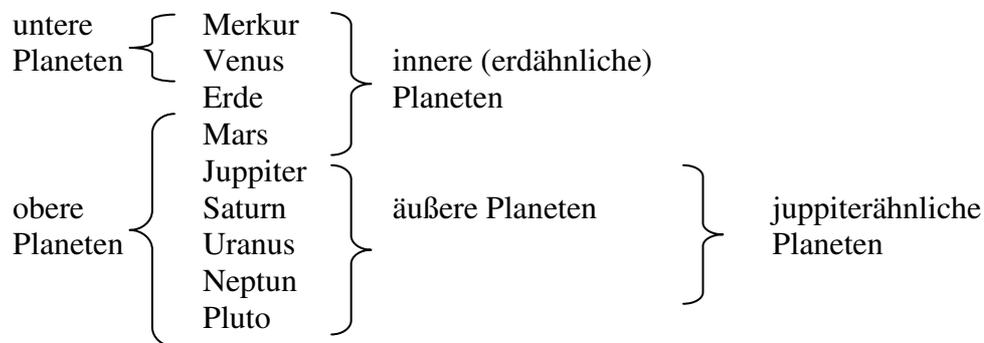


Astroschulaufgabe

2. Planeten

2.1 Überblick



Planeten bewegen sich auf der Ekliptik meist von West nach Ost (rechtläufig).

Im Gegensatz zur Sonne ist ihre Bewegung nicht gleichförmig, sondern sie bleiben stehen sind rückläufig oder durchlaufen Schleifen. (von der Erde aus gesehen)

Untere Planeten halten sich in der Umgebung der Sonne auf

Obere Planeten können auch der Sonne entgegenstehen (Opposition). Dort Schleifen.

2.2 Grundprinzipien der Himmelsmechanik

Die Keplerschen Gesetze:

1. Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren einen Brennpunkt die Sonne steht.
2. Die Verbindungslinie Sonne-Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.

$$r_A \cdot v_A = r_P \cdot v_P$$

3. Die Quadrate der siderischen Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen der großen Halbachsen ihrer Bahnellipsen.

Gravitationsgesetz

Zwei Körper der Masse m_1 und m_2 üben eine anziehende Kraft F aufeinander aus, die dem Produkt der Massen direkt und dem Quadrat des Abstandes r ihrer Mittelpunkte indirekt proportional ist. (Formel siehe Formelheft)

Energetische Betrachtung von Planeten und Satellitenbahnen

Bahngeschwindigkeit eines Planeten (Formel siehe Formelheft S. 21 oben)

- Spezialfälle:
1. Geschwindigkeit auf Kreisbahn ($a=r$) Bei Erde: erste kosm. Gesch.
 2. Fluchtgeschwindigkeit ($a \rightarrow \infty$) zweite kosm. Gesch.

Hohmannbahn

= Für den interplanetaren Verkehr die energetisch günstigste Bahn. Hohmann-Bahnen sind Ellipsen, deren Perihel bzw. Aphel auf der jeweiligen Planetenbahn liegt. (aber hohe Reisedauer)

2.4 Konstellation von Planeten

Je nachdem, ob die Planetenbahn innerhalb bzw. außerhalb verläuft, ergeben sich verschiedene Konstellationen:

unterer Planet: obere Konjunktion (Planet hinter Sonne)

untere Konjugation	(Planet zw. Sonne und Erde)
maximale Elongation	(90° Winkel zw. Erde/Planet/Sonne)

oberer Planet: Opposition Erde zw. Planet und Sonne

Entstehung von Schleifen

Siehe Buch S. 63

2.6 Synodische und siderische Umlaufzeiten

Die Zeitdauer, die ein Planet für einen Umlauf um die Sonne benötigt (siderische Umlaufzeit) kann man von uns aus nicht direkt messen, da sich die Erde selbst bewegt.

T_{Sid} lässt sich aus der Zeitdauer zwischen zwei aufeinander folgenden gleichartigen Konstellationen der sog. synodischen Umlaufzeit leicht berechnen.

(Formelheft)

2.7. Entfernungsmessung im Planetensystem

Kepler III liefert lediglich Entfernungsverhältnisse. Mindestens eine Entfernung muss direkt gemessen werden.

(Halley Ablenkung; Venusdurchgang)

Heute ist die genaueste Methode die Messung über die Laufzeitmessung von Radarsignalen. Voraussetzung ist deshalb, dass die Radarsignale reflektiert werden. Eine Bestimmung der Entfernung Erde-Sonne ist deshalb nicht möglich.

Oder Entfernungsberechnung über Titius-Bode Regel.

2.8 Der Mond

Der Mond umläuft die Erde auf einer Ellipse.

Weil die Erde gleichzeitig die Sonne umrundet, ist die Bahn des Mondes um die Sonne wellenförmig (stets konvex).

Mondbahn ist um $5^{\circ} 9'$ gegen die Ekliptik geneigt. Nur an den Knoten sind Finsternisse möglich.

Sonnenfinsternis (Halb und Kernschatten)

Mondfinsternis (Mond wird nicht komplett dunkel, da er wegen Lichtstreuung Rot erscheint)

Durch Gezeitenreibung wurde die Rotation des ehemals flüssigen Mondes so weit abgebremst, dass er heute der Erde immer die gleiche Seite zuwendet. (Gebundene Rotation)
[Rotationsdauer = Umlaufdauer]

Oberfläche des Mondes

3 Hauptformen:

1. *Maria (Sig. Mare) oder Ebenen:*
dunkle Gebiete, die wie glatte Flächen aussehen. Sie sind von Gebirgswällen umgeben. Größenordnung 100 – 1000 km
40 % der Vorderseite sind Mare
Mare entstanden durch Einschläge, die durch Lava ausgefüllt wurden.
2. *Terra:*
hellgraue gebirgige Gebiete. Älteste Strukturen auf dem Mond.

3. *Krater:*

kreisförmige Mulden von einem gebirgigen Ringwall umgeben. Teils mit Zentralberg.

Krater gibt es auf der gesamten Mondoberfläche häufig im Terrae, selten im Maria.

Bei jüngeren Kratern treten Strahlensysteme auf.

Bei Mondkratern handelt es sich fast ausschließlich um Einschlagskratern.

Das System Mond-Erde (Zweikörperproblem)

Der gemeinsame Schwerpunkt von Erde und Mond liegt noch innerhalb der Erde.

Entstehung der Gezeiten

Das System Erde-Mond rotiert um den gemeinsamen Schwerpunkt S. Während der Mond eine gebundene Rotation ausführt, rotiert die Erde unter dem Mond hindurch.

Außerdem, da alle Punkte auf der Erde Kreisbahnen mit gleichen Radien und gleicher Winkelgeschw. ausführen ist die Zentrifugalkraft in allen Punkten gleich.

Die „Mondanziehungskraft“ ist aber von der Entfernung abhängig

in Mondnähe ist die F_G größer als $F_{Zentrifugal}$

in Mondferne ist die F_G kleiner als $F_{Zentrifugal}$

Es bilden sich in Mondferne und Mondnähe Flutberge, unter denen sich die Erde an einem Tag hindurchdreht.

Mondgezeiten sind ungefähr 2,5 mal stärker als Sonnengezeiten:

Mondflut + Sonnenflut Springflut (Voll- oder Neumond)

Mondflut + Sonnenebbe Nippflut (Halbmond)

Durch diese Gezeitenreibung wächst die Tageslänge minimal an.

Mondentstehung

Siehe Arbeitsblatt

2.9 Die Planeten

Siehe Arbeitsblatt

2.10 Die Kometen

Aufbau: Kern ca. 10 km

 Gashülle (Koma) 0 bis 10^5 km

 Gas und Ionenschweif bis mehrere Millionen Kilometer (Linienspektrum)

 Staubschweif, niedrigere Teilchengeschw. kontinuierliches Spektrum, reflektiert Sonnenlicht (auf Keplerbahn)

In Perihelnähe verdampft ein Teil der Oberfläche des Kometenkerns und bildet die Koma.

Der Sonnenwind und der Strahlungsdruck formen den Schweif, der von der Sonne abgewandt ist.

Kometenstücke und Staub verursachen den Meteoriteneinfall auf der Erde

2.11 Meteoriten

Siehe Arbeitsblatt

3. Sonne

3.1 Masse und Durchmesser der Sonne

V. Mit einer langbrennweitigen Linse wird die Sonne auf einen Schirm in der Brennebene abgebildet.

Der Sonnenradius erscheint unter einem Winkel β , ebenso der scharf abgebildete Punkt Radius

3.2 Strahlungsleistung (Leuchtkraft) der Sonne

Unter der Solarkonstante S versteht man die Energie, die die Sonne pro Sekunde senkrecht auf einen Quadratmeter an der Erdoberfläche abstrahlt.

V: Messen der Wassertemp. in einem Würfel, der mit Sonne bestrahlt wird.

$$S A t = c m T$$

Achtung: Durch die Absorption der Atmosphäre und anderer Näherungen, ergibt sich eine höhere Solarkonstante.

Die Gesamtstrahlungsleistung (Leuchtkraft) L erhält man, indem man die Solarkonstante mit der Fläche einer Kugel vom Radius 1 AE multipliziert.

Die Leistung 1 m² Sonne erhält man, indem man die Gesamtstrahlungsleistung durch die Fläche der Sonne teilt.

3.3 Entstehung der Sonnenenergie

1. Annahme: Kohle

Zeitdauer zu gering, vor wenigen Jahren hätte die Sonne den doppelten Radius gehabt

Stabile Temp.verhältnisse hätte es nicht gegeben

2. Annahme: Freisetzen von Gravitationsenergie

Zeitdauer immer noch zu gering

3. Annahme:

Man nimmt heute an, dass die Sonne ihre Energie durch Fusionsprozesse gewinnt.

Zwei Atomkerne stoßen sich auf Grund ihrer elektrischen Ladung ab. Erst wenn ihr Abstand geringer als ca. 10^{-14} m wird, wirken die anziehenden Kernkräfte, die noch stärker sind als die abstoßenden Coulombkräfte Energie wird frei.

Damit sich die Atomkerne aber soweit nähern, benötigt man hohe Temperaturen.

Beim Aufbau eines Kerns aus Nukleonen (Proton/Neutron) wird pro Nukleon eine best. Bindungsenergie frei. (bei He relativ viel, bei Fe am meisten)

Aus vier Wasserstoffatomen wird ein Helium-Atom erzeugt. Nach der Einsteinschen Masse-Energie-Beziehung $E=mc^2$ entspricht der freiwerdende Bindungsenergie ein Massenverlust:

$$E = \Delta mc^2$$

$$E = (4m_H - m_{He})c^2$$