632.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Doppelkorn besteht aus Wasser und reinem Alkohol.  Das Gesamtvolumen des Schnapses setzt sich aus dem Volumen des Alkohols und dem Volumen des Wassers zusammen.    Weiterhin ist bekannt:    Die Masse des Alkohols bestimmt sich aus dem Volumen und der Dichte:    Die Dichte und das Volumen sind bekannt, also:    b) Die Dichte der Flüssigkeit berechnet sich allgemein nach:    Das Volumen ist bekannt, nämlich 0,7 Liter = 700 cm³.  Die Masse ist die Summe der Masse des Alkohols und der Masse des Wassers:    Wie in Aufgabe a) lässt sich das mit Dichte und Volumenausdrücken:    und eingesetzt:    Das Volumen der Flasche spielt hierbei keine Rolle, da die Dichte einer Flüssigkeit nicht von der Menge, sondern nur von der Zusammensetzung abhängt. | | |
| c) Aus der eben berechneten Dichte kann die Gesamtmasse des Schnapses in der Flasche berechnet werden:    Davon sind 212,8 g Alkohol. Das sind 32,9 Massenprozent Alkohol. | | |
| Antwort: | a) In der Flasche sind 212,8 g reinen Alkohols.  b) Der Schnaps hat eine Dichte von.  c) Der Masseanteil des Alkohols beträt 32,9%. | | |

633.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Wird der Holzklotz ins Wasser geworfen, dann schwimmt er. Das heißt, er geht nicht unter, sondern taucht nur teilweise in das Wasser ein.  Damit ist klar, dass er weniger Wasser verdrängt als sein gesamtes Volumen groß ist.  Um die Höhe zu bestimmen, die das Wasser steigt, muss man wissen, wieviel Wasser der Holzklotz verdrängt.  Damit der Klotz schwimmt, muss nach dem Archimedischen Prinzip die Masse des verdrängten Wassers genau so groß wie sein eigene Masse.  Wie groß ist die Masse des Holzes?    Die Masse des verdrängten Wassers beträgt demnach 5,6 g. Das ergibt ein Wasservolumen von 5,6 cm³.  Diese 5,6 cm³ sind jetzt mehr im Glas und lassen den Wasserspiegel steigen.  Die Form des Wassers ist ein Zylinder mit 3,0 cm Durchmesser. Wie hoch ist dieser Zylinder, damit er genau diese 5,6 cm³ einnimmt? | | |
| Antwort: | Der Wasserspiegel steigt um 7,9 mm an. | | |

634.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Für beide ist der Schulweg gleich lang, es gilt also:    Da die beiden Geschwindigkeiten als konstant angesehen werden können, gilt auch    und eingesetzt:    Die Zeiten sind die Lauf- und Fahrzeiten. Der Unterscheid zwischen diesen beiden Zeiten beträgt 0,5 h. Man kann also schreiben:    oder eingesetzt:    Das kann man nun nach der einen Zeit umstellen:    Damit fährt der Radfahrer 10 min bis zur Schule, die    entfernt ist. | | |
| Antwort: | Der Schulweg ist 3,3 km lang. | | |

635.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Wenn die Bremse am PKW gelöst wird, treibt ihn die Hangabtriebskraft voran. Diese wird durch die Rollreibungskraft verringert.  Da beide Kräfte konstant sind, wirkt also auf den PKW eine konstante Kraft und er führt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung durch.  Es gilt :    Wie groß ist die Kraft? Es ist die Hangabtriebskraft, vermindert um die Reibungskraft.  Die Hangabtriebskraft ist    Der Winkel der Straße ist noch nicht bekannt. Man weiß aber, dass die Neigung der Straße 21% beträgt. Das bedeutet, dass die Straße auf 100 m um 21 m abfällt. Der Winkel ist dann    oder    Die Reibungskraft ist allgemein die Normalkraft mal die Reibungszahl. Unter der Normalkraft versteht man die Kraft, mit der der Körper senkrecht auf den Boden drückt:    Mit steigendem Winkel wird diese Kraft immer kleiner und ist bei einer senkrecht stehenden Wand 0. (logisch)  Damit ist die Reibungskraft:    Die Gesamtkraft wird dann    Diese Gleichung kann nun in die oben umgestellte Gleichung für die Beschleunigung eingesetzt werden: | | |
| Damit kann nun die Geschwindigkeit berechnet werden:  Da es eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ist, gilt:    Die zeit ist in beiden Gleichungen enthalten, stört aber. Deshalb stellt man die zweite Gleichung nach der Zeit um und setzt es in die erste Gleichung ein:    Mit der oben berechneten Beschleunigung erhält man eine Geschwindigkeit von 13,3 m/s oder 47,6 km/h. | | |
| Antwort: | Der PKW hat nach 50 m eine Geschwindigkeit von 47,6 km/h. | | |

338.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t, s |
| Lösung: | b) Da die Triebwerke eine konstante Kraft ausüben, ist die Bewegung gleichmäßig beschleunigt. Da das Raumschiff abbremst, natürlich negativ beschleunigt.  Die Beschleunigung berechnet sich aus dem Newtonschen Grundgesetz:    Diese Beschleunigung ergibt die Geschwindigkeitsänderung. Es gilt    Das ist die Zeit, in der abgebremst wird.  Daraus lässt sich der Bremsweg berechnen: | | |
| c) Bei der Kopplung liegt ein unelastischer Stoß vor, da die beiden Raumschiffe danach verbunden sind und mit gleicher Geschwindigkeit weiterfliegen.  Wie groß ist diese Geschwindigkeit? | | |
| Antwort: | Die Abbremsung muss 95,2 m vor dem Ankoppeln eingeleitet werden und dauert 12,2 s.  Nach der Kopplung bewegen sich beide Raumschiffe mit 0,1 m/s weiter. Die Raumstadion hat ihre Geschwindigkeit um 0,1 m/s und das Transportraumschiff um 0,5 m/s geändert. | | |

636.

a)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es liegt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung vor.  Wie lange dauert es, bis der Lieferwagen seine Endgeschwindigkeit erreicht hat?    Die Beschleunigung lässt sich aus Kraft und Masse nach dem Newtonschen Grundgesetz berechnen:    Und eingesetzt:    Damit fährt er die ersten 16,7 s beschleunigt und die restlichen 13,3s gleichförmig.  Der Weg setzt sich demnach aus dem Weg der beschleunigten Bewegung und dem Weg der gleichförmigen Bewegung zusammen: | | |
| Antwort: | Während der ersten 30 s legt der Lieferwagen einen Weg von 433,3 m zurück. | | |

636.

Der erste Überholvorgang findet statt, wenn der PKW gleichförmig und der Lieferwagen gleichmäßig beschleunigt fahren. Das Besondere am Überholpunkt ist, dass beide den gleichen Abstand zum Nullpunkt haben. Es gilt also:



Aber nicht nur die Wege sind gleich, auch die Zeiten bis zu diesem Ereignis sind für beide Fahrzeuge gleich.



Diese Gleichung enthält noch nicht den gesuchten Weg, aber die Zeit bis zum ersten Überholvorgang. Danach wird umgestellt (quadratische Gleichung!)



Die erste Zeit von 3,5 s ist die gesuchte Zeit. Der zweite Wert besagt, dass der Lieferwagen den PKW nach dieser Zeit überholen würde, wenn er bis dahin gleichmäßig beschleunigt fährt. Er fährt aber ab 16,7 s gleichförmig, so dass diese Zeit keine Lösung der Aufgabe ist.

Mit der ermittelten Zeit lässt sich der Abstand der beiden Autos vom Nullpunkt ermitteln:



Für den zweiten Schnittpunkt fragt man, wie viel Zeit vergangen ist, seit der Lieferwagen von der beschleunigten zur gleichförmigen Bewegung übergegangen ist.

Für den Überholvorgang gilt wieder, dass sowohl Wege als auch Zeiten übereinstimmen:



Der Weg des PKW ist wieder



Woraus setzt sich der Weg des Lieferwagens zusammen?

1. die 45 m Vorsprung

2. Der Weg, der in der Beschleunigungsphase zurückgelegt wird, das sind 167,3 m

3. Der Weg, den der Lieferwagen gleichförmig fährt.

Dieser Weg berechnet sich aus der Geschwindigkeit des Lieferwagens und die Zeit, die er sich in dieser Bewegungsform bewegt. Wie groß ist diese Zeit? Es ist die Zeit bis zum Überholvorgang minus der Zeit für die Beschleunigung.

Damit ergibt sich folgende Gleichung:



Nach dieser Zeit findet der zweite Überholvorgang statt. Der PKW hat dabei 365,1 m zurückgelegt.

Damit ergibt sich ein Abstand der beiden Überholvorgänge von 312,6 m.

638.

|  |
| --- |
| Die beiden Körper werden mit der gleichen Anfangsgeschwindigkeit nach oben geworfen. Damit kann der zweite Körper den ersten nicht einholen und ein Treffen auf dem Hochflug ist nicht möglich (1).  Der erste Körper wird den höchsten Punkt erreichen, umkehren (2) und beim runter fliegen auf den ersten Körper treffen (3). |
|  |

Für beide Bewegungen gilt die Bewegungsgleichung für den senkrechten Wurf:



y ist der Abstand des Körpers vom Startpunkt aus zum Zeitpunkt t. Dabei wird auch berücksichtigt, dass der Körper im höchsten Punkt anhält und zurückkommt.

Für die beiden Körper werden die Bewegungsgleichungen aufgestellt.

Körper 1:



Die Anfangsgeschwindigkeit vo ist jetzt einfach die Startgeschwindigkeit des Körpers.

Körper 2:

Da er später startet, muss dieses in der Bewegungsgleichung berücksichtigt werden. Für Körper 2 ist die Zeit immer um den Wert, den er später geworfen wurde, kleiner. Also ist die Zeit: . t ist die Zeit wie für Körper 1 und ts ist die Zeit, die Körper 2 später geworfen wurde.

Damit lautet die Bewegungsgleichung:



Gesucht ist der Punkt, wo sich die beiden Körper treffen. Das heißt, dass sie dort beide den gleichen Abstand vom Startpunkt haben. Die beiden Bewegungsgleichungen können gleich gesetzt werden:



Als einzige unbekannte Größe steht die Zeit in der Gleichung. Das ist die Zeit, die seit dem Start von Körper 1 vergangen ist und die kann nun bestimmt werden. Dazu muss die Gleichung nach t umgestellt werden.

Das klingt schlimmer als es ist. Als erstes wird die binomische Formel am Ende aufgelöst:



und sämtliche Klammern ausmultipliziert:



Auf beiden Seiten steht, weg damit. Und die 2 im vorletzten Teil fällt auch der Kürzung zum Opfer:



Schon freundlicher. Als nächstes wird geordnet. Alles, was die gesuchte Größe t enthält wandert auf die linke Seite, der Rest bleibt Rechts.



Auf der linken Seite kann nun die gesuchte Größe ausgeklammert werden.



Da die beiden Startgeschwindigkeiten gleich sind, können sie aus der Klammer verschwinden:



Beide Seiten werden durch den linken Klammerausdruck geteilt, damit bleibt die gesuchte Zeit ganz allein auf der linken Seite übrig:



Rechts lässt sich noch hemmungslos kürzen:



und übrig bleibt eine kleine, niedliche Formel.

Mit den gegebenen Größen lässt sich nun die Zeit bis zum Treffpunkt berechnen:



Der Ort des Treffpunktes lässt sich mit einer der Bewegungsgleichungen berechnen. Wenn alles richtig ist, müssen beide das gleiche Ergebnis liefern:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

639.

|  |
| --- |
|  |
| Auf den Hebel wirken 4 Kräfte: an den beiden Enden die Gewichtskräfte der Massen F1 und F2 sowie an den Mittelpunkten der beiden Hebelarme die Anteile des Eigengewichtes des Hebels G1 und G2.  Die Stütze muss als Gegenkraft die Gewichtskräfte der Massestücke und die Gewichtskraft des Hebels aufbringen.  Der Hebel ist im Gleichgewicht, wenn die Summe der linksdrehenden Momente gleich der Summe der rechtsdrehenden Momente ist (Hebelgesetz).  Das Drehmoment ist die Kraft mal dem Abstand, in dem diese Kraft wirkt (wenn die Kräfte senkrecht auf den Kraftarm wirken):    Bevor also das Hebelgesetz mit den Drehmomenten aufgestellt werden kann, muss man Aussagen zu den Abständen vom Drehpunkt manchen. |
|  |
| Der Abstand des großen Gewichtes wird willkürlich mit x angenommen. Da der Hebel die Länge hat, ist der Abstand des kleinen Gewichtes dann.  Die Gewichtsanteile des Hebels selber wirken immer in der Mitte zwischen Drehpunkt und Angriffspunkt der Gewichte.  Damit können die Drehmomente auf beiden Seiten dargestellt werden:    Es fehlen aber noch Aussagen zu den Gewichtsanteilen der Hebel, also G1 und G2. Sie sind proportional zur Länge des Hebelarms. Wenn der Drehpunkt genau in der Mitte liegt, wären beide einzeln halb so groß wie das Gewicht des ganzen Armes. Läge der Drehpunkt z.B. bei einem viertel der Gesamtlänge, wäre der kleine Teil nur ein viertel so schwer wie der große Teil.  Damit kann man schreiben:    Das lässt sich in die obigen Gleichungen einsetzten, die dann laut Hebelgesetz gleich gesetzt werden:    In dieser Gleichung ist außer dem x alles bekannt. Also umstellen!  Zuerst werden die Produkte hinter den Gs zusammengefasst und die Klammer bei F2 ausmultipliziert:    Im hinteren Ausdruck steckt eine binomische Formel, die aufgelöst wird:    und dann aus multipliziert wird:      Jetzt kann man erst mal kürzen:    Auf beiden Seiten stehen gleiche Summanden, weg damit!    Nun sieht das schon viel freundlicher aus. Alle die Summanden, die das x enthalten, kommen auf eine Seite, der Rest auf die andere:    x ausklammern:    und fast fertig:    Schöne Gleichung.  Anstelle der Kräfte setzt man einfach die Massen ein, da ja die Gewichtskraft die Masse mal Fallbeschleunigung ist. Die ist aber sicher im Bereich des Hebels konstant und würde sich wieder rauskürzen.    Der Drehpunkt muss 0,7 m vom großen Massestück entfernt liegen. Er hat vom Mittelpunkt des Hebels einen Abstand von 1,3 m. |

640.

Nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz ist die Anziehungskraft zwischen zwei Massen proportional zu jeder Masse und umgekehrt proportional zum Quadrat der Abstände der Mittelpunkte der Körper.



Im konkreten Fall ist die eine Masse M die der Erde und die andere m die von dem Körper, der angezogen wird. Der Abstand ist der Radius der Erde plus die Höhe des Körpers über dem Meeresspiegel.

Durch die Erdanziehungskraft bekommt der Körper ein Gewicht, das mit der Fallbeschleunigung beschrieben wird:



Die beiden Kräfte beschreiben die gleiche Größe und können gleich gesetzt werden:



Die Masse m des angezogenen Körpers spielt bei der Bestimmung der Fallbeschleunigung keine Rolle mehr.

Weiterhin ist zu erkennen, dass die Fallbeschleunigung umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes vom Mittelpunkt des anziehenden Körpers ist. Die Masse der Erde und die Gravitationskonstante sind konstant.



Für den Radius, der dem Erdradius r0 entspricht, gilt die Fallbeschleunigung g0. Die Fallbeschleunigung gh ist die Fallbeschleunigung im Abstand rh vom Erdmittelpunkt. Für diese vier Größen gilt dann der Zusammenhang:



Der Abstand rh ist der Abstand r0 plus die Höhe h über der Erdoberfläche:



Eingesetzt:



Der Ausdruck unter dem Bruchstrich ist eine binomische Formel und kann aufgelöst werden:



Da die Abnahme je km gefragt ist, kann man für die Höhe h 1 km einsetzten, der Erdradius ist bekannt:



Je Kilometer Höhe sinkt die Fallbeschleunigung auf den 0,999686ten Teil des ursprünglichen Wertes oder sie beträgt nur noch 99,9686% des ursprünglichen Wertes. Das entspricht einer Abnahme um 0,0314%.

Herrscht in der Höhe 0m eine Fallbeschleunigung von, so sind es in 1 km Höhe noch.

Sie sinkt also je km um  Das ist sehr wenig.

641. Im oberen Punkt des Looping wirken zwei Kräfte auf den Menschen: die immer und all gegenwärtige Gewichtskraft, die ihn nach unten ziehen würde und die Zentrifugalkraft. Letztere ist eine Trägheits- oder Scheinkraft, die so groß wie die Radialkraft ist und nach außen wirkt. Damit zeigt die Richtung der Zentrifugalkraft im oberen Punkt der Loopingbahn entgegengesetzt zur Gewichtskraft.

Die Kraft, die der Mensch in diesem Punkt spürt, ist die Differenz der beiden Kräfte. Ist die Gewichtskraft größer, fällt er aus der Gondel, sind beide gleich groß, schwebt er gerade so durch den Looping (schwerelos) und ist die Zentrifugalkraft größer, kommt er ganz sicher durch den Looping hindurch.

Wovon sind die beiden Kräfte nun abhängig?

Die Gewichtskraft ist ganz einfach Masse mal Fallbeschleunigung:



Die Zentrifugalkraft berechnet sich wie die Radialkraft und hängt von der Masse des Körpers, der Geschwindigkeit und dem Radius der Kreisbahn ab:



Subtrahiert man beide Kräfte, erhält man



Die Werte in der Klammer sind für einen Waagen immer gleich. Einzig die Masse ist für die Menschen variabel. Ja größer die Masse, umso größer die nach außen wirkende Kraft.

Hinweis: Damit die Loopingbahn überhaupt durchlaufen werden kann, müssen Gewichtskraft und Fliehkraft genau gleich sein. In diesem Fall kürzen sich die Massen raus. Es kommen also sowohl die Dicken als auch die Dünnen durch den Looping.

642.

Es gilt:



Da beide Körper aus gleicher Höhe fallen, kann man schreiben:



In beiden Fällen liegt eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung vor, es ist also:



oder



Für die Mondfallbeschleunigung wird der bekannte Wert in Vielfachen der Erdfallbeschleunigung eingesetzt:



Damit lässt sich eine Angabe über die Fallzeit auf dem Mond im Vergleich zur Erde machen:



Die Fallzeit auf dem Mond ist fast zweieinhalb mal so groß wie auf der Erde.

Mit dieser Zeitangabe kann nun eine Aussage über die Geschwindigkeit gemacht werden.



643.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | g |
| Lösung: | Bekannt ist, dass die Fallbeschleunigung für beide Pendel gleich groß ist. Es gilt also:    Aus der Gleichung für die Schwingungsdauer eines Fadenpendels lässt sich eine Aussage über die Fallbeschleunigung machen:    Setzt man das jetzt in die erste Gleichung ein, kann man die Länge des ersten Pendels bestimmen. Daraus lässt sich dann die Fallbeschleunigung berechnen.    Damit lässt sich die Fallbeschleunigung berechnen: | | |
| Antwort: | Die Fallbeschleunigung beträgt 9,8159 m/s². | | |

646.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es lassen sich die Schwingungsdauern mit Hilfe der Gleichung für das Federpendel angeben:    Weiterhin ist bekannt:    In die letzte Gleichung werden die beiden ersten eingesetzt:    In dieser Gleichung ist außer der gesuchten Masse alles bekannt. Also umstellen. | | |
| Jetzt wird auf der rechten Seite die binomische Formel ausgerechnet und alle Klammern ausmultipliziert:    Setzt man die gegebenen Größen ein, erhält man eine Masse von 30 g. | | |
| Antwort: | Die ursprüngliche Masse war 30 g groß. | | |

649.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Schaukel benötigt für eine Schwingung 4 s. Damit lässt sich die Länge berechnen: | | |
| Antwort: | Die Schaukel ist rund 4 m lang. | | |

654.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: |  | |  | |
| Antwort: | Die kinetische Energie ist bei beiden Körpern gleich, der Impuls ist beim Menschen rund 400 mal größer.  Das heißt, der Bewegungszustand der Luftgewehrkugel lässt sich wesentlich einfacher ändern als der Zustand des Menschen. | | | |

668.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | a) Mit der Gleichung für das Fadenpendel erhält man die Schwingungsdauer:    Die Frequenz berechnet sich aus der Schwingungsdauer:    Die Geschwindigkeit des Pendels ist beim Nulldurchgang am größten. Die kinetische Energie, die es an dieser Stelle hat, stammt aus der potenziellen Energie, die dem Pendel beim Hochheben gegeben wurde. Da nach dem Energieerhaltungssatz die potenzielle Energie vollständig in kinetische Energie umgewandelt wird (Reibung vernachlässigt), kann man schreiben:    v ist die gesuchte Geschwindigkeit und h die Höhe, um die der Pendelkörper angehoben wurde. | | | |
|  | Wie hoch wird der Pendelkörper gehoben? Aus der Skizze kann man ablesen:  Damit geht man in die Gleichung für die Geschwindigkeit: | |  | |
| Antwort: | Das Pendel benötigt 1,8 s für eine Schwingung, macht als 0,56 Schwingungen pro Sekunde. Am tiefsten Punkt schwingt es mit 0,24 m/s vorbei. | | | |

669.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | D |
| Lösung: | Es kommt die Gleichung für die Schwingungsdauer eines Federschwingers zur Anwendung:    An Stelle der Schwingungsdauer T wird der Kehrwert der Frequenz eingesetzt, da    gilt:    Die Einheit ist seltsam, kann aber noch umgearbeitet werden. | | |
| Antwort: | Die Feder hat eine Federkonstante von 0,62 N/m. | | |

670.

a) Reihenschaltung zweier Federn: Werden zwei Federn hintereinander geschaltet, spürt sowohl die obere als auch die untere Feder die Masse m0. Damit dehnen sich die obere und die untere Feder so aus, als würde sie alleine mit der Masse belastet werden. Das heißt aber, dass sich jede Feder um die Länge ausdehnt, um die sie auch alleine länger würde.

Die beiden Federn dehnen sich demnach doppelt so weit aus wie eine Feder alleine.

Die Federkonstante ist definiert durch:



Für eine Feder ist das



Werden die beiden Federn hintereinander geschaltet, bleibt die Kraft F gleich und die Ausdehnung ins 2s0.

Damit ist



Aus der Gleichung für eine Feder lässt sich s0 bestimmen:



und in D1 eingesetzt:



Fertig.

Parallelschaltung zweier Federn: Da jede Feder nur die halbe Kraft spürt, dehnen sich die beiden Federn zusammen nur noch halb so weit aus. Es gilt dann:



b) Die Schwingungsdauer des Schwingers mit einer Feder ist



und des Schwingers mit zwei Federn hintereinander



Die Federkonstante D1 kann durch D0 ersetzt werden:



Die beiden Gleichungen für die Schwingungsdauern müssen nun zusammengeführt werden, denn es soll ja T1 im Verhältnis zu T0 angegeben werden. Dazu muss man etwas finden, was in beiden Gleichungen enthalten ist, danach umstellen und gleichsetzen.

Beide Gleichungen enthalten die Federkonstante D0. Die erste Gleichung danach umgestellt lautet:



und die zweite:



Gleichsetzen und alles kürzen, was zu kürzen geht:



Jetzt muss nur noch nach T1 umgestellt werden:



Fertig.

Für die beiden Federn nebeneinander geschaltet gilt



und D2 wieder ersetzt:



Wenn man diese Gleichung nach D0 umstellt und wieder mit der ersten gleichsetzt, erhält man gekürzt:



c) Federn hintereinander:

Aus der vorherigen Aufgabe ist bekannt, dass



Die Masse m0 soll durch m1 ersetzt werden.



und die neue Schwingungsdauer soll jetzt so groß sein wie T0.



Damit erhält man



Die neue Masse muss halb so groß sein wie die Masse m0 oder



Federn nebeneinander:



Wieder gleichsetzen:



Die neue Masse muss doppelt so groß sein wie die Masse m0 oder



671.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Zum Zeichnen des v-t-Diagramms benötigt man für den ersten Abbremsvorgang die Zeit. Es gilt:    Das gleiche macht man für die Zeit der zweiten Abbremsung und erhält    sowie die Zeit für den Beschleunigungsvorgang nach dem Halt:    b) Der gesamte Weg setzt sich aus 4 Teilwegen zusammen, die einzeln berechnet werden müssen.  1. Abbremsen    2. gleichförmige Bewegung | | |
| 3. Abbremsen auf 0.    Während der Zug im Bahnhof hält, wird kein Weg zurückgelegt.  3. Weg beim Beschleunigen    Addiert man alle Wege, erhält man eine Gesamtstrecke von 1320,8 m.  Für die Durchschnittsgeschwindigkeit muss dieser Weg durch die gesamte Zeit, die der betrachtete Vorgang dauert, dividiert werden. Insgesamt vergehen 162 Sekunden für Bremsen, Aufenthalt und Beschleunigen. Damit ergibt sich eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 8,2m/s oder 29,4km/h. | | |
| Antwort: | Der Zug legt in dem betrachteten Zeitraum 1320,8 m zurück und hat eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 29,4 km/h. | | |

c) Das Zugende ist dann mit der Rangierlok auf gleicher Höhe, wenn beide den gleichen Abstand vom Start des Zugendes nach dem Anhalten haben.



Der Weg des Zuges berechnet sich mit der Gleichung für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Für die Rangierlok wird die Gleichung für die gleichförmige Bewegung verwendet. Da die Lok noch 30 m vom Zugende entfernt ist, muss vom Weg der Lok dieser Betrag abgezogen werden.



In dieser Gleichung ist die Zeit als unbekannte enthalten.



Das ist eine quadratische Gleichung, die zwei Lösungen hat. Zur ersten Zeit überholt die Lok das Zugende. Da der Zug aber immer schneller wird, fährt er der Lok weg und beide haben noch einmal die gleiche Höhe.



Nach 4,8 s treffen beide das erste Mal zusammen. Der Zug hat in dieser Zeit einen Weg von 8,6 m zurückgelegt.

673.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Die Leistung ist Arbeit je Zeit:    Nach der Zeit umgestellt:    Die verrichtete Arbeit ist die Hubarbeit, die zum Heben des Wassers notwendig ist:    Das ergibt zusammen: | | |
| Antwort: | Die Pumpe braucht rund 3 min zum Fördern des Wassers. | | |

675.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird zuerst berechnet, um wie viel die Feder länger wird.    Das sie ursprünglich 20 cm lang war, ist sie jetzt 24 cm lang. | | |
| Antwort: | Die Feder ist mit Belastung 24 cm lang. | | |

677.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da der Sack an der losen Rolle selbst hängt, wird durch die Rolle die Kraft von 270 N verdoppelt. Sack und Rolle zusammen wiegen also 540 N.  Von diesem Gewicht wird zuerst das Gewicht der Rolle abgezogen. Der Sack mit Inhalt hat dann ein Gewicht von 520 N.  Da der Sack selber noch 10 N wiegt, bleiben für das Mehl noch 510 N übrig.  Das entspricht etwa einer Masse von 52 kg. | | |
| Antwort: | Im Sack sind etwa 52 kg Mehl. | | |

682.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | In der gesuchten Zeit läuft die Mutter mit dem Kinderwagen die Strecke sM. Der Vater muss in dieser Zeit den Gesamtweg sg und den Weg zurück bis zum Treffpunkt sr zurücklegen. Dieser Weg sV ist der Gesamtweg minus dem Weg der Mutter sM.  Es gilt also:    Da er mit konstanter Geschwindigkeit läuft, kann man schreiben:    und eingesetzt:    Der Weg der Mutter berechnet sich mit    Das kann man auch einsetzen:    und erhält eine Gleichung, in der nur noch die Zeit t als Unbekannte auftaucht. Die kann man nun ausrechnen:    Schnell noch die Probe: Die Mutter läuft in dieser Zeit 937,5 m. Der Vater benötigt von dieser Zeit 491 s, um das Haus zu erreichen. Da er gleich wieder zurück läuft, bleiben 184 s übrig. In dieser Zeit schafft er 562 m. Addiert man dass zu dem Weg dazu, den die Mutter bisher gelaufen ist, erhält man etwa die 1500 m Gesamtweg. | | |
| Antwort: | Nach 675 s oder 11 min und 15 s bekommt das Baby endlich was zu trinken. Das nächste Mal nehmen die Eltern das Fläschchen gleich mit. | | |

683.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Durch die Verlängerung des Pendels vergrößert sich dessen Schwingungsdauer. In der Uhr werden die Pendelschläge gezählt und bei jedem Schlag eine Aktion durchgeführt (z.B. dreht sich ein Zahnrad ein Stück weiter). Wenn die Schwingungsdauer größer wird, zählt die Uhr im Vergleich zur genauen Zeit weniger Schläge und geht nach.    Die Schwingungsdauer der genau gehenden Uhr beträgt:    Die Schwingungsdauer des Pendels vergrößert sich durch die Verlängerung auf 2,007s.  Ein Tag hat genau 86 400 s. Die Uhr mit dem verlängerten Pendel verliert pro Schwingung 0,001 s, geht also um diese Zeit nach. Da das Pendel in den 24 Stunden    schwingt, zeigt die Uhr    zu wenig an. | | |
| Antwort: | Die Uhr geht um 43 s nach. | | |

684.

|  |  |
| --- | --- |
| Die Kraft, die auf die Kette wirkt, ist die Kraft, die im Winkel von 45° tangential zum Kettenrad wirkt.  Diese Kraft berechnet sich über |  |

b) Das Drehmoment ist Kraft mal Kraftarm. Die Kraft wurde in a) berechnet. Der Kraftarm ist der Durchmesser des Ritzels.

Das Ritzel hat 18 Zähne und damit einen Umfang von 18 cm. Zwischen Umfang und Durchmesser gilt:



Damit ist der Radius 2,9 cm oder 0,029 m groß.

Das Drehmoment ergibt sich daraus zu



c) Damit der Radfahrer am Berg anfahren kann, muss er die Hangabtriebskraft überwinden. Diese Kraft ergibt sich aus der Gewichtskraft und dem Sinus des Steigungswinkels:



Ist die Kraft des Radfahrers kleiner als die Hangabtriebskraft, geht gar nichts los. Die Antriebskraft muss etwas größer als die Hangabtriebskraft sein, damit eine Beschleunigung stattfinden kann. Ist die Antriebskraft genau so groß wie die Hangabtriebskraft, bleibt der Radfahrer auf der Stelle stehen.

Die Antriebskraft erhält man aus dem Drehmoment auf das Ritzel und den Maßen des Hinterrades.

Da Ritzel und Hinterrad fest verbunden sind, ist das Drehmoment auf beide gleich,

In Aufgabe b) wurde das Drehmoment berechnet. Die Antriebskraft des Hinterrades  ist demnach



Die Hangabtriebskraft muss also kleiner als diese Antriebskraft des Rades sein. Damit lässt sich der maximale Steigungswinkel berechnen:



Damit lässt sich die Steigung in Prozent als der Tangens des Steigungswinkels berechnen. Die maximale Steigung beträgt 5%.

685.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Als erstes muss berechnet werden, wie groß die Kraft auf den Pumpkolben ist. Durch den einseitigen Hebel wird die Kraft, die der Mensch wirken lässt, verstärkt. Die Arme des Hebels sind 5 cm und 55 cm lang. (Die Längen der Arme werden immer vom Drehpunkt bis zum Angriffspunkt gemessen!).  Der eine Arm ist 11 mal so lang wie der andere Arm. damit wird die Kraft um den Faktor 11 vergrößert. Am Pumpkolben wirkt also eine kraft von    Bei einer hydraulischen Anlage verhalten sich die Kräfte wie die Größe der Flächen der Kolben. Die auf den Pumpkolben wirkende Kraft von 1,1 kN soll auf die Kraft von 7 kN vergrößert werden, also um den Faktor 6,4. Damit muss auch der Arbeitskolben um diesen Faktor größer werden. | | |
| Antwort: | Der Arbeitskolben muss eine Fläche von mindestens 6,4 cm² haben. | | |

686.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Auflagedruck berechnet sich mit    Die Kraft F ist die Gewichtskraft des Elefanten. Die Auflagefläche ist die vierfache Fläche eines Fußes (4 Füße).    b) Die Werte für die 2. Aufgabe hängen von der jeweiligen Person ab und können natürlich schwanken.  Es gilt diesmal (2 Füße):    Die gemessene Fläche muss noch in m² umgerechnet werden. Es gilt:    Damit ist AM:    Und weiter: | | |
| Antwort: | Der Elefant drück mit 61,3 kPa und der Mensch mit 18,4 kPa auf den Untergrund.  Der Auflagedruck des Elefanten ist etwa 3,3 mal so groß wie der des Menschen. | | |

687.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird zuerst die Kraft berechnet, die am Pumpkolben notwendig ist, um das Auto anzuheben. Diese Kraft wird dann einfach durch 10 geteilt, da ja der Hebel eine Verstärkung um den Faktor 10 bringt.  Kraft am Pumpkolben:    Durch den Hebel reduziert sich diese Kraft auf 65,4 N, was locker von einem Menschen zu schaffen ist. | | |
| Antwort: | Der Mensch muss mit 65,4 N auf den Hebel drücken. | | |

690.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | W |
| Lösung: | Die gesamte Arbeit setzt sich aus der Hubarbeit und der Arbeit zum Überwinden des Rollwiderstandes zusammen.  **1. Hubarbeit**:  Es gilt die Gleichung für die Hubarbeit    **2. Reibungsarbeit**  Die Reibungsarbeit ist das Produkt aus der Kraft, die zum Überwinden der Reibung notwendig ist und dem zurückgelegten Weg.  Die Reibungskraft ergibt sich aus dem Reibungskoeffizienten µ und der Normalkraft. Die Normalkraft ist die Komponente der Kraft, die senkrecht auf die Unterlage drückt.  Die Normalkraft ist vom Steigungswinkel abgängig. Bei 0° entspricht die Normalkraft genau der Gewichtskraft, bei 90° ist die Normalkraft Null (senkrechte Wand). Allgemein ist die Normalkraft so groß wie die Gewichtskraft mal dem Kosinus des Steigungswinkels.    Den Steigungswinkel erhält man aus der Beziehung der Seiten und Winkel im rechtwinkligen Dreieck:    Damit lässt sich die Normalkraft berechnen: | | |
| Die Reibungskraft ist dann    und damit die Reibungsarbeit:    Zusammen ergibt das einen Arbeitsaufwand von 3411J. | | |
| Antwort: | Beim Hochziehen der Kiste sind 3,4 kJ Arbeit zu verrichten. | | |

692.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Das Holz schwimmt im Wasser. Damit ist der Auftrieb genau so groß wie das Gewicht des Holzes. Wäre er kleiner, würde das Holz weiter eintauchen, wäre er größer, käme das Holz weiter raus.  Nach dem Gesetz von Archimedes ist die Auftriebskraft immer so groß wie das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit.  Damit ist also das Gewicht des Holzstücks so groß wie das Gewicht des Salzwassers, was er verdrängt. Da bei beiden die Erdanziehung gleich wirkt, sind auch die Massen gleich.  Es gilt also:  Masse des Holzstück = Masse des vom Holz verdrängten Wassers    Zwischen Masse und Dichte gilt die Beziehung:    V ist das Volumen.  Das Volumen des gesamten Holzstückes ist aber größer als das Volumen des verdrängten Wassers. Nur 70% des Holzvolumens sind eingetaucht. Deshalb gilt:    Jetzt kann man in die Gleichung einsetzen: | | |
| Antwort: | Das Holz hat eine Dichte von 770 kg/m³. | | |

693.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Punkt A führt eine einfache Sinusschwingung durch. Es muss die Elongation und die Geschwindigkeit für den gesuchten Zeitpunkt berechnet werden.  Für eine Sinusschwingung gilt die Gleichung:    Die darin enthaltene Kreisfrequenz lässt sich aus der gegebenen Schwingungsdauer über    berechnen.    Achtung: Vor dem Ausrechnen muss der Taschenrechner auf RAD umgeschaltet werden.    Das negative Vorzeichen besagt, dass sich der Punkt A unterhalb der Nulllinie befindet.  b) Zur Berechnung der Geschwindigkeit wird die erste Ableitung der Gleichung für y nach der Zeit benutzt, da allgemein gilt:    Man erhält:    Das Ergebnis hat ein positives Vorzeichen, der Punkt A bewegt sich nach oben. | | |
| Antwort: | a) Zum gesuchten Zeitpunkt befindet sich der Punkt A 1,9 cm unterhalb des Startpunktes.  b) Der Punkt bewegt sich mit 7,8 cm/s nach oben. | | |

695.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für den Druck:    F ist die Gewichtskraft und berechnet sich nach    Das wird eingesetzt und nach der gesuchten Masse umgestellt: | | |
| Antwort: | Die Frau darf eine Masse von 78,3 kg haben. Ist sie schwerer, darf sie nicht mehr auf das Parkett. | | |

703.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Flugweite ohne relativistische Effekte:    Durch die große Geschwindigkeit der Myonen ergibt sich für einen Beobachter auf der Erde ein anderer Zeitablauf. Er sieht die Myonen länger leben und dem zur Folge auch einen weiteren Weg zurücklegen.  Die Lebenszeit des Myons berechnet sich für den Beobachter auf der Erde nach:    Setzt man die Größen ein, erhält man    Der Beobachter kann also das Myon die zehnfache Zeit beobachten. Damit bewegt es sich für ihn aber auch den zehnfachen Weg, also rund 6 km.  Da die Lebensdauer ein Mittelwert ist, gibt es Myonen, die länger oder kürzer leben. Sie legen damit aber auch längere und kürzere Wege zurück.  Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit erreichen somit einige Myonen die Erdoberfläche, wo sie nachgewiesen werden konnten. | | |
| Antwort: | Die Myonen würden ohne Berücksichtigung der Relativitätstheorie rund 600 m zurücklegen. In Wirklichkeit legen sie durch die Zeitdilatation den zehnfachen Weg zurück. | | |

705.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | a) Der Becher schwimmt im Wasser, wenn der Auftrieb genau so groß ist wie das Gewicht des Bechers.    Beide Kräfte lassen sich anders schreiben:    Das Volumen ist der Teil des Bechers, der unter Wasser ist. Allgemein ist das Volumen Grundfläche mal Höhe: | | |
|  | b) Der Becher geht dann unter, wenn die Eintauchtiefe genau der Höhe des Bechers entspricht. Der Auftrieb ist dann so groß wie das Gewicht des Wassers, was der gesamte Becher verdrängt.  Das Volumen des Bechers ist    Der Becher verdrängt maximal 300 cm³ Wasser, was eine Masse von 300 g hat. Der dabei entstehende Auftrieb ist so groß wie die maximale Gewichtskraft des Bechers mit Sand.    In den Becher passen noch 100 g Sand. Mit der gegeben Dichte kann kam ein Volumen von | | |
| Antwort: | Der leere Becher taucht 6,7 cm ein. In den Becher passen noch 66,7 cm³ Sand bis er untergeht. | | |

707.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Körper spürt beim Eintauchen in das Wasser einen Auftrieb, also eine nach oben gerichtete Kraft. Diese macht ihn scheinbar leichter.  Nach Archimedes ist der Auftrieb genau so groß wie die Gewichtskraft der Flüssigkeit, die der Körper beim Eintauchen verdrängt.  Um die Dichte des Körpers zu berechnen, braucht man seine Masse und sein Volumen, denn es gilt:    Die Masse erhält man aus dem Gewicht des Körpers bevor er getaucht wird.    Die Dichtegleichung heißt dann    Das Volumen kann man aus dem Auftrieb berechnen. Der Körper wird beim Eintauchen um 0,2 N leichter. Das ist auch das Gewicht des Wassers, das er verdrängt. Da der Körper genau so viel Wasser verdrängt wie sein eigens Volumen groß ist, muss man das Volumen des Wassers berechnen, das jene 0,2 N schwer ist. Dazu lässt sich die eben umgestellte Gleichung noch mal verwenden:    Damit kennt man das Volumen des Körpers. | | |
| Antwort: | Der Körper hat eine Dichte von 2,7 g/cm³. Das könnte Aluminium sein. | | |

193.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es liegt eine Bewegung mit eine gleichmäßigen Abnahme der Beschleunigung vor. Die Bewegungsgesetzt für eine solche Bewegung lauten:    Die Konstante k gibt an, um wie viel sich die Beschleunigung in einer Sekunde ändert. Sie berechnet sich für den gegeben Fall:    Die Beschleunigung wird jede Sekunde um 0,016 m/s² kleiner.  Mit diesem Wert lassen sich die Geschwindigkeit und der zurückgelegte Weg berechnen: | | |
| c) Der Überholvorgang findet dort statt, wo die beiden Züge vom Bahnhof aus den gleichen Weg zurückgelegt haben. Es gilt also:    Der Personenzug führt nach den 50 s Beschleunigungsphase mit konstanter Geschwindigkeit weiter.  Nach den 50 s ist der Güterzug    weit gefahren. Der Personenzug ist zu diesem Zeitpunkt erst 666,7 m vom Bahnhof entfernt, fährt aber schneller als der Güterzug. Damit überholt er ihn nach den 50 s mit konstanter Geschwindigkeit.  Damit gilt:    Die Wege sind die Abstände der beiden Züge vom Bahnhof zu dem Zeitpunkt, wo der Personenzug die Beschleunigung beendet hat. Die Zeit t ist dann die Zeit, die ab diesem Zeitpunkt bis zum Überholvorgang vergeht. Die kann leicht berechnet werden    Der Güterzug ist also nach dem passieren des Bahnhofs 50 s plus 16,7 s gleich 66,7 s gefahren. In dieser Zeit hat er einen Weg von    zurückgelegt. | | |
| Antwort: | Nach 50 s hat der Personenzug eine Geschwindigkeit von 20m/s = 72km/h und dabei 666,7 m zurückgelegt.  Der Überholvorgang findet 1 km hinter dem Bahnhof statt. | | |

713.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Wird der Ball unter Wasser gedrückt, wird eine Auftriebskraft nach oben. Ihr entgegen wird die Gewichtskraft des Balls. Da die Auftriebskraft deutlich größer als das Gewicht des Balls ist, schwimmt er.  Um ihn unter Wasser zu drücken, muss die Auftriebskraft überwunden werden. Die gesuchte Kraft ist die Auftriebskraft minus die Gewichtskraft, denn die drückt den Ball ja schon etwas nach unten.    Das Volumen des verdrängten Wassers entspricht dem Ballvolumen und dass lässt sich mit der Volumengleichung für eine Kugel bestimmen. | | |
| Antwort: | Um den Ball nach unten zu drücken, sind 36,2 N notwendig. | | |

715.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v, a |
| Lösung: | Es gelten die Gleichungen für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung.  Da die Geschwindigkeit gesucht ist, nimmt man    Die Zeit ist bekannt, die Beschleunigung leider nicht.  Also verwendet man weiter    Eingesetzt:    Die Beschleunigung kann jetzt leicht berechnet werden: | | |
| Antwort: | Der Zug beschleunigt mit 2 m/s² und hat eine Geschwindigkeit von 72 km/h erreicht. | | |

716.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | a) Der Waggon hat am Beginn der Reise keine Geschwindigkeit und damit auch keine kinetische Energie. Bezüglich des Bergfußes besitzt er potenzielle Energie. Beim Hinabrollen am Berg wandelt er die potenzielle Energie in kinetische Energie um und gewinnt dadurch an Fahrt. Durch die dabei auftretende Reibung wird ein Teil der potenziellen Energie in thermische Energie umgewandelt.  Nachdem der Waggon unten angekommen ist, hat er seine gesamte potenzielle Energie in thermische und kinetische Energie umgewandelt. Die kinetische Energie lässt ihn weiter rollen. Aufgrund der immer wirkenden Reibung wandelt er aber die kinetische Energie in thermische um und wird dadurch langsamer.  Beim Auftreffen auf den zweiten Waggon findet ein unelastischer Stoß statt. Dabei wird von der noch vorhandenen kinetischen Energie wieder etwas in thermische Energie umgewandelt. Der Rest steckt dann in den beiden gekoppelten Waggons, die mit der in Aufgabe b gesuchte Geschwindigkeit weiter rollen. Im Endeffekt wird diese durch Reibung weiter in thermische Energie umgewandelt und die Waggons bleiben stehen.  Die gesamte potenzielle Energie, die der Waggon zu Beginn auf dem Gipfel hatte, ist vollständig in thermische Energie umgewandelt worden.  b) Die potentielle Energie am Anfang wird in kinetische Energie am Ende und Reibungsarbeit umgewandelt:    Da von der potentielle Energie nur 92% genutzt werden, muss das in der Gleichung berücksichtigt werden:    Nun können die bekannten Formeln eingesetzt werden:    Die Masse kürzt sich raus:    und es kann nach v umgestellt werden: | | |
| Mit der Gleichung für die Erhaltung des Impulses beim unelastischen Stoß kann die gesuchte Geschwindigkeit berechnet werden.    Da der zweite Waggon steht, ist seine Geschwindigkeit Null und die Gleichung heißt | | |
| Antwort: | Die beiden gekoppelten Waggons bewegen sich mit 0,34 m/s weiter. | | |

720.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Das sich das Wasser mit einer konstanten Geschwindigkeit im Schlauch bewegt, kann man die Gleichung für die gleichförmige Bewegung verwenden:    Die Zeit ist mit einer Minute vorgegeben. Aber was ist der Weg?  Das ist die Strecke, die insgesamt 15 Liter Wasser in der einen Minute zurücklegen. Also muss gefragt werden, welche Länge hat ein Stück Schlauch, in dem sich bei dem gegebene Innendurchmesser 15 Liter Wasser befinden.  Das Volumen ist allgemein die Grundfläche mal die Höhe eines Zylinders. Die Höhe ist hier die gesuchte Länge. Die Grundfläche entspricht der Fläche eines Kreises mit 12 mm Durchmesser.    Probleme treten bei den Einheiten auf. Die 15 Liter müssen in m³ umgerechnet werden. Es gilt:    Damit lässt sich der Weg berechnen, den das Wasser in 1 min zurücklegt:    Mit diesem Weg kann die Geschwindigkeit berechnet werden. | | |
| Antwort: | Das Wasser strömt mit 2,2 m/s. | | |

721.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Das Wasser bewegt sich gleichförmig durch den Schlauch. Damit gilt:    Die gesuchte Zeit ist dann    Der Weg ist mit 20 m bekannt, die Geschwindigkeit muss noch bestimmt werden.  Durch den Schlauch bewegen sich in einer Stunde 710 Liter Wasser. Da der Schlauchdurchmesser bekannt ist, lässt sich daraus die Geschwindigkeit bestimmen. Man nimmt wieder    Die Zeit ist die eine Stunde. Was ist der Weg? Das ist die Länge einer Wassersäule mit dem Durchmesser des Schlauches, die genau die 710 Liter enthält, die in der einen Stunde da durchfließen.  Es gilt:    Der Durchmesser muss aus der Einheit Zoll in Meter ungerechnet werden. Es gilt:    Damit hat der Schlauch einen Durchmesser von    Damit kann der Weg berechnet werden:    Man erhält als Geschwindigkeit: | | |
| Das ist gemütliche Fußgängergeschwindigkeit.  Mit dieser lässt sich nun die gesuchte Zeit berechnen: | | |
| Antwort: | Nach 13 s ist das Wasser am Ende des Schlauches. | | |

722.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | V |
| Lösung: | Gesucht ist das Volumen des Sandes. Es gilt die Gleichung für die Dichte:    nach V umgestellt:    und eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der LKW kann 9,4 m³ Sand transportieren. | | |

724.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | d |
| Lösung: | Die Eisscholle schwimmt durch den Auftrieb im Wasser. Da sie gerade noch so schwimmt, ist der Auftrieb genau so groß wie die Gewichtskraft con Scholle und Bär zusammen.    Der Auftrieb ist aber so groß wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.    Da die Scholle gerade noch schwimmt, verdrängt sie genau so viel Wasser wie sie selber groß ist. Damit ist das Volumen der Scholle genau so groß wie das Volumen der verdrängten Flüssigkeit.  Wenn man also das Volumen des Wassers kennt, kennt man auch das Volumen der Scholle und damit deren Dicke.  Die Gewichtskraft ist Masse mal Fallbeschleunigung:    Die Fallbeschleunigung g kann man rechts ausklammern und rauskürzen:    Die Masse ist über die Dichte mit dem Volumen verknüpft:    Dies kann man einsetzen:    Da die Volumen von Scholle und Wasser gleich sind, kann man schreiben:    und die Gleichung danach umstellen: | | |
| Das Volumen ist allgemein Fläche mal Höhe, hier die gesuchte Dicke d. | | |
| Antwort: | Die Eisscholle ist 24 cm dick. | | |

725.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die einzelnen Energien müssen berechnet werden: | | |
| Antwort: | Die potenzielle Energie ist etwa doppelt so groß wie die kinetische Energie. | | |

729.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | a) Die gesuchte Gesamtlänge setzt sich aus zwei gleich langen Teilstücken zusammen. Es gilt also:    Die Strecke s1 kann aus den gegebenen Größen berechnet werden:    Damit lässt sich die Gesamtstrecke berechnen. Sie ist 37,4 km lang.  b) Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist die gesamte Strecke geteilt durch die insgesamt dazu benötigte Zeit. Die Strecke wurde in Aufgabe a) mit 37,4 km berechnet. Die Zeit ergibt sich aus der Aufgabenstellung. Sie beträgt 24 min oder 1440s.  Also ist die Durchschnittsgeschwindigkeit: | | |
| Antwort: | Das Fahrzeug fährt 37,4 km mit durchschnittlich 93,5 km/h. | | |

730.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist die gesamte Strecke durch die dazu benötigte Zeit.  Die Zeit sind 20 min. Die Strecke lässt sich aus den Angaben berechnen. Sie setzt sich aus den beiden Teilstrecken zusammen, die in den jeweils 10 min zurückgelegt wurden.    Die zweite Strecke ist 30 km lang, da das Auto doppelt so schnell fährt.  Damit ist die Strecke insgesamt 45 km lang und das Auto hat dazu 20 min benötigt. 20 min sind 1/3 h,    b) Das andere Auto braucht für die ersten 15 km 10 min. (siehe a)).  Danach fährt es die gleiche Strecke, also wieder 15 km, mit der doppelten Geschwindigkeit. Dazu braucht es natürlich nur die halbe Zeit, also 5 min.  Es ist also 30 km weit gefahren und hat dazu 15 min oder eine viertel Stunde benötigt. Das ergibt eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 120 km/h.  c) Obwohl die Aufgaben ähnlich klingen erhält man unterschiedliche Durchschnittsgeschwindigkeiten. Im Fall a) ist es die mittlere Geschwindigkeit aus 90 km/h und 180 km/h, weil das Auto die beiden Teilgeschwindigkeiten gleichmäßig auf die Fahrzeit von 20 min aufgeteilt hat.  Im Fall b) wurde die schnelle Fahrt angekürzt, es ist ja nur 5 min mit der großen Geschwindigkeit gefahren. Damit geht diese Geschwindigkeit aber nicht so stark in die Durchschnittsberechnung ein. | | |
| Antwort: | Im ersten Fall ist die Durchschnittsgeschwindigkeit 135 km/h und im zweiten Fall nur 120 km/h. | | |

732.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Pfeil bewegt sich auf einer Wurfparabel, die sich nach der Gleichung:    beschreiben lässt.  Das y ist der Weg des Pfeils nach unten. Für die erste Aufgabe ist dieser Wert mit 1,70 m vorgegeben. Der Flugweite ist der dazugehörige Weg in x-Richtung.    Da der Pfeil nach unten fliegt, wird der y-Wert negativ und der Ausdruck unter der Wurzel wieder positiv.    b) Es muss der Weg in y-Richtung für die beiden gegebenen x-Werte berechnet werden. | | |
| Antwort: | a) Wenn der Pfeil waagerecht abgeschossen wird, fliegt er maximal 58,9 m weit. Deshalb muss beim Bogenschießen der Schuss nach oben gehen (schräger Wurf)  b) Bei den Frauen fällt der Pfeil 2,4 m und bei den Männern 4,0 m nach unten. | | |

733.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | x |
| Lösung: | Die Öffnung des Schlauchs befindet sich im Nullpunkt des Koordinatensystems.  Der gesuchte Auftreffpunkt liegt 1,0 m unterhalb dieses Punktes, also im negativen Bereich.  Die maximale Schussweite lässt sich bei Vernachlässigung der Luftreibung mit der Gleichung für den schrägen Wurf ermitteln. Die Parabel wird mit    beschrieben. | |  | |
| Diese Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Abstand vom Abschusspunkt (x) und dem Abstand von der X-Achse (y).  Es muss der Maximale x-Wert für den y-Wert –1,0 m bestimmt werden. Als Variable Größe ist nur der Winkel vorhanden.  Man stellt die Gleichung nach x um und fragt, bei welchem Winkel dieser Wert maximal wird. | | | |
| Das ist die Normalform einer quadratischen Gleichung, die entsprechend gelöst wird:    Diese Gleichung stellt man in einer Tabellenkalkulation (z.B. Excel) dar. Der Winkel wird erst mal mit 45° angenommen und dann über den Solver neu berechnet.  Wichtig: Excel verlangt in den Winkelfunktionen die Winkel im Bogenmaß. Dazu muss der Winkel mit Pi multipliziert und durch 180° geteilt werden.  [Excel-Tabelle](m733.xls)  Ist der Solver unter *Extras* nicht zu finden, muss er eingeschaltet werden:  Extras, Add-Ins-Manager..., Solver  Im Solver-Dialogfeld wird als *Zielzelle* die Wurfweite eingetragen und natürlich als *Zielwert Max*.  Die *veränderbare Zelle* ist der Winkel, der bisher auf 45° steht. Nach Klick auf Lösen berechnet Excel den Winkel so, dass die Wurfweite maximal ist. In diesem Fall erhält man bei einem Winkel von 36,8° eine Spritzweite von 3,4 m. | | | |
| Antwort: | Der Gärtner muss den Schlauch so halten, dass das Wasser unter einem Winkel von 36,8° zum Boden heraus spritzt. Das Wasser spritzt dann 3,4 m weit. | | | |

735.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Dichte ist das Verhältnis von der Masse eines Körpers zu seinem Volumen, also    Beides ist für Kork erst mal nicht bekannt.  Die beiden Körper haben außerhalb des Wassers ein Gesamtgewicht von    Taucht man das Gespann unter Wasser, wiegt es nur noch 0,539N, ist also um 0,147N leichter geworden.  Diese Kraft, um die das Gespann leichter geworden ist, ist der Auftrieb.  Nach dem Archimedischen Gesetz ist der Auftrieb genau so groß wie das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Das Wasser wiegt also ebenfalls 0,147 N. Das entspricht einer Masse von 15 g.  Dieses Wasser hat damit ein Volumen von 15 cm³, da die Dichte von Wasser ja 1 g/cm³ beträgt.  Das Gespann von Kork und Blei verdrängt dieses Wasser und hat damit ebenfalls ein Volumen von 15 cm³.  Das Blei selber wiegt 0,665N. Das entspricht einer Masse von 0,0678 kg oder 67,8 g.  Aus der bekannten Bleidichte kann daraus das Volumen berechnet werden:    Der Kork hat eine Masse von 2,14g. Da er mit dem Blei zusammen ein Volumen von 15 cm³ einnimmt, hat er allein ein Volumen von 9cm³.  Damit sind vom Kork die Masse und das Volumen bekannt und die Dichte kann berechnet werden: | | |
| Antwort: | Kork hat eine Dichte von 0,24 g/cm³. | | |

736.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Ballon spürt in der Luft auf Grund seines Volumens eine Auftriebskraft nach oben. Diese Auftriebskraft ist genau so groß wie das Gewicht der Luft, dass der Ballon verdrängt.  Wie schwer ist das Gewicht der Luft, dass der 1000m³ große Ballon verdrängt?  Es lässt sich zuerst die Masse der verdrängten Luft berechnen:    Zur Berechnung muss das Volumen des Ballons in cm³ umgerechnet werden. Ein m³ entspricht einer Million cm³, also    Damit kann die Masse berechnet werden:    Das sind 6,5t Luft, die der Ballon verdrängt. Diese Luft erzeugt eine Auftriebskraft:    Dieser Auftriebskraft wirkt das Gewicht des Ballons entgegen. Dieses Gewicht setzt sich aus dem Gewicht des Gases im Ballon und dem Eigengewicht des Ballons selber zusammen:    Das Gewicht des Gases berechnet sich wie das Gewicht der verdrängten Luft, nur eben mit der Dicht von Gas. Das Gewicht beträgt .  Damit lässt sich das Gesamtgewicht des Ballons berechnen:    Diese Gewichtskraft muss von der Auftriebskraft abgezogen werden. | | |
| Antwort: | Die Tragfähigkeit des Ballons ist 30,4 kN groß. Das entspricht einer Masse von etwa 3,1t. | | |

738.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die max. Höhe berechnet sich mit    und die Wurfweite mit | | |
| Antwort: | Der Ball fliegt maximal 4,4 m hoch und 37,8 m weit. | | |

742.

a)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Werden die beiden Wagen gleichzeitig gestartet, kommen sie zu unterschiedlichen Zeiten unten an. Damit sie gleichzeitig ankommen, müssen sie um diese Zeitspanne versetzt gestartet werden.  Es findet eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung statt, da die beschleunigende Kraft die Hangabtriebskraft ist bei der geneigten Ebene konstant bleibt.  Es gelten die Gesetze der gleichmäßig beschleunigten Bewegung:    Durch Einsetzen der beiden Gleichungen ineinander erhält man    v ist die Endgeschwindigkeit in den Punkten B und C.  Die Geschwindigkeit ergibt sich aus dem Energieerhaltungssatz. Im Startpunkt besitzt der Wagen potenzielle Energie, die vollständig in kinetische Energie umgewandelt wird.    Die Höhe lässt sich aus dem Winkel und der Länge der geneigten Ebene berechnen:    Setzt man das alles ein, erhält man    Für die beiden Wagen errechnet man dann Fahrtzeiten von 0,97 s und 1,19 s. Damit beide unten gleichzeitig ankommen, muss der Wagen 2 um 0,22 s eher gestartet werden. | | |
| Antwort: | Wagen 2 muss 0,22 s eher gestartet werden, damit beide gleichzeitig unten ankommen. | | |

b) Beide Wagen kommen zwar gleichzeitig, aber mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf der Horizontalen an. Damit wird der Stoßpunkt mehr in Richtung Wagen 2 liegen, da er ja langsamer ist.

Für den gesuchten Punkt gilt. Beide fahren die gleiche Zeit und die Summe beider gefahrener Wege ist 1,2 m lang (s).



Die Bewegung erfolgt gleichförmig, es gilt also weiterhin:



oder nach der Zeit umgestellt:



Da die Zeiten für beide Bewegungen gleich sind, kann man schreiben:



und nach einer gesuchten strecke umgestellt:



Für s1 kann man schreiben:



und erhält:



Das stellt man so um, dass die gesuchte Größe s2 allein auf einer Seite steht:



Setzt man die bekannten Größen ein, erhält man einen Weg von 0,54 m. Das ist die Strecke, die der Wagen 2 auf der Horizontalen bis zur Kollision fährt. Der Wagen 1 fährt dann 0,66 m. Beide Wagen benötigen bis zum Zusammenstoß 0,267 s.

c) Die beiden Wagen kommen aus entgegen gesetzten Richtungen mit einer bestimmten Masse und Geschwindigkeit. Sie besitzen jeder einen Impuls.

Der Impuls ist



Nach dem Impulserhaltungssatz ist die Summe der Impulse vor dem Stoß so groß wie der Impuls der beiden verbundenen Wagen nach dem Stoß. Da die beiden Wagen aus verschiedenen Richtungen kommen, unterscheiden sie sich im Vorzeichen.

Wären beide Impulse vom Betrag her gleich groß, ist die Summe nach dem Stoß Null, Der Wagen würde stehenbleiben. Bei unterschiedlichen Beträgen hat der gekoppelte Wagen nach dem Stoß die Richtung des Wagens mit dem größeren Impulsbetrages.

Wagen 1 hat eine größere Geschwindigkeit als Wagen 2, da er von einer steileren Ebene kommt. Die Geschwindigkeiten verhalten sich wie



Neben der Geschwindigkeit ist aber auch die Masse für den Impuls entscheidend. Und da ist



Die größere Geschwindigkeit von Wagen 1 wird als durch die größere Masse von Wagen 2 wett gemacht. Damit hat Wagen 2 einen größeren Impuls und die Bewegung geht in Richtung B weiter.

Die Geschwindigkeit lässt sich über den Impulserhaltungssatz berechnen:



Da die Körper in unterschiedliche Richtungen fahren, wird die 2. Geschwindigkeit negativ eingesetzt.



Das negative Vorzeichen besagt, dass die gekoppelten Wagen in Richtung B fahren.

d) Die gesamte kinetische Energie wird in thermische Energie umgewandelt, wenn die gekoppelten Wagen nach dem Stoß stehenbleiben. Das ist nur möglich, wenn die beiden Wagen vor dem Stoß gleiche Impulsbeträge haben. Dazu muss entweder der Winkel Alpha vergrößert oder der Winkel Beta verkleinert werden.



Damit kann entweder der eine oder der andere Winkel berechnet werden.



oder



743.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Da der PKW gleichförmig beschleunigt, gilt:    Die Geschwindigkeitsänderung ist die Geschwindigkeit nach der Beschleunigung minus die Geschwindigkeit nach der Beschleunigung. | | |
| Antwort: | Der PKW braucht 6,5 s um auf die Endgeschwindigkeit zu kommen. | | |

746.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v, s |
| Lösung: | Da sich die Geschwindigkeit in einer Sekunde um 0,4 m/s ändert, sind das nach 20 Sekunden 8 m/s weniger. Damit beträgt die Geschwindigkeit nach dieser Zeit nur noch 2 m/s.  Für den zurückgelegten Weg benutzt man die Gleichung:    Der erste Term ist der Weg, den die Lokomotive zurücklegen würde, wenn die nicht abbremst. Davon wird der Wert abgezogen, der durch das Abbremsen weniger zurückgelegt wird. Das ist der Weg, der beim Beschleunigen in dieser Zeit von 0m/s aus zurückgelegt würde. | | |
| Antwort: | Nach den 20 Sekunden ist die Geschwindigkeit der Lokomotive 2 m/s und sie hat während des Abbremsens 120 m zurückgelegt. | | |

747.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Für den Treffpunkt der beiden Fahrzeuge gilt:  Beide sind genau die gleiche Zeit unterwegs:    und die Summe der beiden zurückgelegten Wege ist so groß wie die gesamte Wegstrecke:    Da die Bewegungen gleichförmig sind, gilt auch:    Das kann man nach s umstellen:    und in die Gleichung für die Wege einsetzen:    Da die beiden Zeiten gleich sind, kann man auch schreiben:    In dieser Gleichung ist nun nur noch die Zeit t1 unbekannt. Damit kann diese Zeit bestimmt werden: | | |
| Antwort: | Nach 11 min treffen sich die beiden Fahrzeuge. Sie sind dabei 16,4km von A entfernt. | | |

749.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es muss untersucht werden, wie weit das Auto in der Zeit fährt, in der der Fußgänger die Mitte der Fahrbahn erreicht hat.  Da er mit konstanter Geschwindigkeit läuft, lässt sich die Zeit für das Überqueren der Fahrbahn berechnen:    Die Geschwindigkeit muss vor dem Einsetzen in m/s umgerechnet werden:    Damit erhält man die gesuchte Zeit:    Da der Fußgänger nur bis zur Straßenmitte kommen muss, damit er nicht überfahren wird, halbiert sich die Zeit auf 3,6 s.  Das ist die Zeit, die das Auto vom Start des Fußgängers bis zum gefahrlosen Vorbeifahren hat. Wie weit kommt es in dieser Zeit?    Die Geschwindigkeit des Autos muss vorher noch schnell in die Grundeinheiten umgewandelt werden:    Damit kann man in die eben umgestellte Gleichung: | | |
| Antwort: | Das Auto muss mindesten 30 m weit beim Start des Fußgängers entfernt sein, damit er gefahrlos die Fahrbahnmitte erreichen kann. | | |

750.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Spieler A braucht vom Start bis zur Torlinie    Da Spieler B 3 Sekunden später losrennt, hat er bis zur Torlinie nur 13 Sekunden Zeit, wenn er Spieler A vorher noch einholen will. Da er aber schneller rennt, schafft er diese Strecke in    um holt Spieler A noch vor der Torlinie ein.  Er hätte mit    rennen können. | | |
| Antwort: | Spieler B holt Spieler A noch vor der Torlinie ein. | | |

751.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es liegt ein einfacher waagerechter Wurf vor. Das Motorrad bewegt sich mit der Anfangsgeschwindigkeit von 120 km/h über das fehlende Brückenstück. Wie lange fliegt es dabei?    Während dieser Flugzeit fällt das Motorrad frei nach unten. Wie weit?    Da der Höhenunterschied 5 cm beträgt, er aber in der Flugzeit 11 cm weit nach unten fällt, knallt er nach dem Sprung unterhalb der Fahrbahn an die Brücke. Schade! | | |
| Antwort: | Er stürzt ab, da er während der Flugzeit tiefer als 5 cm fällt. | | |

752. 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da die Königstochter senkrecht nach oben wirft, ist die Geschwindigkeit des Abwerfens und Auftreffens gleich groß. Die Gleichung für die Steighöhe lautet:    und nach der Geschwindigkeit umgestellt:    Damit lässt sich die gesuchte Geschwindigkeit berechnen:    Die Zeit für den gesamten Wurf ist die Zeit nach oben plus die Zeit nach unten. da der senkrechte Wurf symmetrisch ist, beträgt die Gesamtzeit das doppelte der Steigzeit: | | |
| Antwort: | Der Königstochter fällt nach 2,55 s die Kugel mit 12,5 m/s in die Arme. | | |

2. a) Es liegt eine überlagerte Bewegung vor. die Kugel bewegt sich gleichzeitig nach unten und seitlich in Richtung Frosch. Die beiden Bewegungen laufen unabhängig voneinander ab, beeinflussen sich also nicht.

Man geht davon aus, dass sich die Kugle mit der Geschwindigkeit des Windes in Richtung Frosch bewegt. Sie muss in der Zeit, in der sie nach unten fällt, die 3 m Richtung Frosch schaffen. Die Fallzeit kennt man aus der ersten Aufgabe, sie ist die Hälfte der gesamten Flugzeit: 1,28 s.

Damit kann die Geschwindigkeit berechnet werden,



b) Es wird die resultierende Geschwindigkeit aus den beiden Teilgeschwindigkeiten berechnet.



755.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Wird das Massestück angehoben, erhält es potenzielle Energie. Beim Herunterfallen wird die potenzielle Energie immer kleiner und in kinetische Energie sowie Federspannenergie umgewandelt.  Am gesuchten untersten Punkt kommt es zur Ruhe. Damit ist die kinetische Energie in diesem Punkt 0 und die gesamte potenzielle Energie wurde in Federspannenergie umgewandelt.  Da die in der Feder gespannte Energie direkt von der Spannlänge h abhängt, kann über die Gleichheit der Energie die gesuchte Größe berechnet werden.    D ist die Federkonstante und kann aus dem ersten Teil des Experimentes berechnet werden:    Damit lässt sich nun die gesuchte Größe berechnen:    Da für das eigentliche Experiment und die Bestimmung der Federkonstante das gleiche Massestück verwendet wurde, können die Massen rausgekürzt werden. | | |
| Antwort: | Die Feder verlängert sich um 20 cm und erricht damit eine Maximallänge von 27 cm. | | |

757.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Da die Bremsbeschleunigung als konstant angenommen wird, gilt allgemein:    Der Motorradfahrer bremst bis zum Stillstand ab, so dass die Geschwindigkeitsänderung genau seiner Anfangsgeschwindigkeit entspricht. Das ist die gesuchte Größe:    Leider fehlt in dieser Gleichung noch die Bremszeit t. Da aber der Bremsweg bekannt ist, lässt sich daraus die Bremszeit bestimmen:    Damit lässt sich die Anfangsgeschwindigkeit des Motorradfahrers bestimmen:    Hinweis: Die Gleichung für die Zeit hätte auch gleich eingesetzt werden können: | | |
| Antwort: | Der Motorradfahrer hatte eine Geschwindigkeit von 67,8 km/h drauf. | | |

763.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s1 |
| Lösung: | Die Zeit der Autofahrt setzt sich aus drei Teilzeiten zusammen:  t1: Fahrt mit Geschwindigkeitsbegrenzung  t2: Fahrt ohne Geschwindigkeitsbegrenzung  t3: Pause  Damit gilt:    Die Zeiten der Fahrt lassen sich mit der Strecke und der Geschwindigkeit ausdrücken:    Also:    Die Strecke s1 ist die gesuchte Größe.  Der Gesamtweg setzt sich aus den beiden Teilwegen zusammen:    Der Ausdruck wird eingesetzt:    In der Gleichung sind nun nur noch bekannte Größen außer der Länge der Geschwindigkeitsbegrenzung. Danach wird umgestellt: | | |
| In diese schöne Gleichung werden nun alle Größen eingesetzt und die gesuchte Strecke berechnet:    Probe: 60 km werden mit 120 km/h gefahren. Dazu braucht der Fahrer 30 min. Die restlichen 160 km werden mit 160 km/h gefahren, wozu der Fahrer 1 h braucht. Damit beträgt die reine Fahrzeit 1,5 h. Wenn man die 15 min Pause dazuzählt, kommt man auf die angegebene Fahrzeit von 1 h und 45 min. | | |
| Antwort: | Die Strecke mit Geschwindigkeitsbegrenzung ist 60 km lang. | | |

765.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | D |
| Lösung: | Wenn der Federschwinger in 11,5s 10 Schwingungen macht, benötigt er für eine Schwingung 1,15s. Damit lässt sich die Federkonstante berechnen:    Diese Gleichung muss nach der Federkonstante D umgestellt werden:    Die Einheit kann mit Meter erweitert werden und ergibt dann die bekannte Einheit für die Federkonstante: | | |
| Antwort: | Die Federkonstante beträgt 2,99 N/m. | | |

768.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Wenn die vier Triebwerke während des Starts eine konstante Kraft wirken lassen, kann die Bewegung von Anfahren bis zum Abheben als gleichmäßig beschleunigt betrachtet werden. Damit gilt für die gesuchte Strecke:    Die Zeit lässt sich aus der bekannten Startgeschwindigkeit bestimmen:    Das wird eingesetzt:    Jetzt fehlt aber noch die Beschleunigung. Die lässt sich mit dem Newtonschen Grundgesetz angeben:    Und eingesetzt:    Damit kann die Länge der Startbahn berechnet werden. Die Geschwindigkeit muss noch in Grundeinheiten umgerechnet und die Kraft von zwei Triebwerken verwendet werden (zwei Triebwerke dienen der Überwindung der Reibung.):    In den Datenblättern findet man einen Wert von etwa 3 km. | | |
| Antwort: | Der Airbus A380 braucht zum Start eine mindestens 2,35 km lange Bahn. | | |

770.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es wird bei der Abfahrt die potenzielle Energie, die die Skiläuferin hat, vollständig in kinetische Energie umgewandelt. Die kinetische Energie ist von der Masse und der Geschwindigkeit abhängig. Bei bekannter Masse und Energie lässt sich die Geschwindigkeit berechnen.  Zuerst muss die potenzielle Energie zu Beginn des Ablaufes berechnet werden:    h ist die Höhe über dem Fußpunkt, die aber noch nicht gegeben ist. ^Sie kann mit Hilfe einer Winkelbeziehung bestimmt werden:    Damit lässt sich die potenzielle Energie berechnen:    Das ist auch die kinetische Energie, die bei einer reibungsfreien Bewegung am Fußpunkt in der Skifahrerin steckt.  Die Geschwindigkeit ist dann:    b) Bei einer Bewegung unter Berücksichtigung der Reibung wird das ganze etwas komplizierter. Die potenzielle Energie zu Beginn wird währende der gesamten Abfahrt in Wärmeenergie durch Reibungsarbeit und kinetische Energie umgewandelt. Es gilt jetzt also:    Die Reibungsarbeit berechnet sich nach    Die Normalkraft FN ist die Kraft, mit der der Körper senkrecht auf die Oberfläche drückt und damit vom Winkel abhängig. Es gilt: | | |
| Damit lässt sich die komplette Gleichung schreiben:    In dieser Gleichung ist alles außer der Geschwindigkeit bekannt, aber um die geht es ja.    Damit ist die kinetische Energie am Fußpunkt:    Der Unterschied der Energien beträgt 1,5 kJ, die in Wärmeenergie umgewandelt wurde. | | |
| Antwort: | Bei einer reibungsfreien Bewegung beträgt die Geschwindigkeit am Fußpunkt 22,5 m/s und bei Berücksichtigung der Reibung 21,1 m/s. Die Energiedifferenz ist 1,5 kJ groß. Diese Energie wurde durch Reibung in Wärme umgewandelt. | | |

772.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Für die Anzahl der Fahrten muss die Gesamtmasse des benötigten Sandes bestimmt werden. Diese teilt man durch die Maximalmasse, die der Anhänger verkraftet und rundet diese Zahl auf.  Die Gesamtmasse erhält man über die Dichte und das Volumen:    Da die Maße des Buddelkastens bekannt sind, kann das Volumen bestimmt werden:    Damit alle Größen die gleichen Einheiten enthalten, wir die Dichte umgerechnet:    Damit lässt sich die Gesamtmasse berechnen:    Das sind dann    PKW-Anhänger voll. Dafür muss man 4 mal fahren. | | |
| Antwort: | Um den Buddelkasten mit frischem Sand zu füllen, muss man 4 mal zur Kiesgrube fahren. | | |

773.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Zuerst muss berechnet werden, wie groß das Volumen des Schnees ist, das auf dem Dach liegt:    Dieses Volumen wird zu Wasser, das auf Grund der größeren Dichte einen kleineren Raum einnimmt. Mit einer Verhältnisgleichung lässt sich die neue Menge Wasser berechnen:    Der Schnee schrumpft auf 0,8 m³.  Damit laufen in jeden Auffangbehälter 0,4 m³. Da ein Behälter 1 m³ fassen kann, steigt das Wasser 0,4 m an. | | |
| Antwort: | Das Wasser steht in jedem Behälter 0,4 m hoch. | | |

777.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Der Packen Papier wiegt 2,5 kg. | | |

782.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Beim Start hat der Schlitten mit Fahrer nur potenzielle Energie:    Diese wandelt sich in kinetische Energie und Wärmeenergie durch Reibung um. Am Ende ist die kinetische Energie:    b) Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der Energie am Ende und der Energie am Anfang: | | |
| Antwort: | Zu Beginn hat der Fahrer 8,8 kJ potenzielle Energie. Am Ende beträgt die kinetische Energie 174 J. Der Wirkungsgrad ist 2%. | | |

785.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | ve |
| Lösung: | Wenn B losläuft hat A bereits einen Vorsprung. Dieser beträgt:    Die beiden Sportler treffen sich im gleichen Abstand vom Start. Wie weit sind sie bis dahin gelaufen?    Über die Zeiten ist bekannt, dass B um die Vorsprungzeit weniger gelaufen ist als A:    Das kann nun eingesetzt werden:    In dieser Gleichung ist nur noch die Laufzeit von A unbekannt: | | |
| Der langsame A ist also 1,7 h gelaufen und hat dabei    zurückgelegt. B ist  h weniger, also nur  gelaufen. Mit seiner Geschwindigkeit hat er ebenfalls 13,3 km zurückgelegt.  Wie weit laufen sie nun noch zusammen weiter?    Damit sind sie insgesamt 14,1 km vom Start entfernt.  Da sie 3 h nach dem Start wieder am Ziel ankommen, haben sie für den Heimweg    Zeit. Damit kann die Geschwindigkeit berechnet werden: | | |
| Antwort: | Sie sind mit 11,3 km/h zurückgelaufen. | | |

788.

a)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Usain Bolt lief mit einer Geschwindigkeit von 37,6 km/h. | | |

b)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Wenn er drei Sekunden länger gelaufen wäre, hätte er einen 131-m-Sprint zurückgelegt. | | |

c)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Die 60-m-Strecke würde er in 5,75 m schaffen. | | |

789.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Insgesamt müssen Fritz und Karl 80 km zurücklegen, denn das ist die Entfernung der Wohnorte. Dabei legt jeder einen Teilweg zurück.    Da beide zur gleichen Zeit losfahren und sich natürlich zum gleichen Zeitpunkt treffen, sind beide die gleiche Zeit unterwegs:    Diese Zeit setzt sich bei beiden unterschiedlich zusammen. Für beide ist der Weg in drei Teile geteilt: Fahren, Panne oder Pause und wieder fahren. Die Zeit für den dritten Abschnitt ist bei beiden unbekannt.  Damit haben wir zwei unbekannte Größen, aber auch zwei unabhängige Gleichungen, so dass die Aufgabe lösbar scheint.  Die beiden Wege der Schulfreunde setzten sich aus den drei Teilwegen zusammen:    Die jeweils zweiten Teilwege sind 0, da Panne oder Pause ist.  Es gilt also:    Da alle Bewegungen gleichförmig ablaufen, kann man die Weg durch die Geschwindigkeiten und Zeiten ausdrücken: | | |
| In dieser Gleichung sind noch zwei unbekannte Zeiten. Es muss eine davon mit Hilfe der anderen Zeit ausgedrückt werden.    Da die ersten beiden Zeiten bekannt sind, kann man die zusammenfassen:    Da die beiden Gesamtzeiten gleich sind, also    kann man schreiben:    Die Zeit von Karl lässt sich ebenfalls als Summe von zwei Zeiten schreiben:    Damit hat man die unbekannte Zeit von Fritz durch die unbekannte Zeit von Karl und ansonsten nur bekannten Größen ausgedrückt.  Damit geht man nun in die oben aufgestellte Weggleichung:    Damit stehen außer der 3.Zeit von Karl nur noch bekannte Größen in der Gleichung. Das heißt, die Gleichung muss nach der unbekannten Größe umgestellt werden, die dann berechnet werden kann.  Ausmultiplizieren:    Ordnen:    Umstellen:    Nun kann eingesetzt und gerechnet werden:    Damit ist Karl    unterwegs. Sie treffen sich also 10,45 Uhr.  Karl hat bis zum Treffpunkt:    zurückgelegt.  Fritz hat demnach 50 km bewältigt. Davon ist er nach der Panne 1 h und 15 min insgesamt 25 km weit gefahren. | | |
| Antwort: | Sie treffen sich um 10.45 Uhr. Karl hat 30 km zurückgelegt. | | |

791.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es gilt:    Das heißt, man kann schreiben:    oder    und nach der gesuchten Kraft umgestellt:    b) Zur Berechnung der Energie wird die Gleichung zur Berechnung der Spannweite in Abhängigkeit von der Kraft aufgestellt. Die gesuchte Energie ist die Fläche unter der von dieser Funktion aufgespannten Fläche. Diese kann mit einem grafischen Taschenrechner berechnet werden.    Man erhält eine Energie von 20,83 J. | | |
| c) Die gespeicherte Energie wird in potenzielle Energie umgewandelt. | | |
| Antwort: | Für das Spannen des Bogens sind 250 N notwendig. Dann sind in dem Bogen 20,83 J gespeichert. Der Pfeil fliegt damit 42,5 m hoch. | | |

793.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a) v  b) h |
| Lösung: | a) Beim Abschießen der Pistole wird die Federspannenergie in Beschleunigungsarbeit umgewandelt. Wenn der Ball die Mündung verlässt, hat er kinetische Energie.  Es gilt also:    Die Federkonstante D kann aus den gegebenen Größen bestimmt werden:    eingesetzt und umgestellt:    Damit kann die gesuchte Geschwindigkeit berechnet werden: | | |
| b) Diese kinetische Energie wird über Hubarbeit in potenzielle Energie umgewandelt: | | |
| Antwort: | Der Tischtennisball verlässt die Pistole mit 14,4 m/s und fliegt theoretisch 10,6 m hoch.  Praktisch kommt er nicht in diese Höhe, da durch die Luftreibung kinetische Energie über Reibungsarbeit in Wärmeenergie umgewandelt wird. | | |

794.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wie weit läuft der Luchs in den 5,0 s bis zum schlappmachen?    Da der Hase 30,0 m entfernt ist, braucht er in diesen 5 entscheidenden Sekunden nur 64,4 m zu rennen, um gerade noch davon zu kommen. Wie schnell muss er dazu sein? | | |
| Antwort: | Der Hase sollte mindestens mit 46,4 km/h rennen um sein Leben zu retten. | | |

798.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Die Leistung ist die verrichtete Arbeit je Zeit, also    Die Arbeit ist die Hubarbeit:    Die 700 Liter Wasser haben eine Masse von 700 kg. Die Zeit muss in Sekunden eingesetzt werden.  Damit lässt sich die Leistung berechnen: | | |
| Antwort: | Die Pumpe sollte mindestens 63 W haben. Bei einem Wirkungsgrad von 50% sollte es aber wenigstens eine 150 W-Pumpe sein. | | |

799.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Dichte ist definiert als Masse je Volumen. Das Volumen lässt sich aus den Maßen des Quaders berechnen. | | |
| Antwort: | Messing hat eine Dichte von 8,6 g/cm3. | | |

800.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Die Aluminiumfolie wird als ein Quader betrachtet, dessen Höhe berechnet werden soll. Aus der Masse und der Dichte lässt sich das Volumen dieses Quaders bestimmen. | | |
| Antwort: | Die Folie ist 0,0137 mm dick. | | |

802.

|  |  |
| --- | --- |
| Die Idee: Am linken Faden hängen 30 cm des Stabes und am rechten Faden die restlichen 20 cm. Die Fäden sind jeweils in der Mitte der Teilstäbe befestigt, so dass alles schön im Gleichgewicht ist.  Da der gesamte Stab 300 g schwer ist, teilt sich diese Masse auf die beiden Teilstäbe auf.  Der linke Faden trägt also 30 cm von 50 cm oder    der Gesamtmasse. Das sind aber |  |

804.

|  |  |
| --- | --- |
| Zuerst wird die Zeichnung auf die notwendigen Größen reduziert. Die Nulllinie wird in den Aufhängpunkt der Lampe gelegt und die angegebenen Höhen entsprechend reduziert. |  |
| Damit die Lampe fest hängen kann, muss eine Kraft nach oben wirken, die genau so groß ist wie die Gewichtskraft. Damit heben sich die äußeren Kräfte für die Lampe auf und sie bleibt in Ruhe.  Die Kraft nach oben wird durch die beiden Teilkräfte, die die Seile aufbringen, erzeugt. Diese beiden Kräfte addieren sich vektoriell. |  |
| Für die Berechnung der beiden Teilkräfte sind die Winkel notwendig, unter denen sie angreifen. Diese bestimmen ja ganz entscheidend die Beträge der Kräfte.  Es gilt: |  |
| Damit reduziert sich die Zeichnung auf dieses Parallelogramm. |  |
| Zur Berechnung der gesuchten Kraft braucht nur das linke Dreieck betrachtet werden, da dort diese Größe auch auftaucht.  Der obere Winkel ist wegen der Gleichheit der beiden Dreiecke ’. |  |
| Den Zusammenhang zwischen den Winkeln und Seitenlängen in einem Dreieck beschreibt der Sinussatz:  Die Verhältnisse zwischen einer Seitenlänge und dem Sinus des gegenüberliegenden Winkel sind immer gleich. Das bedeutet für den konkreten Fall:    Der Winkel  ist einfach    Aber wie groß ist? Die Herleitung steht unter dem Bild. |  |
| Damit kann die gesuchte Größe berechnet werden:    Nach dem gleichen Verfahren lässt sich die Kraft auf das linke Seil zu 100,5 N berechnen. | |

805.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die gesuchte Größe ist die Geschwindigkeit an der Falle vF. Der Weg zwischen dem erkennen der Radarfalle und dem Messen der gesuchten Geschwindigkeit spaltet sich in zwei Teilwege auf: Der Weg, der in der Reaktionszeit gleichförmig gefahren wird und dem Weg, auf dem die Bremsen greifen.  Der erste Weg lässt sich berechnen mit:    Damit bleiben für den eigentlichen Bremsvorgang noch 43,3 m. Man muss nun berechnen, welche Geschwindigkeit das Auto nach dieser Strecke noch hat. Dazu benutzt man    Der zweite Summand ist die Geschwindigkeit des Autos ohne dass gebremst wird. Der erste Teil ist durch die negative Beschleunigung ebenfalls negativ und ist der Teil, um den sich die Geschwindigkeit beim Bremsen ändert.  Das Problem ist die Zeit, über die ja keine Aussage gemacht wird. Wie lange braucht das Auto für die 43,3 m?  Dafür benutzt man    Der zweite Summand ist der Weg, der ohne Bremsen zurückgelegt wird und der erste Teil ist der Weg, um den der Gesamtweg durch das Bremsen kleiner wird.  Damit kann die Zeit berechnet werden. Da es eine quadratische Gleichung ist, geht man z.B. über die Normalform: | | |
| Die erste Zeit ist für den Bremsvorgang viel zu groß und entfällt. Mit der zweiten Zeit kann nun die Geschwindigkeit berechnet werden. | | |
| Antwort: | Die Radarfalle schnappt nicht zu, da das Auto mit 93 km/h daran vorbei fährt. Glück gehabt! | | |

807.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a |
| Lösung: | a) Beim senkrechten Start muss die Schubkraft der Rakete zuerst die Gewichtskraft der Rakete überwinden. Die dann noch vorhandene Kraft dient zum Beschleunigen.    b) Im Unglücksfall dient die gesamte Kraft zum Beschleunigen: | | |
| Antwort: | Beim senkrechten Start beschleunigt die Rakete zum Anfang mit 3,9 m/s². Im Unglücksfall würde sie mit 13,8 m/s² beschleunigen. | | |

811.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt das Gesetz der Längenkontraktion:    Dabei ist die ursprüngliche Länge des Autos und  die Länge des Autos, die ein ruhender Beobachter sieht. Durch relativistische Effekte ist diese Länge für den Beobachter verkürzt.    Diese Gleichung wird nach dem Quotienten  umgestellt. Damit erhält man die gesuchte Geschwindigkeit im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit.    Das Auto sollte also mit 44% der Lichtgeschwindigkeit fahren, um für einen Beobachter um 10% verkürzt zu erscheinen. Damit ist klar, dass relativistische Effekte im Straßenverkehr keine Rolle spielen. | | |
| Antwort: | Das Auto sollte mit 44% der Lichtgeschwindigkeit fahren. | | |

813.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Die Geschwindigkeit des äußeren Teils des Läufers ist von der Umdrehungszahl und dem Abstand vom Drehzentrum abhängig:    Damit lässt sich die max. Drehzahl berechnen: | | |
| Antwort: | Der Läufer darf sich max. 2387 Mal in einer Minute drehen. | | |

814.

Beim Lösen des Rades hat es Rotationsenergie und kinetische Energie, die beide durch Reibungsarbeit vollständig in Wärme umgewandelt wird. Das Rad rollt so weit, bis die Bewegungsenergie weg ist.



Die Rotationsenergie ist



Das Trägheitsmoment ist bekannt und die Winkelgeschwindigkeit kann aus den gegebenen Größen bestimmt werden:



Damit wird



Die kinetische Energie ist



Die Reibungsarbeit ist



Über die Reibungskraft wird im Aufgabentext eine Aussage gemacht. Es gilt:



Damit wird:



Die drei Gleichungen werden eingesetzt:



In dieser Gleichung ist alles außer dem Weg s bekannt. Genau dieser ist aber gesucht:



Damit rollt das Rad noch 730 m weit.

815.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Der gesamte Weg setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen:    Da das Auto beide Strecken mit konstanter Geschwindigkeit fährt, gilt jeweils:    und nach dem Weg umgestellt:    Aus der Aufgabenstellung ist bekannt, dass die beiden Teilwege gleich groß sind, da genau auf der Hälfte der Strecke die Geschwindigkeit gewechselt wurde.    Weiterhin ist bekannt, dass sich die Gesamtzeit aus den beiden Teilzeiten zusammensetzt:    Die Zeiten ergeben sich aus den Teilstrecken und den Teilgeschwindigkeiten:    Damit erhält man    Wie oben zu sehen ist, sind die Teilstrecken gleich und können ersetzt werden: | | |
| In dieser Gleichung ist nur noch der Weg s unbekannt und kann berechnet werden: | | |
| Antwort: | Das Auto fährt insgesamt 80 km. | | |

821.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Aus der Aufgabenstellung ist ersichtlich, dass die beiden zurückgelegten Wege gleich groß sind.    Der erste Weg lässt sich berechnen:    Damit ist der Gesamtweg doppelt so groß, also    Die dafür benötigte Zeit ist die Summe der beiden Teilzeiten:    Damit kann die Durchschnittsgeschwindigkeit berechnet werden. Sie ist die gesamte Strecke durch die gesamte Zeit: | | |
| Antwort: | Die Durchschnittsgeschwindigkeit für die gesamte Strecke beträgt 149 km/h. | | |

823.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | D |
| Lösung: | Der Gleiter wird nach dem Loslassen des Massestückes solange beschleunigt, bis das Massestück auf dem Boden aufschlägt. Danach bewegt er sich bis zur Feder gleichförmig weiter um dann auf den 4,0 cm Bremsweg auf Null abgebremst zu werden.  Bei diesem Abbremsvorgang wird die kinetische Energie des Gleiters vollständig in Federspannenergie umgewandelt.    In dieser Gleichung steht schon die gesuchte Größe, nach der nur umgestellt werden muss:    Als einzige unbekannte Größe steht jetzt nur noch die Geschwindigkeit, mit der der Gleiter auf die Feder kracht. Die muss aus den gegebenen Größen ermittelt werden.  Es ist die Geschwindigkeit, die der Gleiter nach den 0,7 m Beschleunigungsstrecke hat. Da die Kraft während dieser Beschleunigung konstant ist, gilt:    In dieser Gleichung ist nun gar nichts bekannt. Aber zum Glück gibt es das Newtonsche Grundgesetz:    F ist die beschleunigende Kraft und m die Masse, die mit a beschleunigt wird.    Die beschleunigende Kraft ist die Gewichtskraft des Massestücks und die beschleunigte Masse die Summe(!) der beiden Massen.    Damit sieht die Gleichung für die Geschwindigkeit schon besser aus:    Eine Aussage über die Zeit der Beschleunigung erhält man über den Weg, also die Höhe, die das Massestück nach unten saust:    Das kann nun auch in die Geschwindigkeitsgleichung eingesetzt werden, die vorher noch quadriert wird: | | |
| Nun steht aber wieder die Beschleunigung a in der Gleichung. Die haben wir aber schon bestimmt und können sie wieder einsetzten:    Kürzen macht die ganze Sache übersichtlicher:    Mit dieser Gleichung kann man nun endlich in die Gleichung für die Federkonstante. Sie enthält nun nur noch gegebene Größen.    Einheiten | | |
| Antwort: | Die Feder hat eine Konstante von 82 N/m. | | |

831.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Damit das Auto die Kurve durchfahren kann, muss die Reibung die Radialkraft aufbringen.  Die Radialkraft ist    Die Gleichung wird nach der gesuchten Geschwindigkeit umgestellt:    Die Radialkraft ergibt sich aus der Reibungskraft:    Da keine Kurvenneigung da ist, ist die Normalkraft gleich der Gewichtskraft:    Diese Gleichung wird eingesetzt:    Die Masse spielt keine Rolle! | | |
| Antwort: | Das Auto darf mit maximal 40 km/h fahren. | | |

832.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Auf die Materie am Rand des Neutronensterns wirken zwei Kräfte: die nach innen zeigende Gravitationskraft und die nach außen zeigende Zentrifugalkraft. Die Teilchen fliegen dann nicht weg, wenn die Gravitationskraft mindestens so groß ist wie die Zentrifugalkraft. In diesem Zustand wären die Teilchen praktisch schwerelos.  Die gesuchte Dichte berechnet sich einfach nach der bekannten Formel:    M ist die Masse des Neutronensterns und V sein Volumen.  Wenn man annimmt, dass der Stern kugelförmig ist, dann ist sein Volumen    r ist der Radius des Sterns.  Damit wird die Dichteformel zu:    Über Masse und Radius ist noch nichts bekannt.  Es gilt aber:    also Gravitationskraft gleich Zentrifugalkraft, oder    m ist die Masse eines Teilchens am Rand des Sternes und r der Abstand zum Mittelpunkt, also der Radius. v ist die Geschwindigkeit, die der Rand hat.  Die Masse m kürzt sich raus.    Diese Gleichung kann nach M umgestellt werden:    und in die Dichtegleichung eingesetzt werden: | | |
| Da sich der Neutronenstern praktisch gleichförmig dreht, gilt für die Geschwindigkeit    T ist die einzige gegebene Größe!  Die Geschwindigkeit wird ebenfalls in die Dichtegleichung eingesetzt:    Damit enthält die Gleichung nur noch Konstanten und die gegebene Umlaufzeit. Die Dichte kann berechnet werden:    Das sind 79 Millionen Tonnen je Kubikmeter. | | |
| Antwort: | Der Neutronenstern muss mindestens eine Dichte von 79 Millionen Tonnen je Kubikmeter haben. | | |

838.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a, t |
| Lösung: | Da der Rennwagen mit konstanter Bremskraft abbremst, liegt eine gleichmäßig negativ beschleunigte Bewegung vor. Die Bremsbeschleunigung ist    Die Geschwindigkeitsänderung lässt sich aus den gegebenen Größen berechnen, über die Zeit, in der das erfolgt, fehlt aber die Aussage.  Da aber der Weg bekannt ist, auf dem abgebremst wird, ist es möglich, die Zeit zu berechnen. Es gilt    Der zweite Summand ist der Weg, den der Rennwagen fahren würde, wenn er nicht bremst. Damit ist für v0 der Wert von v1 einzusetzen.  Der erste Summand ist durch die negative Beschleunigung ebenfalls negativ und verkürzt damit den Weg. Klar, da der Wagen bremst, fährt er nicht so weit als würde er nicht bremsen.  Nun steht aber in der Gleichung wieder die unbekannte Bremsbeschleunigung. Die kann ersetzt werden:    In dieser Gleichung sind außer der Zeit alle anderen Größen bekannt. Die kann damit berechnet werden:    Und einsetzen: | | |
| Mit dieser Zeit lässt sich die gesuchte Bremsbeschleunigung berechnen:    b) Für das Diagramm muss der zurückgelegte Bremsweg für einige Zeiten berechnet werden.  [Excel-Tabelle](m838.xls) | | |
| Antwort: | Der Rennwagen bremst innerhalb von 5,6 s mit einer Beschleunigung von -7,4 m ⬝ s-2. | | |

848.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die 30 kp des Fußes werden über den Hebel um den Faktor 5,2 verstärkt, da der Fuß am langen Ende drückt. Damit wirken am unteren, kurzen Ende:    Von diesen gehen 4 kp für die Rückholfeder verloren, so dass 152 kp auf den Hauptzylinder wirken.  Der Wirkungsgrad von 90% bedeutet, dass 10% der Kraft zur Überwindung von Reibung verwendet werden. Damit bleiben nur  .  Diese Kraft wirkt über den Kolben des Hauptzylinders auf die Flüssigkeit. Der Druck in der Flüssigkeit ist    Die Fläche des Kolbens berechnet sich zu    Also ist der Druck:    Dieser Druck wirkt auf den Bremskolben, der eine Fläche von    hat. | | |
| Die Kraft ist dann dort    Davon werden aber nur 85% für die Bremsen genutzt, also | | |
| Antwort: | Auf einen Bremskolben wirken 90,8 kp oder 891 N. | | |

850.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt das Gesetz für die hydraulische Anlage:    Nach der gesuchten Größe umgestellt:    und eingesetzt und ausgerechnet: | | |
| Antwort: | Auf den Pumpkolben muss eine Kraft von 667 N wirken. | | |

852.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es gilt das Gesetz für die hydraulische Anlage:    Nach der gesuchten Größe umgestellt:    und eingesetzt und ausgerechnet:    b) Der Hebel ist einseitig und die beiden Längen der Hebelarme stehen im Verhältnis 1:10. Damit wird durch den Hebel die Kraft noch mal auf ein Zehntel verkleinert. Es muss also am Hebelende eine kraft von 125 N wirken. Das entspricht etwa einer masse von 12,5 kg. | | |
| Antwort: | Auf den Pumpkolben muss eine Kraft von 1250 N wirken. Am Hebelende beträgt die notwendige Kraft nur noch 125 N. | | |

854.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t, v |
| Lösung: | a) Die Zeit für die gesamte Strecke setzt sich aus den beiden Teilzeiten für die Beschleunigung und das Abbremsen zusammen. Es gilt:    Weiterhin ist zu erkennen, dass der Betrag der Bremsbeschleunigung doppelt so groß ist wie die Beschleunigung zum Anfahren. Da die Endgeschwindigkeit beim Beschleunigen genau so groß ist wie die Geschwindigkeit, mit der der Rennfahrer dann Abbremst, ergibt sich aus  ,  dass er zum Abbremsen nur die halbe Zeit wie zum Beschleunigen braucht. Es gilt also:    Für die zurückgelegten Wege gilt:    Die einzelnen Teilwege berechnen sich mit  .  Damit wird:    Die eine Zeit lässt sich durch die andere ersetzen:    In dieser Gleichung ist nur noch die Zeit unbekannt und kann damit berechnet werden: | | |
| Das ist die Zeit zum Abbremsen. Die Beschleunigungszeit ist doppelt so groß, also 8 s. Damit ist der Fahrer insgesamt 12 s auf der Strecke.  Probe: Wie weit fährt der Fahrer beim Beschleunigen?    Der Abbremsweg ist dann    Das sind zusammen die gegebenen 120 m.  b) Die Geschwindigkeit berechnet sich mit | | |
| Antwort: | Das Auto benötigt für die Strecke 12 s und erreicht maximal 72 km/h. | | |

859.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der erste Treffpunkt ist zum Zeitpunkt 0 am Start. Danach fährt der Fahrer 1 45 min und legt dabei    zurück. Während dieser Zeit ist der Fahrer 2 erst    gefahren.  Während der folgenden viertel Stunde steht der Wagen 2 und Wagen 1 legt weitere 31,25 km zurück. Damit ist er nun 125 km gefahren und hat den stehenden Wagen 1 überholt. Das erfolgt nach 120 km. Der Wagen 2 benötigte dazu    Das sind 57,6 min.  Nach einer viertel Stunde fährt der Wagen 1 weiter. Sein Abstand zum Start beträgt immer noch 120 km. Wagen 2 ist zu dieser Zeit bereits bei 125 km angekommen. Da Wagen 2 aber schneller fährt als Wagen 1, könnte er diesen vor dem Ziel noch einmal überholen. Das ist dann der Fall, wenn beide den gleichen Abstand vom Ziel haben.    Wagen 2 hat bis zu diesem Treffpunkt die Zeit t2 benötigt. Wagen 1 ist bis dahin eine viertel Stunde weniger gefahren, da er ja diese Zeit auf dem Parkplatz war.  Es gilt also:    Da alle Bewegungen gleichförmig sind, gilt weiterhin: | | |
| Damit wird    Nach dieser Zeit ist der Wagen 2    gefahren. Wagen 1 hat 0,25 h weniger Fahrzeit, also 0,89 h.  Damit ist er auch    gefahren. | | |
| Antwort: | Zum ersten Mal begegnen sie sich nach 0,96 h bei 120 km. Zum zweiten Mal überholt Wagen 2 den Wagen 1 in 142,5 km Entfernung vom Start nach 1,14 h. | | |

869.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: | Zwischen Masse und Dichte gilt die Beziehung:    Diese Gleichung wird nach der gesuchten Masse umgestellt:    Die Dichte ist bekannt und das Volumen des Schnees kann berechnet werden. da das Volumen in cm³ benötigt wird, werden alle Längen gleich in cm umgerechnet:    Damit kann die Masse berechnet werden: | | |
| Antwort: | Auf dem Dach liegen 1,68 t Schnee. | | |

871.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung je Zeit:    Das entspricht etwa 60% der Fallbeschleunigung.  b) Für den Bremsvorgang bleiben von der gesamten Zeit 6,66 s übrig. In dieser Zeit bremst der Wagen wieder auf 0 ab:    Das ist deutlich mehr als die Fallbeschleunigung.  c) Es werden die Wege für die Beschleunigung und das Abbremsen einzeln berechnet und addiert:    d) Es muss nur die Haftreibungszahl für den Bremsvorgang berechnet werden, da dort auf Grund der größeren Beschleunigung die größeren Kräfte wirken.  Die bremsende Kraft wird durch die Reibung auf die Straße übertragen. Nach dem Wechselwirkungsgesetz sind beide gleich groß.    Die beiden Kräfte lassen sich konkreter beschreiben: | | |
| FN ist die Normalkraft. Die ist bei einem ebenen Untergrund gleich der Gewichtskraft. µ ist die gesuchte Haftreibungszahl.    Laut Wikipedia ist das die maximale Haftreibung zwischen Gummireifen und Asphalt. | | |
| Antwort: | Der Koenigsegg Agera R beschleunigt mit 5,74 m/s² und bremst mit 6,66 m/s². Für den gesamten Vorgang werden 883 m benötigt. Zwischen Reifen und Straße muss die Haftreibungszahl 1,3 betragen. | | |

872.

Bei beiden Würfen ist die Wurfweite 17 m. Man geht davon aus, dass die Abwurf- und Fanghöhe gleich sind.

Als erstes werden die Winkel berechnet, unter denen die Bälle abgeworfen werden müssen, um mit der gegebenen Anfangsgeschwindigkeit genau 17 m weit zu fliegen. Die Wurfweite berechnet sich mit



Nach dem Winkel umgestellt erhält man



Für  berechnet man 47,8° und damit für 23,9°. Das ist der erste Winkel.

Aus der Symmetrie der Sinuskurve kann man ableiten, dass bei einem Winkel 90°-23,9°=66,1° diese Wurfweite auch erreicht wird. Es gibt also für die Bälle eine flache und eine steile Bahn, damit sie den Trainingspartner erreichen.

Mit



können für beide Bahnen die Zeiten berechnet werden.

Man erhält:



Damit müssen die beiden Bälle in einem zeitlichen Abstand von 1,56 s geworfen werden.

**876.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Für die Geschwindigkeit eines Körpers, der sich dreht, gilt    Diese Gleichung wird nach der gesuchten Größe n umgestellt:    und eingesetzt. | | |
| Antwort: | Das Turbinenrad darf sich maximal 70,3 mal in der Sekunde drehen. | | |

**878.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist der gesamte gefahrene Weg durch die insgesamt dafür benötigte Zeit.  Der Weg setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen: Der Abschnitt bis zur Autobahn und dann der Abschnitt auf der Autobahn. Dieser zweite Weg ist gesucht.  Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist    Von den Größen auf der linken Seite ist außer der Zeit t1 nichts gegeben.  Aus der bekannten Durchschnittsgeschwindigkeit auf dem ersten Abschnitt und der Zeit lässt sch der Weg s1 berechnen:    Weiterhin gilt:    Das wird in die Gleichung für die Durchschnittsgeschwindigkeit eingesetzt:    Damit ist in dieser Gleichung nur noch die Zeit t2 unbekannt, also die Zeit, die das Auto mit konstanter Geschwindigkeit auf der Autobahn fährt. Kennt man diese Zeit, lässt sich der gesuchte Weg berechnen.  Die Gleichung muss nach der Zeit t2 umgestellt werden.    Mit dieser Formel kann die Zeit auf der Autobahn berechnet werden, bis die Durchschnittsgeschwindigkeit von 100 km/h erreicht ist. | | |
| Mit dieser Zeit kann die Strecke auf der Autobahn bestimmt werden:    Die Probe zeigt, ob das Ergebnis richtig ist:  Der Gesamtweg ergibt sich aus den beiden Teilwegen:    Die Gesamtzeit ist die Summe der beiden Teilzeiten:    Damit kann die Durchschnittsgeschwindigkeit bestimmt werden: | | |
| Antwort: | Er muss auf der Autobahn 18,2 km fahren. | | |

**883.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a |
| Lösung: | Es gilt das Newtonsche Grundgesetz.    Die Kraft zum Beschleunigen ist die Schubkraft von 2 Triebwerke zusammen, also    Die restliche Kraft wird zur Überwindung der Reibung genutzt.  Die Masse ergibt sich als Summe der Masse des Flugzeugs ohne Treibstoff und der Treibstoffmasse. Die kann aus dem Volumen und der Dichte des Treibstoffs berechnet werden:    Da ein Liter aus 1000 cm³ besteht, muss man schreiben:    Das ergibt dann für die Startmasse des A 380    Damit kann nun die gesuchte maximale Startbeschleunigung berechnet werden. | | |
| Antwort: | Die maximale Beschleunigung ist 1,2 m/s². | | |

888.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a |
| Lösung: | Es ist der Weg gesucht, den Anton fahren muss, denn er fährt direkt nach Hause.  Aus der Aufgabenstellung ist bekannt, dass Bastian doppelt so weit fährt wie Anton:    und dass Bastian 10 min länger braucht:    Da die Geschwindigkeiten konstant sind, gilt für beide    Das kann in die Weggleichung eingesetzt werden:    Die Zeit, die Bastian fährt, lässt sich durch die Zeit von Anton ersetzten:    Diese Beziehung enthält als unbekannte Größe nur noch die Fahrzeit von Anton, die damit berechnet werden kann.    Das heißt, Anton ist 1/3 h oder 20 min unterwegs. Da er mit 45 km/h unterwegs ist, fährt er währen dieser Zeit 15 km. | | |
| Antwort: | Die beiden wohnen 15 km von der Schule entfernt. | | |

890. a)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Es gilt das Newtonsche Grundgesetz:    Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung je zeit:    Damit erhält man | | |
| Antwort: | Der Motor muss zum Beschleunigen mindestens eine Kraft von 2 kN aufbringen. | | |

**b)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a |
| Lösung: | Es gilt das Newtonsche Grundgesetz:    Die Beschleunigung ist dann | | |
| Antwort: | Das Auto kann mit 6,25 m/s² bremsen und ist damit verkehrssicher. | | |

**c)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Der Weg bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung berechnet sich mit    Die Beschleunigung ist bekannt, die Bremszeit t fehlt aber noch.  Es gilt weiterhin:    Das wird in die erste Gleichung eingesetzt: | | |
| Antwort: | Der Bremsweg ist 61,8 m lang. | | |

891.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Gesucht ist der Anhalteweg des Autos. Der setzt sich zusammen aus   * dem Weg, den das Auto während der Reaktionszeit fährt * und dem Weg, der während des eigentlichen Bremsens zurückgelegt wird.     Der Weg, der während der halben Sekunde Reaktionszeit zurückgelegt wird, berechnet sich mit  ,  da diese Bewegung gleichförmig ist.    Der Bremsweg ist    Der zweite Summand ist der Weg, der bei gleichförmiger Bewegung zurückgelegt wird, der erste der Weg, um den der gleichförmige Weg kürzer wird (es wird ja gebremst). Durch die negative Beschleunigung ist der erste Weg negativ und wird von dem zweiten Weg abgezogen.  In der Gleichung steht die Bremszeit, die leider nicht bekannt ist. Die lässt sich aber mit    bestimmen. v ist die Endgeschwindigkeit und in diesem Fall 0. (Das Auto steht ja nach dem Bremsen)    Da a negativ ist, wird die Zeit wieder positiv!  Die Zeit wird in die Weggleichung eingesetzt: | | |
| Der erste Summand ist genau halb so groß wie der zweite Summand, so dass man beide zusammenfassen kann:    Da die Beschleunigung negativ ist, wird der Weg positiv!    Damit ergibt sich insgesamt ein Anhalteweg von 26,3 m. | | |
| Antwort: | Die Entfernung muss mindestens 26,3 m sein. | | |

898.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen beiden LKW ist zu Beginn Null, der Abstand ändert sich nicht.  Es wird der erste LKW als ruhend angenommen. Damit bewegt sich der LKW 2 gleichmäßig beschleunigt auf LKW 1 zu und die Lösung der Aufgabe vereinfacht sich.  Es gilt jetzt nur    und nach t umgestellt:  Welche Geschwindigkeit hat der LKW 2, wenn er LKW 1 erreicht hat? Die Beschleunigung gibt an, um welchen Wert sich die Geschwindigkeit in einer Sekunde ändert. Da der LKW 2 44,7 s beschleunigt, ändert sich seine Geschwindigkeit um    Damit beträgt die Geschwindigkeit | | |
| Wie weit ist LKW 1 in dieser Zeit gefahren?  Da er sich gleichförmig bewegt, also nicht schneller oder langsamer wird, kann man einfach die Gleichung für die gleichförmige Bewegung verwenden:    Der zweite LKW hat ja den Abstand aufgeholt, ist also 200 m weiter gefahren. Das sind dann 1067 m.  Dieser Weg lässt sich auch berechnen. Es gilt hier    Der zweite Summand ist der Weg, den der LKW gefahren wäre, wenn es nicht schneller geworden wäre. Da es aber schneller geworden ist, kommt noch ein zusätzlicher Weg hinzu, der durch den ersten Summanden berechnet wird. | | |
| Antwort: | LKW 2 hat beim Einholen eine Geschwindigkeit von 28,3 m/s (102 km/h). Der vordere LKW ist 867 m weit gefahren, der hintere 1067 m. | | |

914.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | sH |
| Lösung: | Die Lösungsidee sieht so aus: Tom braucht eine bestimmte Zeit, bis er Frank eingeholt hat. In dieser Zeit läuft der Hund konstant mit seiner Geschwindigkeit. Damit lässt sich über    der Hundeweg berechnet.  Wie lange dauert es, bis die Angler zusammen treffen?  Bekannt ist  1. Beide sind am Treffpunkt den gleichen Weg gelaufen:    2. Frank ist 5 min länger unterwegs:    Mit diesen beiden Tatsachen lässt sich die Zeit angeben, die Tom gelaufen ist. Das ist ja auch die Zeit, die der Hund unterwegs war.  Die Wege in der ersten Gleichung lassen sich mit den Geschwindigkeiten und Laufzeiten angeben:    Die Zeit, die Frank gelaufen ist, kann mit der zweiten Gleichung ersetzt werden    In dieser Gleichung sind außer der Zeit, die Tom läuft, alle Größen bekannt. Damit kann die Tomzeit berechnet werden:    Über diese Gleichung erhält man eine Zeit von 500 s, also etwa 8,3 min. Mit dieser Zeit und der Hundegeschwindigkeit erhält man einen Hundeweg von 1389 m. | | |
| Antwort: | Der Hund ist 1389 m gelaufen. | | |

916.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Die gesuchte Größe ist die Leistung des PKW, die entweder in PS oder in kW angegeben wird. Die letzte Einheit ist die physikalisch korrekte Einheit.  Die Leistung ist allgemein die verrichtete Arbeit durch die dazu benötigte Zeit:    Die verrichtete Arbeit ist in diesem Fall die Beschleunigungsarbeit, also die Arbeit, die notwendig ist, um das Auto aus dem Stillstand auf die Geschwindigkeit von 110 km/h zu bringen. Die Beschleunigungsarbeit berechnet sich nach    Wie groß ist die Zeit, die für den Beschleunigungsvorgang notwendig ist? Da nichts vorgegeben ist, geht man von einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung aus.  Dafür gelten die Gleichungen    Beide Gleichungen müssen so verknüpft werden, dass auf der einen Seite die Zeit und auf der anderen Seite die beiden gegebenen Größen Weg und Endgeschwindigkeit stehen.    Setzt man die Beschleunigung ein, erhält man    Diese Gleichung kann nun zusammen mit der Gleichung für die Beschleunigungsarbeit in die Leistungsformel eingesetzt werden: | | |
|  | | |
| Antwort: | Das Auto muss eine Leistung von 47,3 kW oder 64,3 PS haben. | | |

928.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Wenn das Wasser auf die Turbinen fällt, wird potentielle Energie in kinetische Energie umgewandelt. Diese kinetische Energie des Wassers bringt die Turbinen zu drehen (Rotationsenergie), die in den Generatoren wiederum in elektrische Energie umgewandelt wird.  Bei diesen Umwandlungen geht 15% der ursprünglichen potentiellen Energie als Wärmeenergie verloren, wird also entwertet. 85% wird in die gewünschte elektrische Energie umgewandelt.  Die potentielle Energie des Wassers berechnet sich mit    In dieser Formel steckt die gesuchte Fallhöhe h. Da von dieser Energie nur 85% genutzt werden, kann man schreiben:    Die elektrische Energie ist  ,  also die Leistung der Turbinen mal die Zeit, in der sie arbeiten.  Die Zeit ist mit einer Sekunde angegeben, während der das Volumen von 27,5 m³ durch die Anlage fließt.  Die potentielle Energie wird in die elektrische Energie umgewandelt, so dass beide Energiegleichungen gleich gesetzt werden können:    Die Masse des Wassers lässt sich aus dem Volumen bestimmen: 1 m³ Wasser hat eine Masse von 1t. | | |
| Antwort: | Das Wasser fällt aus einer Höhe von 1,3 m. | | |

932.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Während des Bremsens wird kontinuierlich kinetische Energie über die Reibungsarbeit in Wärmeenergie umgewandelt.  Für den Bremsvorgang von der Anfangsgeschwindigkeit bis auf 50 km/h gilt dann:    Da das System Arbeit abgibt, wird diese negativ.  Die Differenz der Bewegungsenergie wird in Wärme umgewandelt.    Das s in der Gleichung für die Reibungsarbeit ist der gesuchte Bremsweg.  Da sich der Vorgang auf waagerechter Straße abspielt, ist die Normalkraft so groß wie die Gewichtskraft:    Die Masse kürzt sich raus und spielt keine Rolle!    Nun kann nach dem gesuchten Weg umgestellt werden:    Für den gesamten Bremsweg wird die Endgeschwindigkeit auf 0 gesetzt, ansonsten ist die Rechnung die gleiche. Man erhält dann 46,3 m.  Da durch die konstante Reibungszahl auch die aufgebrachte Reibungskraft konstant ist, kann der Bremsvorgang als gleichmäßig beschleunigte Bewegung betrachtet werden. Der Bremsweg ist | | |
| t ist die gesuchte Zeit. Leider fehlt die Bremsbeschleunigung a. Die läasst sich aber über    ausdrücken. Auch hier ist t die gesuchte Zeit.  Setzt man diese Gleichung in die Weggleichung ein, erhält man    Das kann noch vereinfacht werden:    und nach t umgestellt:    Damit können die beiden gesuchten Bremszeiten berechnet werden:    Für die Zeit bis zum Stillstand wird der Weg und die Endgeschwindigkeit geändert und man erhält die doppelte Zeit von 3,34 s. | | |
| Antwort: | Um auf die Hälfte der Anfangsgeschwindigkeit abzubremsen fährt das Auto 34,8 m in 1,67 s. Bis zum Stillstand fährt es insgesamt 46,3 m und braucht dazu 3,34 s. | | |

940.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Die Welle breitet sich mit einer konstanten Geschwindigkeit aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit berechnet sich mit    Nun muss man in Abhängigkeit von der gewünschten Einheit der Geschwindigkeit die gegebenen Größen umwandeln.  Endergebnis in m/s    oder gleich in km/h | | |
| Antwort: | Die Welle breitet sich mit unvorstellbaren 800 km/h aus. | | |

948.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Den gesuchten Weg findet man über eine Energiebetrachtung. Der LKW hat zum Beginn des Rollens kinetische Energie. Diese Energie wird bis zum Stillstand komplett in über Reibungsarbeit in Wärmeenergie umgewandelt.  Die kinetische Energie ist    und die Reibungsarbeit    Dabei ist FN die Kraft mit der der LKW auf die Unterlage drückt (Normalkraft). Da das Ausrollen auf einer horizontalen Straße erfolgt (kein Berg!), ist die Normalkraft genau so groß wie die Gewichtskraft des LKW.  Die kinetische Energie wird also komplett durch Reibungsarbeit abgebaut. Das heißt, man kann schreiben:    Wie man sieht, kürzt sich die Masse raus:    In dieser Gleichung ist s der gesuchte Weg, nach dem umgestellt wird    Damit kann der gesuchte Weg berechnet werden:    b)  (1) Wenn die Masse des LKW doppelt so groß ist, ändert sich nichts. Die Masse spielt bei der Berechnung des Anhalteweges keine Rolle.  Zwar hat ein schwererer LKW mehr kinetische Energie, aber die Reibungskraft wächst im gleichen Maße.  (2) Kommt der LKW nur mit der halben Geschwindigkeit an, reduziert sich der Weg auf ein Viertel. Die Geschwindigkeit geht quadratisch in die Gleichung ein.  Die Halbierung der Geschwindigkeit viertelt die kinetische Energie, die dann in Reibungsarbeit umgewandelt wird. | | |
| Antwort: | Der LKW rollt noch 174,4 m. Wäre er doppelt so schwer, würde er genau so weit rollen. Käme er mit der halben Geschwindigkeit an, würde er nur ein Viertel des Weges Ausrollen. | | |