1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Die Geschwindigkeit muss in ms-1 umgewandelt werden. Die Umrechnungszahl ist 3,6 denn:    Für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt:  t ist bekannt, a noch nicht.  Weiterhin gilt:  Da die Anfangswerte v1 und t1 gleich Null sind, kann man schreiben:  Das wird eingesetzt: | | |
| Antwort: | Das Auto legt in den 12 Sekunden 167 m zurück. | | |

2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Der gesuchte Weg setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen: der weg während der beschleunigten Bewegung und der Weg während der gleichförmigen Bewegung:    Der erste Teil der Bewegung erfolgt gleichmäßig beschleunigt. Der Weg berechnet sich mit    Die Beschleunigung muss aus der Geschwindigkeitsänderung berechnet werden.  Es gilt:    Damit kann der erste Weg berechnet werden:    Mit der erreichten Geschwindigkeit fährt er nun weiter. Der Weg berechnet sich mit    Damit erhält man den Gesamtweg als Summe der beiden Teilwege. | | |
| Antwort: | Der Radfahrer fährt 110 m weit. | | |

3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung durch die dazu benötigte Zeit. Die Bewegung beginnt bei Null.  Das ist das 3,4 fache der Erdbeschleunigung.   b) Nach dieser Zeit ist die erste Stufe des Raketenmotors ausgebrannt und wird abgeworfen. Die zweite Stufe wird gezündet. Wie groß ist die Beschleunigung?  Welche Zeit wird nun bis zur ersten kosmischen Geschwindigkeit benötigt? | | |
| Antwort: | Die Beschleunigung im ersten Teil ist 33,3 m/s² und die Rakete legt dabei einen Weg von 375 km zurück. Im zweiten Teil des Aufstieges benötigt die Rakete 1,9 min bis zum Erreichen der ersten kosmischen Geschwindigkeit. Insgesamt hat die Rakete nach 4,4 min diese Geschwindigkeit erreicht.  Anmerkung: Die Beschleunigung beim Raketenstart ist nicht konstant. Der Raketenmotor übt eine gleichbleibende Kraft aus. Da die Rakete aber ständig leichter wird (Treibstoff wird verbrannt), nimmt nach dem Newtonschen Grundgesetz die Beschleunigung zu. Das wird bei dieser Aufgabe aber nicht berücksichtigt. | | |

4.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a) v  b) s |
| Lösung: | a) Da die Bewegung aus dem Stand heraus erfolgt, kann man schreiben:    b) Da der Weg gesucht ist verwendet man    Die Zeit ist nicht bekannt, kann aber über die Geschwindigkeit bestimmt werden:    Das wird eingesetzt: | | |
| Antwort: | a) Der Rennschlitten fährt nach 10 s 10 m/s.  b) Wenn er 20 m/s schnell ist, ist er 100 m weit gefahren. | | |

5.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | a)   b) | | | |
| c) 1. Berechnung der Beschleunigung. Da der Zug abbremst, wird die Geschwindigkeitsänderung negativ.  2. Berechnung der Zeit | | Nebenrechnung: | |
| Antwort: | a) Der Zug erreicht nach 81 s seine Höchstgeschwindigkeit. b) Er hat eine Strecke von 3936 m (4 km) zurückgelegt. c) Die Bremsbeschleunigung beträgt -1,35 m/s². Die Zeit für den Bremsvorgang beträgt 72 s. | | | |

8.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Es muss die Höhe berechnet werden, aus der ein Körper fallen muss, damit er mit 7 m/s auf dem Boden aufkommt. Es gilt das Weg-Zeit-Gesetz der gleichmäßig beschleunigten Bewegung:  Leider ist in dieser Gleichung die Geschwindigkeit nicht enthalten. Dafür aber die Fallzeit. Das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz hilft weiter:   Das wird nach t umgestellt   und eingesetzt: | | |
| Antwort: | Die Fallschirmspringer müssen aus einer Höhe von 2,5 m springen, um mit 7 m/s auf dem Boden aufzukommen. | | |

9.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Da die Geschwindigkeit gesucht ist, nimmt man das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz:  Es fehlt die Fallzeit. Die kann man über das Weg-Zeit-Gesetz erhalten:  Da diese Gleichung in die erste eingesetzt werden muss, zieht man keine Wurzel, sondern quadriert die erste Gleichung. Das vereinfacht das Kürzen: | | |
| Antwort: | Das Auto prallt mit einer Geschwindigkeit von 50,4 km/h auf. | | |

10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)  b)  c) Der halbe Fallweg = 39,3 m  d) Zeit für die ersten 58 m  diese Zeit wird von der Gesamtzeit abgezogen:  e) zur Fallzeit kommt die Zeit dazu, die der Schall benötigt, um wieder nach oben zu kommen. | | | |
| Antwort: | Der Turm ist 78,5 m hoch. Der Stein trifft mit einer Geschwindigkeit von 141,3 km/h auf dem Erdboden auf. Der Stein hat nach 2,4 s die Hälfte der Fallstrecke zurück gelegt. Für die letzten 20 m benötigt der Stein 0,56 s. Man hört den Stein nach 4,25 s aufschlagen. | | | |

14.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Beim senkrechten Wurf berechnet sich die Wurfhöhe:  Die dafür benötigte Zeit ist:   Die Wurfzeit ist die doppelte Zeit, die bis zum Gipfelpunkt benötigt wird, also 3,6 s. Da der senkrechte Wurf symmetrisch ist, ist die Auftreffgeschwindigkeit genau so groß wie die Abwurfgeschwindigkeit, nur eben in entgegen gesetzter Richtung. | | |
| Antwort: | Der Körper fliegt 16,5 m hoch und benötigt dafür 1,8 s. Er fliegt insgesamt 3,6 s und kommt mit 18 m/s unten wieder an. | | |

15.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Beide Körper treffen sich zum Zeitpunkt t, bis dahin sind beide die gleiche Zeit unterwegs. Der Weg des einen plus den Weg des anderen ergibt zusammen die Gesamthöhe von 8 m.  Die Bewegung 1 sei der freie Fall von oben nach unten, die Bewegung 2 der senkrechte Wurf von unten nach oben. Damit kann man die Weg-Zeit-Gesetze aufstellen:  In die erste Gleichung über die Wege eingesetzt ergibt das:  Da die beiden Zeiten gleich sind, kann man den ersten gegen den letzten Summanden kürzen:   Die Höhe über dem Boden berechnet sich aus dem Weg-Zeit-Gesetz des senkrechten Wurfes:   Die beiden Körper treffen sich 6,14 m über dem Boden. Zur Probe kann man noch den Fallweg des anderen Körpers berechnen: | | |
|  | Beide Wege zusammen sind wieder 8 m.  b)  Es werden die einzelnen Flugzeiten berechnet. 1. Für den freien Fall:  2. Für den senkrechten Wurf: Die gesamte Flugdauer ist das Doppelte der Steigzeit.  Der zeitliche Abstand zwischen dem Auftreffen beider Steine beträgt damit:   c) Die gesamte Flugdauer des zweiten Steines muss der Flugdauer des ersten Steines entsprechen: | | |
| Antwort: |  | | |

16.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s | |
| Lösung: | In der gemessenen Zeit fällt der Stein im freien Fall nach unten und der Schall kommt in einer gleichförmigen Bewegung nach unten. Damit ist die Gesamtzeit:  Die Wege für beide Bewegungen sind jeweils gleich und die gesuchte Brunnentiefe:  Die einzelnen Wege berechnen sich nach den entsprechenden Weg-Zeit-Gesetzen: Für den freien Fall:  und für den Schall nach oben:  Da beide Weg gleich sind, kann man beide Gleichungen gleich setzen: | | | 1: freier Fall des Steines nach unten  2: gleichförmige Bewegung des Schalls nach oben |
| Diese Gleichung ist so nicht lösbar, da sie zwei Unbekannte Zeiten hat. Man kann aber eine Zeit ersetzen:  Damit wird:  Als einzige Unbekannte taucht nun nur noch die Zeit des freien Falls auf. Über die Lösung einer quadratischen Gleichung kann diese Zeit bestimmt werden: | | | |
| Diese Normalform einer quadratischen Gleichung wird nun nach der bekannten Lösungsvorschrift gelöst:  Der zweite, negative Wert ist sinnlos und wird weggelassen. Der Stein fällt also 2,877 s nach unten. Damit bleiben für den Weg nach oben noch 0,123 s übrig. Wenn alles richtig ist, müssen die beiden damit berechneten Wege gleich sein:   s  b) Vernachlässigt man den Schallweg, reicht es aus, das Weg-Zeit-Gesetz des freien Falls anzuwenden:  Wenn man bei der Zeitmessung einen persönlichen Fehler von 0,3 s ansetzt, ist der große Rechenaufwand über die quadratische Gleichung sicher nicht notwendig. Die Zeit, die der Schall nach oben benötigt, liegt noch innerhalb dieses Fehlerbereiches. | | | |
| Antwort: | Der Brunnen ist 40,6 m tief. | | | |

17.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Bewegung des Sackes ist eine zusammengesetzte Bewegung aus dem freien fall nach unten und der gleichförmigen Bewegung nach vorn. Die Bewegung nach vorn kommt von der Flugzeugbewegung und bleibt bei Vernachlässigung des Luftwiderstandes konstant. Der Sack bewegt sich also nach dem Verlassen aus der Maschine vom Flugzeug aus betrachtet senkrecht nach unten.  Damit kann die Flugzeit nach den Gesetzen des freien Falls berechnet werden.    Der Sack schlägt nach 10,1 s unten auf.  In dieser Zeit hat er sich 1,0 km nach vorn bewegt. Da die Bewegung gleichförmig ist, kann man schreiben:    Der Sack schlägt schräg auf. Damit setzt sich seine Aufschlaggeschwindigkeit aus der Fallgeschwindigkeit und der Fluggeschwindigkeit zusammen, die verktoriell addiert werden müssen. Da die beiden Teilgeschwindigkeiten senkrecht aufeinander stehen, wird der Satz des Phythagoras verwendet.  Die Fallgeschwindigkeit ist    Wenn man beide Teilgeschwindigkeiten vektoriell addiert, erhält man | | |
| Antwort: | Das Flugzeug hat eine Geschwindigkeit von 99,0 m/s und der sack schlägt mit 140,1 m/s auf. | | |

18.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Bremsweg setzt sich aus zwei Teilen zusammen: 1. Der Weg, der während der Reaktionszeit gleichförmig zurückgelegt wird,  2. Der Weg, der während des Bremsvorganges bis zum Stillstand zurückgelegt wird.  Reaktionsweg:   Weg während des Bremsens:  Die dazu benötigte Zeit ergibt sich aus  Damit wird:  Der Gesamtweg ist dann  und kürzer als der zur Verfügung stehende Weg. Das Auto kommt also rechtzeitig zum Stillstand. | | |
| Die [Diagramme](m18.xls) wurden in EXCEL erstellt. 1. Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm:  2. Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm Zur Berechnung der einzelnen Wege benutzt man die Formel s=v\*t-a/2\*t². Der Bremsvorgang ohne Reaktionszeit dauert 3,7 s. Für die Zeiten in der Gleichung setzt man schrittweise Zeiten bis 3,7 s ein. Zu den erhaltenen Wegen sind immer die 17,8 m hinzuzufügen. | | |
| Antwort: | Das Auto kommt etwa 6 m vor dem Hindernis zum Stehen. | | |

19.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Lichtgeschwindigkeit beträgt   Damit ist die Geschwindigkeit der Elektronen  Die Bewegung ist gleichmäßig beschleunigt (homogenes Feld, konstante Kraft). Damit gilt:  Da über die Beschleunigungszeit t noch keine Angabe bekannt ist, wird sie ersetzt durch:  Die erste Gleichung wird quadriert und t² eingesetzt.   Die Zeit berechnet sich z.B. mit   2. Der zweite Teil der Bewegung ist gleichförmig, also: | | |

25.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | a) Es gilt das Grundgesetz der Mechanik:  Darin fehlt noch die Beschleunigung:  Da das Schießen des Balles aus der Ruhe heraus erfolgt, kann man schreiben:  Damit wird dann:   b) In der Gleichung   ist zu erkennen, dass Kraft und Geschwindigkeit direkt proportional zueinander sind. Die Abschussgeschwindigkeit verdoppelt sich also auch auf 16 m/s. | | |
| Antwort: | Der Junge übt auf den Ball eine Kraft von 20 N aus. Mit der doppelten Kraft erreicht er eine Geschwindigkeit von 16 ms-1. | | |

26.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Wenn die Kraft als konstant angenommen werden kann, gilt das Grundgesetz der Mechanik:  Die Beschleunigung muss extra berechnet werden. Da es eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ist, gilt:  Beide Gleichungen werden nach t umgestellt, gleichgesetzt und dann nach a umgestellt. Da die Bewegung aus dem Stand geschieht, kann einfach v eingesetzt werden. Die Beschleunigungsgleichung wird nach dem Umstellen nach t noch quadriert. Damit umgeht man die Wurzel.   Das wird nun in das Grundgesetz eingesetzt und berechnet: | | |
| Antwort: | Die Lok zieht mit einer Kraft von 135,8 kN. | | |

27.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da die Kraft konstant wirkt, ist es eine gleichmäßig negativ beschleunigte Bewegung. Die Bremsbeschleunigung berechnet sich mit dem Newtonschen Grundgesetz:   Damit lässt sich die Anfangsgeschwindigkeit berechnen:  Über die Bremszeit ist in der Aufgabe keine Aussage gemacht. Man erhält sie über den Weg:  Einsetzten und ausrechnen: | | |
| Antwort: | Das Auto hatte eine Anfangsgeschwindigkeit von 36 km/h. | | |

30.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Hammer wird auf der gegeben Strecke gleichmäßig abgebremst, es wirkt das Newtonsche Grundgesetz:  Die Beschleunigung berechnet sich aus der Anfangsgeschwindigkeit und der Bremsstrecke:  Beide Gleichungen werden nach t umgestellt und gleichgesetzt:   Das setzt man in das Newtonsche Grundgesetz ein:   In der letzten Gleichung betrachtet man die Masse des Hammers sowie die Geschwindigkeit als konstant. Dann gilt:  s ist die Eindringtiefe, die umso kleiner ist, je härter der Gegenstand ist. Da die Kraft umgekehrt proportional zu Eindringtiefe ist, steigt die Kraft mit härter werdendem Gegenstand. Auf einem mit Fett gepolsterten Daumen wirkt der Schlag eines Hammers nicht so schlimm wie auf einen mageren Daumen. Babys haben an allen möglichen und unmöglichen Stellen Fett (z.B. auf der Kniescheibe), um so die vielen Stürze unbeschadet zu überstehen. | | |
| Antwort: | Wenn der Nagel bei einem Schlag 2 cm nachgibt, beträgt die wirkende Kraft 200 N. Sitzt er fester und gibt nur 0,5 mm nach, ist die wirkende Kraft 8000 N groß. | | |

44.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Die Erdrotation ist eine gleichförmige Drehbewegung, also einfach:  Der in den 24 Stunden zurückgelegte Weg ist der Umfang des Erdäquators. Damit wird: | | |
| Antwort: | Ein Punkt auf dem Erdäquator bewegt sich mit 1668 km/h. | | |

45.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Die Erde benötigt etwa 365 und ein viertel Tag für einen Sonnenumlauf. Diese Bewegung ist eine gleichförmige Kreisbewegung, also gilt:  Der zurückgelegte Weg entspricht dem Umfang eines Kreises mit dem angegeben Radius:  Um die Geschwindigkeit in der geforderten Einheit zu erhalten, muss das Ergebnis durch 3600 geteilt werden, da eine Stunde 60 mal 60 Sekunden enthält. | | |
| Antwort: | Die Geschwindigkeit der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne beträgt 107 515 km/h. Das sind etwa 30 km/s. | | |

49.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wenn das Auto den Radfahrer eingeholt hat, haben beide Fahrzeuge die gleiche Strecke zurückgelegt. Es gilt also:  Die bis dahin benötigten Zeiten unterscheiden sich um 2 Stunden, die Zeit des Radfahrers ist 2 Stunden größer.  Weiterhin gilt, da die Bewegungen als gleichförmig betrachtet werden,:  Nach s umgestellt und in die erste Gleichung eingesetzt:  Setzt man die 2. Gleichung noch ein, kann man eine der Fahrzeiten ausrechnen:  Das Auto fährt 2/3 h. Das sind 40 min. Da er 9.00 Uhr losgefahren ist, erreicht er den Radfahrer um 9.40 Uhr. Er ist dabei   gefahren. Der Radfahrer ebenfalls: | | |
| Antwort: | Die beiden treffen sich um 9.40 Uhr nach 53,3 km. | | |

Lösung mit dem grafischen Taschenrechner TI83:

1. Funktionsgleichungen aufstellen:   


Die -160 km ergeben sich aus der Nullstelle bei 2 Stunden.

2. Funktionsgleichungen eingeben:



3. WINDOW einstellen (falls notwendig):  


Die beiden Funktionen erscheinen jetzt so, dass der Schnittpunkt sichtbar wird. Das ist der gesuchte Punkt.

4. Schnittpunkt berechnen lassen:

CALC, 5:intersect  
First curve?: es wird Y1 vorgeschlagen, mit ENTER bestätigen  
Second curve?: es wird Y2 vorgeschlagen, mit ENTER bestätigen

Guess?: mit ENTER bestätigen

Ergebnis: X = 2,66; Y=53,33

Interpretation: Der X-Wert ist die Zeit des Treffens, also nach 2,7 Stunden, der Y-Wert ist die Entfernung des Treffens vom Startpunkt aus, also 53,3 km.

Fertig.

52.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | s |
| Lösung: | Der Weg setzt sich aus vier Teilwegen zusammen:   * gleichförmige Bewegung * erste Abbremsung * gleichförmige Bewegung * zweite Abbremsung.   Jeder einzelne Teilweg muss einzeln berechnet werden. Die vier Teilergebnisse werden dann addiert.  1. Es gilt einfach | | | |
| 2. Es ist eine gleichmäßig negativ beschleunigte Bewegung. Die Beschleunigung ist | | Der Weg berechnet sich mit    Der zweite Summand ist der Teil, der ohne Abbremsen zurückgelegt würde. Der erste Summand verringert diesen Weg, da ja gebremst wurde. | |
| 3. Der dritte Teilweg wird wie der erste berechnet: | | | |
| 4. Als erstes wird wieder die Beschleunigung berechnet:    Nun wird damit der Weg berechnet:    Damit ergibt sich ein Gesamtweg von | | | |
| Antwort: | Der Körper legt insgesamt 129,5 m zurück. | | | |

55.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Die Beschleunigung ist definiert als Geschwindigkeitsänderung je Zeit. Da die Bewegung aus dem Stand heraus erfolgt, ist die Geschwindigkeitsänderung gesucht. | | |
| Antwort: | Die Endgeschwindigkeit beträgt 108 km/h. | | |

59.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Da die Beschleunigung nicht aus dem Stand heraus erfolgt, muss gerechnet werden:  Die Beschleunigung berechnet sich aus:  Damit wird:  b) Hier wird einfach die Definition für die Beschleunigung verwendet. Da die Endgeschwindigkeit kleiner als die Anfangsgeschwindigkeit ist, wird die Geschwindigkeitsänderung negativ und damit auch die Beschleunigung.  c) Der Gesamtweg setzt sich aus 4 Teilwegen zusammen. Die Wege 1 und 2 sind gleichförmige Bewegungen und berechnen sich mit    Der Weg 4 ist einen negativ beschleunigte Bewegung von einer Anfangsgeschwindigkeit aus auf 0. Das wird wie Weg 2 berechnet, wobei die Beschleunigung eben negativ eingesetzt werden muss. | | |
| Antwort: | Während der Beschleunigung legt der Radfahrer 130 m zurück. Die Bremsbeschleunigung ist -0,2 m/s² groß. Insgesamt fährt der Radfahrer 970 m. | | |

82.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die potenzielle Energie oder Lageenergie ist definiert | | |
| Antwort: | Der Körper hat gegenüber dem Boden eine potenzielle Energie von 18,4 kJ. | | |

83.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Die bereitgestellte Energie wird in potenzielle Energie umgewandelt, da die Kugel zum Schluss eine bestimmte Höhe hat. | | |
| Antwort: | Die Kugel kann mit dieser Energie in eine Höhe von 51 m gebracht werden. | | |

86.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | W |
| Lösung: | Die Arbeit allgemein ist das Produkt aus dem zurückgelegten Weg und der Kraft, die in Wegrichtung aufgebracht werden muss.  Diese Kraft ergibt sich aus der Gewichtskraft mit der Reibungszahl multipliziert. Je größer die Reibungszahl ist, umso schwerer lässt sich etwas wegschieben. | | |
| Antwort: | Es ist eine Arbeit von 78,5 kJ notwendig. | | |

88.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Als erstes muss die Geschwindigkeit von km/h in m/s umgewandelt werden. Es gilt:  Damit wird:  Nun kann die kinetische Energie berechnet werden: | | |
| Antwort: | Die kinetische Energie des Autos beträgt 308,6 kJ. | | |

91.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Wenn sich der Körper reibungsfrei aus dieser Höhe abwärts bewegt, wandelt er seine gesamte potenzielle Energie in kinetische Energie um. Mit diesem Ansatz lässt sich die Geschwindigkeit berechnen:  Da es aber neben der Umwandlung von potenzieller Energie in kinetische Energie weitere Energieumwandlungen gibt (z.B. Wärmeenergie, Rotationsenergie), wird die Geschwindigkeit immer kleiner als die berechnete sein. Hinweis: Die gleiche Formel erhält man, wenn man die Aufgabe über den freien Fall löst. Der Körper hat also nach dem Abwärtsbewegen und den freien Fall aus 2 m Höhe die gleichen Geschwindigkeiten. | | |
| Antwort: | Der Körper kann maximal 22,6 km/h schnell werden. | | |

92.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | E |
| Lösung: | Die Energie einer gespannten Feder berechnet sich nach:  Dabei ist Fe die Endkraft, die notwendig ist, um die Feder den Weg s zusammenzudrücken. | | |
| Antwort: | In der Feder steckt nach dem Zusammenpressen eine Energie von 1,6 J. Das ist nicht viel. | | |

93.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | a) Die in der Feder gespeicherte Energie berechnet sich mit der entsprechenden Gleichung für die Federspannenergie.  Die Endkraft ist nicht bekannt, kann aber aus der Federkonstante berechnet werden:  Eingesetzt ergibt das:   b) Diese potenzielle Energie wird beim Lösen der Feder vollständig in kinetische Energie der Kugel umgewandelt: | | | |
|  |  | | | Einheitenrechnung: |
| Antwort: | In der Feder ist eine Energie von 24 J gespeichert. Damit erreicht die Kugel eine Anfangsgeschwindigkeit von 455 km/h. | | | |

94.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Auftreffgeschwindigkeit lässt sich aus dem Energieerhaltungssatz berechnen. Die potenzielle Energie beim Absprung wird vollständig in kinetische Energie beim Auftreffen auf dem Trampolin umgewandelt:  Beim Auftreffen hat der Akrobat eine kinetische Energie, die vollständig in die Spannenergie des Trampolin umgewandelt wird. Gleichzeitig wandelt er aber weiterhin potenzielle Energie in Spannenergie um, denn er bewegt sich ja weiter nach unten.  Die kinetische Energie beim Auftreffen entspricht der potenziellen Energie beim Start in der Höhe h:  s ist dabei der Weg, um den sich das Trampolin nach unten ausdehnt. Nach dieser Größe muss umgestellt werden. Der geübte Blick sagt, das dass eine quadratische Gleichung sein muss:    Darauf kann man nun die Lösungsgleichung für die quadratische Gleichung anwenden: | | |
|  | | |
| Antwort: | Der Akrobat trifft mit einer Geschwindigkeit von 8,9 m/s auf. Das sind 32 km/h. Das Trampolin dehnt sich beim Auftreffend es Akrobaten um 1,36 m nach unten. | | |

96.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wenn auf den Nagel geschlagen wird, wird Arbeit verrichtet. Dazu muss vom Hammer Energie aufgebracht werden. Der Hammer hat, wenn er den Nagel berührt, kinetische Energie. Diese wird über Verschiebungsarbeit in Wärmeenergie umgewandelt. Die Verschiebungsarbeit treibt den Nagel in das Holzbrett, wobei die Reibung zwischen Nagel und Holz überwunden werden muss. Bei diesem Vorgang erwärmen sich der Nagel, der Hammer und das Holz. Die Energiezufuhr, die eine Temperaturänderung zur Folge hat, beschreibt man mit:  Die Arbeit, die an dem Nagel verrichtet wird, ist  Das beides wird gleichgesetzt und dabei der Verlust berücksichtigt: | | |
| Antwort: | Der Nagel erwärmt sich um 28,3 K, also z.B. von 20°C auf 48,3°C. | | |

98.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die erste Frage, die gestellt werden muss, ist die nach der Höhe des Pendels über der Ruhelage. Dazu braucht man die Auslenkung zu der gegeben Zeit:  Zum Zeitpunkt 5 s ist das Pendel genau in der unteren Lage. Damit ist die potenzielle Energie natürlich 0 und das Pendel besitzt nur noch kinetische Energie.  Um die zu berechnen braucht man die Geschwindigkeit des Pendels in diesem Punkt. Die Gleichung dazu:  Damit kann nun die kinetische Energie berechnet werden:  Das ist auch gleichzeitig die Gesamtenergie des Pendels. | | |
| Antwort: | Die potenzielle Energie ist Null, die kinetische Energie, die dann gleich der Gesamtenergie ist, beträgt 0,02 J. | | |

99.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | 1. Wie hoch wird das Betonteil gehoben? Aus der Skizze kann man ablesen:  Damit wird das Betonteil 0,076 m angehoben und besitzt gegenüber der Ruhelage potenzielle Energie. Diese wird beim Zurückschwingen in kinetische Energie umgewandelt. | |  |
| b) Schwingungsdauer:  Die grafische Darstellung erfolgt nach der Gleichung   Dabei berechnet sich die Amplitude entsprechend der Skizze nach  Die grafische Darstellung ist eine Sinuskurve mit der Amplitude 1,7 m und den Nulldurchgängen 0s; 4,49s und 8,97s. Gültigkeitsbedingungen:  Reibungsfrei, das Betonteil wird als Massepunkt betrachtet, die Gleichungen gelten nur für kleine Amplituden. c) Auf das Seil wirken zwei Kräfte: Die Radialkraft und die Normalkraft.  Radialkraft (hält das Betonteil auf der Kreissegmentbahn):  Normalkraft (entsteht durch die Anziehungskraft der Erde und wirkt in Richtung des Seiles):  In der Gleichgewichtslage ist die Geschwindigkeit am größten -> die Radialkraft ist am größten. In der Gleichgewichtslage ist der Winkel 0°, damit ist der Kosinus = 1 und die Normalkraft entspricht der Gewichtskraft. | | |
| Antwort: | a) Die maximale Geschwindigkeit erreicht das Betonteil beim Zurückschwingen im Ruhepunkt. Diese Geschwindigkeit beträgt 1,22 m/s. c) Die Kraft in der Gleichgewichtslage beträgt 9,9 kN. | | |

100.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Beim Start hat die Kugel kinetische Energie. Diese wird verwendet, um Reibungsarbeit zu verrichtet. Ohne Reibung würde die Kugel ewig weiter rollen. Durch die Reibungsarbeit erhöht sich die Temperatur der Kugel und des Untergrundes. Auf letztere Erwärmung nehmen wir aber keine Rücksicht.  Die Temperaturerhöhung berechnet sich mit der Grundgleichung der Wärmelehre:  In dieser Gleichung fehlt die Masse der Kugel und die zugeführte Wärmeenergie. Die Wärmeenergie ist verrichtetet Reibungsarbeit:  Da in der Aufgaben nichts über eine Neigung der Fläche steht, kann man annehmen, dass sie waagerecht ist. Dadurch darf man an Stelle der Normalkraft gleich die Gewichtskraft einsetzen. Nun kann man die gesuchte Temperaturerhöhung berechnen, die Masse wird sich rauskürzen. In der spezifischen Wärmekapazität ist darauf zu achten, dass die kJ in J umgewandelt werden müssen. | | |
| Antwort: | Die Kugel wird sich um 0,022 K erwärmen. Das ist fast gar nichts und sicher nicht zu spüren. | | |

107.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Da die Kraft kontinuierlich wirkt, ist die Bewegung gleichmäßig beschleunigt. Für die Endgeschwindigkeit gilt, wenn aus dem Stand beschleunigt wird:  Die Beschleunigung ergibt sich aus dem Newtonschen Grundgesetz. Für die Kraft setzt man 2,56 kN ein, nämlich die 32% der Gesamtkraft:  Damit errechnet sich die Endgeschwindigkeit: | | |
| Antwort: | Die Geschwindigkeit beträgt nach 10 s rund 84 km/h. | | |

129.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Die Drehzahl ist der Kehrwert der Zeit für eine Umdrehung. Beispiel: Braucht das Rad für eine Umdrehung 2 Sekunden, kann es in einer Sekunde eine halbe Umdrehung machen. Benötigt es nur eine halbe Sekunde, schafft es in einer Sekunde zwei Umdrehungen. Also:  Das Fahrrad fährt mit einer gleichbleibenden Geschwindigkeit, also gilt:  Nimmt man als zurückgelegten Weg s genau eine Umdrehung, also den Umfang des Rades, kommt man zu:  oder    Das Rad schafft also 2,95 Umdrehungen pro Sekunde. Das sind 177 Umdrehungen in einer Minute. | | |
| Antwort: | Das Rad mach 177 Umdrehungen in einer Minute. | | |

130.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird die Radialkraft berechnet:   Die Radialkraft wird von der Reibung aufgebracht. Die Reibungskraft ist die Gewichtskraft des Autos mal der Reibungszahl: | | |
| Antwort: | Damit das Auto die Kurve durchfahren kann, sind 4 kN notwendig. Wenn die Straße diese Kraft aufbringen kann, ist eine Reibungszahl von 0,51 notwendig. | | |

131.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | 1. Es ist die Geschwindigkeit eines Punktes zu berechnen, der vom Drehzentrum den Abstand des Erdradius hat und sich an einem Tag, also in 24 Stunden einmal um das Zentrum dreht.   2. Die Umdrehungszeit ändert sich im Vergleich zur ersten Aufgabe nicht, die Drehung dauert wieder 24 h. Aber der Abstand zum Drehzentrum ist jetzt kleiner und muss berechnet werden. | | | |
| In der Zeichnung ist x der gesuchte neue Abstand. Er ist Teil eines rechtwinkligen Dreiecks. Es gilt:  wobei  als Wechselwinkel zu  ebenfalls 48° groß ist.  Mit dieser neuen Entfernung lässt sich wie in 1. die Geschwindigkeit berechnen. Sie beträgt in Eilenburg 285 m/s oder 1027 km/h.  3. Am Pol ist die Geschwindigkeit 0. | |  | |
| Antwort: | Am Äquator bewegt sich ein Punkt mit 1668 km/h, in Eilenburg noch mit 1027 km/h und am Pol gar nicht. | | | |

133.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Wassertropfen macht in der Trommel eine Kreisbewegung. Dazu ist die Radialkraft notwendig, die durch die Trommelwand aufgebracht wird. Ist die Wand durchlässig, hat also Löcher, kann die Wand dort die Radialkraft nicht aufbringen und der Tropfen verlässt auf Grund seiner Trägheit die Trommel.  Der Tropfen selber spürt die Fliehkraft, die ihn nach außen zieht. Diese Kraft ist vom Betrag her der genau so groß wie die Radialkraft.  Über die Geschwindigkeit muss noch eine Aussage gemacht werden. Es gilt für die gleichförmige Kreisbewegung:  Eingesetzt:   Die dazu entsprechende Masse: | | |
| Antwort: | Der Tropfen wird mit einer Kraft von 1,82 N nach außen gedrückt. Das entspricht einer Masse von 185 g (dem 185 fachen seiner Ruhemasse!) | | |

143.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Lösung erfolgt über das 3. Keplersche Gesetz: | | |
| Antwort: | Die große Halbachse der Saturnbahn beträgt 9,55 AE. | | |

147.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | r |
| Lösung: | Der Mond bewegt sich auf einer kreisähnlichen Bahn um die Erde. Die dazu notwendige Radialkraft wird von der Gravitation aufgebracht. | | |
| Antwort: | Die Entfernung Erde – Mond berechnet sich zu 385 500 km. | | |

148.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da die Erde fast eine Kreisbahn um die Sonne fliegt, muss es eine konstante Radialkraft geben, die sie auf dieser Bahn hält. Diese Radialkraft wird von der Gravitationskraft aufgebracht.  Die Geschwindigkeit der Erde berechnet sich nach  Damit wird | | |
| Antwort: | Die Sonne hat eine Masse von 2\*1030 kg und ist damit 334 000 mal schwerer als die Erde. | | |

149.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Das Raumschiff soll die Erde antriebslos umkreisen, die dazu notwendige Radialkraft wird von der Gravitationskraft aufgebracht.  Der Radius ist der Abstand des Raumschiffes vom Erdmittelpunkt, also 8370 \* 103 m. | | |
| Antwort: | Das Raumschiff muss eine Geschwindigkeit von 6,9 km/s haben. | | |

153.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Beide Körper umlaufen ihren Zentralkörper auf Keplerbahnen. Die notwendige Radialkraft wird durch die Gravitationskraft aufgebracht.  Nach dieser Gleichung lässt sich die Masse des Zentralkörpers berechnen. Damit ergibt sich das Verhältnis von Sonne und Jupiter | | |
| Antwort: | Die Sonne ist 1053 schwerer als der Jupiter. | | |

154.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Satellit befindet sich auf einer geostationären Bahn, das heißt, er hat eine Umlaufzeit von 24 Stunden. Damit steht er immer über dem selben Punkt der Erdoberfläche. Damit der Satellit antriebslos auf dieser Bahn fliegen kann, muss die Radialkraft vollständig von der Gravitationskraft aufgebracht werden. Es gilt also:  Das ist der Abstand des Satelliten vom Erdmittelpunkt. Um den Abstand von der Erdoberfläche zu erhalten, muss der Erdradius abgezogen werden.    b) | | |
| Antwort: | Der Abstand von der Erdoberfläche beträgt 35 900 km.  Der Satellit hat eine Bahngeschwindigkeit von 3 km/s. | | |

167.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Welle breitet sich mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit aus:  b) Nach welcher Zeit erreicht die Welle das Teilchen in 1 m Abstand vom Erregerzentrum? Mit der Gleichung aus a) erhält man 0,5 s.  Damit schwingt das Teilchen ab diesem Zeitpunkt noch 2,5 s. Mit der Schwingungsgleichung kann man die Elongation berechnen:   Das Teilchen befindet sich nach 2,5 s wieder am Ruhepunkt. Bei der Berechnung ist zu beachten, dass im Bogenmaß gerechnet wird. Ansonsten ist für Pi 180° einzusetzen. | | |
| Antwort: | a) Das Teichen in 2 m Entfernung beginnt nach 1 s zu schwingen. b) Es befindet sich nach 3 s in der Ruhelage, die Elongation ist 0cm. | | |

168.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Der Gesamtweg setzt sich aus zwei Wegen zusammen: dem Weg, der in der Schrecksekunde zurückgelegt (gleichförmige Bewegung) wird und dem eigentlichen Bremsweg (beschleunigte Bewegung). | | | |
|  | Auto 1 | | | Auto2 |
|  | Da in beiden Fällen das gleiche Auto betrachtet wird, ist die Bremsbeschleunigung auch gleich. Sie wird aus den Angaben der ersten Bremsung berechnet:  Die Zeit ergibt sich aus dem Weg-Zeit-Gesetz:  Das wird in die erste Gleichung eingesetzt und a berechnet. Der Weg ist der Gesamtweg von 32 m minus den Weg der Schrecksekunde 18,1 m.  Die Geschwindigkeit für die 2. Bremsung erhält man, wenn die Zeit bekannt ist, die bis zum Erreichen des Hindernisses verstrichen ist.   s ist der noch vorhandene Weg bis zum Hindernis (12,6 m), v die Anfangsgeschwindigkeit (19,4 m/s) und a die Bremsbeschleunigung (-5,3 m/s²). Die Gleichung ist eine quadratische Gleichung und muss dem entsprechend behandelt werden: | | | |
|  | Die zweite Zeit kommt nicht in Frage. Das Auto ist also nach 0,72 s am Hindernis. Welche Geschwindigkeit hat es da? | | | |
| Antwort: | Das Auto hat am Hindernis eine Geschwindigkeit von 56 km/h! | | | |

173.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Würde der Stein ohne Luftreibung nach unten fallen, könnte man seine Aufschlaggeschwindigkeit mit den Gesetzen des freien Falls berechnen:  Auf Grund der Reibung wird der Stein aber abgebremst und wandelt während des Fluges Energie in Wärmeenergie um.  Wie groß ist dieser "Energieverlust"? Er ist die Differenz aus der kinetischen Energie, die der Stein hätte, wenn er ohne Reibung fliegen würde und der kinetischen Energie mit Reibung.   Um wie viel erhöht sich nun dadurch die Temperatur des Steines? | | |
| Antwort: | Es werden 224,1 J in Wärme umgewandelt.  Dabei erhöht sich die Temperatur des Steines um 0,11K. | | |

174.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Beschleunigung  b) Auf das Seil wirkt die Gewichtskraft der Kabine und die Kraft, die zum Beschleunigen notwendig ist. | | |
| Antwort: | Die Kabine wird mit 0,2 m/s² beschleunigt. Auf das Seil wirkt dabei eine Kraft von 20,02 kN. | | |

175.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die kinetische Energie berechnet sich nach  Bekannt ist, dass die kinetische Energie nach dem Bremsen nur noch ein Drittel der Anfangsenergie beträgt:  Damit kann das gesuchte Verhältnis berechnet werden:  Die Endgeschwindigkeit ist also nicht ein Drittel so groß wie die Anfangsgeschwindigkeit, sondern sie ist Wurzel ein Drittel groß. Die Wurzel von ein Drittel ist 0,58, also etwa die Hälfte der ursprünglichen Geschwindigkeit. | | |
| Antwort: | Die Endgeschwindigkeit verhält sich zur Anfangsgeschwindigkeit wie 1 zu Wurzel Drei. | | |

181.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird als erstes die kinetische Energie für die erste Geschwindigkeit berechnet.  Da das Auto aus dem Stand beschleunigte, also mit der Anfangsenergie Null, ist das die Energie, die für die erste Beschleunigungsphase benötigt wird.  Welche kinetische Energie besitzt das Auto nach der zweiten Beschleunigung?  Mit der Endgeschwindigkeit besitzt das Fahrzeug eine Energie von 200 kJ. Damit sind für die zweite Beschleunigungsphase 150 kJ notwendig gewesen. Das ist das dreifache der ersten Phase.  Es ist also deutlich aufwendiger von 36 km/h auf 72 km/h zu beschleunigen also aus dem Stand die gleiche Geschwindigkeitsänderung zu erreichen. Das ganze ist ziemlich Autofahrerfeindlich. | | |
| Antwort: | In der ersten Beschleunigungsphase werden 50 kJ und in der zweiten 150 kJ benötigt. | | |

184.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Der Goldklumpen hat eine Masse von 77,2 kg. Das lässt sich sicher nicht so leicht im Tuch eingewickelt über die Schulter werfen. | | |

186.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: | Die Dichte eines Körpers gibt an, welche Masse ein bestimmtes Volumen hat. Die angegeben Dichte des Betons bedeutet, dass ein Kubikmeter eine Masse von 2000 kg, also 2 t hat. | | |
| Antwort: | Die Masse des erforderlichen Betons beträgt 68 t. | | |

190.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | V |
| Lösung: | Welches Volumen nimmt das Quecksilber ein? | | |
| Antwort: | Das ist weniger als 0,5 l sind, kann man das Quecksilber in die Flasche füllen. | | |

192.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | 1. Masse des Wassers   2. Daraus ergibt sich die Glasmasse von 600 g. 3. Volumen des Glases | | |
| Antwort: | Das Wasser ist in 240 cm³ Glas verpackt. | | |

196.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Bekannt ist das Verhältnis der Schwingungsdauern:    Das heißt, die Periodendauer von Pendel 1 ist kleiner als die Periodendauer von Pendel 2, es schwingt also schneller. Oder: Die Frequenz von Pendel 1 ist größer als die Frequenz von Pendel 2.  Weiterhin weiß man, dass das eine Pendel in 15 Sekunden 3 Schwingungen mehr macht. Damit macht es in einer Sekunde ein Fünftel Schwingungen mehr! Oder:    Die Frequenz gibt ja an, wie viele Schwingungen ein Pendel in einer Sekunde macht.  Die Frequenz ist der Kehrwert der Schwingungsdauer:    Damit kann man die erste Gleichung auch schreiben:    Über f1 weiß man aber, wie es mit f2 zusammenhängt. Das kann man einsetzen:    Damit ist in dieser Gleichung nur noch f2 unbekannt und kann berechnet werden:    Damit lassen sich alle weiteren gesuchten Größen berechnen: | | |
| Antwort: |  | | |

198.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Elongation einer Sinusschwingung erhält man mit der Schwingungsgleichung    In dieser Gleichung sind die Amplitude und die Kreisfrequenz bekannt:    Gefragt ist eine Elongation, die sich eine Sekunde später verdoppelt hat. Die zweite Elongation ist also doppelt so groß wie die erste:    Die beiden Gleichungen für die beiden Elongationen lauten:    Die beiden Gleichungen kann man zusammenführen:    In dieser Gleichung ist nur noch die Zeit t1 unbekannt. Das ist die Zeit für die erste Elongation. Die zweite Zeit ist dann 1s später.  Die Gleichung muss nach der gesuchten Größe umgestellt werden. Dass kann ein Rechner schaffen oder man muss selber Hand anlegen:    Würg, das sieht fast unlösbar aus. Erst mal die gleichen Sinüsse auf eine Seite:    und ausklammern:    Da sin durch cos gleich tan ist, teilt man durch den cos:    Damit steht die gesuchte Größe auf einer Seite und kann berechnet werden:    Beim Berechnen ist der Taschenrechner auf RAD umzuschalten, sonst kommt Grütze raus!  Man erhält:    Damit ist auch t2 bekannt: 1,86 s  Mit diesen Zeiten werden die Elongationen berechnet: | | |
|  | | |
| Antwort: | Der Schwinger hat nach 0,86s eine Elongation von 3,5 cm. Eine Sekunde später beträgt die Elongation 7 cm. | | |

203.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a) T |
| Lösung: | a) Karosserie und Fahrgestell sind bei jedem Auto über Federn verbunden. Damit werden Stöße abgefedert.  Jede Feder ist aber ein schwingungsfähiges System, so dass man einem Fahrzeug eine Schwingungsdauer zuordnen kann. Wird das Fahrzeug mit dieser Schwingungsdauer z.B. durch Unebenheiten der Straße erregt, kann es zu unangenehmen Resonanzerscheinungen kommen, die die Fahrsicherheit gefährden.  Die Schwingungsdauer einer Feder berechnet sich allgemein mit    m ist die Masse des schwingenden Körpers und D die Federkonstante. Die Masse ist die Gesamtmasse des LKW, also Leermasse plus Zuladung:    Die Federkonstante kann man aus der Absenkung des LKW, also der Längenänderung der Federn berechnen:    F ist die Gewichtskraft der Zuladung und s der Weg, um den die Federn ihre Länge ändern:    Damit kann die Schwingungsdauer berechnet werden:    b) Zur Berechnung der Schwingungsdauer des leeren Fahrzeuges wird die gleiche Federkonstante verwendet. Die ist ja für die Federn konstant. Die Masse ist aber nur noch die Leermasse. Dadurch schwingt der LKW schneller, die Schwingungsdauer muss also kleiner werden. | | |
| c) Bei dieser Teilaufgabe ist die Masse m2 gesucht und T gegeben.  Aus a) ist bekannt:    Diese Gleichung muss nach der Zuladung m2 umgestellt werden:    Für T wird 0,66 s eingesetzt. Damit ist die gesuchte Masse berechenbar: | | |
| Antwort: | Der beladene LKW schwingt mit 0,59 s, der leere mit 0,33 s. Damit die Schwingungsdauer 0,66 s beträgt, müssen 2450 kg zugeladen werden. | | |

204.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Schwimmt der Holzquader ruhig auf dem Wasser, sind Gewichtskraft und Auftriebskraft gleich groß. Sie heben sich auf und die resultierende Kraft auf den Körper ist Null.  Wird der schwimmende Holzquader ins Wasser eingetaucht, wird die Auftriebskraft größer und er spürt eine rücktreibende Kraft, die ihn wieder in die Ruhelage zurückbringen will. Die Auftriebskraft ist nach dem Archimedischen Gesetz immer so groß, wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit, also  Da diese Kraft proportional zur Eintauchtiefe ist (Holzquader), führt der Quader nach dem Loslassen eine harmonische Schwingung aus. Die Richtgröße D ist der Proportionalitätsfaktor zwischen der Auftriebskraft und der Eintauchtiefe s:  Die Schwingungsdauer eines solchen Systems berechnet sich  Die Masse m durch das Volumen ist aber die Dichte des Quaders:  Da die Eintauchtiefe genau h war, ergibt sich: | | |
| Antwort: |  | | |

211.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Beschleunigung gibt an, um wie viel sich die Geschwindigkeit in einer Sekunde ändert:   b) Der Gesamtweg ist der Weg, den das Auto ohne Bremsen gleichförmig zurücklegen würde minus dem Weg, den es auf Grund der kleiner werdenden Geschwindigkeit nicht fährt. | | |
| Antwort: | Das Auto erreicht nach 1,3 s die Geschwindigkeit 30 km/h und fährt beim Bremsen 15,6 m. | | |

213.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Der Körper startet im Punkt s0 und erreicht den Punkt s1. Nach 1 s erreicht er den 12 m darunter liegenden Punkt s2. Wie lange braucht er bis zum Punkt s1? Die bekannten Tatsachen werden in Formal gefasst:  In die letzte Gleichung werden die beiden ersten eingesetzt:  Darin ist nun nur noch die Zeit eine unbekannte Größe, also die Zeit, die der Körper bis zum Punkt s1 braucht. Nun muss nur noch umgestellt werden und fertig:  Der Körper erreicht nach 0,72 s die erste Marke. Wie weit ist er dabei gefallen?  Die Geschwindigkeit berechnen sich nun einfach mit: | | |
| Antwort: | Der Körper ist 2,56 m über dem ersten Punkt gestartet. Die beiden Punkte werden mit 7 m/s und 17 m/s passiert. | | |

220.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Bei einer Feder verhalten sich die Kraft und die Ausdehnung zueinander proportional. Das heißt, um die Feder doppelt auszudehnen ist auch eine doppelt so große Kraft notwendig. Deswegen ist im Fitnessstudio an jedem Gerät irgendwann Schluss. Der Proportionalitätsfaktor heißt Federkonstante und ist ein Maß für die Härte der Feder. Je größer dieser Wert ist, um so schwerer ist es, die Feder zu dehnen.   Damit die Feder 1 m gedehnt werden kann, ist eine Kraft von 26,7 N notwendig.  Damit kann nun die Arbeit berechnet werden. Es ist dazu die Arbeit zu berechnen, die notwendig war, um die Feder um 0,15 m zu dehnen. Dieser Wert wird von der Arbeit abgezogen, die für 0,3 m notwendig ist. Dieser Weg muss gegangen werden, da die Größe, die den Wert der Arbeit bestimmt, quadratisch in die Gleichung eingeht.  b) Das Diagramm ist eine Gerade. c) Die Leistung ist die verrichtete Arbeit durch die dazu benötigte Zeit. | | |
| Antwort: | a) Um die Feder von 15 cm auf 30 cm zu dehnen ist eine Arbeit von 0,9 J notwendig. c) Damit das Dehnen in 2 s erfolgen kann, ist eine Leistung von 0,45 W erforderlich. | | |

221.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)   b) Die notwendige Beschleunigungsarbeit ist die Differenz der kinetischen Energien nach und vor dem Beschleunigungsvorgang.  c) Zur Berechnung der Geschwindigkeit, die mit dieser Energie aus dem Stand erreicht wird, setzt man die kinetische Energie Ekin1 = 0.   Mit der Beschleunigungsarbeit, die das Auto von 50km/h auf 90 km/h beschleunigt, kann es aus dem Stand eine Geschwindigkeit von 74,8 km/h erreichen. Der Grund dafür ist die quadratische Abhängigkeit der kinetischen Energie von der Geschwindigkeit. Dieser Zusammenhang ist autofahrerunfreundlich! | | |
| Antwort: | Das Auto legt in dieser Zeit einen Weg von 78 m zurück. Es wird eine Beschleunigungsarbeit von 205 kJ verrichtet. Mit dieser Arbeit kommt das Auto aus dem Stand auf eine Geschwindigkeit von 74,8 km/h. | | |

222.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | Wurfweite beim schrägen Wurf: | | Wurfhöhe beim schrägen Wurf: | |
| Gleichsetzen der beiden Gleichungen und nach dem Winkel umstellen:  Für die Berechnung der Abwurfgeschwindigkeit kann man eine der beiden Gleichungen für v0 verwenden. | | | |
|  | | |  |
| Antwort: | Der Abwurfwinkel muss 26,6 ° sein, die Abwurfgeschwindigkeit beträgt 12 m/s. | | | |

223.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | v | |
| Lösung: | a) Energieumwandlungen: Spannenergie = kinetische Energie des Klotzes + Reibungsenergie | | | | |
|  | b) | |  | |  |
| Antwort: | Nachdem die Feder entspannt ist, hat der Klotz eine Geschwindigkeit von 0,45 m/s. | | | | |

227.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Die Leistung ist die verrichtetet Arbeit durch die dazu benötigte Zeit.   Die verrichtete Arbeit ist nicht bekannt, kann aber aus den gegeben Größen berechnet werden. Die Arbeit allgemein ist die Kraft, die in Wegrichtung wirkt mal der zurückgelegte Weg. Die Kraft, die die Lore nach oben zieht, muss die Hangabtriebskraft überwinden.  Um die zu berechnen, muss man wissen, was 16% Steigung bedeutet: Auf 100 m in der Horizontalen steigt die Ebene um 16 m an.  Die Strecke in der Steigung berechnet sich dann mit dem Pythagoras zu 101 m.  Damit sind das auf 190 m:  Damit lässt sich nun die notwendige Kraft berechnen: | | |
| Wie zu sehen ist, tauchen hier die 16% wieder auf: 30,4/190 ist 0,16.  Mit der berechnen Hangabtriebskraft wird nun über die Arbeit die Leistung berechnet:  Das wäre die notwendige Leistung bei einem Wirkungsgrad von 100%. Es gehen aber 25% der aufgebrachten Leistung durch Reibung verloren, so dass die Leistung des Motors wenigstens 4200 W oder 4,2 kW betragen muss. | | |
| Antwort: | Der Motor muss eine Leistung von 4,2 kW haben. | | |

228.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da der Schotter von oben in die Lore fällt, steht die Kraft des abgebremsten Schotters senkrecht auf der Bewegung der Lore und wirkt auf diese Weise nicht zur Beschleunigung bei. Die Lore wird als ein System betrachtet, deren Impuls konstant bleibt. Da die Masse größer wird, muss die Geschwindigkeit kleiner werden. | | |
| Antwort: | Die Geschwindigkeit sinkt auf 0,86 m/s. | | |

260.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | b) Die potenzielle Energie der Kugel wird in kinetische umgewandelt. Zur Berechnung der potenziellen Energie ist die Höhe h notwendig.  Die Länge x ergibt sich aus:  Und eingesetzt: | |  | |
| Damit kann nun die Geschwindigkeit berechnet werden:  Weiterhin die kinetische Energie:  c) Im weiteren Flug wandelt sich die kinetische Energie der Kugel wieder in potenzielle Energie um. Im Stoßpunkt besitzt sie gleichzeitig kinetische und potenzielle Energie. Es gilt: | | | |
| Die gesuchte Geschwindigkeit steckt in der Energie Ekin1. Damit die berechnet werden kann, muss aber die Energie Epot1 bekannt sein, also der Anteil der kinetischen Energie im untersten Punkt, der bis dahin schon wieder in potenzielle Energie umgewandelt wurde. Dazu ist die Höhe der Kugel über dem untersten Punkt zu berechnen. Wenn s der Abstand der Mauer von der tiefsten Lage ist, dann gilt:  Mit diesem Winkel kann wie in b) die Strecke x und damit die Höhe berechnet werden. h = 0,02 m Mit dieser Höhe berechnet man nun die Geschwindigkeit: | | | |
| Über die Gleichung für die kinetische Energie erhält man zum Schluss: | | | |
| Antwort: | An der tiefsten Stelle hat die Abrissbirne eine Geschwindigkeit von 4,78 m/s und eine Energie von 5,9 kJ. Trifft sie die Mauer, beträgt die Geschwindigkeit noch 4,7 m/s und die Energie ist 5,8 kJ groß. | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für die Geschwindigkeit nach einem elastischen Stoß. Da vS Null ist, fällt jeweils ein Summand weg: | | | |
|  | f) Die kinetische Energie, die die Birne nach dem Stoß hat, wird nun vollständig in potenzielle Energie umgewandelt. Die Birne wird also ein berechenbares Stück angehoben.  Damit ist die Strecke x (Abbildung von b) 5,52 m lang. Über die in b verwendet Gleichung lässt sich der Winkel berechnen: | | | |
|  | g) Es liegt ein waagerechter Wurf vor. Damit ist es möglich, Wurfdauer und Wurfweite zu berechnen: Die Dauer entspricht der Zeit für einen freien Fall aus der Höhe s und die Weite ist der Weg, der in dieser Zeit mit der Startgeschwindigkeit des Steines zurückgelegt wird. | | | |
|  | Wurfdauer | | Wurfweite | |
|  | h) Würde der Stein senkrecht auf dem Boden aufkommen, wäre der Winkel 90° groß, käme er waagerecht an, dann 0°. Es wird also der Winkel gesucht, der zwischen dem Boden und der aktuellen Bewegung auftritt. Dazu kann man den Winkel zwischen dem Boden und dem Geschwindigkeitsvektor der zusammengesetzten Bewegung genau beim Aufschlagen berechnen. | |  | |
|  | Der Gesuchte Winkel lässt sich über die Winkelfunktion tan berechnen:    Die Geschwindigkeit in x-Richtung ist bekannt. das sind die oben berechneten. Die Geschwindigkeit in y-Richtung ergibt sich aus den Gesetzten für den freien Fall. Aus der Aufgabenstellung ist bekannt, dass der Stein auf einer 6,85 m hohen Mauer liegt. Die Geschwindigkeit, mit der er dann auf dem Boden auftrifft, ist    Damit lässt sich der gesuchte Winkel berechnen, er ist 48° groß. | | | |
| Antwort: | e) Die Birne hat nach dem Stoß eine Geschwindigkeit von 5,4 m/s und der Stein von 10,4 m/s. f) Die Birne lenkt nach dem Stoß um 35,7° aus. | | | |

262.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Wenn die Tasche getragen wird, ist die Summe aller auf sie einwirkenden Kräfte gleich Null. Wenn das nicht so wäre, würde sie entweder nach unten fallen oder nach oben fliegen.  Nach unten wirkt auf die Tasche die Gewichtskraft. Es muss eine gleich große, nach oben gerichtete Kraft wirken, die durch die Träger aufgebracht wird. Da die Träger nicht direkt nach oben ziehen, sondern unter einem Winkel, muss die daraus resultierende Kraft z.B. zeichnerisch bestimmt werden. | | | |
| Die beiden Kräfte, die durch die Schüler aufgebracht werden, bilden einen Winkel von 60°. Sie sind beide 200 N groß und müssen in einem entsprechenden Maßstab gezeichnet werden.  z.B. 1 cm = 20 N. Dann ist jeder Kraftpfeil 10 cm lang. | |  | |
| Die beiden Kraftpfeile werden parallel verschoben, so dass sich ein Parallelogramm bildet. | |  | |
| Die Diagonale in diesem Parallelogramm ist die resultierende Kraft. Diese ist genau so groß wie die Gewichtskraft, die nach unten wirkt.  Über den Maßstab erhält man eine Kraft von etwa 345 N. | |  | |
|  | | | |
| Antwort: | Die Tasche hat eine Gewichtskraft von 345 N. Das entspricht einer Masse von 35 kg. Das ist wirklich schwer. | | | |

263.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wie groß ist die Kraft, die zur Beschleunigung beiträgt?  Auf das Seil wirkt die Gewichtskraft beider Massen in entgegen gesetzte Richtung, also  Wenn beide Massen gleich sind, wäre die Beschleunigung 0, das Seil bewegt sich nicht. Die beschleunigende Kraft führt zur Beschleunigung beider Massen, die gesamte träge Masse setzt sich der Bewegung entgegen. Um die beiden Massen mit a zu beschleunigen, ist eine Kraft F2 notwendig:  Die zur Verfügung stehende Kraft ist aber gerade F1, also  Seilkraft: Wenn die Masse m2 = 12 kg allein am Seil hängt, würde sie mit der Beschleunigung g nach unten fallen und auf das Seil wirkt keine Kraft. Auf das Massestück wirkt nur die Gewichtskraft nach unten.  Durch die Masse m1 8 kg wirkt aber zusätzlich eine bremsende Kraft nach oben, m2 fällt also mit einer kleineren Beschleunigung nach unten. Diese bremsende Kraft ist die Seilkraft. Es gilt also für die resultierende Kraft auf m2:   Wenn an beiden Enden 12 kg hängen würden, wäre die Seilkraft genau FG2, also die Gewichtskraft des 12 kg-Massestücks. | | |
| Antwort: | Die Beschleunigung beträgt 1,96 m/s², die Seilkraft 94,2 N. | | |

264.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F | |
| Lösung: | Wenn der Körper ruhig an in Seilen hängt, ist die Summe der auf ihn wirkenden Kräfte Null (Trägheitsgesetz). Die nach unten ziehende Gewichtskraft FG wird durch eine nach oben wirkende, gleich große Kraft ausgeglichen.  Diese nach oben wirkende Kraft wird durch die beiden Seile aufgebracht. Auf jedes Seil wirkt die gleiche Kraft. | | | |
| Zur Bestimmung einer der beiden Seilkräfte wird das Kräfteparallelogramm gezeichnet.  Darin erkennt man ein rechtwinkliges Dreieck, deren Hypotenuse die gesuchte Kraft darstellt. Die kurze Seite des Dreiecks ist die Hälfte der Gewichtskraft. Nun braucht man nur noch den Winkel zwischen den beiden Dreiecksseiten.  Aus der Skizze der Aufgabenstellung kann man ernennen, dass sich dieser Winkel über eine Dreiecksbeziehung bestimmen lässt.    Damit kann die gesuchte Kraft berechnet werden: | | |  |
| Antwort: | Das Seil übt auf den Klotz eine Kraft von 98,7 N aus. | | | |

266.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Wird die Karte weggezogen, spürt die Münze auf Grund der Reibung eine Kraft. Damit bewegt sie sich beschleunigt. Die Beschleunigung muss so    Die Münze wird beim Fortziehen der Karte durch die Reibungskraft gleichmäßig beschleunigt. | | |
| Antwort: |  | | |

267.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Im ersten Teilstück wird Beschleunigungsarbeit und Hubarbeit verrichtet. Der Körper erhält dadurch kinetische und potentielle Energie. Die kinetische Energie wird im zweiten Teil durch Hubarbeit in potentielle Energie umgewandelt und bestimmt die Höhe h2. Es gilt also:  Die Geschwindigkeit berechnet sich nach den Gesetzen der gleichmäßig beschleunigten Bewegung:  Eingesetzt ergibt das   b) Beschleunigung:  Berechnung der Höhe: | | |
| Berechnung der Zeit: Die Höhe h2 beträgt 0,27 m.  Die Bewegung bis in Höhe h1 ist mit a beschleunigt. Die Bewegung im Teilstück h2 ist abbremsend mit g. | | |
| Antwort: | a) Für die Beschleunigung ergibt sich der Ausdruck  b) Der Arbeiter muss die Kraft bis in eine Höhe von 1,23 m wirken lassen. Der gesamte Vorgang dauert 1,29 s. | | |

268.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Berechnung erfolgt wie bei der geradlinigen Bewegung, die Winkelgeschwindigkeit entspricht der Geschwindigkeit, die Winkelbeschleunigung der Beschleunigung. Bei der geradlinigen Bewegung gilt:  Für die Rotation gilt dem zufolge:  Der zurückgelegte Weg der Translation findet seine Entsprechung im Drehwinkel der Rotation:  Das Ergebnis erhält man im Bogenmaß, also mit der Einheit rad, die aber meistens weg gelassen wird. Es gilt:  Damit dreht sich das Rad um 2578,32 °. Das sind etwa 7 Umdrehungen. | | |
| Antwort: | Nach der Beschleunigung beträgt die Winkelgeschwindigkeit 14 s-1. Das Rad dreht sich während der Beschleunigung 7 mal. | | |

269.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a) n b) s c) v0 |
| Lösung: | a) Es ist eine gleichmäßig verzögerte Kreisbewegung.   b) Weg = Umfang des Rades mal Umdrehungen  c) | | |
| Antwort: | a) Das Rad macht noch 150 Umdrehungen. b) Der Anhalteweg beträgt 284 m. c) Die Geschwindigkeit des Autos betrug 68 km/h. | | |

Probe: Mit der Geschwindigkeit aus c) und der Zeit kann man die Beschleunigung des Autos berechnen. Daraus kann der Anhalteweg berechnet werden.

237.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | 1. Mit welcher Geschwindigkeit trifft m1 auf m2? Die Kugel besitzt vor dem Loslassen potenzielle Energie, die vollständig in kinetische Energie umgewandelt wird.  2. Zwischen den Kugeln findet ein elastischer Stoß statt. Welche Geschwindigkeiten haben die Kugeln nach dem Stoß?    3. Beide Kugeln besitzen nach dem Stoß kinetische Energie, die wieder in potenzielle Energie umgewandelt wird. mit diesem Ansatz kann man die gesuchten Höhen berechnen.    Das ist die allgemeine Gleichung für die gesuchte Höhe. Jetzt werden die bei 2. berechneten Geschwindigkeiten eingegeben. | | | |
|  | |  | |
| Antwort: | Kugel 1 erreicht eine Höhe von 1/9 und Kugel 2 von 16/9 der Höhe, um die die schwere Kugel angehoben wurde. | | | |

241.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | | |
| Lösung: | 1. J soll verdreifacht werden: | | | | |
| 2. Wie groß ist das Trägheitsmoment des Bleimantels?  Der Bleimantel ist ein Hohlzylinder. | | |  |  |
| 3. In dieser Gleichung ist rB die gesuchte Größe. JB ist noch nicht bekannt, kann aber aus JH berechnet werden.   Die Gleichung von 2. wird nun nach rB umgestellt und der Radius des gesamten Zylinders berechnet.  Damit lässt sich die Dicke des Bleimantels zu 1,4 mm berechnen. | | | | |
| Antwort: | Der Bleimantel muss eine Dicke von 1,4 mm haben. | | | | |

242.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es gilt der Drehimpulserhaltungssatz: | | |
| Antwort: | Die Eiskunstläuferin hat eine Drehzahl von 3,2 s-1. | | |

244.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: |  | |  | Die gespeicherte Rotationsenergie wird zum Arbeiten verwendet: |
|  |  | | Einheitenbetrachtung: |  |
|  |  | | | |
| Antwort: | Der Kranz muss eine Masse von 868 kg haben. Die Anlaufzeit beträgt 164 s. | | | |

246.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Am Anfang der geneigten Ebene besitzen beide Körper kinetische Energie und Rotationsenergie. Die kinetische Energie ist bei beiden gleich, die Rotationsenergie hängt vom Trägheitsmoment ab. Die Summe der beiden Energie , also die Gesamtenergie , wird beim Hinaufrollen vollständig in potenzielle Energie umgewandelt. (Reibung vernachlässigt) Es gilt also allgemein:   Die Geschwindigkeit kann gleich in Winkelgeschwindigkeit umgewandelt werden:  Nun wird das Trägheitsmoment eingesetzt und die Höhe h bestimmt. Da sich bei Vollzylinder und Kugel die Trägheitsmomente unterscheiden, wird die Betrachtung für jeden Körper vorgenommen. | | | |
| Zylinder  Damit wird: | | Kugel  Damit wird: | |
| Da 7/10 kleiner sind als 3/4 rollt der Zylinder höher als die Kugel. Die Masse hat sich aus der Gleichung raus gekürzt, die Höhe hängt damit von der Masse der Körper nicht ab. | | | |
| Antwort: |  | | | |

247.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Auf dem Hügel besitzt der Schlitten nur potenzielle Energie. Die wird beim Runterfahren in kinetische umgewandelt. Ohne Reibungsverluste wäre am Fuß des Hügels die kinetische Energie genau so groß wie die potenzielle Energie auf dem Hügel (Energieerhaltungssatz). Durch Reibungsverluste wird aber ein Teil der Energie in Wärme umgewandelt, so dass die Geschwindigkeit des Schlittens kleiner wird. Welche potenzielle Energie hat der Schlitten auf dem Hügel?    Der Schlitten hat aber nur eine Geschwindigkeit von 6 m/s. Welcher Energie entspricht das?   Das entspricht einem Energieverlust von:  Nebenbei: Wie groß wäre die Geschwindigkeit ohne Reibungsverluste? | | |
| Antwort: | Es tritt ein Energieverlust von 1863 J auf. | | |

270.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Der Gesamtbremsweg des PKW setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen: 1. Der Weg, den der PKW während der Reaktionszeit fährt und 2. der Weg während der PKW bremst.  1. Weg: gleichförmige Bewegung  2. Weg: gleichmäßig beschleunigte Bewegung  Da die Zeit fehlt, bis der PKW zum Stillstand kommt, muss sie über   bestimmt werden:  und eingesetzt:  Damit ergibt sich ein Gesamtbremsweg von 96,6 m. Da der Abstand nur 90 m betrug, kommt der PKW nicht zum stehen. | | |
| Antwort: | Der Bremsweg des PKW beträgt 96,6 m und ist zu lang. | | |

271.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der senkrechte Wurf ist eine überlagerte Bewegung einer gleichförmigen Bewegung nach oben und einem freien Fall nach unten. Der dabei zurückgelegte Weg ergibt sich aus  und die momentane Geschwindigkeit zu  Die max. Wurfhöhe ist genau dann erreicht, wenn die Geschwindigkeit 0 ist.  Daraus ergibt sich die Zeit bis zum Erreichen der Wurfhöhe  Setzt man diese Zeit in die 1. Gleichung ein, erhält man eine Aussage über die Wurfhöhe:  Die Wurfhöhe ist nur von der Anfangsgeschwindigkeit abhängig. (Reibung vernachlässigt und konstante Fallbeschleunigung) Mit dieser Gleichung kann man die Abwurfgeschwindigkeit berechnen:  b) Für die Höhe 6,5 m erhält man eine Abwurfgeschwindigkeit von 11,3 m/s. c) Wie lange dauert es, bis der Ball unten ankommt? Das ist ein freier Fall, also:  Wie groß ist die Wurfzeit für den zweiten Ball? Das ist das Doppelte der Zeit zum Erreichen der Wurfhöhe.  Die Differenz beider Zeiten ist die gesuchte Größe. | | |
| Antwort: | a) Beim ersten Schuss war die Abwurfgeschwindigkeit 9,4 m/s. b) Damit der Ball getroffen wird, ist eine Geschwindigkeit von 11,3 m/s erforderlich. c) Der zeitliche Abstand beträgt 1,46 s. | | |

273.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | Q, m |
| Lösung: | Da die Geschwindigkeit bei der Abfahrt konstant bleibt, ändert sich die kinetische Energie nicht. Die Wärme, die die Bremsen aufnehmen, kommt nur durch die Abnahme der potentiellen Energie zustande. Es wird aber nicht die gesamte potentielle Energie in Wärme umgewandelt. Ein Teil geht bereits über den Fahrtwiderstand "verloren", wird also durch Reibung in andere Energieformen umgewandelt (Wärme, kinetische Energie der bewegten Luft...) Es gilt also:  Die Bremsen müssen eine Energie von 1,7 MJ aufnehmen. Um welche Temperatur sie sich dann erwärmen, hängt vom Material, der Masse sowie der Kühlung ab.  b) Das Wasser soll von 20°C auf 95°C, also um 75K erwärmet werden. Die Energie, die dazu notwenig ist, berechnet sich mit    m ist die gesuchte Wassermasse, nach der die Gleichung umgestellt wird:    Die Wärme Q wurde bei a) berechnet und die spezifische Wärmekapazität c von Wasser lässt sich der Literatur entnehmen. | | |
| Antwort: | Die Bremsen müssen eine Energie von 1,7 MJ aufnehmen. Damit könnten 5,4 Liter Wasser erwärmt werden. | | |

275.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | J |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Die Welle hat ein Trägheitsmoment von 81,3 kgm². | | |

282.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung je Zeit, also:   b) Der Gesamtweg setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen:  1. Der Weg, den das Auto auch ohne Beschleunigung gefahren wäre, also v\*t  2. Der zusätzliche Weg, der durch die Beschleunigung hinzukommt, also a/s\*t² | | |
| Antwort: | Die Beschleunigung ist 0,84 m/s² und das Auto fährt während der 10 s insgesamt 375 m. | | |

286

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | D |
| Lösung: | Da es zwei Federn sind, betrachtet man eine Masse von 5 t und dazu eine Feder. Die typische Größe für die Feder ist die Federkonstante. Sie gibt an, welche Kraft notwendig ist, um eine Feder um 1 m zusammenzudrücken und berechnet sich mit:  Dazu ist eine bestimmte Energie notwendig, die nach dem Spannen der Feder als Federspannenergie in der Feder ist.  Diese Energie kommt von der kinetischen Energie des Eisenbahnwagens, der ja beim Aufprall bis zum Stillstand abgebremst wird. Er gibt also seine gesamte Energie an die Federn ab. | | | |
|  | | Einheit: | |
| Antwort: | Eine Feder des Puffers hat eine Federkonstante von 500 kN/m. | | | |

294.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Die 30 Minuten werden in Sekunden umgerechnet:  Die Leistung ist die verrichtete Arbeit durch die dazu benötigte Zeit.   Die mechanische Arbeit ist die benötigte Kraft mal dem zurückgelegten Weg. Wenn der Bergsteiger eine senkrechte Wand nach oben steigt, ist dieser Weg gleich dem Höhenunterschied und die benötigte Kraft die Gewichtskraft des Bergsteigers.  Damit wird: | | |
| Antwort: | Die Leistung des Bergsteigers beträgt 52,3 W. | | |

295. Der Hammer ist als zweiseitiger Hebel zu betrachten. Der Drehpunkt ist die Stelle, an der der Hammer auf dem Boden aufsetzt. Die beiden Kraftarme sind einmal der Hammerkopf bis zum Nagel und der Stiel.  
Vorüberlegung: es gilt das Hebelgesetz, am kurzen Kraftarm wirkt die große Kraft, am langen Kraftarm die kleine Kraft. Die kraft am Nagel muss also größer sein als 50 N.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Der Hammer zieht den Nagel mit einer Kraft von 150 N aus dem Holz | | |

297.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Es muss untersucht werden, welche Leistung notwendig ist, um das Wasser hoch zu pumpen.  Leistung ist allgemein Arbeit je Zeit:    Die Arbeit zum Pumpen des Wassers ist    Das eingesetzt ergibt für die Leistung    Damit kann die Leistung berechnet werden. Die Zeit muss vorher in Sekunden umgerechnet werden.      Da zwei Pumpen zum Einsatz kommen, muss man die 2,5 kW-Pumpen bestellen. Sie leiten zusammen 5 kW.  Das kann aber auch schief gehen, da die Rechnung alle Reibungsverluste unberücksichtigt lässt. Also besser die 4 kW-Pumpe bestellen. | | |
| Antwort: | Ohne Berücksichtung der Reibungsverluste müssten zwei 2,5 kW-Pumpen ausreichen. | | |

301.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | P |
| Lösung: | Die Leistung ist die verrichtete Arbeit je Zeit.   Die Arbeit ist definiert als Kraft mal Weg. Um das Wasser hochzuheben ist genau die Gewichtskraft des Wassers aufzubringen. Dazu braucht man die Masse des Wassers. Ein Liter Wasser haben eine Masse von 1 kg, also sind 4000 l = 4000 kg. | | |
| Antwort: | Sieht man von allen Reibungsverlusten ab, muss die Pumpe eine Leistung von wenigstens 327 W haben. | | |

302.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Brechstange wird als zweiseitiger Hebel eingesetzt. Die Länge des kurzen Hebelarms ist 40 cm, damit ist der lange Hebelarm 120 cm lang. Es wirkt das Hebelgesetz: Kraft mal Kraftarm = Last mal Lastarm. | | |
| Antwort: | Man muss eine Kraft von 235 N aufbringen, um die Platte zu heben. Das entspricht einer Masse von 24 kg. | | |

303.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Straße ist eine geneigte Ebene. Die Zugkraft, die den Wagen nach oben zieht, verhält sich zur Gewichtskraft des Wagens, die senkrecht nach unten zieht, wie der Höhenunterschied, der überwunden werden soll zur Länge der Straße. | | |
| Antwort: | Es ist eine Zugkraft von 589 N notwendig. Wenn das Auto direkt um die 20 m gehoben werden soll, muss man eine Kraft von 14 715 N aufbringen. | | |

307.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Der Berg ist eine geneigte Ebene. Die Zugkraft verhält sich zur Gewichtskraft wie die Höhe des Berges zur Länge: | | |
| Antwort: | Der Lift muss mit einer Kraft von 98,1 N ziehen. | | |

309.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Da die Temperatur konstant bleibt (isotherme Zustandsänderung), gilt: | | |
| Antwort: | Das neue Volumen beträgt 0,83 cm³. | | |

312.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Eine hydraulische Anlage sind zwei verbundene Kolben, die eine unterschiedliche Fläche haben. Der Druck in beiden Kolben ist gleich.  b) | | |
| Antwort: | Die Hebebühne kann Gewichte bis 60 kN heben. Das entspricht einer Masse von 6 t. Der Druck in der Anlage beträgt 400 kPa oder 4 bar. | | |

315.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Der Druck im Wasser ist der Schwerdruck der Wassersäule, die über dem Taucher liegt. Der Druck allgemein ist:  Die Kraft entsteht durch die Gewichtskraft der Wassersäule mit der Fläche A. Die Gewichtskraft ist   Welche Masse hat die Wassersäule? Bekannt ist die Gleichung für die Dichte:  Die Dichte von Wasser ist bekannt, aber welches Volumen hat die Wassersäule?  Damit wird die Gewichtskraft der Wassersäule  Nun ist noch die Fläche eine unbekannte Größe. Setzt man die Gewichtskraft aber in die Druckgleichung ein, kürzt sich die Fläche raus.   Der Schwerdruck ist nur noch von der Tiefe, der Dichte der Flüssigkeit und der Fallbeschleunigung abhängig. | | |
| Antwort: | Die Tauchtiefe beträgt 45,9 m. (Setzt man für g 10 ein, erhält man 45 m.) | | |

325.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Das Bremsen ist eine negative gleichmäßig beschleunigte Bewegung. Es gelten also die Gesetze: und  Die zweite Gleichung wird nach der Zeit umgestellt und eingesetzt.  In dieser Gleichung fehlt aber noch die Beschleunigung a. Die dazu notwendige Kraft bringen die Bremsen auf. Es gilt:   Aber wie groß ist die Kraft? Diese Kraft wird von den Rädern auf die Straße übertragen, die nach dem Wechselwirkungsgesetz per Reibung diese Kraft aufbringen muss. Nimmt man an, die Räder blockieren, wirkt hier die Gleitreibung, also:  FN ist die Normalkraft, also die Kraft, mit der das Auto senkrecht auf die Unterlage drückt. Da die Unterlage eine geneigte Ebene ist, gilt:  und damit:  Bösartiger Weise wirkt nun aber noch die Hangabtriebskraft entgegen dieser Reibungskraft, erniedrigt sie also. Damit wird die mögliche Gesamtkraft:  und die Beschleunigung:   Eingesetzt in die Geschwindigkeitsgleichung: | | |
| Antwort: | Das Fahrzeug darf eine maximale Geschwindigkeit von 2,9 m/s haben. | | |

331.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  | |
| Lösung: |  |  | | |  |
|  | b) Die Wellengleichung in der allgemeinen Form lautet:  Sie beschreibt die Elongation an einem Ort x zur Zeit t. Für dieses Beispiel ergibt sich folgende Wellengleichung:   c) Das Momentanbild einer Welle ist ein Bild aller Oszillatoren zu einer bestimmten Zeit t. In die spezielle Wellengleichung muss also die Zeit t eingesetzt werden. Damit ist der Abstand x vom Erregerzentrum die einzige Variable. Die ist nun in einem vernünftigem Maß zu wählen, z.B. 2 oder 3 Wellenlängen. | | | | |
|  |  | |  | | |
|  |  | |  | | |
|  | [Lösung in Excel](m331.xls)  d) Mit der Wellengleichung aus b) erhält man | |  | | |

332.

1. Wie lange dauert die Fahrt auf den ersten 90 km?



Die restliche Strecke ist 30 km lang:



Das ergibt eine reine Fahrzeit von 1h 35 min oder 5719 s. Das sind aber auch 1 h und 35 min.

Dazu kommen die 10 min Pause, so dass der Fahrer 1 h und 45 min unterwegs war.

b) Die Durchschnittsgeschwindigkeit ist der Gesamtweg geteilt durch die insgesamt benötigte Zeit:



333.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Man betrachtet das langsame Auto als ruhend -> Relativgeschwindigkeit 10 km/h = 2,8 m/s (1) Welchen Weg muss das schnelle Auto zurücklegen, um an dem als stehend angenommenen vorbeizufahren?  2\*20m + 4 m + 4 m = 48 m (1) Die Zeit dafür:   (1) Bei der zurückgelegten Strecke muss wieder mit der wirklichen Geschwindigkeit gerechnete werden:  (1) | | |
| Antwort: | Der Überholvorgang dauert 17 s, das Auto legt dabei einen Weg von 332 m zurück. | | |

334.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | r |
| Lösung: | Die Zeit ergibt sich aus der Dauer einer Umdrehung des Minutenzeigers: er braucht genau 1 Stunde = 60 min für eine volle Umdrehung. Für die gleichförmige Drehbewegung gilt: | | |
| Antwort: | Der Zeiger ist 86 cm lang. | | |

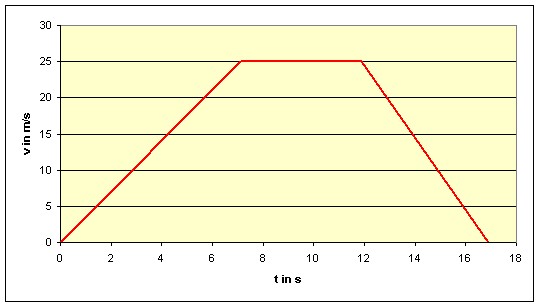
336.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | n |
| Lösung: | Das Rad macht 3,11 Umdrehungen pro Sekunde. Das sind 187 Umdrehungen pro Minute. | | |
| Antwort: | Das Rad macht 187 Umdrehungen in einer Minute. | | |

337.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die gesamte Bewegung gliedert sich in drei Teile:  1. Der gleichmäßig beschleunigte Anlauf, 2. Der gleichförmige Flug 3. Der Die gleichmäßig negativ beschleunigte Bremsung.  a)   Über die Zeit ist keine Aussage gemacht. Also:  Und:   b) | | |
| c)    d)   Die Beschleunigung ist negativ, da die Anfangsgeschwindigkeit größer ist als die Endgeschwindigkeit. Es ist eine abbremsende Bewegung. | | |
| Antwort: | Der Skispringer fährt mit einer Beschleunigung von 3,5 m/s² den Anlauf herunter. Er braucht dazu 7,1 s. Danach ist er 4,8 s in der Luft. Er bremst mit -5 m/s² und kommt nach 62,5 m zum Stillstand. | | |

[Diagrammquelle](m337.xls)  
339.



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  | |
| Lösung: | a) | | |  |
| b) Die halbe Zeit sind 2,35 s. Da die Geschwindigkeit proportional zur Zeit ist, ist die Geschwindigkeit nach dieser Zeit 10 km/h. Der Weg ist proportional zum Quadrat der Zeit. Wird die Zeit halbiert, muss der Weg geviertelt werden und beträgt somit 3,3 m. | | | |
| Antwort: | Der Radfahrer erreicht die Geschwindigkeit nach 4,7 s und ist 13,3 m weit gefahren.  Nach der halben Zeit beträgt seine Geschwindigkeit 10 km/h und er ist 3,3 m weit gefahren. | | | |

344.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)  b) | | |
| Antwort: | Die Bremsbeschleunigung ist 464,8 m/s² groß. Auf den Fahrer wirkt eine Kraft von 35,3 kN. | | |

345.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Bewegung wird in drei Teile zerlegt, die einzeln berechnet werden:  1. Beschleunigte Bewegung 2. Gleichförmige Bewegung 3. Negativ beschleunigte Bewegung zu a.   Da der Zug aus dem Stand heraus beschleunigt, ist die Geschwindigkeit nach der Zeit 64,8 km/h.  zu b) Die Gesamtzeit setzt sich aus den drei Teilzeiten zusammen. Davon ist nur noch die Zeit für den 3. Abschnitt unbekannt.    Die Gesamtzeit ist damit: | | |
| c) Der Gesamtweg ist die Summe der Teilwege.  1.    2.    3. Da der Zug bis zum Stillstand abgebremst wird, kann man schreiben:  Gesamtweg: | | |
| Antwort: | a) Nach der Beschleunigungsphase beträgt die Geschwindigkeit 65 km/h. b) Die Gesamtreisezeit beträgt 10,5 min. d) Die Entfernung zwischen A und B beträgt 8,4 km. | | |

346.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Körper m1 soll gleichförmig nach unten gleiten. Das heißt, die Summe aller auf ihn wirkenden Kräfte muss Null sein (Trägheitsgesetz) Welche Kräfte wirken auf den Körper? 1. Hangabtriebskraft FH von Körper m1 (Richtung Seil) 2. Gewichtskraft FG von Körper m2 (Richtung Seil) 3. Reibungskraft FR (entgegen der Seilrichtung)  b) Die Zugkraft im Seil entspricht der Kraft, mit der die (Reibungskraft - Hangabtriebskraft) überwunden werden muss. Das ist aber genau die Gewichtskraft des Körpers m2, also 14,4N. c) Die Zugkraft bei einer Masse von 3 kg ist nicht die Gewichtskraft der angehängten Masse, sondern:  Die Gewichtskraft der Masse muss die 14,4 N zur Überwindung der Reibung aufbringen. Der Rest der Kraft wird zur Beschleunigung des Systems der beiden Massen benutzt. Diese Kraft ist somit 15 N groß und verleiht dem System die Beschleunigung 1ms-2. Die Masse 3 kg braucht zur eigenen Beschleunigung 3 N, so dass nur noch ein Rest von  29,4 N -3 N = 26,4 N übrigbleiben. Das ist die Zugkraft im Seil. | | |
| Antwort: | a) Damit der Körper gleichförmig gleitet, muss eine Masse von 1,47 kg angehängt werden. b) Die Zugkraft im Seil entspricht der Gewichtskraft des angehängten Körpers, 14,4 N. c) Wird eine Masse von 3 kg angehängt, wirkt im Seil eine Kraft von 26,4 N. | | |

347.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a |
| Lösung: | Nach dem Newtonschen Grundgesetz ist   Welche Kraft wirkt auf den Wagen?  1. Die Hangabtriebskraft 2. Die Reibungskraft.  Da beide entgegen zur Fahrrichtung, also in die gleiche Richtung, wirken, kann man sie einfach addieren und es ergibt sich eine Gesamtkraft.  FN ist die Normalkraft. Sie ist die Kraftkomponente, die senkrecht auf die Unterlage wirkt. | | |
| Antwort: | Der Wagen wird mit 0,49m/s² abgebremst, das heißt, seine Geschwindigkeit wird je Sekunde um 0,49 m/s kleiner. Dabei sind die Masse und die Anfangsgeschwindigkeit des Wagens völlig egal. | | |

348.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Da die Bewegung langsamer wird, die Anfangsgeschwindigkeit also größer als die Endgeschwindigkeit ist, muss die Beschleunigung negativ eingesetzt werden. | | |
| Antwort: | Das Auto wäre mit 65 km/h auf den Fußgänger gefahren. | | |

354.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Wenn das Auto unten am Berg ist, besitzt es kinetische Energie. Beim Hochfahren wird diese vollständig in potentielle Energie umgewandelt. Welche Höhe erreicht das Auto mit dieser Energie?   Diese Höhe würde das Auto erreichen, wenn es senkrecht nach oben fährt. Da es eine geneigte Ebene hochfährt, muss die Neigung berücksichtigt werden. Wenn l die Länge der Ebene ist, gilt  Diese Formel nimmt man auch, um die Höhe zu berechnen, die das Auto nach l = 200m erreicht hat. Das sind 27,8 m. Es hat jetzt seine Ekin1 in Epot2 und einen Rest Ekin2 umgewandelt. Die Frage ist, wie groß ist der Rest Ekin2? Die darin enthaltene Geschwindigkeit ist die Gesuchte. | | |
| Antwort: | Der Anstieg darf höchstens 229 m lang sein. Nach 200 m Steigung beträgt die Geschwindigkeit noch 8,9 m/s = 32 km/h. | | |

359.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: | Welche Kraft ist zum Verschieben der Kiste notwendig?  Es stehen 350 N zur Verfügung, davon werden 294,3 N für die Bewegung der Kiste verwendet, ohne sie zu beschleunigen. Die verbleibenden 55,7 N dienen zum Beschleunigen. Wie groß ist die Beschleunigung?  Mit dieser Beschleunigung kann man nun die Geschwindigkeit berechnen. | | |
| Antwort: | Die Kiste erreichte nach 10 s eine Geschwindigkeit von etwa 40 km/h. Soll die Geschwindigkeit ab da nicht weiter verändern, muss die wirkende Kraft auf 294,3 N verkleinert werden. Dadurch wird die resultierende Kraft auf die Kiste Null und sie bewegt sich gleichförmig weiter. | | |

363.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: | Das Wasser besitzt in 4,5 m Höhe eine bestimmte potentielle Energie, die beim Herabstürzen in kinetische Energie umgewandelt wird. Diese Energie wird in der Wasserturbine in elektrische Energie umgewandelt. Die Leistung des herabstürzenden Wassers muss also so groß sein wie die elektrische Leistung der Turbine (unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades!) | | |
| Antwort: | Da ein Kilogramm Wasser einem Volumen von einem Liter entspricht, müssen pro Minute 119 000 Liter herabstürzen. | | |

364.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | d |
| Lösung: | 1. Da die Kiste mit dem Betonklotz schwimmt, muss der Auftrieb genau so groß wie die Gewichtskraft der Kiste mit Klotz. Diese Auftriebskraft ist so groß wie die Gewichtskraft des verdrängten Wassers. Wie schwer ist der Betonklotz?  Die Gesamtmasse der Kiste und des Betonklotzes beträgt damit 195 kg. Die Kiste muss also 195 kg Wasser verdrängen (Archimedisches Prinzip). Da Wasser eine Dichte von 1000 kg/m³ hat, entspricht dass einem Volumen von 0,195 m³. Wie tief taucht die Kiste bei der vorgebenden Grundfläche ein, also wie groß ist die Höhe eine Quaders mit der Grundfläche und 0,195m³ Volumen? | | |
| Antwort: | Die Kiste taucht 39 cm im Wasser ein. | | |

365.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | s |
| Lösung: | Energiebetrachtung: Der Waggon besitzt oben auf dem Ablaufberg kinetische Energie, da er eine Anfangsgeschwindigkeit hat, und potentielle Energie, da er eine Höhe über dem Erdboden hat. Beim Herabrollen wird aus der gesamten potentiellen Energie kinetische Energie. Dadurch ändert sich der Gesamtenergiebetrag des Wagons noch nicht. Da aber die Reibung wirkt, wird Energie in Form von Wärme abgegeben. Der Gesamtenergiebetrag nimmt dadurch ab. Am Ende des Ablaufberges hat er also die kinetische Energie des Anfangs + potentielle Energie durch das Hinabrollen – durch die Reibung verloren gegangene Energie.  Rollt der Waggon dann auf den Gleisen entlang, wird seine kinetische Energie vollständig in Wärme durch Reibung umgewandelt. Er kommt zum Stillstand, wenn die gesamte Energie in Wärme umgewandelt wurde.  1. Wie groß ist die Energie am Ende des Ablaufberges? | | | |
|  | |  | |
| Allgemein ist die verrichtet Arbeit Kraft mal Weg. Die wirkende Kraft ist die Reibungskraft und der Weg die Länge des Ablaufberges.  Die Länge des Ablaufberges erhält man über den Winkel und die Höhe:  Für die Berechnung der Reibungskraft benötigt man noch die Normalkraft. Das ist die Kraft, die senkrecht auf die Unterlage wirkt.   Damit wird die Reibungsarbeit: | | | |
|  | | | |
| Damit ist die Gesamtenergie in Form von kinetischer Energie am Ende des Berges 313997 J. Diese Energie wird durch Reibungsarbeit in Wärme umgewandelt:  Die Normalkraft ist hier die Gewichtskraft. | | | |
| Antwort: | Der Waggon kann maximal 516 m weit rollen. Üblich ist, dass er vorher an den Zug stößt, der gerade zusammengestellt wird. | | | |

367.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Vorrichtung besteht aus zwei Rollen. Die direkt am Mast befestigte ist eine feste Rolle und dient nur der Kraftumlenkung. Die obere, über den Isolator am Draht befestigt, ist eine lose Rolle. Sie soll hier Kraft verstärken:   Würde die Masse nur über die feste Rolle den Draht spannen, wäre die wirkende Kraft m\*g=588,6 N groß. Durch die lose Rolle wird diese Kraft verdoppelt, es wird Material am Gewicht gespart. Die zusätzliche Kraft bringt der Mast auf. | | |
| Antwort: |  | | |

370.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Es gilt die Gleichung für die gleichförmige Bewegung:    und nach der gesuchten Zeit t umgestellt:    Wenn man einsetzt, stellt man fest, dass die Einheiten nicht stimmen:    Man könnte den Weg in km oder die Geschwindigkeit in m/s umrechnen. Im ersten Fall erhält man die Zeit in Stunden, was für einen Elfmeter-Stoß nicht geeignet ist.  Also:  Damit wird: | | |
| Antwort: | Der Ball braucht vom Spieler bis zum Tor nur 0,44 s. Da hat ein Torwart kaum eine Chance. | | |

374.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | m |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Das Benzin hat eine Masse von 10,5 t. | | |

376.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Es gilt das Newtonsche Grundgesetz:  Über die Beschleunigung bekommt man durch Umstellen der Gleichungen für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung eine Aussage:  und  Gleichsetzen:   In die erste Gleichung einsetzen und ausrechnen: | | |
| Antwort: | Die Bremsen müssen eine Kraft von 93,8 kN aufbringen. | | |

377.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Die Schwingungsdauer ist 2,37 s groß. Die Fallbeschleunigung beträgt 9,6 ms-2. | | |

380.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | v ist die Schallgeschwindigkeit in Luft bei 20°C. Solange sich der Stoff, in dem sich die Welle ausbreitet, nicht ändert, bleibt die Geschwindigkeit der Welle konstant. Man kann also die Gleichung für die gleichförmige Geschwindigkeit verwenden: | | |
| Antwort: | Das Gewitter hat eine Entfernung von 1,7 km.  Faustregel: Da sich der Donner in einer Sekunde etwa 1/3 km ausbreitet, braucht er für einen Kilometer ungefähr 3 Sekunden. Deshalb kann man die Sekunden zwischen Blitz und Donner zählen, diese Zahl durch 3 teilen und enthält die ungefähre Entfernung zum Gewitter. | | |

387.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die abbremsende Kraft wirkt zwischen Eis und Eisstock konstant. Also gilt das Newtonsche Grundgesetz:  Die Beschleunigung muss aus den gegeben Werten berechnet werden. Es gilt:  Damit wird die Kraftgleichung zu:   Die Anfangsgeschwindigkeit erhält man aus: | | |
| Antwort: | Die abbremsende Kraft ist 16 N groß und die Anfangsgeschwindigkeit betrug 10 m/s. | | |

392.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es tritt der Doppler-Effekt auf, und zwar für einen ruhenden Empfänger und einen bewegten Sender:  Die erste Frequenz hört man, wenn sie die Lokomotive entfernt, den zweiten, wenn sie näher kommt. | | |
| Antwort: | Der Fußgänger hört die kommende Lok mit einer Frequenz von 1663 Hz und die davon fahrende Lok mit 1366 Hz. | | |

393.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Es liegt eine negativ beschleunigte Bewegung vor. Die Kraft der Bremstriebwerke erzeugen diese Beschleunigung, also gilt:  Die Beschleunigung ist die Geschwindigkeitsänderung in der gesuchten Zeit t:  Eingesetzt wird aus (1) und (2):  und nach t umgestellt:   b) Der Gesamtweg setzt sich aus dem Bremsweg und den zusätzlichen 100 m zusammen:  Der Bremsweg berechnet sich:  Damit ergibt sich ein Gesamtweg von 260 m. | | |
| Antwort: | Der Bremsvorgang dauert 15,6 s. Er muss 260 m vor der Raumstation eingeleitet werden. | | |

394.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Da das Auto mit konstanter Geschwindigkeit gezogen werden soll, muss die Kraft, die es nach oben zieht genau so groß sein wie die Kraft, die ihn nach unten zieht (Trägheitsgesetz). Damit wird die resultierende Kraft Null und das Auto bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit.  Die nach unten ziehende Kraft ist die Hangabtriebskraft FH    Der Steigungswinkel der Straße ist aber nicht bekannt. Er lässt sich aus der Steigung berechnen.  7% Steigung bedeutet, dass die Straße in 100 m horizontaler Richtung um 7 m nach oben ansteigt.  Der Zusammenhang zwischen den beiden Längen und dem Winkel ist    Für den Winkel erhält man 4° und damit lässt sich die Kraft berechnen: | | |
| b) Der Wagen soll die Geschwindigkeit = 0 haben. Nach dem Trägheitsgesetz muss der dazu wieder kräftefrei sein. Nach unten wirkt die Hangabtriebskraft, die Bremsen müssen eine gleich große Kraft aufbringen.  c) Zusätzlich zu der Kraft aus Aufgabe a) muss jetzt noch eine beschleunigenden Kraft wirken.  d) Es ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (F = konst.) mit der Anfangsgeschwindigkeit 0 und dem Anfangsweg 0, also | | |
| Antwort: | a) Um den Wagen mit konstanter Geschwindigkeit nach oben zu ziehen, ist eine Kraft von 685 N notwendig. b) Damit der Wagen am Abhang stehen bleiben kann, muss ebenfalls eine Bremskraft von 685 N wirken. c) Damit der Wagen den Abhang mit einer Beschleunigung von 1 m/s² hochfahren kann, muss eine Kraft von 1684 N wirken. d) Der Wagen hat auf dem Gipfel eine Geschwindigkeit von 22,8 km/h. | | |

396.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | p |
| Lösung: |  | | |
| Antwort: | Unter der Nadel des Eipickers wirkt ein Druck von 1000 MPa. | | |

401.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Die Zuordnung der Größen zu den Formelzeichen erfolgt so, dass der kleine Kolben der Pumpkolben 1 und der große der Arbeitskolben 2 ist. Der Arbeitskolben soll das Gewicht anheben. In beiden Kolben ist der Druck gleich:    b) Aus der Druckgleichheit an beiden Kolben ergibt sich:   c) An der hydraulischen Anlage verhalten sich die Wege umgekehrt wie die Kräfte: | | |
| d) Goldene Regel der Mechanik: Was man an einer kraftumformenden Einrichtung an Kraft einspart, muss man an Weg zusetzen. Oder: Mit einer kraftumformenden Einrichtung kann keine Arbeit eingespart werden.  Für die hydraulische Anlage bedeutet das, dass die Arbeit am Arbeitskolben und am Pumpenkolben gleich sind.  Nachweis:  Die verrichtete Arbeit ist auf beiden Seiten gleich. Hinweis: Die Lösung von Aufgabe c) setzt die Gleichheit der Arbeiten bereits voraus. | | |
| Antwort: | a) In der hydraulischen Anlage herrscht ein Druck von 1,5 MPa. b) Am Pumpkolben sind 750 N notwendig, um am Arbeitskolben 60 kN zu heben. c) Um den Pumpkolben 2 m zu heben, muss sich der Arbeitskolben um 160 senken. Da das technisch sinnlos wäre, wird der lange Weg über mehrere kurze Wege realisiert. Ein Ventil verhindert das Rückfließen des Öls. | | |

415.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Der senkrechte Wurf lässt sich mit der Gleichung  beschreiben. Diese Gleichung muss nach t umgestellt werden. Dabei wird man sehen, dass eine quadratische Gleichung entsteht.  Das ist die Normalform einer quadratischen Gleichung, die jetzt gelöst wird: | | |
| Antwort: | Es ergeben sich als Lösung zwei Zeiten. Nach 0,3 s passiert der Körper die 3 m Marke beim Hochfliegen, nach 1,7 s fliegt er auf dem Rückweg an der Marke vorbei. | | |

403.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | p |
| Lösung: | Der Druck p ist der Schweredruck in 20 m Tiefe, die Fläche A ist die Fläche des Verschlussdeckels. | | |
| Antwort: | Auf den Deckel wirkt eine Kraft von 55,5 kN. Das entspricht einer Masse von 5,6 t! | | |

426.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: | d = 1,5\*10-2 m tD = 0,003 s | ges.: | t1 h |
| Lösung: | Die Strecke bis zum erreichen der Lichtschranke ist h1 (unterer Rand der Kugel erreicht die Lichtschranke). Die Strecke h2 ist dann h1 + d. | | |
| Antwort: | Die Kugel ist 0,508 s bis zur Lichtschranke unterwegs, sie hat eine Fallstrecke von 1,267 m zurückgelegt. | | |

431.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Das Gas wird von der Geschwindigkeit 0 auf die Ausströmgeschwindigkeit beschleunigt, ändert also seinen Impuls. Es gilt:  Diese Kraft ist notwendig, um das Gas auf diese Geschwindigkeit zu beschleunigen. Nach dem Wechselwirkungsgesetz wirkt diese Kraft nicht nur auf das Gas, sondern in entgegen gesetzter Richtung auf die Sonde, die dadurch ebenfalls beschleunigt. | | |
| Antwort: | Die Kraft beträgt 4,94 kN. | | |

441.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die gesuchte Geschwindigkeit lässt sich über eine Energiebetrachtung bestimmen. Liegt die Kugel am oberen Ende der schiefen Ebene, besitzt sie nur potenzielle Energie. Beim Herabrollen wird diese in kinetische Energie sowie in Rotationsenergie umgewandelt. Die Kugel bewegt sich einmal vorwärts (Ekin) und gleichzeitig rotiert sie (Erot).  Das Trägheitsmoment der Kugel ist:  Das wird eingesetzt:    b) Da ein Vollzylinder ein größeres Trägheitsmoment besitzt, ist die Geschwindigkeit kleiner. | | |

443.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | 1. Masse des Wassers bestimmen, das von der Kugel verdrängt wird = halbes Volumen der Kugel von 30 mm Radius      2. Diese Masse = Masse des Aluminiums mA, aus dem die Hohlkugel besteht (Archimedes) (stimmt nicht ganz, denn da geht es ja um Gewichte, ist hier aber egal)  3. Masse einer Alu-Kugel mit 30 cm Radius berechnen    4. davon die Masse des Alus aus 2 abziehen  5. mit dieser neuen Masse den Radius einer Kugel berechnen  6. Das ist der neue Innenradius, von 30 mm abziehen =  Wandstärke = r2 = 2 mm | | |
| Antwort: | Die Kugel hat eine Wandstärke von 2 mm. | | |

445.   
  
a) Die Kiste besitzt zu Beginn potenzielle Energie (Lageenergie), die sie vollständig in kinetische Energie (Bewegungsenergie) umwandelt. Ansatz: beide Energien sind gleich.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a, t |
| Lösung: | In dieser Gleichung für a fehlt sowohl die Endgeschwindigkeit als auch die Zeit.  Gleichung (2) wird in Gleichung (1) eingesetzt, die vorher noch quadriert wird.    Der Weg s ist bekannt, es fehlt nur noch die Geschwindigkeit. Die erhält man über die Energie.    (4) wird in (3) eingesetzt und man erhält    und eingesetzt    Die Zeit berechnet man mit Gleichung (2) zu 2,86 s. | | |
| Antwort: | Die Kiste wird mit g/4 = 2,45 m/s² beschleunigt und benötigt 2,86 s für die 10 m lange Strecke. | | |

b) Es wird nicht die gesamte potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt. Ein Teil geht als Reibungsenergie (Wärme) verloren. Das heißt, es wird nicht die gesamte Hangabtriebskraft zum Beschleunigen verwendet, sondern ein Teil der Kraft dient zum Überwinden der Reibungskraft.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a, t |
| Lösung: | 1. Berechnung der Endgeschwindigkeit Aus der potenziellen Energie wird kinetische Energie und Reibungsarbeit    Alpha ist der Winkel, unter dem die geneigte Ebene ansteigt  2. Beschleunigung man benutzt Gleichung (3) aus der Lösung a)  3. Zeit  es wird Gleichung (2) aus Lösung a) benutzt | | |
| Antwort: | Die Kiste wird unter Berücksichtigung der Reibung mit 0,55 m/s² beschleunigt und benötigt für die Strecke 6,04 s. | | |

c) Die potenzielle Energie wird in kinetische Energie und in Rotationsenergie umgewandelt.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | a, t | |
| Lösung: | 1. Berechnen der Endgeschwindigkeit    2. Beschleunigung man benutzt Gleichung (3) aus der Lösung a)    3. Zeit  es wird Gleichung (2) aus Lösung a) benutzt | | | Nebenrechnung |
| Antwort: | Die Kugel wird mit 1,75 m/s² beschleunigt und benötigt 3,38 s. | | | |

d) Lösung erfolgt wie in c), nur das Trägheitsmoment wird verändert. Trägheitsmoment Vollzylinder:  
   
Damit erhält man:

|  |  |
| --- | --- |
| Endgeschwindigkeit: |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Beschleunigung: |  |

|  |  |
| --- | --- |
| Zeit: |  |

447.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | a) Der Gesamtbremsweg setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Der Weg sg, der während der Reaktionszeit gleichförmig zurückgelegt wird und dem gleichmäßig negativ beschleunigte eigentliche Bremsweg sb.  Die Zeit tb, die Bremszeit, ist nicht gegeben. Sie kann aber durch    ersetzt werden, da der Bremsvorgang bis zur Endgeschwindigkeit 0 abläuft.   b) Verdoppelt sich die Reaktionszeit, verdoppelt sich auch der in dieser Zeit zurückgelegte Weg, also v1. Damit erhält man einen Bremsweg von 39,5 m, was etwa einer Verlängerung des Gesamtbremsweges um 1/3 entspricht. c) Wird die Geschwindigkeit verdoppelt, verlängert sich bei 0,8 s Reaktionszeit der gleichförmige Teil um den gleichen Betrag wie bei b. Gleichzeitig wird aber auch der eigentliche Bremsweg größer, und zwar um den Faktor 4. Denn es gilt s~v². Der gesamte Bremsweg ist dann 98,1 m lang. Das ist etwa 3 1/3 mal so lang wie der ursprüngliche Weg. | | |
| Antwort: | a) Der gesamte Bremsweg beträgt 29,5 m. b) Der Bremsweg ist 39,5 m lang.  c) Der Bremsweg ist bei doppelter Geschwindigkeit 98,1 m lang. | | |

450.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Damit der Holzkörper mit den Steinen beschwert unter Wasser bleibt, muss die Auftriebskraft höchstens genau so groß wie die Gewichtskraft des gesamten Körpers sein (Archimedisches Prinzip):    Die Auftriebskraft entspricht nach Archimedes der Gewichtskraft des verdrängten Wassers.  Der Körper muss also so groß sein, dass die Gewichtskraft des Wassers, das er durch sein Volumen verdrängt, genau so groß ist wie sein eigenes Gewicht.    Da alle drei Stoffe eine unterschiedliche Dichte haben, also bei gleichem Volumen unterschiedliche Massen, ersetzet man die unbekannten Massen durch Dichte und Volumen.    Damit wird:    Da das Volumen des verdrängten Wassers genau so groß wie das Volumen von Holz und Stein zusammen, kann man schreiben:    Das setzt man ein:    Das Volumen des Holzes lässt sich über dessen Masse und Dichte ausdrücken:      In dieser Gleichung ist nur noch das Volumen der Steine unbekannt. Aber damit lässt sich ja über die bekannte Dichte die gesuchte Masse bestimmen. Die Gleichung muss nach dem Steinvolumen umgestellt werden: | | |
| Jetzt können die Zahlen eingesetzt werden:    Damit lässt sich die Masse der Steine berechnen:    Zur Probe bestimmt man die Gesamtmasse. Sie beträgt 477 kg. Das Volumen von Holz und Steinen ist insgesamt 477 dm³. Damit verdrängt die Konstruktion auch 477 dm³ Wasser, was eine Masse von 477 kg hat. | | |
| Antwort: | Es sind mindestens 177 kg Steine notwendig, damit die Holzkonstruktion untergeht. | | |

453.

|  |  |
| --- | --- |
| Energieerhaltungssatz | Impulserhaltungssatz |
| Die beiden letzten Gleichungen werden jetzt durcheinander geteilt.   nach der 3. binomischen Formel wird daraus:  jetzt hat man eine Aussage über die eine Geschwindigkeit nach dem Stoß. Das ist aber noch nicht das Ende, denn auf der anderen Seite steht noch die zweite Geschwindigkeit nach dem Stoß.  Man geht nun mit der letzten Gleichung in den Impulserhaltungssatz:  Das kann man nun noch mal für die andere Geschwindigkeit machen und erhält dann | |

454.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | v |
| Lösung: | Die gesuchte Geschwindigkeit ist die Bahngeschwindigkeit eines Punktes im Abstand rP von der Erdachse. Der Winkel , die geographische Breite, taucht als Wechselwinkel noch einmal zwischen den Radien rE und rP auf. Damit wird: | |  | |
| Das heißt, Peenemünde liegt 3745 km über der Erdachse. Während einer Erdumdrehung wird dabei ein Weg von  zurückgelegt. Die Geschwindigkeit berechnet sich dann: | | | |
| Antwort: | In Peenemünde erhält eine Rakete eine zusätzliche Geschwindigkeit von 272 m/s. | | | |

455.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Vereinfachung: An Stelle der Gewichtskraft wird die Masse verwendet. Ein Schiff schwimmt, wenn die Masse des verdrängten Wassers (entspricht der Eintauchtiefe) gleich der Masse des Schiffes ist. Es taucht immer so tief ein, bis dieser Gleichgewichtszustand hergestellt ist. Da die Dichte von Salzwasser größer ist als die Dichte von Süßwasser (Hafenwasser), wiegt das gleiche Volumen Salzwasser auch mehr als Süßwasser und das Schiff taucht nicht so tief ein.   Fährt das Schiff in den Hafen, muss es mehr Wasser als im Meer verdrängen, denn die Masse des Schiffes ändert sich ja nicht.  Es gelten folgende Gleichungen: 1. Salzwasser, Schiff beladen:  Masse des Schiffes + Masse der Last = Masse des verdrängten Salzwassers  2. Süßwasser, Schiff entladen:  Masse des Schiffes = Masse des verdrängten Süßwassers 3. Volumen des verdrängten Salzwassers vor dem Entladen = Volumen des verdrängten Süßwassers nach dem Entladen  1.    2.  In den beiden Gleichungen treten das Volumen und die Masse des Schiffes als unbekannte Größen auf. Da das Volumen in beiden Fällen gleich ist, stellt man beide Gleichungen nach V um, setzt sie gleich und berechnet die Masse des Schiffs. | | |
| Antwort: | Das Schiff hat eine Masse von 20000t. | | |

458.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Gesamtweg von 22 km (hin und zurück) muss in fünf Abschnitte zerlegt werden: 10 km mit 60 km/h, 1 km mit 30 km/h, Aufenthalt, 1 km mit 30 km/h und 10 km mit 50 km/h. Für diese Abschnitte werden die Zeiten berechnet:   Die Schwalbe hat für die Flugstrecke 1 min Zeit. Der See ist 500 m entfernt, der Hin- und Rückweg beträgt also 1 km. Die Schwalbe muss mit 60 km/h fliegen, damit sie wieder auf dem selben Platz landen will. | | |
| b) Es muss die Zeit berechnet werden, die das Ende des Zuges braucht, um mit 60 km/h an der Landestelle der Schwalbe anzukommen. Da der Zug 60 m lang ist und die Schwalbe in der Mitte gestartet ist, beträgt der Weg bis zum Ende des Zuges 30 m.  Die Schwalbe hat für den einen Kilometer 2,16 s mehr Zeit. | | |
| Antwort: | a) Der Zug ist nach 31 min wieder am gleichen Ort. Die Schwalbe muss mit 60 km/h fliegen, damit sie wieder auf demselben Platz landen will.  b) Um das Ende des Zuges zu erreichen, muss Iris mit 57,9 km/h fliegen. | | |

459.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | s |
| Lösung: | Die Frage ist, wie viel m vor der Abfahrt kann ich vor dem LKW wieder auf die rechte Spur kommen. Dabei muss der 2 s-Abstand eingehalten werden. Dass heißt, der Sicherheitsabstand zwischen dem LKW und mir muss so groß sein, wie der LKW in 2 s fährt.  Welchen Weg muss ich insgesamt zurücklegen?  Als erstes nimmt man an, dass der LKW steht und ich an ihm mit der Differenzgeschwindigkeit vorbei fahre. Die Differenzgeschwindigkeit beträgt 30 km/h.  Wie groß ist der Weg bei stehendem LKW? Mein Abstand zum LKW vor dem Überholen + die Länge des LKW + die Länge meines Autos + der Abstand LKW - Auto nach dem Überholen. Mein Auto ist 4 m lang. Also:  Wie lange brauche ich dafür mit 30 km/h?  Wie weit fahre ich nun aber wirklich in dieser Zeit?  Der Überholvorgang ist nach 736,7 m abgeschlossen. | | |
| Antwort: | Bis zur Ausfahrt bleiben noch 264 m. | | |

460.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | v |
| Lösung: |  | | |
| Das Öl fließt gleichförmig mit der Geschwindigkeit v.  In einem Stück des Rohres mit der Länge s steckt ein bestimmtes Volumen von Öl. Wenn das Öl vom Ende dieses Stückes bis zum Anfang genau eine Stunde braucht, dann läuft in dieser Stunde genau das Volumen heraus, was in diesem Stück drin war.  Das Volumen, das gefordert ist, ist allgemein die Fläche des Rohrquerschnitts mal die Länge einer Rohrleitung.  In einer Stunde muss das Öl aus 1800 m Rohrleitung herauslaufen. Welche Geschwindigkeit muss es haben, damit es auch das Ende des Stückes bis zum Anfang schafft? Da die Bewegung gleichförmig ist, gitl: | | |
| Antwort: | Das Öl muss mit einer Geschwindigkeit von 1,8 km/h oder 0,5 m/s durch die Rohleitung fließen. | | |

461.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | v |
| Lösung: | Die Bewegung des Punktes verläuft gleichförmig, das heißt, er wird weder schneller noch langsamer. Damit kann die Gleichung für die gleichförmige Bewegung verwendet werden:    Der Weg entspricht dem Umfang eines Kreises mit dem gegebenen Radius:    Der Punkt macht 7200 Umdrehungen in einer Minute. das sind in einer Sekunde: | |  | |
| Damit braucht der Punkt  für einen Umlauf.  Eingesetzt ergibt das | | | |
| Antwort: | Der Punkt hat eine Bahngeschwindigkeit von 122 km/h. | | | |

462.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | t |
| Lösung: | Der Flug der Leuchtkugeln ist ein senkrechter Wurf. Es ist die Zeit in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg gesucht, also nimmt man das Weg-Zeit-Gesetz:  Die Gleichung läßt sich nicht einfach nach t umstellen, da t in zwei Summanden auftaucht und zwar als lineare und als quadratische Größe.  Die Gleichung ist eine quadratische Gleichung und wird dem entsprechend gelöst: 1. Umformen in die Normalform:   2. Auf diese Form wird die bekannte Lösungsvorschrift angewandt und die beiden Zeiten berechnet: | | |
| Antwort: | Die Leuchtkugel kommt zweimal in die Höhe von 3 m: beim Hochfliegen nach 0,37s und beim Runterfliegen nach 1,67 s. | | |

465.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es wird die Zeit gesucht, die im Raumschiff vergeht. Sie ist auf Grund der Zeitdilatation kleiner und berechnet sich mit:  Wie viel Zeit vergeht zwischen den beiden Überflügen? Dazu ist zuerst der Weg zu berechnen. Die Flugbahn ist eine Kreisbahn:    Damit kann nun die neue Zeit berechnet werden:   Die beiden Uhren weichen um   ab. Während dieser Zeit legt das Raumschiff eine Strecke von 0,16 m, also 16 cm zurück. | | |
| Antwort: | Die Uhren weichen um 2⋅ 10-5 s voneinander ab. | | |

466.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Damit der Käfer die Kreisbewegung mitmachen kann, muss er sich mit der dazu notwendigen Radialkraft an der Flügelspitze festkrallen.   Über die Geschwindigkeit ist noch nichts bekannt. Die Bewegung ist aber gleichförmig und Weg und Zeit sind bekannt. Der in 2 s zurückgelegte Weg ist der Umfang des gesamten Windrades:   Damit erhält man die Radialkraft:   Damit muss der Käfer eine Kraft aufbringen, die nicht ganz dem Doppeltem seines Körpergewichtes entspricht. | | |
| Antwort: | Der Käfer muss sich mit 0,016 N festhalten. | | |

467.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | | v |
| Lösung: | Es wird zuerst die Geschwindigkeit v1 berechnet, die die Kugel in der Gleichgewichtslage habe muss, um eine Kreisbewegung durchführen zu können. Die Kugel hat in der Gleichgewichtslage maximale kinetische und keine potentielle Energie. Im oberen Punkt ist die potentielle Energie maximal. Gleichzeitig muss die Kugel aber noch soviel kinetische Energie besitzen, dass die Radialkraft für die Kreisbewegung aufgebracht werden kann.   Punkt 1 ist unten, Punkt 4 oben.  Die Höhe zur Berechnung der potentiellen Energie ist die doppelte Fadenlänge.  Wie groß muss die Geschwindigkeit im oberen Punkt sein? Der Radius der Kreisbahn ist die einfache Fadenlänge.  Die Radialkraft muss gerade so groß wie die Gewichtskraft sein:  Das wird eingesetzt:  Im unteren Punkt muss das Pendel also mit 7,7 m/s lang schwingen, um eine Kreisbewegung ausführen zu können. | | | |
| Wird die Kugel nun um 0,9 m zur Seite ausgelenkt, hat sie bereits eine Höhe, also eine potentielle Energie. Wird sie jetzt in diesem Punkt abgestoßen, hat sie potentielle und kinetische Energie. Die potentielle Energie wird bis zum Durchfliegen der Gleichgewichtslage in kinetische Energie umgewandelt und die muss dann so groß sein wie im ersten Teil der Aufgabe berechnet. Der Startpunkt sei Punkt 3.   In welche Höhe wird die Kugel gehoben, wenn sie 0,9 m zur Seite ausgelenkt wird? | | | |
| Damit ist die Höhe 0,406m und die Geschwindigkeit: | |  | |
| Antwort: | Die Geschwindigkeit beträgt 7,2 m/s. | | | |

468.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Skifahrerin spürt im unteren Teil der Mulde ihre Gewichtskraft sowie die Kraft, die zum Durchfahren der Mulde notwendig ist. Die Fahrt durch die Mulde ist als Kreisbewegung zu sehen. Um eine Kreisbewegung durchzuführen, ist eine Radialkraft notwendig. Diese Kraft wirkt zum Mittelpunkt der Kreisbewegung, hier also nach oben. Die Skifahrerin spürt als Folge davon die Fliehkraft (eine Schein- oder Trägheitskraft), und die zeigt in entgegen gesetzte Richtung, also nach unten.    Auf der Welle wirkt wieder die Gewichtskraft nach unten, die Fliehkraft zeigt jetzt aber nach oben, so dass beide Kräfte subtrahiert werden müssen: | | |
| Antwort: | Am Boden der Mulde spürt die Skifahrerin eine Kraft von 796,5 N, am höchsten Punkt der Welle eine Kraft von 576,9 N. | | |

469.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | F |
| Lösung: | Im unteren Punkt der Bahn wirken auf die Bahn sowohl die Gewichtskraft des Fahrers als auch die Radialkraft, die zum Durchfahren der Bahn notwendig ist.   Über die Geschwindigkeit wird aber keine Aussage gemacht. Da die Bahn halbkreisförmig ist, kann man annehmen, am Startpunkt A geht es senkrecht nach unten, der Fahrer hat also über dem unteren Punkt der Bahn eine Höhe von 2 m. Damit wandelt er beim Abfahren seine potentielle Energie in kinetische Energie um (Energieerhaltung)   Und eingesetzt:   Überraschend: Die Höhe der Bahn spielt für die wirkende Kraft keine Rolle. | | |
| Antwort: | Die Kraft auf die Wand im untersten Punkt beträgt 1913 N. | | |

470.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a)    b)  c) Der Rechenweg ist wie in a) und b) \* mit 20 zusätzlichen Wagen: 0,13 m/s² und 7,8 m/s  \* mit 2 Lokomotiven und 20 Wagen: 0,3 m/s² und 18 m/s  d)  e) Es ist egal, ob eine Lok allein fährt oder zwei gekoppelt sind. Die Geschwindigkeit ändert sich nicht. | | |
| Antwort: | a) Die Beschleunigung beträgt 0,3 m/s². b) Nach einer Minute hat der Zug eine Geschwindigkeit von 65 km/h. c) \* mit 20 zusätzlichen Wagen: 0,13 m/s²  \* mit 2 Lokomotiven und 20 Wagen: 0,36 m/s² d) Nach 0,5 Minuten hat eine einzelne Lok eine Geschwindigkeit von 97,2 km/h. e) Zwei gekoppelte Loks haben die gleiche Geschwindigkeit wie eine einzelne Lok, als auch 97,2 km/h. | | |

472.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Die 5 kg Masse wirken mit einer Gewichtskraft von | | | |
|  | nach unten. Damit das Handtuch in Ruhe bleibt, muss eine gleich große Kraft nach oben wirken. Diese Kraft wird von der Wäscheleine aufgebracht. Durch ein Kräfteparallelogramm erhält man die Kraft, die durch die Leine auf die Haken übertragen wird. Die beiden Kräfte F1 und F2 sind auf Grund der Symmetrie gleich groß und müssen berechnet werden. Der Winkel  beträgt 170°. | |  | |
|  | In der Abbildung entspricht im roten Dreieck die Hypotenuse der gesuchten Kraft, die Ankathede entspricht der halben Gewichtskraft. Damit wird: | |  | |
|  | Eine andere Möglichkeit bietet sich über den Kosinussatz an, der auf das Problem angewandt lautet: | | | |
| Antwort: | Auf jeden Haken wirkt eine Kraft von 281,4 N. Das entspricht einer Masse von 28,7 kg! | | | |

475.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Der Schall muss den Weg zweimal zurücklegen: er bewegt sich zum Berg hin, wird reflektiert und bewegt sich zurück. Die Bewegung erfolgt gleichförmig, also:  Der Berg ist also 1275 m von Christian entfernt. b) Da die Familie einen Kilometer gewandert ist, befinden sie sich jetzt nur noch 275 m vor dem Hang. Damit lässt sich die Zeit für das Echo berechnen:  Das ist die Zeit, die der Schall bis zum Berghang benötigt. Christian hört das Echo also nach 1,6 s.  c) Wie wir aus dem oberen Text wissen, wanderte die Familie von 9.30 Uhr bis 9.45 Uhr genau einen Kilometer, also 1 km in einer viertel Stunde -> 4 Kilometer in einer Stunde.  Die Geschwindigkeit beträgt 4 km/h. | | |
|  | d) 9,45 Uhr waren sie noch 275 km vom Berghang entfernt. Wieviel Zeit benötigen sie mit der in c) berechneten Geschwindigkeit?  Das muss noch in Minuten umgewandelt werden:  Die Familie benötigt bis zum Berghang noch etwa 4 min. Da sie aber 45 Minuten Pause einlegten, errichten sie den Hang um 10.34 Uhr,  e) Die Familie ist um 7.00 Uhr gestartet und erreicht den Berg um 10.34 Uhr. das sind insgesamt 3 Stunden und 34 Minuten. Davon waren 45 Minuten Pause, also beträgt die reine Laufzeit 2 Stunden und 49 Minuten.  In 2 Stunden legten sie 8 Kilometer zurück, wieviel in 49 Minuten? Bei einer Geschwindigkeit von 1 km in 15 Minuten = 1000 m in 15 Minuten sind das in einer Minute 66,7 m. Damit werden in 49 Minuten 3,3 km zurückgelegt. Der Berghang ist vom Startpunkt 8 km + 3,3 km = 11,3 km entfernt. | | |
| Antwort: |  | | |

476.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Es muss der Zusammenhang zwischen der Masse und dem zurückgelegten Weg bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung untersucht werden. Da die Kraft konstant ist, gilt:  Der zurückgelegte Weg ist   und bei Beschleunigung ist  Damit wird die Beschleunigung:  Das setzt man in die erste Gleichung ein:   Die Kraft und die Geschwindigkeit sind bei beiden Fahrten gleich. Damit hängt der Weg nur noch von der Masse ab, und zwar  Mit größerer Masse wird auch der zurückgelegte Weg größer. | | |
| Antwort: | a ist richtig, bei kleiner Masse wird auf einem kürzeren Wegstück die Geschwindigkeit erreicht. | | |

477.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | |  |
| Lösung: | Den Winkel kann man bestimmen, wenn man die beiden Geschwindigkeiten kennt, die die Dachziegel haben, die in y-Richtung als freier Fall und die in x-Richtung als gleichförmige Bewegung.  Zur Berechnung der Geschwindigkeit in y-Richtung benötigt man die Fallzeit. Das ist auch die Zeit, in der die Dachziegel die Entfernung Rüstung - Container zurücklegen müssen und führt zur Geschwindigkeit in x-Richtung.   Damit ergibt sich die Geschwindigkeit in y-Richtung:  Die Geschwindigkeit in x-Richtung:  Aus diesen beiden Geschwindigkeiten lässt sich der Winkel berechnen. | | | |
|  | Die Bewegung des Dachziegels ist die Überlagerung der beiden Bewegungen in x- und in y-Richtung. (Superpositionsprinzip.  Der gesuchte Winkel ist ein Winkel in einem rechtwinkligen Dreieck. Die Hypotenuse ist die resultierende Geschwindigkeit, die beiden Katheden die Geschwindigkeiten in x- und y-Richtung.  Damit ergibt sich:  Die unbekannte resultierende Geschwindigkeit kann mit dem Satz des Pythagoras berechnet werden. | |  | |
|  | Damit ergibt sich   Oder: | | | |
| Antwort: | Der Dachziegel schlägt unter einem Winkel von etwa 80° zum Boden auf. | | | |

478.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | V |
| Lösung: | Die bei Durchmessern von Rohren und Schläuchen übliche Angabe in Zoll muss in cm umgerechnet werden. Es gilt:  Damit hat ein Halbzollschlauch einen Durchmesser von 12,7 mm. Zur Berechnung der Menge, die in einer Minute aus dem Schlauch läuft, muss man die Austrittsgeschwindigkeit wissen. Damit kann berechnet werden, wie viel Meter Schlauch in einer Minute leerlaufen. Über den Durchmesser wird noch die Querschnittsfläche des Schlauches berechnet und damit erhält man das gesuchte Volumen.  Der Flug des Wasserstrahls kann als schräger Wurf betrachtet werden. Da Abwurf- und Auftreffstelle in gleicher Höhe liegen, erreicht man bei einem Abwurfwinkel von 45° die maximale Weite. Die Gleichung zur Beschreibung der Wurfparabel lautet:  In dieser Gleichung sind alle Größen außer die Abwurfgeschwindigkeit bekannt. Also muss nach dieser umgestellt werden. Da die Abwurf- und Auftreffstelle gleich sind, ist y=0. | | |
| Das Wasser spritzt also mit 2,48 m/s oder etwa 8,94 km/s aus dem Schlauch. In einer Minute sind das 149 m Schlauch, die leer laufen. Der Querschnitt des Schlaues ist kreisrund, so dass er sich wir folgt berechnen lässt:  Multipliziert man diese Fläche (in Metern!) mit der Länge der Wassersäule aus der ersten Berechnung, erhält man die Wassermenge, die in einer Minute aus dem Schlauch läuft:  Hinweis: Die Aufgaben lässt sich auch lösen, wenn man die Gleichung für die Wurfweite beim schrägen Wurf verwendet. Sie leitet sich ja aus der allgemeinen Gleichung her. | | |
| Antwort: | In der Minute werden 19 Liter Wasser gepumpt. Das sind in der Stunde etwa 1140 l. Im Prospekt der Pumpe werden 2800 l in einer Stunde versprochen, da ist aber nicht berücksichtigt, dass bei mir der Schlauch eine Länge von 40 m hat. | | |

482.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Nach dem Gesetz von Robert Hook sind bei einer Feder die Kraft und die Auslenkung zueinander proportional. Es gilt also, dass für eine Feder alle Quotienten aus Kraft und Auslenkung gleich sind. Dieser Wert ist die Federkonstante.  Die wirkenden Kräfte sind proportional zur Masse, so dass man auch schreiben kann: | | |
| Antwort: | Um die Feder auf die gewünschte Länge auszudehnen, ist eine Masse von 167 g notwendig. | | |

483.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | a) Wie groß ist die Beschleunigung von A?  Damit kann man die Zeit bis zum Erreichen der Geschwindigkeit von B berechnen:  b) Es müssen die beiden in dieser Zeit zurückgelegten Wege berechnet werden.  Für A (beschleunigte Bewegung):   Für B (gleichförmige Bewegung)  Damit ergibt sich ein Abstand von | | |
| c) Die Berechnung erfolgt wie bei b), an Stelle von 9,7 s es wird jetzt aber 12 s eingesetzt. Damit ergibt sich für B immer noch ein Vorsprung von 100,8 m  d) A überholt B wenn beide den gleichen Weg von der Ampel aus zurückgelegt haben:   Der Weg von A setzt sich aus zwei Teilwegen zusammen: 1. Weg, der in der Beschleunigungsphase zurücklegte wird  2. Weg, der dann bei der Bewegung mit gleichbleibender Geschwindigkeit zurückgelegt wird. Die Zeit für diesen 2 Teil der Bewegung ist die Differenz aus der Gesamtzeit bis zum Überholten und der Zeit, in der A beschleunigt, also den gegebenen 12 s. Mit diesen Überlegungen kann man zuerst die Gesamtzeit bis zum Überholen berechnen:  Damit lässt sich nun der Gesamtweg berechnen: | | |
| Antwort: | a) Nach 9,7 s hat A eine Geschwindigkeit von 80 km/h. b) Zu dem Zeitpunkt, an dem beide Autos die gleiche Geschwindigkeit haben, ist B 107,1 m vor A. c) Am Ende der Beschleunigungsphase ist A noch 100,8 m hinter B. d) Nach 666 m überholt das Auto A das Auto B. | | |

484.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | | | | | ges.: | | | | | |  | | | | |
| Lösung: | a) Da für beide Abschnitte keine direkte Proportionalität zwischen Weg und Zeit vorliegt, können es keine gleichförmigen Bewegungen sein. (Keine lineare Funktion!) Es ist zu prüfen, ob s ~ t² gilt. Dann sind es gleichmäßig beschleunigte Bewegungen. 1. Bewegung  s ist der zurückgelegte Weg. | | | | | | | | | | | | | | | |
| s in m | 0 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | | 0,29 | 0,38 | 0,5 | 0,65 | 0,8 | | 0,98 | 1,15 | 1,4 | 1,55 |
| t in s | 0 | 0,04 | 0,08 | 0,13 | | 0,16 | 0,2 | 0,25 | 0,28 | 0,32 | | 0,36 | 0,4 | 0,42 | 0,48 |
|  | - | 31,2 | 15,6 | 11,8 | | 11,3 | 9,5 | 8 | 8,3 | 7,8 | | 7,6 | 7,2 | 7,9 | 6,7 |
| Die Werte für den vermeintlichen Proportionalitätsfaktor sind nicht konstant. Es ist keine gleichmäßig beschleunigte Bewegung.  Die zweite Bewegung ist eine abbremsende Bewegung, also mit negativer Beschleunigung, bis zum Stillstand. Die s-t-Kurve ist zum Schluss parallel zur t-Achse. Man betrachtet deshalb die Bewegung in umgekehrter Richtung und nimmt an, dass am Ende die Zeit 0 und der zurückgelegte Weg 0 sind. | | | | | | | | | | | | | | | |
| s in m | 0 | 0,02 | 0,05 | 0,1 | | 0,15 | 0,22 | 0,32 | 0,43 | 0,55 | | 0,7 | 0,85 | 1,0 | 1,06 |
| t in s | 0 | 0,03 | 0,08 | 0,12 | | 0,14 | 0,2 | 0,23 | 0,3 | 0,33 | | 0,36 | 0,4 | 0,43 | 0,47 |
|  | - | 22,2 | 8 | 7 | | 7,7 | 5,5 | 6 | 4,8 | 5,1 | | 5,4 | 5,3 | 5,4 | 4,8 |
| Unter Berücksichtigung von Messfehlern und Fehlern beim Ablesen der Werte aus dem Diagramm kann man annehmen, dass diese Bewegung eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ist.  Da s/t² die Hälfte der Beschleunigung darstellt, wäre a in diesem Fall rund 10 m/s². Es könnte sich um einen senkrechten Wurf handeln. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Die erste Bewegung könnte ein freier Fall unter Berücksichtigung der Luftreibung sein. Da beim freien Fall in der ersten halben Sekunde jedoch nur 1,2 m zurückgelegt werden, muss die Bewegung bereits mit einer Anfangsgeschwindigkeit ablaufen, zu erkenne daran, dass die Kurve nicht in der Waagerechten beginnt.  Am Ort Null (unten im Diagramm) ist die Geschwindigkeit an größten. Dort wird aber die Bewegung plötzlich umgekehrt und der Körper bewegt sich wieder zurück.  Das Diagramm könnte also z.B. die Bewegung eines nach unten geworfenen Balls beschreiben, der auf dem Boden aufschlägt und wieder hoch springt. | | | | | | | | | | | | | | | |

485.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: | h |
| Lösung: | Die Anfangstemperatur des Wassers wird mit 10°C angenommen. Es kann aber auch jeder andere Wert zwischen 0°C und z.B. 20°C genommen werden. Am Endergebnis ändert sich dadurch nur wenig.  Die Energie des herabstürzenden Wassers entspricht der potentiellen Energie, die das Wasser in der Höhe h hat. Aus welcher Höhe müsste es fallen, damit es sich selber verdampfen kann. 1. Welche Energie wird benötigt, um Wasser der Masse m von der Anfangstemperatur aus zu verdampfen? Dazu ist Energie notwendig, um \* das Wasser bis zur Siedetemperatur zu erwärmen \* das Wasser zu verdampfen   2. Die Energie des herabstürzenden Wassers:    3. Beide Energie werden gleichgesetzt und nach h umgestellt: | | |
| Antwort: | Das Wasser müsste aus einer Höhe von 269 km nach unten fallen, um die Energie aufzubringen, dass es sich selbst verdampfen kann. Das ist unmöglich. | | |

486.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| geg.: |  | ges.: |  |
| Lösung: | Die Bewegungsgleichung für den schrägen Wurf in x-Richtung (=s) lautet:  und in y-Richtung (=h)  Mit der letzten Gleichung erhält man:  Da in der ersten Gleichung aber der Cosinus gefordert ist, muss man umschreiben: | | |
| Das setzt man in die erste Gleichung ein:  und stellt es nach t um.   Ja, wie weiter? Man wählt jetzt:  und kommt zu einer quadratischen Gleichung:  Nun könnte man das in eine Normalform umwandeln und lösen. Man kann aber auch erst mal Zahlen einsetzen. Das vereinfacht gewaltig:  Das sind aber noch nicht die gesuchten Zeiten. Die Zeiten ergeben sich aus: | | |
| Mit diesen Zeiten kann man über die erste Gleichung die Abschusswinkel berechnen:  Schnell noch die Probe. Wenn alles richtig war, muss sich mit der zweiten Gleichung die Höhe von 20 m berechnen lassen:  Stimmt und fertig. | | |
| Antwort: | Die Kugel kann unter einem Winkel von 77.92° oder von 17,8° abgeschossen werden. | | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | für den Schnellball: |
|  |  |