

Aufgaben Physik – Kraftgesetze

Umfangreiche oder etwas schwierigere Aufgaben sind mit + gekennzeichnet. (Die Aufgaben stammen aus dem Physikbuch „Sexl“ und sind leicht angepasst durch C. Beeli. Es gibt in dieser Sammlung viele einfache Aufgaben, die man unbedingt sollte lösen können.)

Die Schwerkraft

21. Was wiegt ein Mensch ($m = 78 \text{ kg}$) in Newton gemessen
a) auf der Erde, b) auf dem Mond, resp. c) auf dem Jupiter? (g-Werte im Physik-Duden nachschlagen, S. 82)
22. Wird mit der Balkenwaage das Gewicht oder die Masse bestimmt?
23. Um auf dem Mond eine Gewichtskraft $F = 10 \text{ N}$ mit Wasser zu erhalten, welche Masse m bräuchte es und welches Volumen würde es einnehmen? Die Fallbeschleunigung beträgt auf der Mondoberfläche 1.65 m/s^2 (Bitte auch im Physik-Duden nachschlagen – S. 80).

Die Federkraft

24. An eine Schraubenfeder mit der Federkonstante $k = 10 \text{ N/m}$ wird ein Körper der Masse $m = 60 \text{ g}$ angehängt. Um wie viel wird die Feder gedehnt a) auf der Erde, b) auf dem Mond?
25. Hängt man an eine Schraubenfeder 50 g , so wird sie um 5.0 cm länger.
a) Um wie viel dehnt sich die Feder, wenn man 80 g anhängt?
b) Wie viele Gramm hängen an der Feder, wenn sie um 3.0 cm gedehnt ist?
26. Zwei Schraubenfedern mit den Federkonstanten k_1 und k_2 werden aneinandergesetzt. Wie gross ist die Federkonstante der Anordnung?

Die Reibungskraft

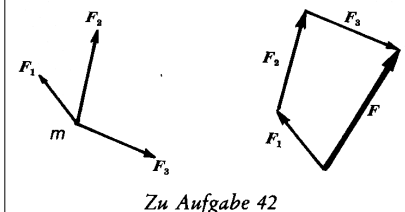
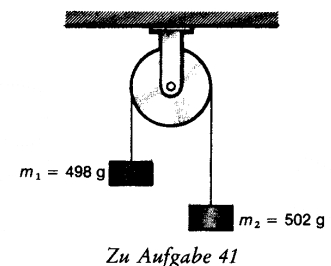
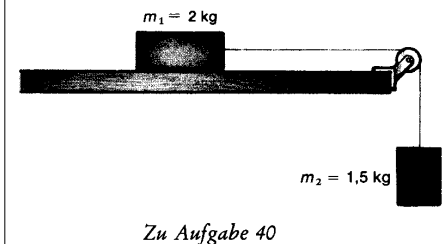
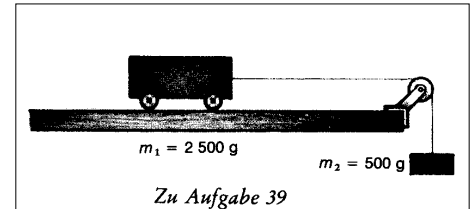
27. Schwere Möbel lassen sich leichter verschieben, wenn man Tücher unterlegt. Woher kommt das?
28. Ein Auto der Masse $m = 900 \text{ kg}$ wird durch Blockieren aller Räder gebremst. Die Gleitreibungszahl zwischen Auto und Straße beträgt $f_G = 0.40$. Wie groß ist die bremsende Reibungskraft?
29. Wann ist die Bremswirkung besser: Wenn man die Räder blockiert, so dass sie auf der Straße gleiten, oder wenn man nur so stark bremst, dass sie gerade noch abrollen, also auf der Straße an der Berührungsstelle haften? Kurz begründen.

Kraft = Masse mal Beschleunigung

30. Ein (alter) Volkswagen ($m = 900 \text{ kg}$) benötigt 22 Sekunden , um aus dem Stand auf 80 km/h zu kommen.
a) Wie groß ist die durchschnittliche Beschleunigung? b) Wie groß ist die durchschnittliche Kraft des Motors?
31. Auf einem Becherglas liegt eine Spielkarte und darauf eine Münze. Was geschieht, wenn man die Spielkarte in waagrechter Richtung wegzieht? Untersuchen Sie
a) die langsame Bewegung, b) die rasche Bewegung.
32. Ein Sack aus schlechtem Material ist mit Kartoffeln gefüllt. Wenn man ihn ganz langsam hochhebt zerreisst er nicht, weshalb zerreisst er aber, wenn man ihn nur genügend schnell anhebt?
- +33. Die gleichmäßig beschleunigte Bewegung wird durch folgende Formeln beschrieben:
 $a = \text{const.}, \quad v = a \cdot t, \quad s = \frac{1}{2} \cdot at^2.$
a) Zeigen Sie, dass zwischen der Beschleunigung, der erlangten Geschwindigkeit und dem zurückgelegten Weg folgender Zusammenhang besteht: $a = v^2/(2s).$
b) Prüfen Sie, ob bei den angegebenen Formeln links und rechts vom Gleichheitszeichen die gleichen Grundeinheiten stehen.
- +34. Eine Gewehrkugel ($m = 10 \text{ g}$) erfährt im Gewehrlauf eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Sie wird im 80 cm langen Lauf auf 800 m/s beschleunigt.
a) Wie groß ist die Beschleunigung a der Kugel?
b) Wie groß ist die (mittlere) Kraft F , welche im Gewehr auf die Kugel einwirkt?
- +35. Eine Uhr ($m = 150 \text{ g}$) fällt aus 1.5 m Höhe zu Boden. Sie wird beim Auffallen abgebremst und auf einer Strecke von 0.50 mm zur Ruhe gebracht.
a) Mit welcher Geschwindigkeit trifft die Uhr am Boden auf?
b) Welche Beschleunigung erfährt die Uhr beim Aufprall?
c) Welche Bremskraft wirkt auf die Uhr beim Aufprall?
(Bei stoßgesicherten mechanischen Uhren wird der Bremsweg der Unruh durch eine Federaufhängung etwas vergrößert. Wie wirkt sich das auf die Bremskraft aus, welche beim Auffallen auf die Unruhe wirkt?)
- +36. Ein Auto fährt mit 60 km/h gegen ein Hindernis und wird plötzlich zum Stehen gebracht. Der Fahrer ist angegurtet. Der Gurt dehnt sich und bringt den Oberkörper des Fahrers auf einem Weg von 30 cm zur Ruhe.
a) Welche durchschnittliche Beschleunigung a erfährt der Oberkörper des Fahrers?
b) Mit welcher Kraft F wirkt der Gurt auf den Oberkörper des Fahrers ($m = 50 \text{ kg}$)?
c) Warum darf sich der Gurt nach der Dehnung nicht wie eine Feder zusammenziehen? (Nach einem derartigen Unfall muss der Gurt ausgewechselt werden – aber vermutlich auch das Auto...)

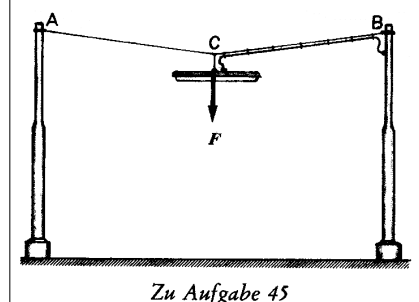
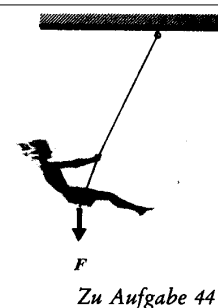
Die Bewegungsgleichung

37. Ein Schlitten ($m = 100 \text{ kg}$) lässt sich längs einer waagrechten Eisfläche reibungsfrei verschieben. Am Schlitten greift die Zugkraft $F = 50 \text{ N}$ an, die waagrecht in Fahrtrichtung wirkt.
- Wie lautet die Bewegungsgleichung?
 - Mit welcher Beschleunigung a setzt sich der Schlitten in Bewegung?
 - Wie groß ist die Geschwindigkeit v des Schlittens nach 10 s ?
 - Welchen Weg s legt der Schlitten in dieser Zeit zurück?
38. Mit einem Seil, dessen Zugfestigkeit 1000 N beträgt, soll eine 50 kg große Masse lotrecht in die Höhe gehoben werden.
- Wie lautet die Bewegungsgleichung der Masse?
 - Mit welcher Maximalbeschleunigung könnte die Masse gehoben werden?
 - Welche Geschwindigkeit hätte sie dann nach 3.0 s erreicht?
 - Welchen Weg würde sie in diesen 3.0 s zurücklegen?
39. Ein Wagen ($m_1 = 2500 \text{ g}$) kann sich auf einer waagrechten Fahrbahn reibungsfrei bewegen. Am Wagen ist eine Schnur befestigt. Diese führt über eine leicht drehbare Rolle und hat an ihrem Ende ein Gewichtsstück ($m_2 = 500 \text{ g}$) hängen (siehe Abbildung).
- Wie lautet die Bewegungsgleichung?
 - Mit welcher Beschleunigung setzt sich die Anordnung in Bewegung?
 - Welche Geschwindigkeit erreicht der Wagen nach 6.0 s ?
 - Welchen Weg legt er in dieser Zeit zurück?
40. Ein Klotz kann sich längs einer waagrechten, rauen Unterlage bewegen. Am Klotz ist eine Schnur befestigt. Diese führt über eine leicht drehbare Rolle und hat an ihrem Ende ein Gewichtsstück hängen. Die Masse des Klotzes betrage $m_1 = 2.0 \text{ kg}$, die Masse des Gewichtsstückes $m_2 = 1.5 \text{ kg}$ und die Gleitreibungszahl $= 0.40$ (siehe Abbildung).
- Wie lautet die Bewegungsgleichung?
 - Mit welcher Beschleunigung setzt sich die Anordnung in Bewegung?
 - Welche Geschwindigkeit würde der Klotz nach 5.0 s erreichen, und welchen Weg hätte er in dieser Zeit zurückgelegt?
- + 41. Über eine sehr leichte, reibungsfrei drehbare Rolle ist eine Schnur gelegt. An einem Ende hängt die Masse $m_1 = 498 \text{ g}$, am anderen Ende die Masse $m_2 = 502 \text{ g}$ (siehe Abbildung).
- Wie lautet die Bewegungsgleichung?
 - Mit welcher Beschleunigung setzt sich die Anordnung in Bewegung?
 - Welche Geschwindigkeit erreichen die Massen nach 10.0 s ?
 - Welchen Weg hat jede Masse in dieser Zeit zurückgelegt?



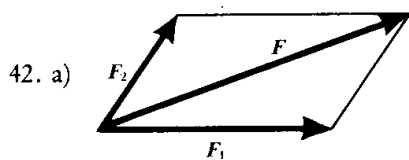
Das Kräfteparallelogramm

42. Die Resultierende mehrerer Kräfte, die am gleichen Punkt angreifen, kann man am einfachsten folgendermaßen finden: Man setzt die einzelnen Kraftvektoren, ohne ihre Richtung zu ändern, aneinander. Die Resultierende zeigt dann vom Anfang des ersten Kraftvektors zur Spitze des letzten (siehe Abbildung).
- Man beweise diese Regel, indem man sie zunächst für zwei Kräfte überprüft und dann schrittweise auf drei und mehr Kräfte verallgemeinert.
 - Es kann vorkommen, dass sich dieses Kräfteviereck = »Kräftepolygon« von selbst schließt. Was bedeutet das physikalisch?
43. Wie bewegt sich ein materieller Punkt, wenn sich die angreifenden Kräfte gegenseitig im Gleichgewicht halten?
44. Zerlegen Sie das Gewicht des schaukelnden Kindes in zwei Komponenten, die parallel und senkrecht zur Bewegungsrichtung stehen (siehe Abbildung). Welches ist die treibende und welches die spannende Komponente?
45. Eine Lampe C ist mit zwei gleich langen Seilen AC und BC an zwei gleich hoch liegenden Verankerungspunkten A und B aufgehängt (siehe Abbildung).
- Zerlegen Sie das Gewicht der Lampe in zwei Komponenten, welche die Richtung der Aufhängeleile haben.
 - Wann ist die Spannung in den Seilen größer als das Gewicht der Lampe?

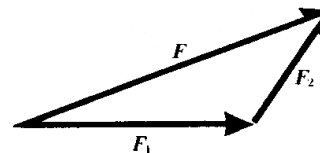


LÖSUNGEN:

21. a) $F = 78 \cdot 9.81 \text{ N} = 770 \text{ N}$ (auf 2 Stellen runden) b) $F = 78 \cdot 1.62 \text{ N} = 130 \text{ N}$ c) $F = 1900 \text{ N}$
22. Es werden Massen verglichen.
23. $m = F/a = 6 \text{ kg}$, $V = 6 \text{ dm}^3$.
24. a) $x = mg/k = 60 \text{ mm}$, b) $x = ma/k = 10 \text{ mm}$.
25. $k = F/x = 0,05 \cdot 10/0,05 = 10 \text{ N/m}$, a) $x = 8 \text{ cm}$, b) $m = 30 \text{ g}$.
26. $x = x_1 + x_2 \rightarrow 1/k = 1/k_1 + 1/k_2$.
27. Die Reibungszahl wird verkleinert.
28. $F = f m g = 0,4 \cdot 900 \cdot 10 = 3600 \text{ N}$.
29. Weil die Gleitreibungszahl kleiner ist als die Haftreibungszahl, ist die Bremswirkung bei blockierten Rädern geringer.
30. a) $a = v/t = 1 \text{ m/s}^2$, b) $F = m a = 900 \text{ N}$.
31. Ist die Reibungskraft größer als $m a$, so wird die Münze mitgenommen, andernfalls fällt sie ins Glas.
32. Der Sack zerreißt, wenn man ihn rasch hochhebt, da er nicht nur dem Gewicht der Kartoffeln standhalten muß, sondern auch noch die beschleunigende Kraft aufzubringen hat.
33. Setzt man $t = v/a$ in $s = a t^2/2$ ein, so entsteht nach einer kleinen Umformung das angegebene Resultat.
34. a) $a = v^2/2s = 4 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$, b) $F = m a = 4000 \text{ N}$.
35. a) $v = \sqrt{2gh} = 5,47 \text{ m/s}$, b) $a = v^2/2s = 3 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$,
c) $F = m a = 4500 \text{ N}$.
36. a) $a = v^2/2s = 461 \text{ m/s}^2$, b) $F = m a = 23\,050 \text{ N}$.
37. a) $m a = F$, b) $a = 0,5 \text{ m/s}^2$,
c) $v = a t = 5 \text{ m/s}$, d) $s = \frac{1}{2} a t^2 = 25 \text{ m}$.
38. a) $m a = F - m g$, b) $a = 10 \text{ m/s}^2$,
c) $v = a t = 30 \text{ m/s}$, d) $s = \frac{1}{2} a t^2 = 45 \text{ m}$.
39. a) $(m_1 + m_2) a = m_2 g$, b) $a = 1,6 \text{ m/s}^2$,
c) $v = a t = 10 \text{ m/s}$, d) $s = \frac{1}{2} a t^2 = 30 \text{ m}$.
40. a) $(m_1 + m_2) a = m_2 g - f m_1 g$, b) $a = 2 \text{ m/s}^2$,
c) $v = a t = 10 \text{ m/s}$, d) $s = \frac{1}{2} a t^2 = 25 \text{ m}$.
41. a) $(m_1 + m_2) a = (m_2 - m_1) g$, b) $a = 0,04 \text{ m/s}^2$,
c) $v = a t = 0,4 \text{ m/s}$, d) $s = \frac{1}{2} a t^2 = 2 \text{ m}$.



ist äquivalent zu



- b) Wenn sich das Kräftepolygon von selbst schließt, verschwindet die Resultierende aller Kräfte. Die Kräfte halten einander das Gleichgewicht.
43. Der Körper gehorcht dem Trägheitsgesetz. (= 1. NG), d.h., der Körper ist in Ruhe oder bewegt sich gleichförmig.

