



1. Warum der Mond nicht auf die Erde fällt – Mindmap

Was interessiert?



2. Masse

2.1 Eigenschaften von Masse

Aufgabe 1: Welche Eigenschaften beschreibt „Masse“?

Aufgabe 2: Welchem Körper schrieb man in der Wissenschaft bis zum Jahr 2019 die Masse von „1 Kilogramm“ zu?
Lies zur Beantwortung dieser Frage zur Normierung den Informationstext auf der folgenden Seite.





2. Masse

2.2 Vom Urkilogramm zur Neudefinition der Masse (Blatt 1)

In alten Zeiten waren – je nach Land – verschiedene Masseeinheiten gebräuchlich wie beispielsweise Zent, Karat, Lot, Unze, Zentner, Pfund, Zuber.

Zur Überwindung der örtlichen Unterschiede – vor allem bei den Längenmaßen und Gewichten – wurde ausgehend von Frankreich Ende des 18. Jahrhunderts das metrische System eingeführt, das auf dem dafür geschaffenen Urmeter basiert. Auch die Einheit der Größe Masse (früher auch mit Gewicht gleichgesetzt) wurde normiert.

Wie war nun die Masse „1 Kilogramm im metrischen System definiert“?

Diese Normmasse (Referenznormal) – der auch als Urkilogramm bezeichnete Kilogrammprototyp – hatte von 1889 bis 2019 internationale Gültigkeit.

Das Urkilogramm wird in einem Tresor des Internationalen Büros für Maß und Gewicht in Sèvres bei Paris aufbewahrt. Es handelt sich um einen Zylinder von 39 Millimeter Höhe und 39 Millimeter Durchmesser, der aus einer Legierung von 90 % Platin und 10 % Iridium besteht. Dieses Material ist chemisch weitgehend inert, was bedeutet, dass es unter den jeweilig gegebenen Bedingungen mit potenziellen Reaktionspartnern (beispielsweise Luft, Wasser) nicht oder nur in verschwindend geringem Maße reagiert. Der Iridiumanteil führt zu einer gegenüber dem relativ weichen reinen Platin deutlich höheren Härte, was die Bearbeitbarkeit bei der Herstellung verbessert und insbesondere den Abrieb bei Manipulationen verringert.



Nachbildung des Urkilogramms
unter zwei Glasglocken

Staaten, die der Meterkonvention beigetreten sind, konnten nationale Kilogrammprototypen als Kopien des Urkilogramms vom Internationalen Büro für Maß und Gewicht erhalten.

Bei Vergleichen (Nachprüfungen) der nationalen mit dem internationalen Kilogrammprototyp des BIPM, stellte man fest, dass das Urkilogramm im Vergleich zu den Kopien in 100 Jahren um 50 Mikrogramm leichter geworden ist, was etwa der Masse eines Salzkorns entspricht.

Die Forderung nach höherer Genauigkeit führte zu einer Neudefinition des Kilogramms.

Seit Mai 2019 basiert die Definition des der Maßeinheit 1 Kilogramm auf einem zahlenmäßig festgelegten Wert der Planck'schen Konstanten (Fundamentalkonstante) und den Definitionen von Meter und Sekunde.

Fakten auszugsweise entnommen aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kilogramm#Urkilogramm>



2. Masse

2.3 Die Masse und ihre Einheit im Kreuzworträtsel * Für Experten (Blatt 1)

Rätselfragen

1. Bezeichnung (Kurzbezeichnung) der Werte von geometrischen und physikalischen Größen, die einen eindeutigen (meistens international definierten) Wert haben.
2. Fachbegriff für die Wissenschaft des Messens.
3. Veraltetes Maß der Masse.
4. Ein (...) destilliertes Wasser hat die Masse von einem Kilogramm.
5. vereinfachtes technisches Versuchsmodell eines geplanten Produktes oder Bauteils.
6. Vergleichsgegenstand, der bei einer Messung verwendet wird bzw. zur Kalibrierung anderer Messgeräte dient.
7. Wie heißt das Ende des 18. Jahrhunderts zur Überwindung der örtlichen Unterschiede beim Messen eingeführte System, das auf dem Urmeter basiert (Attribut)?
8. Bezeichnung für das Normal der Maßeinheit Kilogramm.
9. Aus welchem Material besteht der internationale Kilogrammprototyp zu 90 Prozent?
10. Chemische Eigenschaft von Substanzen, die unter den jeweilig gegebenen Bedingungen mit potenziellen Reaktionspartnern (beispielsweise Luft, Wasser) nicht oder nur in verschwindend geringem Maße reagieren.
11. Der restliche Anteil von 10 Prozent Iridium bewirkt eine größere (...).
12. Staaten, die der Meterkonvention beigetreten sind, konnten nationale Kilogrammprototypen als (...) des Urkilogramms vom Internationalen Büro für Maß und Gewicht erhalten.
13. Eine bedeutende Naturkonstante, auf welche die aktuelle Definition der Einheit Kilogramm zurückgeführt wird, wurde nach dem Physiker Max (...) benannt.
14. Die experimentelle Vorrichtung mit der eine Relation zwischen dem Planckschen Wirkungsquantum und der Maßeinheit Kilogramm erzeugt werden kann, heißt (...) – Waage.
15. Mit dieser „Waage“ wird neben der elektrischen Spannung auch der (...) gemessen, der zur Erzeugung eines Magnetfeldes für die Kompensation der Gewichtskraft der zu definierenden Masse nötig ist.
16. Das Magnetfeld bei dieser Messvorrichtung wird durch eine stromdurchflossene (...) erzeugt.
17. Abkürzung für das Internationale Einheitensystem.

Logo des Internationalen Büros für Maß und Gewicht





2. Masse

2.4 Körper und ihre Masse – Ein Puzzle (Blatt 1)

Aufgabe 1:

Ordne die Massenangaben passend zu.

1 Liter Luft
Meeresspiegelhöhe, 20 °C

Arbeitsbiene

$5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

bis 2000 kg

bis 2,5 mg

Mücke

Mond

Flusspferd

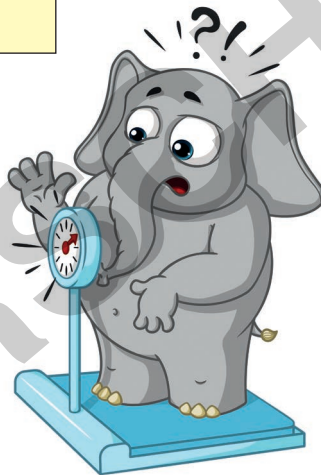
1 kg

bis 250 g

bis 200 t

bis 100 mg

etwa $10^{-6} \mu\text{g}$



Blauwal

Erde

$7,346 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

Apfel



1 Liter Wasser

1,2 g

bis 10 t

Bakterie

Elefant



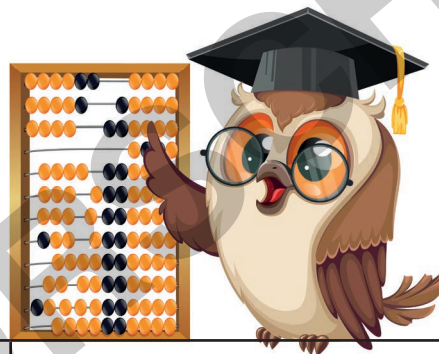
2. Masse

2.5 Umrechnung von Masseeinheiten

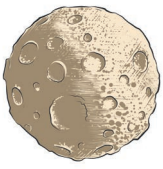
Aufgabe 1: *Rechne die folgenden Massen in Kilogramm um um.
Nutze dazu die Potenzgesetz und die Angaben in der Tabelle unten.*

200 t = _____
 10 t = _____
 250 g = _____
 0,3 g = _____
 100 mg = _____
 2,5 mg = _____
 10^{-12} g = _____

Potenzgesetze
$a^n \cdot a^m = a^{n+m}$ $10^n \cdot 10^m = 10^{n+m}$
$a^n : a^m = a^{n-m}$ $10^n : 10^m = 10^{n-m}$



Gebräuchliche Einheiten der Masse	Umrechnungen in dezimaler Schreibweise	Umrechnungen in Potenzschreibweise
Tonne Kilogramm Gramm Milligramm Mikrogramm	1 t = 1000 kg 1 kg = 1000 g = 1.000.000 mg 1 g = 1000 mg 1 mg = 1000 µg 1 µg	1 t = 10^3 kg 1 kg = 10^3 g = 10^6 mg 1 g = 10^3 mg 1 mg = 10^3 µg 1 µg
Mikrogramm Milligramm Gramm Kilogramm Tonne	1 µg = 0,001 mg 1 mg = 0,001 g = 0,000001 kg 1 g = 0,001 kg 1 kg = 0,001 t 1 t	1 µg = 10^{-3} mg 1 mg = 10^{-3} g = 10^{-6} kg 1 g = 10^{-3} kg 1 kg = 10^{-3} t 1 t



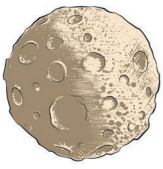
6. Kreuz und quer durch Masse, Kraft und Gravitation

(Blatt 1)

Rätselfragen

1. Welche physikalische Größe ist ein Maß für die Trägheit eines Körpers?
2. Einheit der Masse (Basiseinheit des SI)
3. Vorsatz vor Masse- und Längeneinheiten (Zehntel)
4. Siebzehnter Buchstabe des griechischen Alphabets, Symbol für die Dichte
5. Ein Körper bleibt in Ruhe oder gleichförmiger Bewegung, solange keine (...) auf ihn wirkt.
6. Englisch Wort für Kraft, welches möglicherweise das physikalische Symbol F erklärt
7. Krafteinwirkung kann auch Änderung der (...) von Körpern verursachen
8. Zum Messen von Kräften wird die Ausdehnung einer (...) genutzt.
9. Einheit der Kraft
10. veraltete Krafteinheit
11. Umgangssprachlich für die auf einen Körper wirkende Erdanziehungskraft:
12. Die Gewichtskraft wird als Produkt aus seiner Masse und der (...) -beschleunigung berechnet.
13. Kräfte sind vektorielle Größen, da sie durch Betrag und (...) gekennzeichnet sind.
14. Die Einheit PS ist keine Einheit der Kraft, sondern eine veraltete Einheit der (...).
15. Massenanziehung
16. Die Kräfte, welche zwei Körper aufgrund ihrer Massen aufeinander ausüben, sind zu ihren Massen (...).
17. Die Gravitationskräfte, die zwei Körper wechselseitig aufeinander ausüben, sind umgekehrt proportional zum (...) ihrer Massenmittelpunkte.
18. Dritter Buchstabe des griechischen Alphabets, häufig zur Benennung des Proportionalitätsfaktors im Gravitationsgesetz verwendet:
19. Vorname von Newton, dem Begründer der Gravitationstheorie
20. Gravitationsfelder sind Träger von (...).
21. Einheit der Energie
22. eine andere Bezeichnung für die Leistungseinheit Joule / Sekunde



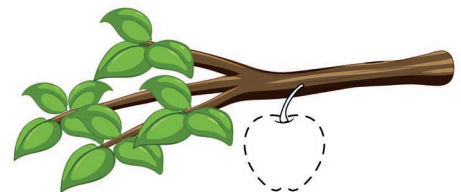


6. Kreuz und quer durch Masse, Kraft und Gravitation

(Blatt 2)

Crossword puzzle grid with numbered starting points:

- 16▶ 13▼
- 7▼ 10▼ 12▼
- 6
- 2
- 17▼ 9
- 21▶ 14▼
- 11
- 15▶ 4▼
- 3▶
- 20▼ 22▼
- 9▶
- 11▶ 4 19▼ 3
- 5▶ 7 8
- 1▼
- 2▼ 18▶
- 1
- 6▶
- 8▶ 10 5



Lösungswort:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----



Lösungen

1. Warum der Mond nicht auf die Erde fällt – Fragekatalog erarbeiten

individuelle Fragen

2. Masse

2.1 Masse und ihre Eigenschaften

Aufgabe 1:

Masse ist **schwer** (bewirkt das Streben der Körper zu fallen).

Masse ist **träge** (setzt der Bewegungsänderung von Körpern Widerstand entgegen).

Aber auch:

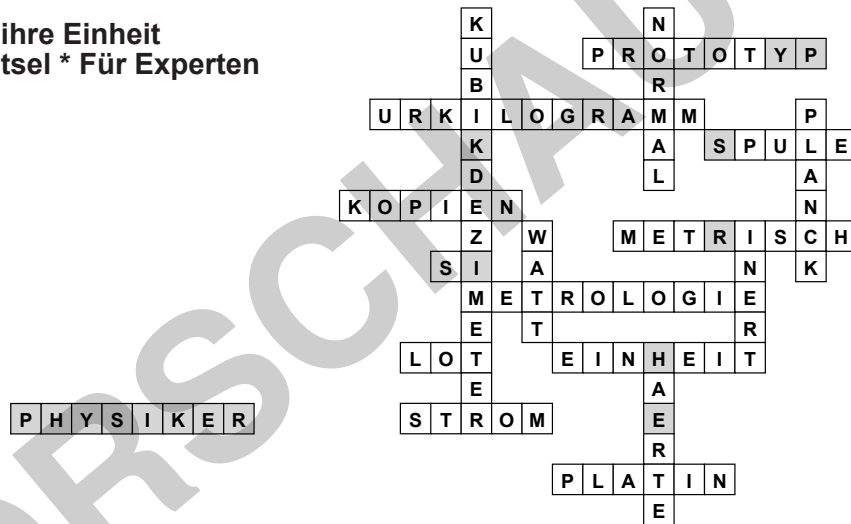
Masse ist eine Eigenschaft der Materie.

Masse hat Volumen (Ausnahme des idealisierten „Massenpunktes“).

Aufgabe 2:

Bis zum Jahr 2019 schieb man einem chemisch beständigen Platin-Iridium-Zylinder, welcher in einem Tresor in Sévres bei Paris aufbewahrt wird, die Normmasse von einem Kilogramm zu. Dieser Kilogrammprototyp wird auch als Urkilogramm bezeichnet.

2.3 Die Masse und ihre Einheit im Kreuzworträtsel * Für Experten



2.4 Körper und ihre Masse – Ein Puzzle

Aufgaben 1 und 2:

Erde	$5,972 \cdot 10^{24}$ kg
Mond	$7,346 \cdot 10^{22}$ kg
Blauwal	bis 200 t
Elefant	bis 10 t
Flusspferd	bis 2000 kg
1 Liter Wasser	1 kg
Apfel	bis 250 g
1 Liter Luft in Meeresspiegelhöhe, 20°C	1,2 g
Arbeitsbiene	bis 100 mg
Mücke	bis 2,5 mg
Bakterie	etwa 10^{-12} g = 10^{-9} mg = 10