Einstieg in die Physik

1

In diesem Kapitel...

- Grundlagen von Messungen
- Vereinfachung durch wissenschaftliche Schreibweise
- Umrechnung von Einheiten
- Arbeiten mit Algebra und Trigonometrie

Dieses Kapitel startet mit einer Diskussion grundlegender physikalischer Messungen. In ihrem Kern beruht die Physik zu einem großen Teil auf der Durchführung von Messungen; diese werden dann als Grundlage für Vorhersagen benutzt; daher ist das unser idealer Ausgangspunkt. Darüber hinaus beschäftigen wir uns mit dem Umrechnen von Messergebnissen von einer Einheit in eine andere und zeigen, wie Sie Ihre Mathekenntnisse zur Lösung physikalischer Aufgaben verwenden können.

Das Weltall vermessen

Physik besteht zu einem großen Teil aus der Durchführung von Messungen – damit nimmt die gesamte Physik ihren Anfang. Aus diesem Grund gibt es in der Physik eine Reihe von Maßsystemen wie das MKS-System (Meter, Kilogramm, Sekunde) und das CGS-System (Zentimeter (engl. centimeter), Gramm, Sekunde). In England benutzt man darüber hinaus das englische Standardsystem, das auf »feet«, »pound« und »inches« beruht – das ist das FPI-System (FPI).

In der Physik haben alle Messwerte Einheiten (mit Ausnahme einiger Winkel), wie Meter oder Sekunden. Wenn Sie zum Beispiel messen wollen, mit welcher Geschwindigkeit ein Fußball in das Netz rauscht, müssen Sie die Entfernung in Metern und die Zeit in Sekunden messen.

Tabelle 1-1 zeigt eine Übersicht der Grundeinheiten (und deren Abkürzungen) im MKS-System. (Sie müssen sich nicht bemühen, sich diejenigen zu merken, die Ihnen im Moment noch nicht so vertraut sind; Sie können das später machen, wenn Sie sie brauchen.)

Messgröße	**Einheit**	**Abkürzung**
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
Kraft	Newton	N
Energie	Joule	J
Druck	Pascal	P
Elektrischer Strom	Ampere	A
Magnetismus	Tesla	T
Elektrische Ladung	Coulomb	C

Tabelle 1.1: MKS-Grundeinheiten

Das sind die Maßeinheiten, die Sie kennenlernen werden, wenn Sie in diesem Arbeitsbuch Aufgaben lösen und mathematische Glanzleistungen vollbringen werden. Tabelle 1.2 gibt einen Überblick über die Grundeinheiten des CGS-Systems.

Messgröße	**Einheit**	**Abkürzung**
Länge	Zentimeter	cm
Masse	Gramm	g
Zeit	Sekunde	s
Kraft	Dyn	dyn
Energie	Erg	erg
Druck	Barye	ba
Elektrischer Strom	Biot	Bi
Magnetismus	Gauss	G
Elektrische Ladung	Franklin	Fr

Tabelle 1.2: CGS-Grundeinheiten

Beispiel

Sie sollen die Länge einer Rennstrecke messen und dabei das MKS-System benutzen. In welcher/welchen Einheit(en) wird Ihre Messung erfolgen?

Lösung

Die richtige Antwort ist **Meter**. Die Einheit der Länge im MKS-System ist das Meter.

Aufgabe 1

Sie sollen die Masse einer Murmel bestimmen und dabei das CGS-System verwenden. In welcher/welchen Einheit(en) wird Ihre Messung erfolgen?

Los geht's

Aufgabe 2

Sie sollen die Zeit messen, die der Mond benötigt, um die Erde zu umkreisen, und sollen dabei das MKS-System benutzen. Welche Einheiten verwenden Sie?

Los geht's

Aufgabe 3

Sie müssen die Kraft messen, die ein Reifen auf die Straße ausübt, wenn er sich bewegt. Welche Einheiten verwenden Sie im MKS-System?

Los geht's

Aufgabe 4

Sie sollen die Energie messen, die freigesetzt wird, wenn ein Feuerwerkskörper explodiert. Wie lauten die Einheiten bei Verwendung des CGS-Systems?

Los geht's

Vereinfachung durch wissenschaftliche Schreibweise

Die Physik rechnet mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen. Um damit diesen Größen umzugehen, verwendet man die wissenschaftliche Schreibweise. Dabei werden Zahlen dargestellt, indem man sie mit einer Potenz von 10 multipliziert.

Stellen Sie sich beispielsweise vor, die Masse eines Elektrons im MKS-System zu messen. Sie geben es in eine Waagschale (in Wirklichkeit sind Elektronen zu klein dazu – Sie müssen sehen, wie sie auf magnetische und elektrostatische Kräfte reagieren, wenn Sie ihre Masse bestimmen wollen) und messen das folgende:

0,0000000000000000000000000000091 kg

Was um alles in der Welt ist das? Das sind eine Menge Nullen, und sie machen die Zahl zu unhandlich, um mit ihr zu arbeiten. Glücklicherweise wissen Sie alles über die wissenschaftliche Schreibweise und können die Zahl in die folgende umschreiben:

$9{,}1 \times 10^{-31}$ kg

Das ist 9,1 multipliziert mit einer Potenz von 10, nämlich 10^{-31}. Bei der wissenschaftlichen Schreibweise wird die Zehnerpotenz aus der Zahl herausgezogen und damit so geschrieben, dass man sie leichter benutzen kann. Man schreibt eine Zahl in wissenschaftlicher Schreibweise, indem man die Stellen zählt, die das Komma verschoben werden muss, damit die erste Ziffer links vom Komma steht. Um ein Beispiel zu geben: 0,050 ist $5{,}0 \times 10^{-2}$, da das

Komma zwei Stellen nach rechts verschoben wird, um 5,0 zu erhalten. Dagegen schreibt man die Zahl 500 als $5{,}0 \times 10^2$, weil man das Komma zwei Stellen nach links verschieben muss, um 5,0 zu erhalten.

Versuchen Sie, die folgenden Fragen zur wissenschaftlichen Schreibweise zu lösen:

Beispiel

Wie lautet 0,000037 in wissenschaftlicher Schreibweise?

Lösung

Die richtige Antwort ist $\mathbf{3{,}7 \times 10^{-5}}$. Sie müssen das Komma fünf Stellen nach rechts verschieben um 3,7 zu erhalten.

Aufgabe 5

Wie lautet 0,0043 in wissenschaftlicher Schreibweise?

Los geht's

Aufgabe 6

Wie lautet 430000,0 in wissenschaftlicher Schreibweise?

Los geht's

Aufgabe 7

Wie lautet 0,00000056 in wissenschaftlicher Schreibweise?

Los geht's

Aufgabe 8

Wie lautet 6700,0 in wissenschaftlicher Schreibweise?

Los geht's

Umrechnung von Einheiten

Physikalische Aufgaben verlangen häufig das Umrechnen zwischen verschiedenen Maßeinheiten. Wenn man beispielsweise die Anzahl an Metern misst, die ein Spielzeugauto in drei Sekunden zurücklegt, kann man seine Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde angeben. Gebräuchlicher ist allerdings die Angabe in Kilometern pro Stunde, sodass man zwischen beiden Einheiten umrechnen muss.

Um ein weiteres Beispiel zu geben, stellen Sie sich vor, Sie haben 180 Sekunden – wie viele Minuten sind das? Sie wissen, dass eine Minute 60 Sekunden hat, so sind 180 Sekunden das gleiche wie 3 Minuten.

Hier folgen einige wichtige Umrechnungen zwischen Standardgrößen:

- ✔ 1 m = 100 cm = 1000 mm (Millimeter)
- ✔ 1 km (Kilometer) = 1000 m
- ✔ 1 kg (Kilogramm) = 1000 g (Gramm)
- ✔ 1 N (Newton) = 10^5 dyn
- ✔ 1 J (Joule) = 10^7 erg
- ✔ 1 P (Pascal) = 10 bar

✔ 1 A (Ampere) = 0,1 Bi

✔ 1 T (Tesla) = 10^4 G (Gauss)

✔ 1 C (Coulomb) = $2{,}9979 \times 10^9$ Fr

Der Umrechnungsfaktor zwischen CGS und MKS beträgt meistens 10, also ist das Umrechnen zwischen beiden Systemen einfach. Aber es gibt auch Einheiten, bei denen die Umrechnung nicht so einfach ist.

✔ **Länge:**

- 1 m = 100 cm
- 1 km = 1000 m
- 1 Zoll = 2,54 cm
- 1 Meile = 1,609 km
- 1 Å (Ångström) = 10^{-10} m

✔ **Masse:**

- 1 kg = 1000 g
- 1 u (atomare Masseneinheit, engl. atomic mass unit) = $1{,}6605 \times 10^{-27}$ kg

✔ **Kraft:**

- 1 N = 10^5 dyn

✔ **Energie:**

- 1 J = 10^7 erg
- 1 kWH (Kilowattstunde) = $3{,}6 \times 10^6$ J
- 1 eV (Elektronen Volt) = $1{,}602 \times 10^{-19}$ J

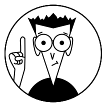
✔ **Leistung:**

- 1 PS (Pferdestärke) = 735,5 W

Weil Umrechnungen in physikalischen Aufgaben so wichtig sind, und weil man sie sehr sorgfältig behandeln muss, gibt es dafür auch einen systematischen Weg: Man multipliziert mit einer Umrechnungskonstante, die gleich eins ist und kürzt die nicht gewünschten Einheiten heraus.

Beispiel

Ein Ball fällt 5 m. Wie viele cm ist er gefallen?



Lösung

Die richtige Antwort lautet: **500 cm**. Um die Umrechnung durchzuführen, stellt man folgende Gleichung auf:

$$5{,}0\ \cancel{\text{m}} \times \frac{100\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{m}}} = 500\ \text{cm}$$

100 cm dividiert durch 1 m ergibt 1, weil 1 m aus 100 cm besteht. In der Gleichung fallen also die Einheiten, die man nicht will – Meter – heraus.

Aufgabe 9

Wie viel cm sind 2,35 m?

Los geht's

Aufgabe 10

Wie viel s sind 1,25 min?

Los geht's

Aufgabe 11

Wie viel Zoll sind 2,0 m?

Los geht's

Aufgabe 12

Wie viel g sind 3,25 kg?

Los geht's

Umrechnung von Entfernungen

Manchmal muss man auch mehrere Umrechnungsschritte durchführen, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten. Demzufolge benötigt man dann auch mehrere Umrechnungsfaktoren. Wenn man beispielsweise von Zoll in Meter umrechnen will, kann man die Tatsache benutzen, dass 1 Zoll 2,54 Zentimeter enthält – aber anschließend muss man Zentimeter in Meter umrechnen, man muss also noch einen zweiten Umrechnungsfaktor benutzen.

Versuchen Sie sich an diesen Beispielfragen, die mehrere Umrechnungsschritte beinhalten.

Beispiel

Wie viel m sind 10 Zoll?

Lösung

Die richtige Antwort lautet: **0,245 m**.

1. 1 Zoll = 2,54 cm, also beginnt man mit dieser Umrechnung und wandelt 10 Zoll in Zentimeter um:

   $$10\ \cancel{\text{Zoll}}\ \frac{2{,}54\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{Zoll}}} = 25{,}4\ \text{cm}$$

2. Mithilfe eines zweiten Umrechnungsfaktors rechnet man 25,4 cm in m um:

   $$10\ \cancel{\text{Zoll}}\ \frac{2{,}54\ \cancel{\text{cm}}}{1\ \cancel{\text{Zoll}}} \times \frac{1\ \text{m}}{100\ \cancel{\text{cm}}} = 0{,}254\ \text{m}$$

Aufgabe 13

Wie viel Meter sind 17 Meilen?

Los geht's

Aufgabe 14

Wie viele cm sind ein km?

Los geht's

Aufgabe 15

Wie viel sind 5 Å in cm?

Los geht's

Aufgabe 16

Wie viel Zoll sind 1 m, wenn
2,54 cm = 1 Zoll sind?

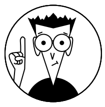
Los geht's

Umrechnung der Zeit

Physikalische Aufgaben erfordern häufig das Umrechnen zwischen verschiedenen Maßeinheiten der Zeit: Sekunden, Minuten, Stunden oder auch Jahren. Das führt zu allerlei Umrechnungen, da Messungen in Physikbüchern gewöhnlich in Sekunden, häufig aber auch in Stunden angegeben werden.

Beispiel

Ein Geländewagen bewegt sich mit $2{,}78 \times 10^{-2}$ km/s. Wie viel km/h sind das?



Lösung

Die richtige Antwort lautet: **100 km/h**.

1. Sie wissen, dass eine min 60 s zählt; daher beginnen Sie, indem Sie von km/s in km/min umrechnen:

   $$2{,}78 \times 10^{-2}\ \frac{\text{km}}{1\ \cancel{\text{s}}} \times \frac{60\ \cancel{\text{s}}}{1\ \text{min}} = 1{,}66\ \text{km/min}$$

2. Weil eine h 60 min enthält, wird das Ergebnis mithilfe eines zweiten Umrechnungsfaktors in km/h umgerechnet:

   $$2{,}78 \times 10^{-2}\ \frac{\text{km}}{1\ \cancel{\text{s}}} \times \frac{60\ \cancel{\text{s}}}{1\ \cancel{\text{min}}} \times \frac{60\ \cancel{\text{min}}}{1\ \text{h}}$$

   $$= 100\ \text{km/h}$$

Aufgabe 17

Wie viele h hat 1 Woche?

Los geht's

Aufgabe 18

Wie viele h hat 1 Jahr?

Los geht's

Beschränkung auf signifikante Stellen

Angenommen, Sie führen Rechnungen mit Ihrem Taschenrechner durch und geben Ihrem Lehrer die Zahl 1,532984529045 als Lösung an, dieser ist aber nicht begeistert über Ihre Antwort. Warum? Weil man in physikalischen Aufgaben signifikante Stellen angibt, um seine Ergebnisse darzustellen. Signifikante Stellen geben die Genauigkeit an, mit der man seine Werte kennt.

Wenn man mit Werten rechnet, die zwei signifikante Stellen haben, so sollte das Ergebnis beispielsweise 1,5 sein, also zwei signifikante Stellen und nicht 1,532984529045 mit 13 Stellen! So funktioniert's: Stellen Sie sich vor, ein Skater bewegt sich in 7,0 Sekunden 10,0 Meter weit. Nun sieht man sich die Zahl der Stellen an: Der erste Wert hat zwei signifikante Stellen, der zweite aber drei. Die Regel beim Multiplizieren und Dividieren von Zahlen ist, dass das Resultat genau die Zahl signifikanter Stellen hat, die der kleinsten Anzahl signifikanter Stellen bei den Ausgangszahlen entspricht. Will man also ausrechnen, wie schnell der Skater sich bewegt hat, teilt man 10,0 durch 7,0, und das Resultat darf nur zwei signifikante Stellen haben – 1,4 Meter pro Sekunde.

Nullen, die nur dazu da sind, einen Wert aufzufüllen, werden nicht als signifikant betrachtet. Die Zahl $3{,}6 \times 10^3$ hat, wie oben erläutert, zwei signifikante Stellen. Im alltäglichen Gebrauch würde man diese Zahl wahrscheinlich als 3600 angeben, also durch das Auffüllen mit Nullen. Trotzdem hat die Zahl nur zwei signifikante Stellen. Verwirrend? Nicht, wenn man die wissenschaftliche Schreibweise benutzt!

Auf der anderen Seite ist die Regel beim Addieren und Subtrahieren, dass die letzte signifikante Stelle im Ergebnis durch die Zahl bestimmt wird, deren letzte signifikante Stelle am weitesten links in der Addition steht. Wie funktioniert das? Hier folgt ein Beispiel:

$$\begin{array}{rrrcrr} & & 5 & , & 1 & \\ + & 1 & 2 & & & \\ + & & 7 & , & 7 & 3 \\ \hline & 2 & 4 & , & 8 & 3 \end{array}$$

Ist das Ergebnis 24,83? Nein, ist es nicht. Die 12 hat keine signifikanten Stellen rechts vom Komma; daher sollte die Antwort auch keine weiteren haben. Das heisst, man sollte den Wert auf 25 aufrunden.

In der Physik erfolgt das Runden von Zahlen genau wie in der Mathematik: Wenn man beispielsweise auf drei Stellen runden will, und die Ziffer der vierten Stelle ist fünf oder darüber, rundet man die dritte Stelle auf. (die folgenden Stellen beachtet man nicht oder ersetzt sie durch Nullen.)

Beispiel

Sie multiplizieren 12,01 mit 9,7. Wie lautet die Antwort, wenn man sie in signifikanten Stellen ausdrücken soll?

Lösung

Die richtige Antwort lautet: **120**.

1. Im Taschenrechner erscheint die Zahl 116,497 als Ergebnis.

2. Das Resultat muss die gleiche Anzahl an signifikanten Stellen haben wie sie der niedrigsten Anzahl der beiden Faktoren entspricht. Das ist zwei (weil 9,7 zwei signifikante Stellen hat), daher muss die Antwort auf 120 gerundet werden.

Aufgabe 19

Was ergibt 19,3 multipliziert mit 26,12 unter Berücksichtigung der signifikanten Stellen?

Los geht's

Aufgabe 20

Wie lautet die Summe aus 7,9, 19 und 5,654 unter Berücksichtigung der signifikanten Stellen?

Los geht's

Auffrischung einiger Algebra-Kenntnisse

So ist es im Leben nun mal: Man benötigt Algebra zur Lösung der meisten physikalischen Aufgaben. Man betrachte beispielsweise die folgende Gleichung, die einen Bezug herstellt zwischen der Strecke s, die jemand zurückgelegt hat, zur Beschleunigung a, die auf ihn wirkt und der Zeit t, die er beschleunigt wird:

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

Nun stelle man sich vor, dass die Physikaufgabe nach der Beschleunigung und nicht nach dem Weg fragt. Man muss also die Gleichung ein wenig umstellen, um sie für die Beschleunigung lösen zu können. Man multipliziert beide Seiten mit 2 und dividiert auf beiden Seiten duch t^2. Dann erhält man:

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

Kürzt man und vertauscht die Seiten, erhält man für a:

$$a = \frac{2 \cdot s}{t^2}$$

So geht's halt mit der Algebra. Alles, was man dabei machen muss, um zu erhalten, was man wissen will, besteht aus dem Auflösen nach den gewünschten Variablen. Dieselbe Methode verwendet man zur Lösung von Physikaufgaben (jedenfalls in den meisten Fällen). Was macht man, wenn man das gleiche Problem für die Zeit t lösen will? Man schreibt die Gleichung auf folgende Weise um:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

Das Lehrreiche an diesem Beispiel ist, dass man alle drei Variablen – Weg, Beschleunigung und Zeit – aus der ursprünglichen Gleichung herausziehen kann. Soll man sich alle drei Fassungen der Gleichung merken? Natürlich nicht. Man kann sich die erste Form merken und mit ein wenig Algebra die anderen ermitteln.

Die folgenden Fragen werden ihre Algebra-Kenntnisse in Anspruch nehmen:

Beispiel

Die Gleichung für die Endgeschwindigkeit v_e lautet: $v_e - v_a = at$. Dabei ist v_a die Anfangsgeschwindigkeit, a die Beschleunigung und t die Zeit. Wie lautet sie für die Beschleunigung?

Lösung

Die richtige Antwort ist **$a = (v_e - v_a)/t$.**

Um sie für a zu lösen, teilt man beide Seiten der Gleichung durch die Zeit t.

Aufgabe 21

Die Gleichung für die potentielle Energie ist $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$. Dabei ist m die Masse, h die Höhe und g die Erdbeschleunigung (Gravitation). Wie lautet sie für h?

Los geht's

Aufgabe 22

Die Gleichung, die die Endgeschwindigkeit v_e in Beziehung zur Anfangsgeschwindigkeit v_a setzt, ist $v_e^2 - v_a^2 = 2as$. Dabei ist a die Beschleunigung und s der Weg. Wie lautet sie für s?

Los geht's

Aufgabe 23

Die Gleichung, die den Weg s zur Beschleunigung a, der Zeit t und der Geschwindigkeit v in Bezug setzt, ist
$s = v_a \cdot t + ½ \cdot a \cdot t^2$. Wie lautet sie für v_a?

Los geht's

Aufgabe 24

Die Gleichung für die kinetische Energie ist $E_{kin} = ½ \cdot m \cdot v^2$. Man löse sie für v, E_{kin} und m sind gegeben.

Los geht's

Auffrischung der Trigonometrie-Kenntnisse

Physikalische Aufgaben erfordern außerdem, einige Trigonometrie-Kenntnisse in der Hinterhand zu haben. Um zu sehen, welche Art von Trigonometrie Sie benötigen, werfen sie einen Blick auf Abbildung 1.1, die ein rechtwinkliges Dreieck zeigt. Die längste Seite ist die Hypothenuse; der Winkel zwischen x und y beträgt 90°.

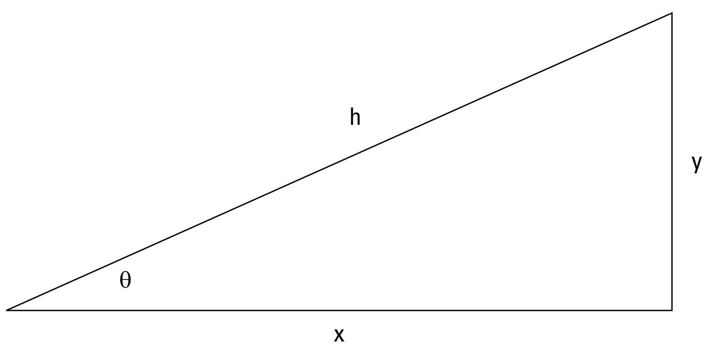


Abbildung 1.1: Ein Dreieck

Um Physikaufgaben lösen zu können, sollte man mit Sinus, Kosinus und Tangens umgehen können. In Abbildung 1.1 erkennt man:

$\sin\theta = y/h$

$\cos\theta = x/h$

$\tan\theta = y/x$

Man kann die Länge einer Seite des Dreiecks berechnen, wenn man eine andere Seite und einen Winkel kennt (außer dem rechten Winkel). So lassen sich die Seiten berechnen:

$x = h \cdot \cos\theta = y/\tan\theta$

$y = h \cdot \sin\theta = x \cdot \tan\theta$

$h = y/\sin\theta = h/\cos\theta$

Hier folgt noch eine Gleichung, der Satz von Pythagoras. Mit seiner Hilfe kann man die Länge der Hypothenuse berechnen, wenn man die anderen beiden Seiten kennt:

$h = \sqrt{x^2 + y^2}$

Aufgabe 25

Die Hypothenuse und der Winkel θ sind gegeben. Wie berechnet sich die Länge von x?

Los geht's

Aufgabe 26

Wenn $x = 3$ und $y = 4$ ist, wie groß ist dann h?

Los geht's

Lösungen der Aufgaben in diesem Kapitel

Hier stehen die Antworten zu den Fragen, die früher in diesem Kapitel gestellt wurden. Man sieht, wie jede Antwort zustande kommt, Schritt für Schritt.

1. **Gramm**

   Die Einheit der Masse im CGS-System ist das Gramm.

2. **Sekunden**

   Die Einheit der Zeit im MKS-System ist die Sekunde.

3. **Newton**

   Die Einheit der Kraft im MKS-System ist das Newton.

4. **Erg**

   Die Einheit der Energie im CGS-System ist erg.

5. **$4{,}3 \times 10^{-3}$**

   Das Komma muss drei Stellen nach rechts verschoben werden.

6. **$4{,}3 \times 10^{5}$**

   Das Komma muss fünf Stellen nach links verschoben werden.

7. **$5{,}6 \times 10^{-7}$**

   Das Komma muss sieben Stellen nach rechts verschoben werden.

8. **$6{,}7 \times 10^{3}$**

   Das Komma muss drei Stellen nach links verschoben werden.

9. **235 cm**

   Umrechnung von 2,35 Metern in Zentimeter:

   $$2{,}35\ \cancel{\text{m}} \times \frac{100\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{m}}} = 235\ \text{cm}$$

10. **75 s**

    Umrechnung von 1,25 Minuten in Sekunden:

    $$1{,}25\ \cancel{\text{min}} \times \frac{60\ \text{s}}{1\ \cancel{\text{min}}} = 75\ \text{s}$$

11. **78,6 Zoll**

    Umrechnung von 2,0 Metern in Zoll:

    $$2{,}0\ \cancel{\text{m}} \times \frac{39{,}3\ \text{Zoll}}{1\ \cancel{\text{m}}} = 78{,}6\ \text{Zoll}$$

12. 3250 g

Umrechnung von 3,25 Kilogramm in Gramm:

$$3{,}25\ \cancel{\text{kg}} \times \frac{1000\ \text{g}}{1\ \cancel{\text{kg}}} = 3250\ \text{g}$$

13. $27{,}4 \times 10^3$ m

Umrechnung von 17 Meilen in Kilometer:

$$17\ \cancel{\text{Meilen}} \times \frac{1{,}609\ \text{km}}{1\ \cancel{\text{Meile}}} = 27{,}4\ \text{km}$$

Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Meter umrechnen:

$$17\ \cancel{\text{Meilen}} \times \frac{1{,}609\ \text{km}}{1\ \cancel{\text{Meile}}} \times \frac{1000\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{km}}} = 27{,}4 \times 10^3\ \text{m}$$

14. $1{,}0 \times 10^{-5}$ km

1. Umrechnung von 1 Zentimeter in Meter:

   $$1\ \cancel{\text{cm}} \times \frac{1\ \cancel{\text{m}}}{100\ \cancel{\text{cm}}} = 1.0 \times 10^{-2}\ \text{m}$$

2. Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Kilometer umrechnen:

   $$1\ \cancel{\text{cm}} \times \frac{1\ \text{m}}{100\ \cancel{\text{cm}}} \times \frac{1\ \text{km}}{1000\ \cancel{\text{m}}} = 1{,}0 \times 10^{-5}\ \text{km}$$

15. 5×10^{-8} cm

1. Umrechnung von 5 Å in Metern:

   $$5{,}0\ \cancel{\text{Å}} \times \frac{10^{-10}\ \text{m}}{1\ \cancel{\text{Å}}} = 5 \times 10^{-10}\ \text{m}$$

2. Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Zentimeter umschreiben:

   $$5{,}0\ \cancel{\text{Å}} \times \frac{10^{-10}\ \cancel{\text{m}}}{1\ \cancel{\text{Å}}} \times \frac{10^{2}\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{m}}} = 5 \times 10^{-8}\ \text{cm}$$

16. 39,3 Zoll

1. Umrechnung von 1 Meter in Zentimeter:

   $$1{,}0\ \cancel{\text{m}} \times \frac{100\ \text{cm}}{1\ \cancel{\text{m}}} = 100\ \text{cm}$$

2. Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Zoll umschreiben:

   $$1{,}0\ \cancel{\text{m}} \times \frac{100\ \cancel{\text{cm}}}{1\ \cancel{\text{m}}} \times \frac{100\ \text{Zoll}}{2{,}54\ \cancel{\text{cm}}} = 39{,}3\ \text{Zoll}$$

17. 168 Stunden

1. Umrechnung von 1 Woche in Tage:

$$1\ \cancel{\text{Woche}} \times \frac{7\ \text{Tage}}{1\ \cancel{\text{Woche}}} = 7\ \text{Tage}$$

2. Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Stunden umschreiben:

$$1\ \cancel{\text{Woche}} \times \frac{7\ \cancel{\text{Tage}}}{1\ \cancel{\text{Woche}}} \times \frac{24\ \text{Stunden}}{1\ \cancel{\text{Tag}}} = 168\ \text{Stunden}$$

18. 8760 Stunden

1. Umrechnung von 1 Jahr in Tage:

$$1\ \cancel{\text{Jahr}} \times \frac{365\ \text{Tage}}{1\ \cancel{\text{Jahr}}} = 365\ \text{Tage}$$

2. Mit einem zweiten Umrechnungsfaktor kann man in Stunden umschreiben:

$$1\ \cancel{\text{Jahr}} \times \frac{365\ \cancel{\text{Tage}}}{1\ \cancel{\text{Jahr}}} \times \frac{24\ \text{Stunden}}{1\ \cancel{\text{Tag}}} = 8760\ \text{Stunden}$$

19. 504

1. Im Taschenrechner erscheint das Produkt 504,116.
2. 19,3 hat drei signifikante Stellen und 26,12 vier, daher müssen in der Antwort drei signifikante Stellen berücksichtigt werden. Darum lautet die Antwort: 504.

20. 33

1. Die Summe ergibt sich wie folgt:

$$\begin{array}{rrrcrrr} & & 7 & , & 9 & & \\ + & 1 & 9 & & & & \\ + & & 5 & , & 6 & 5 & 4 \\ \hline & 3 & 2 & , & 5 & 5 & 4 \end{array}$$

2. Die Zahl 19 hat keine signifikanten Stellen rechts vom Komma, sodass das Ergebnis auf 33 aufgerundet wird.

21. $h = E_{pot}/mg$

Man teilt beide Seiten durch mg.

22. $\frac{v_e^2 - v_a^2}{2a} = s$

Man teilt beide Seiten durch 2a.

23. $\frac{s}{t} - \frac{1}{2}at = v$

1. Man subtrahiert $at^2/2$ von beiden Seiten:

   $$s - \frac{1}{2}at^2 = vt$$

2. Man teilt beide Seiten durch t.

24. $\mathbf{v = \sqrt{\frac{2E_{kin}}{m}}}$

1. Man multipliziert beide Seiten mit 2/m:

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

2. Man zieht die Wurzel.

25. $\mathbf{x = h \cos \theta}$

Man erhält die Antwort aus der Definition des Kosinus.

26. 5

1. Man beginnt mit dem Satz von Pythagoras:

   $$h = \sqrt{x^2 + y^2}$$

2. Man setzt die Zahlen ein und rechnet:

   $$h = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$