht Euch auf den Weg und findet die Lösungen für Fragen zur Beschleunigung, Geschwindigkeit, potentielle und kinetische Energie im Heide Park Resort. Wir wünschen Euch viel Erfolg!

Hinweis! Für jede Aufgabe findet Ihr die Formeln sowie die Einheiten,

- wie z.B.:
- s = Strecke [m]
 - v = Geschwindigkeit [m/s]
 - a = Beschleunigung [m/s²]
 - t = Zeit [s]
 - g = Einheitenloser Faktor von a
 - F = Kraft [N]
 - m = Masse [kg]



1. Potentielle und kinetische Energie

Aller Anfang ist schwer, das gilt auch für KRAKE, Scream und Co. Na dann mit Energie und Arbeit frisch ans Werk.

Hier siehst Du eine kurze Darstellung von Big Loop unserer ältesten Looping Bahn hier im Heide Park Resort. Geht zu dieser Attraktion, beobachtet die Fahrt und markiert in der abgebildeten Zeichnung folgende Punkte:

- 1 - Den Punkt der höchsten potentiellen Energie (W_{pot})
- 2 - Den Punkt der höchsten kinetischen Energie (W_{kin})

Punktzahl: von 2



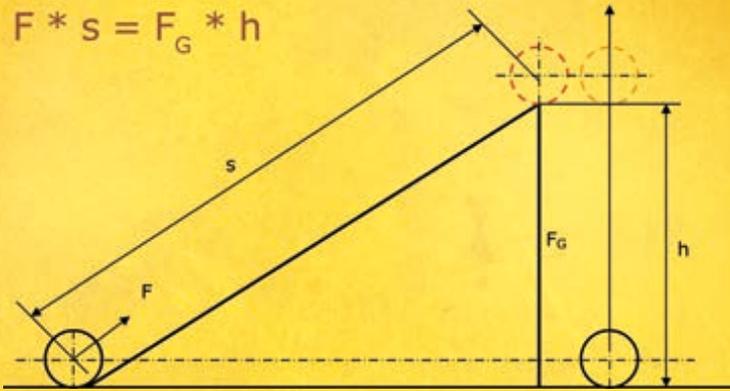
Das war die Frage zum Aufwärmen für Euch. Unsere anderen Achterbahnen sind da inzwischen schon richtig am Arbeiten. Die Formeln für Arbeit und potentielle Energie unterscheiden sich nur minimal:

Arbeit (W) = Kraft (F [Nm]) * Strecke (s[m])
Potentielle Energie (W_{pot}) = Gewichtskraft (F_G [Nm]) * Höhe (h [m])



3 - Wir behaupten, die folgende Gleichung ist richtig. Stimmt das wirklich?
Die Masse beider Kugeln ist gleich.

$$F * s = F_G * h$$



- Ja, egal ob die Kugel über die Schräge an die Spitze gelangt, oder hochgehoben wird, Arbeit und potentielle Energie ist in diesem Fall gleich.
- Nein, es ist nicht egal, das Heraufschieben ist leichter als das hochheben, somit ist Arbeit und potentielle Energie in diesem Fall nicht gleich.
- Nein, das Hochheben der Kugel ist auf jeden Fall leichter, somit ist Arbeit und potentielle Energie in diesem Fall nicht gleich.

Punktzahl: von 1

Das Schöne an der Energie ist, dass sie nicht verloren geht, sondern nur umgewandelt werden kann. Darum kann man die potentielle Energie und kinetische Energie gleich setzen.

Die Höchstgeschwindigkeit (V) von Colossos beträgt 120 km/h. Wie groß ist die kinetische Energie eines Colossos Zuges?

Ein Zug mit Fahrgästen hat eine Masse (m) von 8.500kg. Die Formel für die kinetische Energie lautet:

$$W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} * m * V^2$$

$$V = \frac{m}{s}$$

$$m = \text{kg}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

5 - Wie groß muss der Höhenunterschied sein, damit ein Colossos Zug mit Fahrgästen diese Geschwindigkeit erreichen kann?

$$W_{\text{pot}} = m * g * h$$

$$m = 8,500\text{kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (Erdbeschleunigung)}$$

Lösung:

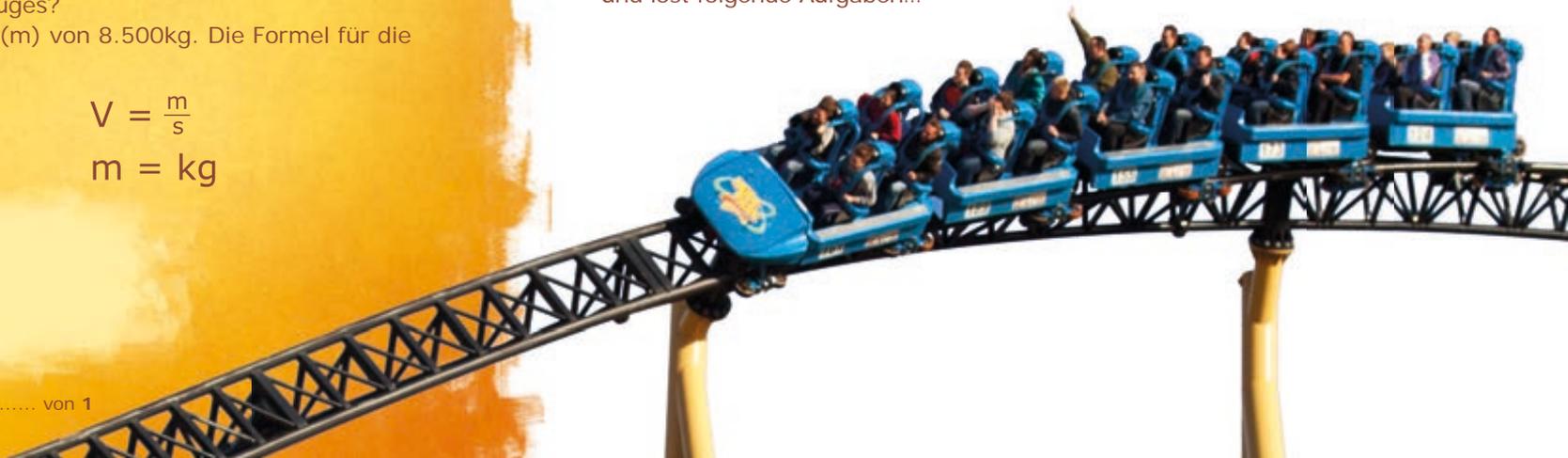
Punktzahl: von 1

2. Beschleunigung

Höher, schneller, weiter – das sind die Aussagen vieler Achterbahnfans, wenn man nach Kriterien für eine neue Achterbahn fragt. Dabei ist die Belastbarkeit des Menschen die Grenze des Machbaren, besonders bezüglich der Beschleunigung. Der Grenzwert liegt hier etwa bei der 5-fachen Erdbeschleunigung, also 5g! g ist dabei eine natürliche Konstante auf der Erde.

Dahinter verbirgt sich der Beschleunigungswert $a = 9,81\text{m/s}^2$. Du wirst genau in diesen Augenblick also mit $1g = 9,81\text{m/s}^2$ auf die Erde beschleunigt. Das verhindert, dass du abhebst. Zum Vergleich: Bei einem Raketen-Start wird der Körper mit etwa 4g belastet, allerdings über mehrere Minuten! Die Wissenschaft sagt, dass untrainierte Menschen bei 6g Nasenbluten bekommen können und bewusstlos werden. Ab 8g drohen innere Verletzungen, ab 14 g der Tod. Bei Fahrgeschäften wirken die Beschleunigungen allerdings im Wechsel und immer nur wenige Sekunden.

Jetzt kommen wir aber zu schnell – schneller – am schnellsten! Deutschlands einzigartige Katapultachterbahn macht es möglich. Geht zunächst zu Desert Race und löst folgende Aufgaben...



1 - Welche Beschleunigung (a) hat Desert Race beim Start in m/s²?

$$a = \frac{v}{t}$$

$$v: 100 \text{ km/h}$$
$$t: 2,4 \text{ s}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

2 - Nach welcher Strecke hat Desert Race seine Endgeschwindigkeit erreicht?

$$s = \frac{1}{2} * a * t^2$$

$$a: \text{Lösung aus Frage 1}$$
$$t: 2,4 \text{ s}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

3 - Wie groß ist der Bremsweg (s) aus 100 km/h?

$$s = \frac{v^2}{2*a}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

Auf der Tour durch den Park ist Euch sicherlich schon der größte Gyro-Drop-Tower der Welt aufgefallen: Scream macht seinem Namen alle Ehre. Auch hier geht es um Beschleunigung – und zwar um die negative Beschleunigung!

4 - Wie lange fällt Ihr mit Scream nach unten, wenn die reine Fallstrecke vor dem Bremsen 38 m beträgt und der Luftwiderstand vernachlässigt wird?

$$s = \frac{1}{2} g * t^2$$

$$s: 38 \text{ m}$$
$$g: 9,81 \text{ m/s}^2$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

5 - Wie lange dauert die Bremszeit bei Scream auf annähernd Null, wenn beim Bremsen die vierfache Erdbeschleunigung auf Dich wirkt?

$$a = \frac{v}{t}$$

$$v: 27 \text{ m/s}$$
$$a: 4*g$$

Lösung:

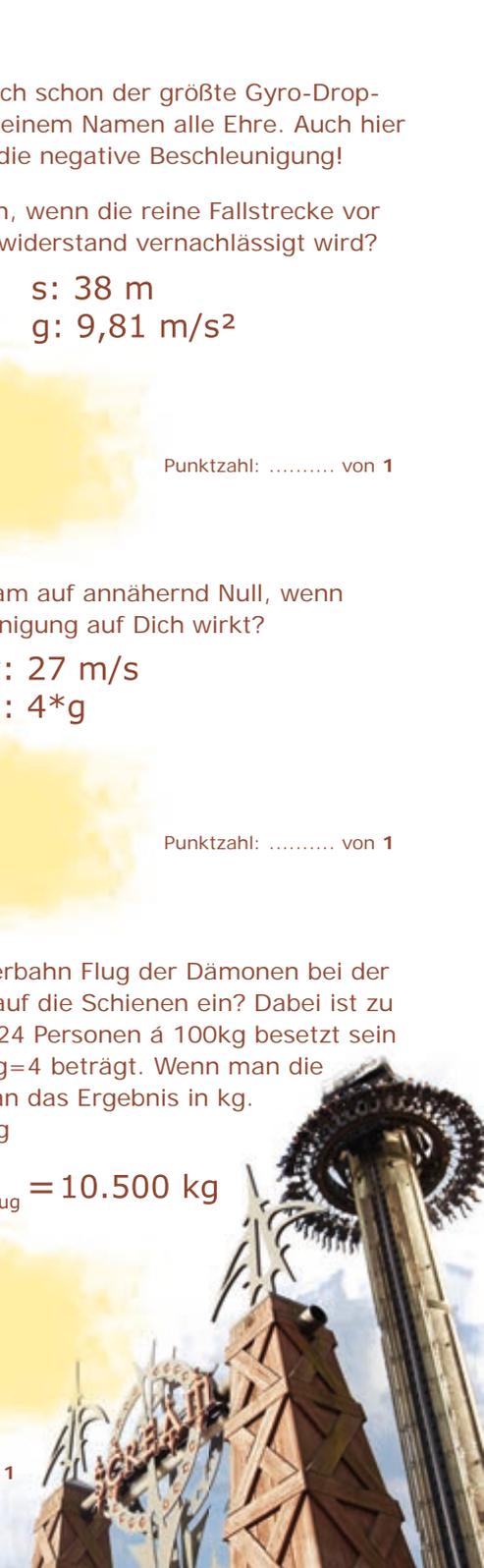
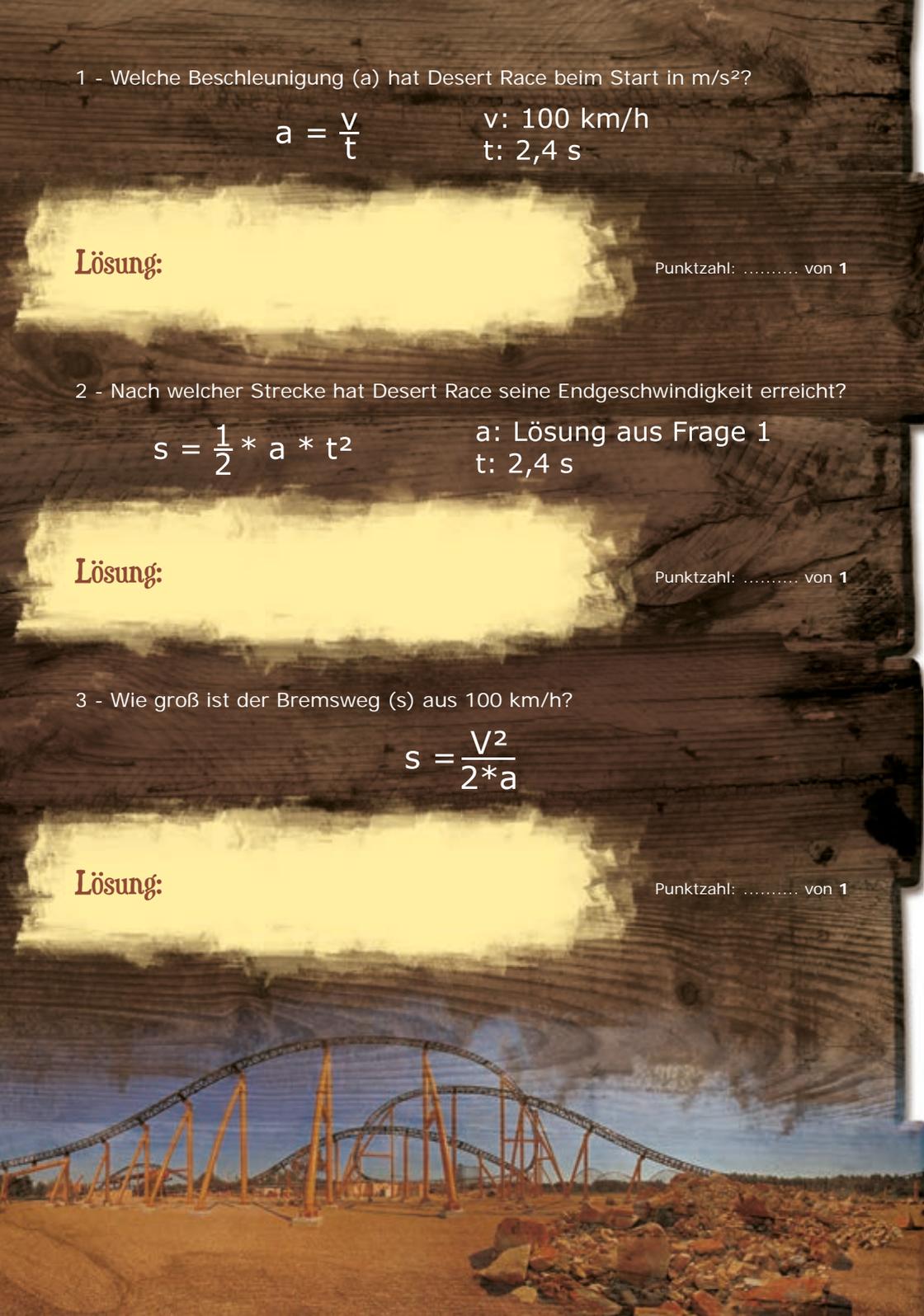
Punktzahl: von 1

6 - Welche Gewichtskraft wirkt bei der Achterbahn Flug der Dämonen bei der ersten Taldurchfahrt (unter der Brücke) auf die Schienen ein? Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Zug mit max. 24 Personen á 100kg besetzt sein kann und die Beschleunigung dort etwa $g=4$ beträgt. Wenn man die Kraft durch $g=9,81 \text{ m/s}^2$ teilt, erhält man das Ergebnis in kg. Hinweis zur Berechnung: $m_{\text{Zug}}=10.500 \text{ kg}$

$$F_{\text{ges}} = (m_{\text{Zug}} + m_{\text{Fahrgäste}}) * x * g \quad m_{\text{Zug}} = 10.500 \text{ kg}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1



3. Achterbahnen und das tierische Ende

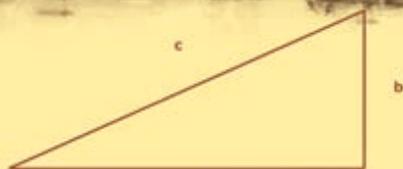
Höher nein, das ist sie nicht. Schneller als andere ist sie auch nicht, aber tierisch gruselig. Denn KRAKE lässt Euch aus ca. 42 Metern in das Maul des Seeungeheuers fallen.

Dabei fällt Ihr fast senkrecht in den Schlund hinein. Damit Ihr aber erst einmal in diese Höhe kommt, werdet Ihr über eine Kette eine Schräge hinaufgezogen. Die Steigung die Ihr hinaufgezogen werdet beträgt 100%.

1 - Wie errechnet sich diese Prozentangabe genau?

$P = \frac{b}{a} * 100\%$

$P = \frac{a}{b} * 100\%$



Punktzahl: von 1

2 - Solltet Ihr die richtige Formel erkannt haben bzw. wissen, dann könnt Ihr uns bestimmt mit Hilfe einer der Winkelfunktionen errechnen wie viel Grad der Winkel α hat (α liegt zwischen den Seiten a und c), wenn wir Euch sagen, dass die Seite a = 43m lang ist.

$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} \quad \cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} \quad \tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

3 - Errechnet mit Hilfe des Pythagoras die Länge der Seite c.

Lösung:

Punktzahl: von 1

4. Jetzt wird's heiß

Dass es bei uns heiß hergeht, zeigen wir Euch jetzt. Zum Abschluss noch eine anspruchsvolle Aufgabe zum Wing Coaster Flug der Dämonen. Wie Ihr vielleicht schon wisst, werden unsere Bahnen häufig mit Magnetbremsen (Wirbelstrombremsen) gebremst. Dabei werden elektrisch leitende, aber nicht magnetische Aluminiumbleche, auch Bremschwerter genannt, zwischen zwei sich anziehende Magnete geführt. Auch Flug der Dämonen wird im Wesentlichen so gebremst. Dabei wird, wie bei den meisten anderen Bremsvorgängen auch, kinetische Energie in thermische Energie, also Wärme, umgewandelt.

Hier die Frage: Um wie viel Grad [$^{\circ}\text{C}$] erwärmen sich die Bremschwerter des Wing Coaster Zuges bei einem einzelnen Bremsvorgang am Ende der Strecke? Da zur Berechnung einige Zwischenschritte nötig sind, ist die Aufgabe in ein paar Teilaufgaben unterteilt.

1 - Zunächst müssen wir wissen, wie viel kinetische Energie im Zug noch steckt, wenn er die Bremse erreicht.

(Die Einheit der Lösung ist [J] Joule. Die Lösung ist 7-stellig)

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m * v^2$$

$$v: 50 \text{ km/h} \hat{=} 14 \text{ m/s}$$
$$m_{\text{Zug+Gäste}} = 12.900 \text{ kg}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1



Die nun errechnete Energie wird jetzt vollständig in Wärme umgewandelt. Wir gehen also davon aus, dass der Zug auf 0 km/h runtergebremst wird. Dabei ist es entscheidend, wieviel und welches Material erwärmt wird. Also dessen Masse. Es sind insgesamt 24 Bremsschwerter verbaut. Jede Platte hat eine Länge l von 1m, eine Breite b von 20cm (0,2m) und eine Höhe h von 8mm (0,008m).

2 - Berechnet das Gesamtvolumen aller Bremsteile.

Tipp: Rechnet alles in Metern. Beachtet, dass es insgesamt 24 Stück gibt.

$$m = (l * b * h) * \rho \quad \text{Dichte } \rho_{\text{Aluminium}} = 2.700 \text{ kg/m}^3$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

3 - Wir wissen jetzt die Energie E_{kin} , die umgewandelt werden muss, wir wissen die Masse m der Aluminium-Bremsschwerter, die die Energie aufnehmen müssen. Nun müssen wir die spezifische Wärmekapazität c verwenden. Dieser Wert sagt aus, wieviel Energie benötigt wird, um 1kg eines bestimmten Materials um 1K ($1\text{K} \hat{=} 1^\circ\text{C}$) zu erwärmen. Für Aluminium gilt $c = 900\text{J/kgK}$

$$\Delta T = \frac{E_{\text{kin}}}{m * c}$$

Lösung:

Punktzahl: von 1

Nun wisst Ihr, um wie viel $^\circ\text{C}$ sich die Bremsen in nur wenigen Sekunden erwärmen. Das schafft kein Wasserkocher. Das passiert bei jeder Runde, dazwischen muss die Bremse wieder abkühlen.

Geschafft, Ihr habt erfolgreich das Ende der Rallye erreicht. Ich hoffe es hat Euch Spaß gemacht.

Auswertung

Mögliche Gesamtpunktzahl: **17** Erreichte Punktzahl:

Notizen:

