

# Planeten

Sonnensystem

### 3. Keplersches Gesetz

Neptun braucht 165 Jahre für einen Umlauf um die Sonne. Wie viele Astronomische Einheiten ist er von der Sonne entfernt? Wie lange braucht das Licht von der Sonne, um ihn zu erreichen?  
Hinweis: 1 AE sind 150 Mio km; die Lichtgeschwindigkeit beträgt ca. 300.000 km/s.

### 3. Keplersches Gesetz

Neptun braucht 165 Jahre für einen Umlauf um die Sonne. Wie viele Astronomische Einheiten ist er von der Sonne entfernt? Wie lange braucht das Licht von der Sonne, um ihn zu erreichen?

Es ist  $\frac{R^3}{T^2} = \frac{R_E^3}{T_E^2}$ . Hier ist  $R_E = 1$  AE und  $T_E = 1$  a. Also ist

$R^3 = T^2 = 165^2$ , somit  $R = \sqrt[3]{165^2} \approx 30,1$ . Neptun ist daher 30 AE von der Erde entfernt.

Die Entfernung in km ist daher  $R = 30,1 \cdot 150 \cdot 10^6 \approx 4,5 \cdot 10^9$ ; aus  $v = \frac{s}{t}$  folgt  $c = \frac{R}{t}$ , also

$$t = \frac{R}{c} = \frac{4,5 \cdot 10^9 \text{ km}}{3 \cdot 10^5 \text{ km/s}} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ s.}$$

Umgerechnet sind das 250 min oder 4 h und 10 min.

### 3. Keplersches Gesetz

Wie verändert sich die Umlaufdauer eines Planeten, wenn sich sein Abstand verdoppelt bzw. verdreifacht?

Hinweis: Man hat einen Planeten mit Umlaufdauer  $T_1$  und großer Halbachse  $R_1$ , sowie einen zweiten mit Umlaufdauer  $T_2$  und großer Halbachse  $R_2$ . Drücke  $R_2$  mit Hilfe von  $R_1$  aus und löse die Gleichung des dritten Keplerschen Gesetzes nach  $T_2/T_1$  auf.

### 3. Keplersches Gesetz

Wie verändert sich die Umlaufdauer eines Planeten, wenn sich sein Abstand verdoppelt bzw. verdreifacht?

Aus  $\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2}$  folgt mit  $R_2 = 2R_1$ , dass

$$\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3} = \frac{8R_1^3}{R_1^3} = 8$$

ist, also

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{8} \approx 2,8.$$

Die Umlaufdauer nimmt bei Verdopplung des Abstands auf das 2,8-fache zu.

Verdreifachung führt auf

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{27} \approx 5,2.$$

### 3. Keplersches Gesetz

Der Jupiter hat eine Umlaufdauer von 11,86 Jahren. Bestimme daraus seine Entfernung von der Sonne (in AE). Wie nahe kann er der Erde kommen, wie weit ist er höchstens von ihr weg?

### 3. Keplersches Gesetz

Der Jupiter hat eine Umlaufdauer von 11,86 Jahren. Bestimme daraus seine Entfernung von der Sonne (in AE). Wie nahe kann er der Erde kommen, wie weit ist er höchstens von ihr weg?

Aus  $\frac{R^3}{T^2} = 1$  ( $R$  in AE,  $T$  in Jahren) folgt

$$R = \sqrt[3]{T^2} \approx 5,2.$$

Jupiter ist also 5,2 AE von der Sonne entfernt.

Die Entfernung zur Erde beträgt mindestens 4,2 AE und höchstens 6,2 AE.

### 3. Keplersches Gesetz

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?



### 3. Keplersches Gesetz

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?

Die große Halbachse ist  $R = \sqrt[3]{T^2} \approx 2,2$ . Bezeichnet  $p$  die kleinste  
und  $q$  die größte Entfernung von der Sonne, dann ist  $p + q = 2R$ .  
Also ist  $q = 2R - p = 2 \cdot 2,2 - 0,34 = 4,06$  AE.

### 3. Keplersches Gesetz

Der am 6. Januar 2022 entdeckte Asteroid 2022 AE mit einem Durchmesser von 70 m sollte nach damaliger Kenntnis der Bahndaten am 4. Juli 2023 mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:1000 auf der Erde einschlagen. Seine Umlaufdauer beträgt 1,79 a. Berechne seine große Halbachse in Astronomischen Einheiten. Im sonnennächsten Punkt seiner Bahn ist er 0,667 AE von der Sonne entfernt. Bestimme seine Entfernung zur Sonne im sonnenfernsten Punkt.

### 3. Keplersches Gesetz

Hier ist  $R = \sqrt[3]{T^2} \approx 1,47$  AE.

Wie eben ist  $q = 2R - p \approx 2,27$  AE. Seine größte Entfernung zur Sonne beträgt 2,3 AE.

Der am 6. Januar 2022 entdeckte Asteroid 2022 AE mit einem Durchmesser vom 70 m sollte nach damaliger Kenntnis der Bahndaten am 4. Juli 2023 mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:1000 auf der Erde einschlagen. Seine Umlaufdauer beträgt 1,79 a. Berechne seine große Halbachse in Astronomischen Einheiten. Im sonnennächsten Punkt seiner Bahn ist er 0,667 AE von der Sonne entfernt. Bestimme seine Entfernung zur Sonne im sonnenfernsten Punkt.

Video: Kepler (Gassner) (17 min)  
Galilei (Gassner) (45 min)