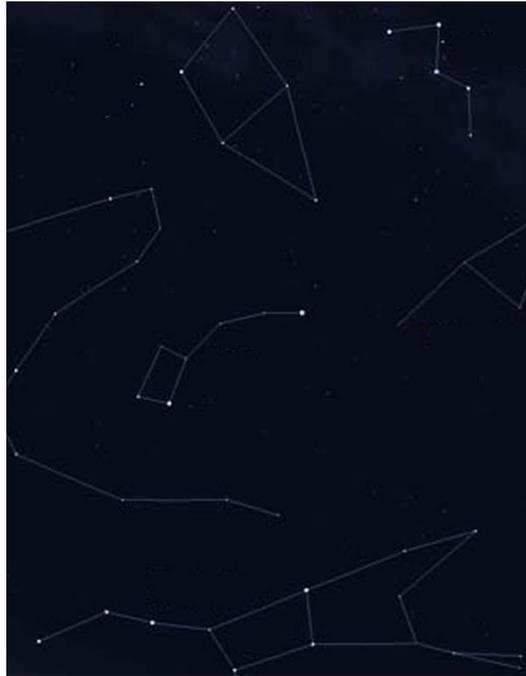


K1 ASTRONOMIE

KLAUSUR I 12.12.2019

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8
Punkte (max)	5	2	4	2	6	3	3	5
Punkte								

- (1) Erkläre (kurz) die drei Keplerschen Gesetze; benutze dabei, wenn möglich, Skizzen.
- (2) Welche beiden Planeten in unserem Sonnensystem besitzen keinen Mond?
- (3) Gib die Bezeichnungen von drei der Sternbilder im untenstehenden Diagramm an und markiere den Polarstern.



- (4) Wie viele Stunden nach der Sonne geht der Vollmond unter (für Beobachter in Äquatornähe)?
Wie viele Stunden nach der Sonne geht der (aufgehende) Halbmond unter?

- (5) Mit welcher Kraft wird ein Astronaut mit einer Masse von 80 kg an der Mondoberfläche vom Mond angezogen?

Welches Gewicht hätte er auf der Erde? Welchen Bruchteil dieses Gewichts spürt er auf dem Mond?

- (6) Die Gezeiten auf der Erde gehen im Wesentlichen auf den Einfluss des Mondes zurück.

a) Wie viel Zeit würde zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flutbergen vergehen, wenn die Erde sich nicht drehen würde?

b) In welchem zeitlichen Abstand folgen zwei Flutberge wirklich aufeinander?

- (7) Der Komet Encke hat eine Umlaufdauer von nur 3,3 Jahren. Bestimme seine große Halbachse.

Die kürzeste Entfernung zur Sonne beträgt 0,34 AE. Welche Entfernung hat er in Sonnenferne?

- (8) Der Jupitermond Europa umläuft den Jupiter in 3,55 Tagen in einer Entfernung von 671.000 km. Berechne daraus die Masse des Jupiter.

Der Jupitermond Io hat ziemlich genau die halbe Umlaufdauer von Europa. Bestimme seine Entfernung von Jupiter.

Formelsammlung.

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \quad \text{Synodische Umlaufdauer } t$$

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{Gravitationsgesetz}$$

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G(m_1 + m_2)} \quad \text{Quantitatives 3. Keplerschen Gesetzes}$$

Konstanten.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2 \quad \text{Gravitationskonstante}$$

$$1AE = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km} \quad \text{Astronomische Einheit}$$

$$d(E, M) \approx 384,000 \text{ km} \quad \text{Abstand Erde-Mond}$$

$$T_M \approx 27,3d \quad \text{Umlaufdauer Mond}$$

$$r_M \approx 1740 \text{ km} \quad \text{Mondradius}$$

$$r_E = 6400 \text{ km} \quad \text{Erdradius}$$

$$m_M = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} \quad \text{Mondmasse}$$

LÖSUNGEN

- (1) Erkläre (kurz) die drei Keplerschen Gesetze; benutze dabei, wenn möglich, Skizzen.

1. Planeten drehen sich auf Ellipsenbahnen um die Sonne; diese steht in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse.

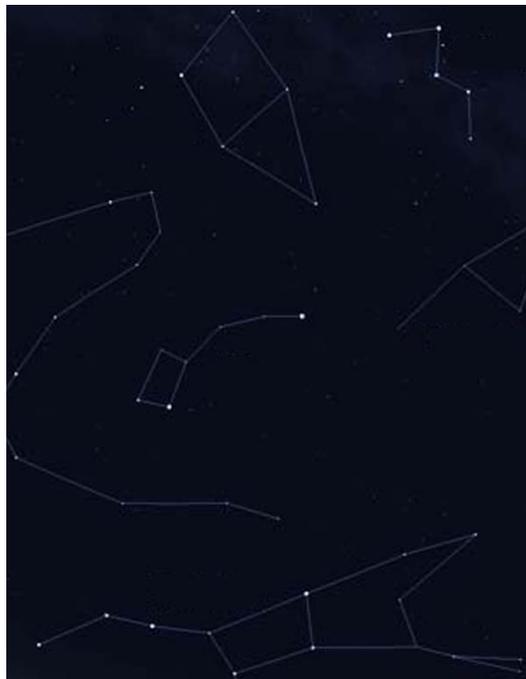
2. Der Fahrstrahl (Verbindung Planet-Sonne) überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen.

3. Die dritte Potenz der großen Halbachse ist proportional zum Quadrat der Umlaufsdauer.

- (2) Welche beiden Planeten in unserem Sonnensystem besitzen keinen Mond?

Merkur und Venus.

- (3) Gib die Bezeichnungen von drei der Sternbilder im untenstehenden Diagramm an und markiere den Polarstern.



Großer Bär bzw. großer Wagen; kleiner Wagen; Cassiopeia

- (4) Wie viele Stunden nach der Sonne geht der Vollmond unter? Wie viele Stunden nach der Sonne geht der (aufgehende) Halbmond unter?

Der Vollmond geht auf, wenn die Sonne untergeht, und er geht unter, wenn die Sonne aufgeht. Der Vollmond geht also 12 Stunden nach der Sonne unter. Für Beobachter am Nordpol kann es sein, dass die Sonne monatelang

gar nicht unter geht; der Vollmond geht dann auch nicht auf, weil er nicht sichtbar ist.

Entsprechend geht der Halbmond etwa 6 Stunden nach der Sonne unter.

- (5) Mit welcher Kraft wird ein Astronaut mit einer Masse von 80 kg an der Mondoberfläche vom Mond angezogen?

Nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz gilt

$$F = G \frac{m_M \cdot 80}{r_E^2},$$

wo m_M die Mondmasse und r_E der Mondradius ist. Einsetzen liefert $F = 130 \text{ N}$.

Sein Gewicht auf der Erde ist $80 \cdot 9,8 \text{ N} \approx 780 \text{ N}$. Auf dem Mond spürt er also etwa $\frac{1}{6}$ seines Gewichts auf der Erde.

- (6) Die Gezeiten auf der Erde gehen im Wesentlichen auf den Einfluss des Mondes zurück.

a) Wie viel Zeit würde zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flutbergen vergehen, wenn die Erde sich nicht drehen würde?

In diesem Fall wären es genau die Hälfte von 27,3 Tagen, also etwas weniger als 14 Tage.

b) In welchem zeitlichen Abstand folgen zwei Flutberge wirklich aufeinander?

Wenn die Erde sich in 24 h einmal gedreht hat, ist der Mond schon etwas weiter; dieselbe Stelle der Erde steht also nach t Tagen wieder unter dem Mond, wobei $\frac{1}{t} = \frac{1}{1} - \frac{1}{27,3}$ ist. Dies liefert 1,04 Tage, also 24,9 Stunden. Weil es auf der mondabgewandten Seite ebenfalls einen Flutberg gibt, liegen zwischen zwei Fluten etwa 12,5 Stunden.

- (7) Der Komet Encke hat eine Umlaufdauer von nur 3,3 Jahren. Bestimme seine große Halbachse.

Nach dem dritten Keplerschen Gesetz ist (Vergleich mit Erde) $\frac{R^3}{T^2} = 1$, wenn große Halbachse R in AE und T in Jahren gemessen wird. Also ist $R \approx 2,2 \text{ AE}$.

Die kürzeste Entfernung zur Sonne beträgt 0,34 AE. Welche Entfernung hat er in Sonnenferne?

Aus $\frac{r+0,34}{2} = 2,2$ folgt, dass diese Entfernung etwa 4 AE beträgt.

- (8) Der Jupitermond Europa umläuft den Jupiter in 3,55 Tagen in einer Entfernung von 671.000 km. Berechne daraus die Masse des Jupiter.

Aus dem quantitativen 3. Keplerschen Gesetz folgt

$$(m_1 + m_2) = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2} \approx 1,9 \cdot 10^{27} \text{ kg.}$$

Der Jupitermond Io hat ziemlich genau die halbe Umlaufdauer von Europa. Bestimme seine Entfernung von Jupiter.

Das 3. Keplerschen Gesetz besagt $\frac{r^3}{T^2} = \frac{R^3}{T^2}$. Bei $t = \frac{1}{2}T$ ist also $r^3 = \frac{1}{4}R^3$, also $r \approx 0,63R$, d.h. die Entfernung beträgt etwa $0,63 \cdot 671\,000 \approx 423\,000$ km.