



Masse

Die Masse beschreibt, wie leicht bzw. schwer und wie träge ein Körper ist.

Was ist ein Planet?

Die drei Eigenschaften von Planeten

1. Planeten laufen auf einer eigenen Umlaufbahn um einen Stern.
2. Planeten haben genug Masse, um durch ihre Schwerkraft eine kugelförmige Gestalt einzunehmen.
3. Planeten sind auf ihrer Umlaufbahn dominierend.

Himmelskörper, welche die erste und zweite Eigenschaft erfüllen, die dritte Eigenschaft aber **nicht** erfüllen, nennen wir **Zwergplaneten**.

Bei den Planeten kennen wir:

- **Erdähnliche Planeten**
- **Gasriesen**

Aufgabe 1

Scanne den QR-Code. Ordne mit Hilfe der Quelle (Max-Planck-Institut) die folgenden Himmelskörper ihrer „Planeten-Art“ zu, indem du sie miteinander verbindest.

Mars

Merkur

Mond

Erde

Saturn

Uranus

Pluto

Venus

Jupiter

erdähnlich

Gasriese

Zwergplanet



Was ist ein Stern?

Aufgabe 2

Scanne den QR-Code und schaue dir das Video an. Fülle anschließend den Lückentext mit den Wörtern aus der Wörterliste aus.

Sterne

Ein Stern entsteht durch das immer weitere Verdichten von Gaswolken. Sterne sind _____ Körper. Sie sind sehr schwer, wodurch sie das Zentrum eines _____ sind. Auch unsere _____ ist ein Stern.

Sterne existieren in verschiedenen _____. Es gibt gelbe _____, weiße _____ und rote _____. Auch die Temperatur der Sterne unterscheidet sich. Sie liegt zwischen wenigen Tausend Grad Celsius (°C) und mehreren Millionen Grad Celsius (°C).

Sterne bestehen zum größten Teil aus _____ und _____.

Im Inneren des Sternes kommt es zur _____.

Dabei verschmelzen Wasserstoffatome und werden zu Helium. Dadurch erzeugt der Stern _____, die er abstrahlt (z. B. Licht und Wärme).

Irgendwann ist der Wasserstoff eines Sterns aufgebraucht. Dies ist das _____ eines Sternes. Der Stern fusioniert nun vor allem schwere Elemente und bläht sich zu einem roten Riesen auf.

Daraufhin kann der Stern in einer _____ explodieren oder er

_____ zum weißen Zwerg oder wird zu einem _____

_____. Aus dem entstandenen _____ können wieder neue Sterne entstehen.



Wörterliste:

- Ende
- Energie
- Gas
- Größen und Farben
- Hauptreihensterne
- Helium
- Kernfusion
- kollabiert
- kugelförmige
- Riesen
- schwarzen Loch
- Sonne
- Sternensystems
- Supernova
- Wasserstoff
- Zwerge



Wusstest du schon?

Je größer ein Stern ist, desto kürzer ist seine Lebensdauer, da ein größerer Stern mehr Energie verbraucht.

Wie misst man Entfernungen ohne ein Maßband?

Der Daumensprung

Um Entfernungen zu schätzen, kann man die *Daumensprung*-Methode verwenden. Bei dieser Methode wird die Entfernung eines Objektes „über den Daumen gepeilt“. Dabei werden die folgenden Schritte angewendet:

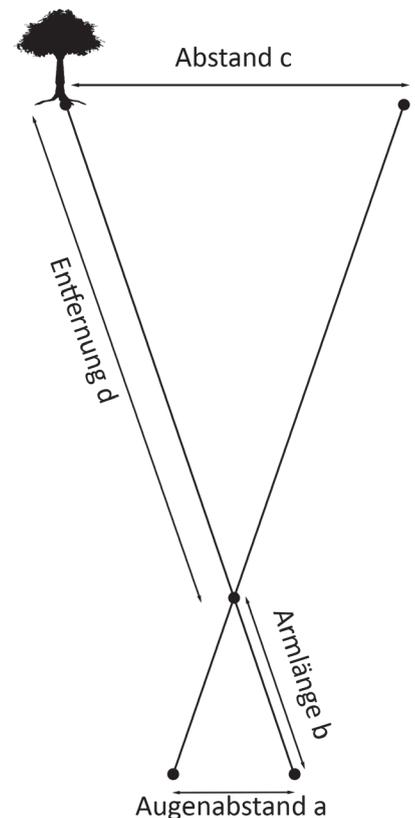
1. Strecke einen Arm lang aus und zeige mit der Faust auf das Zielobjekt.
2. Stelle nun den Daumen nach oben auf und schließe das *linke* Auge. Das Objekt sollte sich direkt hinter dem Daumen befinden.
3. Schließe das *rechte* Auge und öffne das *linke* Auge.
4. Der Daumen zeigt nun auf eine Stelle rechts neben dem Zielobjekt.
5. Schätze nun den scheinbaren **horizontalen Abstand (Daumensprung)** zwischen *dem entfernt liegenden Zielobjekt* und *dem nahe stehenden Daumen*. Nutze dabei Erfahrungs- oder Vergleichswerte wie die Länge eines Autos oder die Breite eines Hauses.

$$\text{Entfernung} = 10 \cdot \text{Abstand}$$

Wieso kann man so rechnen?

Die Formel für die Entfernung entsteht durch den Strahlensatz. In der Zeichnung siehst du vier Strecken. Im Schnittpunkt der Geraden befindet sich der Daumen.

- **a** ist der *Augenabstand*
- **b** ist die *Länge deines Armes*
- **c** ist der geschätzte *Abstand (Daumensprung)*
- **d** ist die *Entfernung vom Daumen zum Ziel*



Durch den *Strahlensatz* kann das Verhältnis der Strecken zueinander beschrieben werden:

$$\frac{\text{Armlänge } b}{\text{Augenabstand } a} = \frac{\text{Entfernung } d}{\text{Abstand } c}$$

Für das Verhältnis $\frac{b}{a}$ von Armlänge zu Augenabstand kann man ungefähr den Wert 10 annehmen. Es folgt:

$$10 = \frac{d}{c}$$

Wenn wir auf beiden Seiten mit **c** multiplizieren, erhalten wir die Formel für die Entfernung **d**:

$$10 \cdot c = \frac{d}{c} \cdot c \quad \boxed{10 \cdot c = d}$$

Strahlensatz:
Zwei ähnliche Dreiecke seien gegeben. Die Abschnitte der Strahlen verhalten sich im gleichen Verhältnis zueinander:

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$

Aufgabe 3

Anton führt für einen entfernten Baum die Daumensprung-Methode durch. Er schätzt den Abstand c zwischen Baum und Daumen auf 7 Meter.

Berechne die Entfernung d zwischen Antons Daumen und dem Baum.

Aufgabe 4

Entscheidet euch mit der Klasse gemeinsam für 3 Entfernungen, die gemessen werden sollen (z.B. auf dem Schulhof).

Tragt die Namen der Zielobjekte in die erste Spalte der Tabelle von Aufgabe 5 ein.

Aufgabe 5

Teilt euch in 2er-Gruppen auf. Wendet in eurer Gruppe die Daumensprung-Methode an und ergänzt die fehlenden Einträge in der Tabelle.

Zielobjekt	Abstand c	Entfernung d

Aufgabe 6

Vergleicht eure Ergebnisse mit denen der anderen Gruppen.

Was fällt auf? Diskutiert euren Vergleich kritisch.



Wie misst man Entfernungen im Weltraum?

Die Astronomische Einheit AE

Die Astronomische Einheit beschreibt den mittleren Abstand der Erde zur Sonne. Da sich die Erde nicht auf einer Kreisbahn befindet, sondern auf einer Ellipse um die Sonne kreist, wird der Abstand gemittelt. Die Entfernung wird dann in AE angegeben:

$$1 \text{ AE} = 149\,597\,870\,700 \text{ m} \approx 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Aufgabe 7

Vervollständige die Tabelle, indem du die Entfernungen in die fehlende Einheit umrechnest.

Strecke (minimal)	in km	in AE
Erde ↔ Mars	$55,7 \cdot 10^6$	$\frac{55,7 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^8} \approx 0,37$
Erde ↔ Saturn		13,3
Erde ↔ Jupiter	$588,5 \cdot 10^6$	$\frac{588,5 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^8} \approx 3,92$
Erde ↔ Alpha Centauri		$2,76 \cdot 10^5$

Aufgabe 8

Betrachte die Tabelle in Aufgabe 7.

- a) Begründe, warum es sinnvoll ist, für größere Entfernungen eine andere Einheit zu wählen.

- b) Ist die Einheit **AE** in der letzten Zeile (*Alpha Centauri*) sinnvoll gewählt? Begründe deine Entscheidung.

International schreibt man **AU** (astronomical unit) anstatt **AE**.

Man kann *eine Million* auch verkürzt schreiben: $1\,000\,000 = 10^6$

1 AE ist also ≈ 150 Millionen km.

Die Einheit „Lichtjahr“

Für größere Entfernungen kann man auch die Längeneinheit „Lichtjahr“ verwenden. Das Lichtjahr wird mit der Einheit **Lj** angegeben. Ein Lichtjahr entspricht der Strecke, die das Licht in einem Jahr (365,25 Tage) im Vakuum zurücklegt. Somit ergibt sich für die Strecke eines Lichtjahres:

$$1 \text{ Lj} = 63241,1 \text{ AE} = 9,461 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

Aufgabe 9

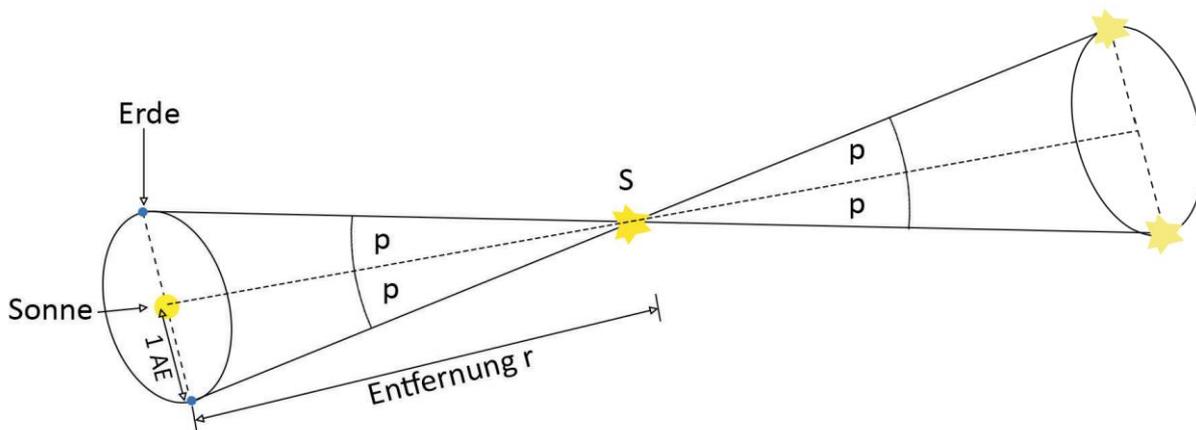
Vervollständige die Tabelle, indem du die Entfernungen in die fehlende Einheit umrechnest.

Strecke	in km bzw. AE	in Lj
Erde ↔ Saturn	$1195,5 \cdot 10^6 \text{ km}$	
Erde ↔ Alpha Centauri	km	4,367
Erde ↔ Gamma Cephei	2838261 AE	
Erde ↔ Andromeda Galaxie	AE	2.537.000

Die jährliche Parallaxe

Wir stellen uns vor, dass wir von einem Stern **S** aus auf die Erde schauen. Den Winkel zwischen Sonne und Erdbahnradius ($r \approx 1 \text{ AE}$) bezeichnen wir als jährliche Parallaxe **p**.

Betrachten wir nun von der Erde aus einen nahen Stern, so scheint er sich vor dem Hintergrund der weit entfernten Sterne ebenfalls auf einer Ellipse zu bewegen. Die „scheinbare“ jährliche Parallaxe (Winkel zwischen Halbachse und Sternenhintergrund) des nahen Sterns ist genauso groß wie die der Erde.



International schreibt man **ly** (Lightyear) anstatt **Lj**.

Lichtsekunde:
Das Licht legt in einer Sekunde eine Strecke von circa **300.000 km** zurück. Diese Strecke nennt man *Lichtsekunde*.



Umrechnung:
Bei der Umrechnung in eine *größere* Dimension ($\text{km} \rightarrow \text{Lj}$) *dividiert* man.
Bei der Umrechnung in eine *kleinere* Dimension ($\text{Lj} \rightarrow \text{km}$) *multipliziert* man.



Die Parallaxensekunde (Parsec)

Bogensekunde:

Eine Bogensekunde (kurz: ") entspricht dem 3600sten Teil eines Grades:

$$1'' = \left(\frac{1}{3600}\right)^\circ$$

bzw. $1^\circ = 3600''$

Dazu:

Die Länge des Umfangs des Einheitskreises ist genau 2π .

Das entspricht 360° , also ist $1^\circ = \left(\frac{2\pi}{360}\right)^\circ$.

Es gibt neben der Astronomischen Einheit (**AE**) und dem Lichtjahr (**Lj**) auch die Entfernung Parallaxensekunde. Man nennt diese auch *Parsec* (**pc**). Wir stellen uns vor, dass wir uns an einem Punkt **S** im Weltall befinden und wir schauen in Richtung Sonne. Beträgt der Winkel **p**, unter dem man den Erdbahnradius von Punkt **S** aus sieht, genau eine **Bogensekunde**, so beträgt die Entfernung **r** zur Sonne genau **1 pc**.

Um 1 Parsec in Lichtjahren umzurechnen, kann man folgende Formel benutzen:

$$1 \text{ pc} = \frac{1 \text{ AE}}{1''} = \frac{360}{2\pi} \cdot \frac{3600}{1} \cdot 1 \text{ AE} = 206\,000 \text{ AE} = 3 \cdot 10^{13} \text{ km} = 3,26 \text{ Lj}$$

Wie bestimme ich die Entfernung eines Sterns?

Mit Hilfe der Parallaxe lässt sich die Entfernung **r** zu einem Stern in *Parsec* bestimmen:

Sieht man die große Halbachse der Parallaxe eines Sternes unter dem Winkel **p**, so ist die Entfernung **r** gegeben durch:

$$r = \frac{1 \text{ pc} \cdot 1''}{p}$$

Aufgabe 10

Der Polarstern besitzt, von der Erde aus gesehen, eine jährliche Parallaxe von $p = 0,0075''$.

- a) Berechne die Entfernung **r** von der Erde zum Polarstern in **pc**.

- b) Gib das Ergebnis aus (a) in Lichtjahren (**Lj**) und Kilometern (**km**) an.

Lichtjahre:

Kilometer:



Wie groß sind die Himmelskörper des Sonnensystems?



Unsere Erde



Durchmesser (Äquator): ca. 12 700 km
 Entfernung zur Sonne: 149,6 Mio. km
 Masse: $5,97 \cdot 10^{24}$ kg

Aufgabe 11

Ordne die Himmelskörper nach der Größe und trage sie in die Kästchen ein.

- Mond
- Venus
- Uranus
- Jupiter
- Merkur
- Erde
- Sonne
- Saturn
- Mars
- Neptun

Wer ist der Größte?

				
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
				
<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	

Die Umlaufbahnen des Sonnensystems

Die Planeten unseres Sonnensystems bewegen sich jeweils auf einer sogenannten **Umlaufbahn** (auch *Orbit* genannt) um die Sonne. Diese Umlaufbahnen haben die Form von **Ellipsen**. Die Planeten bewegen sich mit unterschiedlicher Entfernung und Geschwindigkeit um die Sonne.

Die Umlaufbahnen entstehen durch die anziehende Kraft (**Gravitationskraft**) der Sonne.

Planeten haben ebenfalls eine Gravitationskraft, wodurch sich kleinere Objekte auf Umlaufbahnen um die Planeten bewegen.

Um die Erde kreisen zum Beispiel der Mond und auch die Satelliten. Alle haben ihre eigene Umlaufbahn.

Achtung!
 Häufig werden die Umlaufbahnen von Planeten kreisförmig gezeichnet. Die Umlaufbahnen sind in der Realität jedoch **Ellipsen!**

Aufgabe 12

Wer ist der Schnellste?

Suche zwei der vier Gesteinsplaneten aus. Stoppe mit der Stoppuhr, wie lange deine Planeten für 1 Umlauf brauchen.



Planet:

Zeit:

Planet:

Zeit:

1 Sekunde entspricht 20 Tagen.
Berechne die Umlaufdauer der gewählten Planeten in Tagen!

Aufgabe 13

Trage die **Umlaufdauer** der Planeten in Jahren [a] oder Tagen in die Tabelle ein.

Planet	Umlaufdauer [a]
Merkur	
Venus	
Erde	
Mars	
Jupiter	
Saturn	
Uranus	
Neptun	

Aufgabe 14

Ordne die Himmelskörper nach der Entfernung zur Sonne zu.



Astronomische Einheit:
Sie beschreibt den mittleren Abstand der Erde zur Sonne und hat die Abkürzung **AE**.