

Einführung in die Physik I (für Nicht-PhysikerInnen)

Lösungen Präsenzübungen Woche 2

15-19 Oktober 2018

1

Die SI-Einheit der Kraft (kg m/s^2) wird Newton (N) genannt. Gesucht sind die Dimension und die SI-Einheit der Konstante Γ im Newton'schen Gravitationsgesetz $F = \Gamma m_1 m_2 / r^2$. **Lösung:**

Wir schreiben das Newton'sche Gravitationsgesetz um wie folgt:

$$\Gamma = \frac{F r^2}{m_1 m_2}. \quad (1)$$

Jetzt füllen wir die bekannte Einheiten ein:

$$[\Gamma] = \frac{Nm^2}{kg^2} = \frac{kgm^3/s^2}{kg^2} = \frac{m^3}{kgs^2} \quad (2)$$

2

Eine astronomische Einheit (1 AE) ist als der mittlere Abstand zwischen Erde und Sonne definiert. Er beträgt $1,496 \times 10^{11} \text{ m}$. Ein Parsec (1 pc) ist der Radius eines Kreises, dessen Kreisbogen bei einem Zentriwinkel von einer Bogensekunde ($= \frac{1}{3600}^\circ$) genau 1 AE lang ist (siehe Abbildung). Ein Lichtjahr (1 Lj) ist die Entfernung, die das Licht in einem Jahr (1 a) zurücklegt.

- Wie viele Parsec bilden eine astronomische Einheit? (Hinweis: Aus der Trigonometrie folgt, dass $\tan(\theta) = 1 \text{ AE} / 1 \text{ pc}$. Für kleine Winkel (so wie hier) vereinfacht sich dies allerdings durch $\tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta$ mit θ im Bogenmaß. Diese Vereinfachung wird Kleinwinkelnherung genannt.)
- Wie viele Meter entsprechen einem Parsec?
- Wie viele Meter umfasst ein Lichtjahr? (Eine Lichtgeschwindigkeit von $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ kann angenommen werden.)
- Wie viele astronomische Einheiten enthält ein Lichtjahr?
- Wie viele Lichtjahre bilden ein Parsec?

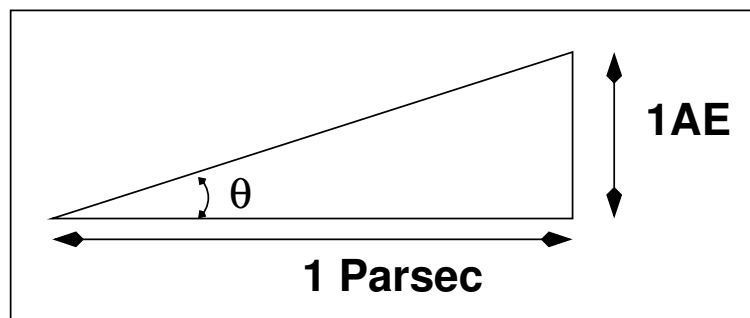


Figure 1: Geometrie für Aufgabe 2. $\theta = 1'' = \frac{1}{3600}^\circ = \frac{2\pi}{3600 \times 360} \text{ rad}$.

Lösung:

a)

Wir haben: $\theta = \frac{1 \text{ AE}}{1 \text{ pc}} = \frac{1^\circ}{3600}$ und, deshalb: $1 \text{ AE} = \frac{2\pi \text{ rad} 1 \text{ pc}}{3600 \times 360} = 4,848 \times 10^{-6} \text{ pc}$.

Bemerkung: Alle Werte in dieser Aufgabe sind exakt (1 AE, 1 pc, 1'') weil es sich um Definitionen handelt. Diese bedeutet dass die Antwort auch unendlich viele signifikanten Stellen hat. Aus praktischen Gründen geben wir hier nur die ersten vier Stellen an.

b)

Die Lösung von a) impliziert das: $1 \text{ pc} = \frac{1 \text{ AE}}{4,848 \times 10^{-6}}$ und weil $1 \text{ AE} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$, bekommen wir: $1 \text{ pc} = \frac{1,496 \times 10^{11} \text{ m}}{4,848 \times 10^{-6}} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$.

c)

Ein Lichtjahr ist die Entfernung die das Licht in einem Jahr zurücklegt. Weil das Licht sich mit $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ bewegt und weil $1 \text{ a} = 365,25 \text{ Tagen} = 365,25 \times 24 \text{ Stunden} = 365,25 \times 24 \times 3600 \text{ Sekunden}$, ergibt sich:

$$1 \text{ Lj} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 365,25 \times 24 \times 3600 \text{ m/s} = 9,467 \times 10^{15} \text{ m}. \quad (3)$$

d)

$1 \text{ Lj} = 9,467 \times 10^{15} \text{ m}$ und $1 \text{ AE} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$ deshalb: $1 \text{ m} = \frac{1}{1,496 \times 10^{11}} \text{ AE}$ und: $1 \text{ Lj} = 9,467 \times 10^{15} \frac{1}{1,496 \times 10^{11}} \text{ AE} = 63280 \text{ AE}$

e)

Weil $1 \text{ pc} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$, haben wir: $1 \text{ m} = \frac{1}{3,086 \times 10^{16}} \text{ pc}$. Deshalb: $1 \text{ Lj} = 9,467 \times 10^{15} \text{ m} = \frac{9,467 \times 10^{15}}{3,086 \times 10^{16}} \text{ pc} = 0,3068 \text{ pc}$.