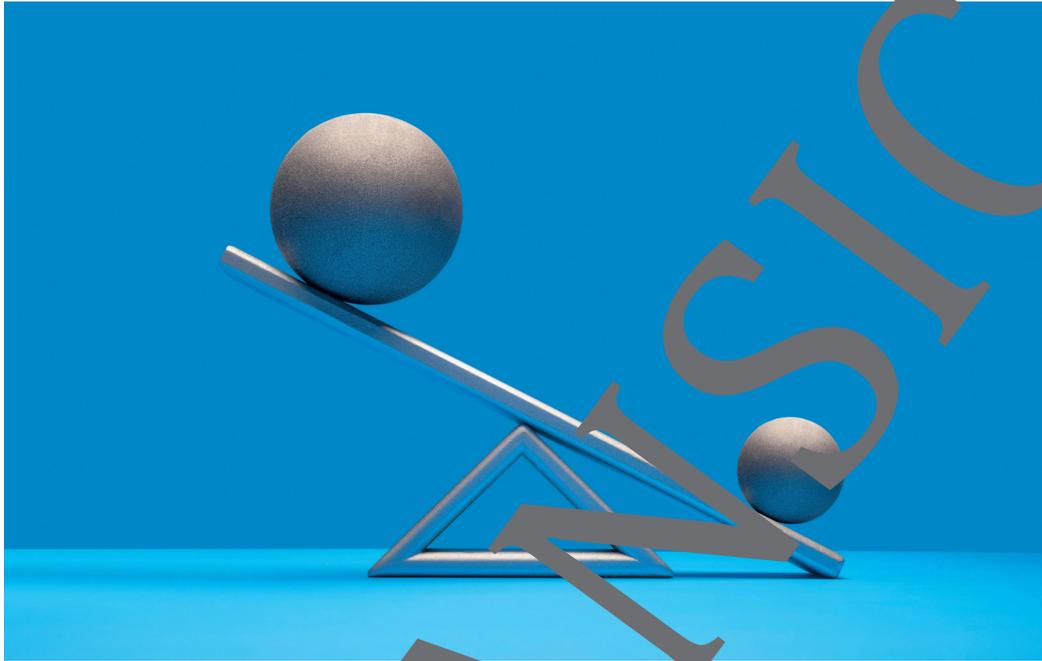


I.B.47

Mechanik

Masse, Volumen und Dichte von Körpern

Maureen Götza



© RAABE 2023

© PM Images/DigitalVision

Wieso ist der eine Körper schwerer als der andere, obwohl beide Körper gleich groß sind? Oder wieso sind beide Körper gleich schwer, obwohl der eine Körper so viel größer ist als der andere? Die Antwort auf beide Fragen ist die Dichte. Die Dichte ist materialspezifisch, weshalb sie unsere Erwartungen gegenüber einem Körper bezüglich Masse oder Volumen ganz schön auf den Kopf stellen kann. In dieser Einheit lernen die Schüler:innen und Schüler die Größen Masse, Volumen und Dichte von einer neuen Seite kennen. Ebenso lernen sie, welchen Einfluss die Temperatur und Aggregatzustände auf die Dichte haben können.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7-8

Dauer: 7 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5)

Kompetenzen: Differenzierung zwischen Masse, Volumen und Dichte, Dichte berechnen, Aggregatzustände erklären und unterscheiden, Methoden zum Messen der Masse und des Volumens anwenden

Thematische Bereiche: Masse, Volumen, Dichte, Einheiten, geometrische Körper, Aggregatzustände

Erste Begegnungen mit den physikalischen Größen Masse und Volumen

M 1

Jeder Gegenstand, den du um dich herum siehst, hat eine Masse und ein Volumen. Viele denken, dass ein Gegenstand, der ein großes Volumen besitzt, auch eine große Masse hat. Das trifft zwar häufig zu, aber stimmt nicht immer. Damit du ein erstes Gefühl für die Größen Masse und Volumen bekommst, sollst du in der folgenden Aufgabe Aussagen über das Volumen und die Masse bestimmter Gegenstände treffen. Falls du dir noch unsicher bist, was die Masse und das Volumen sind, bekommst du hier noch zwei kurze und etwas vereinfachte Definitionen:

Masse und Volumen:

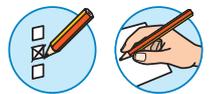
Masse: Die Masse gibt an, wie schwer, leicht oder träge ein Körper ist.

Volumen: Das Volumen gibt an, wie groß ein Gegenstand ist, bzw. wie viel Raum ein Gegenstand einnimmt.

Eine ausführlichere Definition der beiden physikalischen Größen erfolgt in den weiteren Materialien.

Aufgabe

Bestimme, welcher der abgebildeten Körper eine größere Masse und welcher ein größeres Volumen hat. Begründe deine Antwort.



1.	Bild 1	Bild 2
	 <small>Foto: t_kimura/E+</small>	 <small>Foto: ajt/Stock/Getty Images Plus</small>
Größeres Volumen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Größere Masse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Begründung		

Schätzen der Masse und anschließendes Wiegen verschiedener Körper

M 3

Manchmal kann man die Masse eines Körpers aufgrund seines Volumens sehr gut einschätzen. Es gibt jedoch auch Körper aus bestimmten Materialien, die man ganz falsch einschätzt und somit auch die Masse des Körpers ganz falsch einschätzt.

Damit du ein Gespür für die Massen von verschiedenen Körpern bekommst, findest du hier ein paar Beispiele:

Abbildung des Körpers	Masse	Beschreibung
 <p>Foto: Afonkin_Yuriy/iStock/Getty Images Plus</p>	1 kg	Eine haushaltsübliche Packung Mehl wiegt 1 kg und somit 1000 g.
 <p>Foto: Glasshouse Images/The Images Bank</p>	Ca. 200 g	Eine mittelgroße Birne wiegt etwa 200 g.
 <p>Foto: Xacto/E+</p>	1 kg	Eine 1-l-Flasche Wasser wiegt ziemlich genau 1 kg und somit 1000 g.

M 4



Das Volumen – der räumliche Inhalt eines geometrischen Körpers

Das Volumen ist eine physikalische Eigenschaft von Körpern. Es wird durch das Symbol V dargestellt. Das Volumen gibt an, wie viel Raum ein Körper einnimmt. Die Basiseinheit des Volumens ist der Kubikmeter [m^3]. Der Kubikmeter ist das Produkt aus drei Längen, nämlich aus 1 m Breite, 1 m Höhe und 1 m Tiefe. Somit kannst du dir einen Kubikmeter als einen Würfel vorstellen, dessen Kanten alle 1 m lang sind. Merke dir, dass Flächen immer aus zwei Längen berechnet werden und somit die Hochzahl 2 haben, z. B. mm^2 (Quadratmillimeter). Volumen berechnen sich immer aus drei Längen und haben somit immer die Hochzahl 3, z. B. cm^3 (Kubikzentimeter).

Je nach Größe des Volumens kann dieses auch in den Einheiten Kubikmillimeter [mm^3], Kubikzentimeter [cm^3], Kubikdezimeter [dm^3] oder aber auch Kubikkilometer [km^3] angegeben werden. Hier findest du eine kurze Übersicht, wie die genannten Einheiten ineinander umgerechnet werden können:

$$1000 \text{ mm}^3 = 1 \text{ cm}^3$$

$$1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

$$1000 \text{ dm}^3 = 1 \text{ m}^3$$

Du siehst, dass der Umrechnungsfaktor immer 1000 zur nächsten benachbarten Volumeneinheit ist. Von der Einheit Kubikmeter [m^3] haben wir einen Umrechnungsfaktor von 1.000.000.000, da wir hier die nicht ganz so geläufigen Einheiten Dekameter [dam] und Hektometer [hm] überspringen – diesen beiden Einheiten wirst du nur äußerst selten begegnen.

$$1000 \text{ m}^3 = 1 \text{ dam}^3$$

$$1000 \text{ m}^3 = 1 \text{ hm}^3$$

$$1000 \text{ hm}^3 = 1 \text{ km}^3$$

$$1 \cdot 10^9 \text{ m}^3 = 1 \text{ km}^3$$

Das Volumen von flüssigen Materialien wird oft in Milliliter [ml], Zentiliter [cl], Deziliter [dl] oder Liter [l] angegeben. Ein Liter nimmt dabei genauso viel Volumen wie ein Kubikdezimeter ein. Hier findest du eine kurze Übersicht, wie die genannten Einheiten für Flüssigkeiten ineinander umgerechnet werden können:

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cl}$$

$$10 \text{ cl} = 1 \text{ dl}$$

$$10 \text{ dl} = 1 \text{ l}$$

Und zuletzt findest du hier noch eine Übersicht darüber, wie die Einheiten für flüssige und für feste Körper ineinander umgerechnet werden können:

$$1000 \text{ mm}^3 = 1 \text{ ml}$$

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$$

$$10 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cl}$$

$$100 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dl}$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l}$$

Diese ganzen Umrechnungen erscheinen dir auf den ersten Blick wahrscheinlich ganz schön verwirrend. Je mehr du mit den Einheiten rechnest und die Umrechnung in andere Einheiten übst, desto leichter wird dir dies später fallen.



Foto: Jay's place / Moment

M 5



Volumina von bestimmten Körpern in unserem Alltag

Damit du noch ein Gefühl und ein Gespür für das Volumen von bestimmten Körpern bekommen kannst, sind in der folgenden Tabelle drei Beispiele für Volumen aus unserem Alltag gegeben.

Abbildung des Körpers	Volumen	Beschreibung
 <p>Foto: Burke/Triolo Productions/ The Image Bank</p>	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$	Eine handelsübliche Milchpackung enthält 1 l Milch.
 <p>Foto: Lydia Whitmore/DigitalVision</p>	$150 \text{ l} = 0,15 \text{ m}^3$	Ein kleines Kinderplanschbecken umfasst in etwa 150 l Wasser.
 <p>Foto: stillby photographer/DigitalVision</p>	Ca. $0,05 \text{ ml} - 0,5 \text{ ml}$	Es werden etwa 15 bis 20 Regentropfen benötigt, um 1 ml Wasser Volumen zu bekommen. Es gibt jedoch auch sehr große Regentropfen, die bis zu 0,5 ml Volumen umfassen können.
 <p>Foto: Yevgen Romanenko/Moment</p>	Ca. $3,4 \text{ cm}^3$	Ein normaler Spielwürfel hat eine Kantenlänge von 15 mm. Da alle Kantenlängen gleich lang sind, umfasst das Volumen eines Würfels $V = 15 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm}$ $= 3375 \text{ mm}^3 = 3,375 \text{ cm}^3$

Volumenberechnung geometrischer Körper

M 6



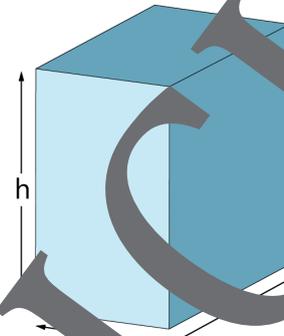
Das Volumen von geometrisch definierten Körpern können wir mithilfe von mathematischen Formeln bestimmen. Du hast vielleicht im Matheunterricht schon das Volumen von geometrischen Körpern bestimmt. Um die Formeln für häufig vorkommende geometrische Körper noch mal aufzufrischen, werden im Folgenden noch mal einige Formeln für die wichtigsten Körper aufgezeigt.

Quader: Der Quader sieht aus wie ein dreidimensionales Rechteck. Wie beim Rechteck wird die Grundfläche durch das Produkt von Breite a mal Länge b berechnet. Beim Quader wird nun noch die Höhe h multipliziert. Somit ergibt sich folgende Formel:

$$V_{\text{Quader}} = a \cdot b \cdot h$$

Beispiel Quader: Ein Quader besitzt die Breite $a = 9 \text{ cm}$, die Länge $b = 4 \text{ cm}$ und die Höhe $h = 12 \text{ cm}$. Das Volumen berechnet sich zu:

$$V_{\text{Quader}} = a \cdot b \cdot h = 9 \text{ cm} \cdot 4 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm} = 432 \text{ cm}^3$$

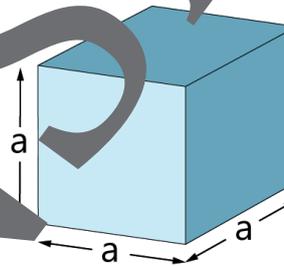


Skizzen: Alexander Friedrich

Würfel: Der Würfel ist eine Sonderform des Quaders, bei dem die Breite, die Länge und die Höhe gleich groß sind. Somit ergibt sich für $a = b = c$ folgende Formel: $V_{\text{Würfel}} = a \cdot a \cdot a = a^3$

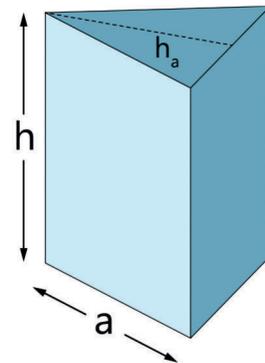
Beispiel Würfel: Ein Würfel besitzt die Breite, Länge und Höhe von $a = b = c = 5 \text{ m}$. Das Volumen berechnet sich zu:

$$V_{\text{Würfel}} = a \cdot a \cdot a = (5 \text{ cm})^3 = 125 \text{ cm}^3$$



Dreiecksprisma: Bei einem Prisma mit Dreieck als Grundfläche ist das Volumen das Produkt aus Grundfläche multipliziert mit der Höhe h . Die Grundfläche eines Dreiecks berechnet sich aus einer Seitenlänge a des Dreiecks und der senkrechten Seitenlänge a aufgestellten Höhe h_a des Dreiecks, geteilt durch den Faktor 2: $G = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h_a$. Die Formel

für das Volumen lautet somit: $V_{\text{Dreiecksprisma}} = G \cdot h = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h_a \cdot h$



Beispiel Dreiecksprisma: Ein Dreiecksprisma besitzt die Seitenlänge $a = 80 \text{ mm}$, die aufgestellte Höhe des Dreiecks der Grundfläche $h_a = 50 \text{ mm}$ und die Höhe $h = 90 \text{ mm}$. Das Volumen berechnet sich zu:

$$V_{\text{Dreiecksprisma}} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h_a \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 80 \text{ mm} \cdot 50 \text{ mm} \cdot 90 \text{ mm} = 180.000 \text{ mm}^3 \cdot \left(\frac{1 \text{ cm}^3}{1000 \text{ mm}^3} \right) = 180 \text{ cm}^3$$

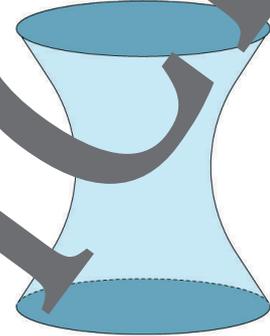
M 7



Volumenbestimmung von geometrisch undefinierten Körpern

Das Volumen kann auf unterschiedliche Arten gemessen werden. Handelt es sich bei dem Körper um einen festen Körper, der eine bekannte geometrische Form aufweist, können die entsprechenden Längen mit einem Längenmessgerät (z. B. Lineal) gemessen werden. Das Volumen kann mithilfe von Formeln durch die gemessenen Längen berechnet werden. Manchmal besteht ein Körper auch aus mehreren geometrischen Formen. In diesem Fall können die geometrischen Formen einzeln ausgerechnet und anschließend addiert werden.

Handelt es sich bei dem Körper um eine **Flüssigkeit**, kann die Flüssigkeit in einem Messbecher gegeben werden, der uns anzeigt, wie viel Volumen die Flüssigkeit umfasst. Für Flüssigkeiten gibt es auch sogenannte Durchflusszähler. Diese können bei fließenden Flüssigkeiten messen, wie viel Volumen von der Flüssigkeit schon an dem Durchflusszähler vorbeigeflossen ist. Möchtest du das **Volumen eines festen Körpers** messen, dessen Form du nicht über eine oder mehrere bekannten geometrischen Formen berechnen kannst, benötigst du einen Messbecher mit einem bekannten Volumen an Flüssigkeit. Anschließend tauchst du den festen Körper in die Flüssigkeit ein und überprüfst, um wie viel Volumen die Flüssigkeit in deinem Messbecher gestiegen ist. Aus der Differenz der beiden abgelesenen Volumens ergibt sich das Volumen des festen Körpers. Dieses Vorgehen kann auch zur Bestimmung von flüssigen Körpern verwendet werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Flüssigkeit sich mit dem Wasser mischen wird und dadurch weder der Versuch wiederholt werden kann, noch die Flüssigkeit anschließend von dem Wasser wieder getrennt werden kann.



Skizze: Alexander Friedrich



Schülerversuch: Volumenbestimmung eines geometrisch undefinierten festen Körpers

Vorbereitung: 5 min Durchführung: 10 min Auswertung: 5 min

Das benötigst du:

- Messbecher
- Wasser
- Körper mit geometrisch unbestimmter Form

Vorgehensweise zur Durchführung:

1. Fülle den Messbecher mit so viel Wasser, dass ein Körper, dessen Volumen du bestimmen möchtest, komplett in das Wasser eintauchen würde.
2. Lies am Messbecher ab, wie viel Wasser sich in diesem befindet, und notiere dir den Wert in der unten stehenden Tabelle. Achtung: Der Messbecher muss dafür gerade stehen und das Wasser darf sich nicht bewegen.
3. Tauche nun vorsichtig den Körper in den Messbecher ein, sodass dieser komplett von Wasser umgeben ist. Achtung: Beim Eintauchen des Körpers darf kein Wasser aus dem Messbecher entweichen.
4. Lies am Messbecher ab, bis zu welchem Strich nun das Wasser reicht, und notiere dir den Wert in der unten stehenden Tabelle. Achtung: Der Messbecher muss dafür gerade stehen und das Wasser und der Körper dürfen sich nicht bewegen.
5. Wiederhole das beschriebene Vorgehen mit einem anderen Körper.

Aufgaben zur physikalischen Größe Dichte

M 9



Aufgabe 1

Nils möchte die Dichte von Aluminium bestimmen. Seine Aluminiumprobe hat eine Masse $m = 27 \text{ g}$ und ein Volumen $V = 10 \text{ cm}^3$. Bestimme die Dichte von Nils' Aluminiumprobe.

Aufgabe 2

Magda hat ein ihr unbekanntes Material, von dem sie die Dichte bestimmen möchte. Dafür bestimmt sie die Masse $m = 0,042 \text{ kg}$ und das Volumen $V = 4000 \text{ mm}^3$ für ihre Probe. Bestimme die Dichte von Magdas Material in der Einheit g/cm^3 . Nutze zur Unterstützung die in M 8 gegebene Tabelle für Materialdichten.

Aufgabe 3

Berechne die Masse der Luft in eurem Klassenzimmer. Wenn euer Klassenzimmer rechteckig ist, kannst du mithilfe der Formel für einen Quader das Volumen eures Klassenzimmers berechnen. (Tipp: Falls ihr kein Maßband bei euch im Klassenzimmer habt, könnt ihr die Breite, Länge und Höhe eures Klassenzimmers auch schätzen. Zur Vereinfachung kannst du die Dichte der Luft mit $\rho = 0,001 \text{ g/cm}^3$ annehmen.)



Foto: Willie B. Thomas/DigitalVision

Aufgabe 4

Berechne das Volumen von

- 120 g Gold
- 1,9 kg Wasser
- 100 g Eisen
- 6,0 kg Styropor
- 10.500 g Sand



Foto: studiocasper/iStock/Getty Images Plus,
rechts: Vinai_Tepsuttinun/iStock/Getty Images Plus

Aufgabe 5

Monika hat zwei Materialien vor sich liegen. Beide haben die Form einer Pyramide mit rechteckiger Grundfläche. Material 1 hat eine Breite von 9 cm, eine Länge von 6 cm und eine Höhe von 5 cm. Material 2 hat eine Breite von 9 cm, eine Länge von 6 cm und eine Höhe von 6 cm. Mithilfe einer Waage misst Monika für das Material 1 eine Masse von 540 g und für das Material 2 eine Masse von 624 g. Begründe, welches der beiden Materialien die größere Dichte besitzt.

M 10



Die Dichte bei verschiedenen Aggregatzuständen

Das Volumen eines Körpers verändert sich bei verschiedenen Aggregatzuständen. Da die Masse bei verschiedenen Aggregatzuständen unberührt bleibt, ändert sich durch die Volumenänderung auch die Dichte eines Körpers. Bevor wir aber das Volumen und die Dichte bei verschiedenen Aggregatzuständen näher betrachten, schauen wir uns erst die Aggregatzustände genauer an.

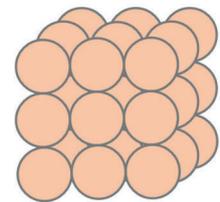
Es gibt drei Aggregatzustände: fest, flüssig und gasförmig. Ein Körper liegt immer in einem der drei Aggregatzustände vor.



Mittlerweile gibt es noch einen vierten Aggregatzustand, dieser wird Plasmazustand oder auch einfach nur Plasma genannt. Da dieser Aggregatzustand jedoch sehr speziell ist und nicht immer als vierter Aggregatzustand bezeichnet wird, werden wir diesen hier nicht weiter betrachten. Die drei klassischen Aggregatzustände sind die drei oben vorgestellten Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig.

Um die verschiedenen Aggregatzustände zu erklären und zu verstehen, wird das Teilchenmodell aus der Chemie angewandt. Bei dem Teilchenmodell wird davon ausgegangen, dass ein Körper aus vielen kleinen und gleichen Teilchen besteht. Die Teilchen zweier verschiedener Körper können sich in ihrer Masse und ihrem Volumen unterscheiden. Im Teilchenmodell schauen wir uns die drei Aggregatzustände näher an:

Fest: Bei einem festen Körper kann normalerweise weder die Form noch das Volumen geändert werden. Das liegt daran, dass die Teilchen des Körpers eine feste Anordnung haben und sich nicht groß bewegen können. Man spricht auch davon, dass die Teilchen gitterförmig angeordnet sind und sich nur minimal um ihre Gitterposition bewegen können. Die Teilchen sind im festen Aggregatzustand untereinander verbunden.



Skizzen: Maureen Götz

Flüssig: Bei einem flüssigen Körper, also einer Flüssigkeit, können sich die Teilchen aus ihrer Gitterstruktur heraus bewegen. Die Teilchen verschieben sich gegenseitig, wodurch sie mehr Platz benötigen als in der festen Gitterstruktur. Aus diesem Grund ist das Volumen eines Körpers in dem Aggregatzustand flüssig normalerweise größer, als wenn dieser fest ist. Je höher die Temperatur einer Flüssigkeit, desto schneller bewegen sich die Teilchen. Die Teilchen sind bei einer Flüssigkeit noch trotz dem noch verbunden, sie können sich nicht voneinander lösen, lediglich den Abstand zueinander etwas vergrößern.

M 11



Teste dein Wissen zum Thema Dichte!

Wir haben vieles über die Masse, das Volumen und die Dichte gelernt. Um dein Wissen zu den Themen zu testen, führe die folgende Lernerfolgskontrolle durch. Versuche dabei nicht nochmal auf die Arbeitsblätter zu dem Thema zu schauen. Bei den Multiple-Choice-Fragen können auch mehrere Antworten richtig sein.

1. **Wie kann die Masse definiert werden?**
 - a) Die Masse gibt an, wie schwer ein Körper ist.
 - b) Die Masse gibt an, wie träge ein Körper ist.
 - c) Die Masse gibt an, wie viel Raum ein Körper einnimmt.
 - d) Die Masse gibt an, wie viel Energie ein Körper enthält.

2. **Was bedeutet der Aggregatzustand fest?**
 - a) Im Teilchenmodell sind die Teilchen in einer dreidimensionalen Struktur angeordnet.
 - b) Im Teilchenmodell haben die Teilchen eine feste Position.
 - c) Es kann normalerweise weder die Form noch das Volumen geändert werden.
 - d) Im Teilchenmodell sind die Teilchen untereinander verbunden.

3. **In welchen Einheiten kann die Dichte angegeben werden?**
 - a) l/m^3
 - b) m^3/kg
 - c) g/cm^3
 - d) kg/mm^2

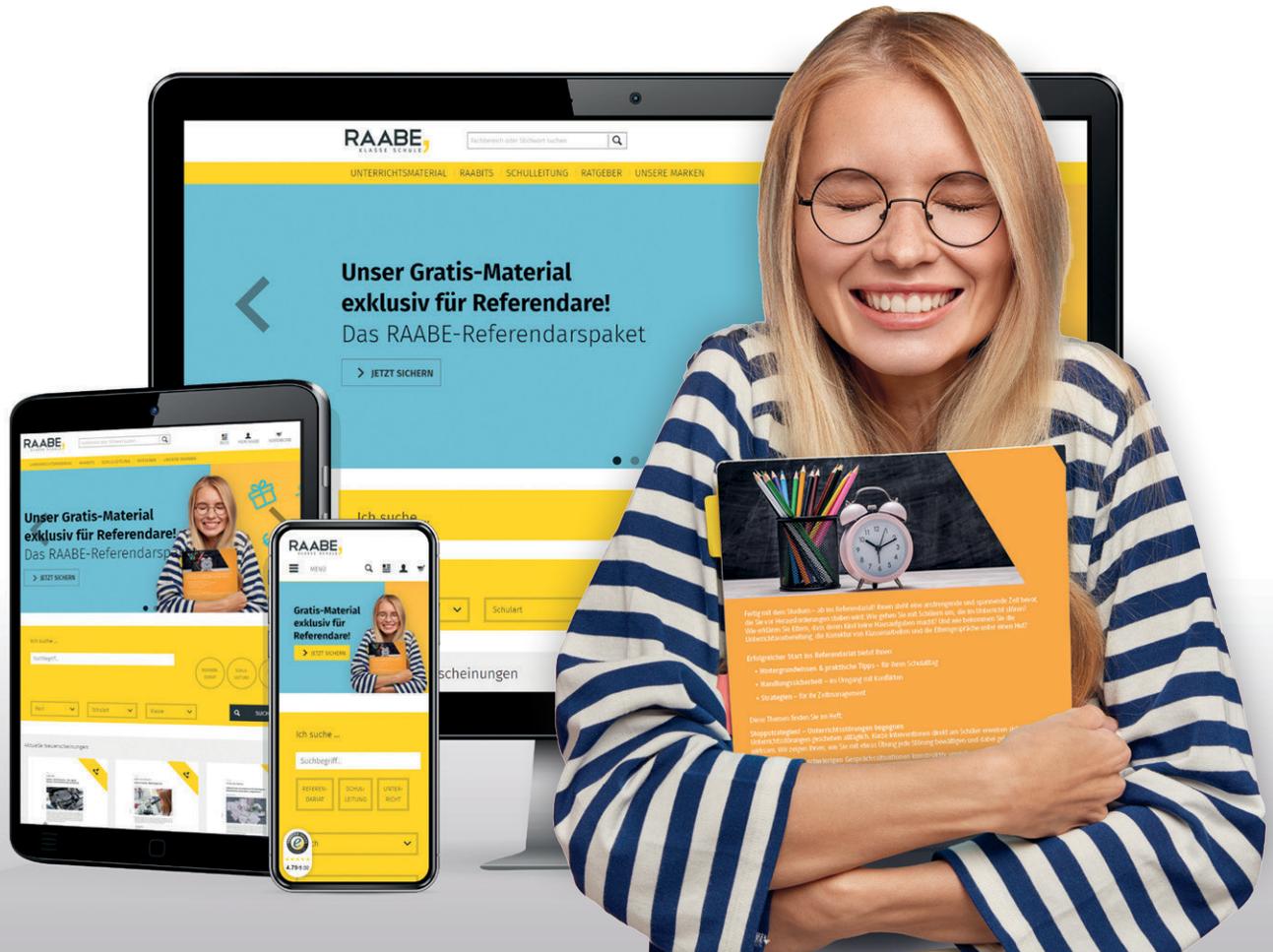
4. **Welche Aussagen in Bezug auf die Dichten bei verschiedenen Aggregatzuständen sind richtig?**
 - a) Die Dichte eines Körpers ist im flüssigen Zustand größer als im festen Zustand.
 - b) Die Dichte eines Körpers ist im gasförmigen Zustand größer als im flüssigen Zustand.
 - c) Die Dichte eines Körpers ist im gasförmigen Zustand kleiner als im festen Zustand.
 - d) Die Dichte eines Körpers ist im gasförmigen und flüssigen Zustand gleich groß.

5. **In welcher Einheit kann die Masse eines Körpers angegeben werden?**
 - a) In Kilogramm
 - b) In Gramm
 - c) In Kubikmeter
 - d) In Milligramm

6. **Wie ist die Formel der Dichte?**
 - a) $\rho = m \cdot V$
 - b) Die Dichte ist gleich der Masse geteilt durch das Volumen eines Körpers.
 - c) Die Dichte ist gleich dem Volumen geteilt durch die Masse eines Körpers.
 - d) $\rho = m/V$

Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de