

1. Lernzielkontrolle / Stegreifaufgabe

Klasse 10 / G8

- Lösungen -

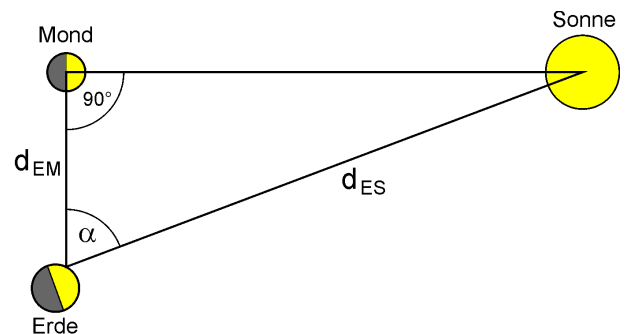
Astronomisches Weltbild / Kosmologie

1. Aristarch(os) ging davon aus, dass Halbmond genau dann ist, wenn der Winkel Erde - Mond - Sonne 90° beträgt. Also bestimmte er den Winkel α Sonne - Erde - Mond zu diesem Zeitpunkt und erhielt (mindestens) 87° . Er folgerte aus der Geometrie des rechtwinkligen Dreiecks:

Im Dreieck Erde - Sonne - Mond gilt:

$$\cos \alpha = \frac{d_{EM}}{d_{ES}}$$

$$\cos 87^\circ = 0,052 \approx \frac{1}{19} = \frac{d_{EM}}{d_{ES}}$$



Aristarch(os) war der Meinung, dass die Sonne mindestens 19 mal so weit von der Erde entfernt ist wie der Mond.

Hinweis:

Aristarch(os) kannte noch keine Winkelfunktionen, sondern verwendete ein einfaches Modell des Dreiecks.

2. Die beiden vorherrschenden Weltbilder sind das geozentrische Weltbild und das heliozentrische Weltbild.

Das geozentrische Weltbild:

- Im Zentrum des Weltalls befindet sich unbeweglich die Erde.
- Sonne, Saturn, Jupiter, Venus, Mars, Merkur und der Mond sind Planeten.
- Die Planeten bewegen sich auf Kreisbahnen, deren Mittelpunkt die Erde ist.
- Abweichungen von der Kreisbahn lassen sich durch weitere Kreise beschreiben (Epizyklen-theorie)
- Dahinter sind die unbeweglichen Fixsterne an einer riesigen Kugel befestigt (Fixsternsphäre).

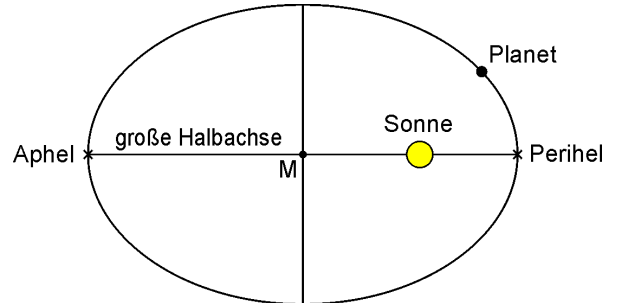
Das heliozentrische Weltbild:

- Im Zentrum des Sonnensystems befindet sich die Sonne. Sie ist im Weltall (nur) ein Stern unter vielen.
- Planeten sind die Erde, Jupiter, Venus, Mars, Merkur, Saturn, Uranus, Neptun.
- Die Planeten bewegen sich auf Ellipsenbahnen um die Sonne, der Mond um die Erde. Andere Planeten haben auch Monde.
- Die Planetenbewegung wird durch die Kepler-Gesetze beschrieben.
- Sterne erscheinen als Fixsterne, wenn sie so weit weg sind, dass wir ihre Bewegung nicht sehen können.

- Lösungen -

- 3.
- Das heliozentrische Weltbild entsprach nicht den religiösen Vorstellungen.
 - Allgemein anerkannte Beweise konnten noch nicht erbracht werden.
 - Die Befürwortung des heliozentrischen Weltbildes wurde im Mittelalter von den kirchlichen Autoritäten als Gefahr empfunden.

4. Manche Himmelskörper, z.B. die Planeten, bewegen sich auf elliptischen Bahnen um die Sonne. Hat der Himmelskörper die **größte Sonnenferne**, so steht er im **Aphel**. Die Stelle der **geringsten Sonnenferne** wird **Perihel** genannt.



Die Zeichnung ist für Planetenbahnen nicht maßstabsgetreu, da diese in Wirklichkeit fast kreisförmig sind und die Sonne sehr nahe am Zentrum M der Umlaufbahn liegt.

Zusatzinfo:

Der Abstand der Aphel- (bzw. Perihel-)Position eines Himmelskörpers von der Sonne wird ebenfalls kurz als Aphel (bzw. Perihel) bezeichnet.

5. Es handelt sich um eine astronomische Maßeinheit.

1 Astronomische Einheit (AE) = $149,6 \cdot 10^6$ km

(genauer Wert: 149.597.870.691 Meter)

Nach aktueller Definition ist 1 AE der Radius der kreisförmigen Umlaufbahn eines gedachten Körpers, der die Sonne in einem Jahr umrundet (siehe Wikipedia: Astronomische Einheit).

Ursprünglich war die AE die Länge der großen Halbachse der Erdbahn.

Zusatzinfo:

Die Erde umkreist die Sonne auf einer elliptischen Bahn, die Sonne befindet sich in einem der Brennpunkte dieser Ellipse. Der sonnenfernste Punkt der Umlaufbahn (Aphel) und der sonnennächste Punkt (Perihel) sind die beiden Endpunkte der Hauptachse der Ellipse. Die große Halbachse ist das arithmetische Mittel des Aphel- und Perihelabstandes und wird auch als **mittlerer Abstand** bezeichnet.

Die kleine Halbachse ist ebenfalls ein Mittelwert des Aphel- und Perihelabstandes, nämlich das geometrische Mittel: $\sqrt{(a - e)(a + e)} = \sqrt{a^2 - e^2} = b$

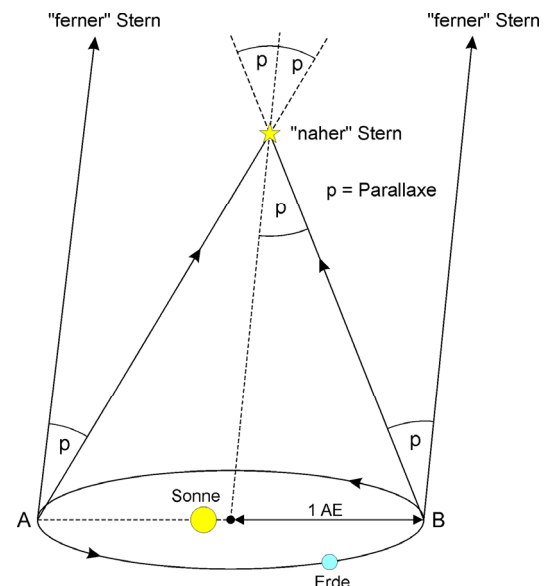
6. Wegen des Umlaufs der Erde um die Sonne scheint sich ein erdnaheer Stern vor dem Hintergrund sehr ferner Sterne (= „Fixsterne“) im Laufe eines Jahres geringfügig hin und her zu bewegen.

Als **jährliche (trigonometrische) Parallaxe** bezeichnet man dabei den Winkel p , unter dem der Radius einer kreisförmigen gedachten Erdumlaufbahn von dem nahen Stern aus gesehen würde.

Bedeutung für das heliozentrische Weltbild:

Im geozentrischen Weltbild gibt es keine Bewegung der Sterne untereinander und somit auch keine Parallaxe.

Durch die Messung der Parallaxe an einem Stern im Jahre 1838 konnte endgültig der Nachweis für das heliozentrische Weltbild erbracht werden.

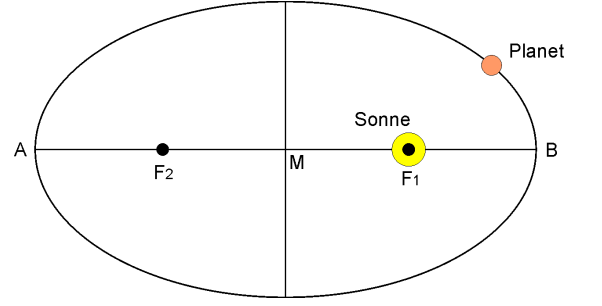
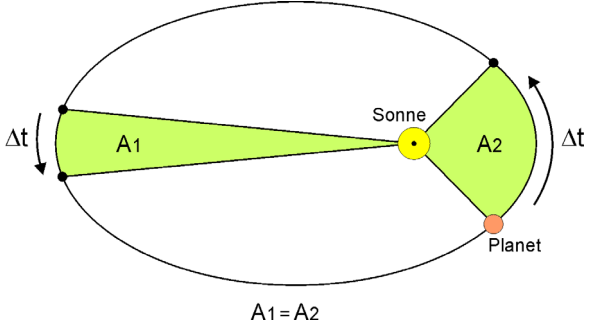
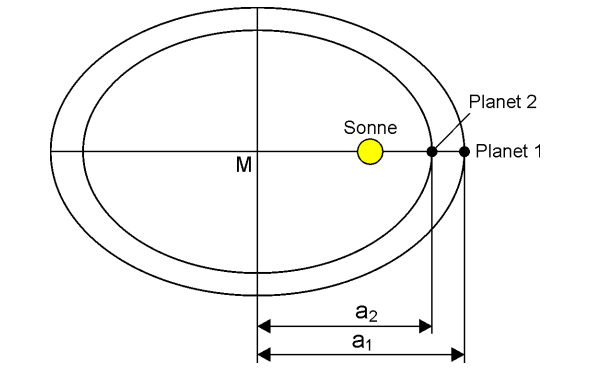


- Lösungen -

Zusatzinfo:

Die Zeichnung zu Nr. 6 ist nicht maßstabsgetreu; die Parallaxe konnte lange Zeit nicht nachgewiesen werden, weil der Winkel p recht klein ist. Zu ihrer Messung beobachtet man den betreffenden Stern von zwei Punkten aus, die möglichst weit auseinander liegen sollen. Das wird durch Wiederholung der Beobachtung nach einem halben Jahr erreicht: Wenn sich die Erde von einem Punkt A ihrer Umlaufbahn (siehe Zeichnung) nach einem halben Jahr zum Punkt B bewegt hat, liegen die Punkte A,B näherungsweise $2 AE$ auseinander, und die Position des erdnahen Sterns vor dem „Fixsternhintergrund“ erscheint um den Winkel $p+p = 2p$ verändert.

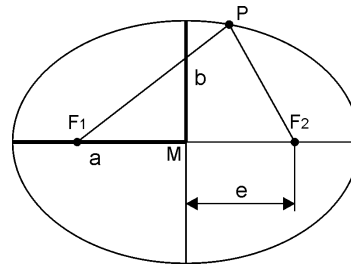
7. Kepler-Gesetze der Planetenbewegung

<p>1. Kepler-Gesetz:</p> <p>Alle Planeten bewegen sich auf einer elliptischen Bahn um die Sonne, die dabei in einem Brennpunkt der Ellipse steht.</p>	
<p>2. Kepler-Gesetz:</p> <p>Die Verbindungslinie zwischen Sonne und Planet überstreicht in gleich großen Zeitabschnitten Δt gleich große Flächen A.</p> $\frac{A_1}{\Delta t} = \frac{A_2}{\Delta t} = \text{konstant}$ <p>Daraus folgt: Ein Planet hat auf seiner Umlaufbahn in Sonnennähe eine größere Geschwindigkeit als in Sonnenferne.</p>	
<p>3. Kepler-Gesetz:</p> <p>Die Quadrate der Umlaufzeiten T zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen a ihrer Planetenbahnen (Ellipsen).</p> $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \Leftrightarrow \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = C \text{ (konstant)}$ <p>Daraus folgt: Die Umlaufgeschwindigkeiten der Planeten sind umso größer, je kleiner die Halbachsen sind.</p>	
<p>Die Zeichnungen sind nicht maßstabsgetreu. (Die Planetenbahnen verlaufen in Wirklichkeit fast kreisförmig; die Sonne liegt daher sehr nahe am Zentrum M der Umlaufbahn).</p>	

- Lösungen -

Mathematik der Ellipse

a	große Halbachse
b	kleine Halbachse
e	lineare Exzentrizität $e = \sqrt{a^2 - b^2}$ = Brennweite
ε	numerische Exzentrizität $\varepsilon = \frac{e}{a}$
M	Mittelpunkt
F_1 / F_2	Brennpunkte



Für jeden Punkt P der Ellipse gilt: $\overline{F_1P} + \overline{F_2P} = 2a$

Lektor u. Koautor: Stefan Walter, Chemnitz