

Gleiche Gesetze für Apfel und Mond? Newtons Gravitationsgesetz

Einführung: Welcher grundlegende Gedanke Newtons war für die damalige Zeit neu?

Folgen Sie Newtons Überlegungen zur Formulierung des Gravitationsgesetzes:

1. Zeichnen Sie die Situation (qualitativ):

Ein Apfel befindet sich auf der Erdoberfläche und erfährt die Beschleunigung g (Richtung Erdmittelpunkt). Sein Abstand vom Erdmittelpunkt beträgt $r_{\text{Erde}} = 6'370 \text{ km}$ (Radius der Erde).

Der Mond befindet sich im Abstand $r_{\text{Mond}} = 384'400 \text{ km}$ vom Erdmittelpunkt und erfährt die Zentripetalbeschleunigung a_z (Richtung Erdmittelpunkt). Seine Umlaufzeit beträgt $T = 27.322 \text{ d}$.

2. Vergleichen Sie die Zahlen rechnerisch:

- a) Wie gross ist die Beschleunigung g_{Erde} eines Apfels auf der Erdoberfläche? $g_{\text{Erde}} = \dots\dots$
- b) Berechnen Sie die Zentripetalbeschleunigung a_z des Mondes aus seiner Umlaufzeit T und dem Abstand r_{Mond} zwischen den Mittelpunkten von Erde und Mond.

$$a_z = \dots$$

- c) Vergleichen Sie den Abstand r_{Erde} des Apfels vom Erdmittelpunkt mit dem Abstand r_{Mond} des Mondes vom Erdmittelpunkt. (Auf zwei Ziffern runden)

$$\text{Verhältnis } \frac{r_{\text{Mond}}}{r_{\text{Erde}}} = \dots$$

- d) Vergleichen Sie die Beschleunigung g_{Erde} des Apfels auf der Erdoberfläche mit der Beschleunigung a_z des Mondes. (Auf zwei Ziffern runden)

$$\text{Verhältnis } \frac{g_{\text{Erde}}}{a_z} = \dots$$

e) Vervollständigen Sie die folgenden Sätze:

Die Beschleunigung des Mondes ist als die Beschleunigung des Apfels.

Je weiter man sich vom Erdmittelpunkt entfernt, desto wird die Beschleunigung.

Der Mond istmal so weit vom Erdmittelpunkt entfernt wie der Apfel. (siehe c)

Die Beschleunigung des Apfels istmal so gross wie die Beschleunigung des Mondes. (siehe d)

Die Beschleunigung des Mondes istmal so gross wie die Beschleunigung des Apfels.

f) Welche dieser Proportionalitäten trifft für den Zusammenhang zwischen der Beschleunigung und dem Abstand zu? Überlegen Sie, um welchen Faktor sich die Beschleunigung verändert, wenn der Abstand sechzigmal grösser wird.

$$a_Z \sim r ?$$

$$a_Z \sim \frac{1}{r} ?$$

$$a_Z \sim r^2 ?$$

$$a_Z \sim \frac{1}{r^2} ?$$

3. Wie steht es mit der Kraft?

a) Die Erde übt eine Kraft auf den Mond aus und beschleunigt ihn: $F_{\text{Erde}} = m_{\text{Mond}} \cdot a_{Z(\text{Mond})}$.

Aus 2. f) folgt: $F_{\text{Erde}} \sim m_{\text{Mond}} \cdot \dots$

b) Aber auch der Mond übt eine Kraft auf die Erde aus, die gleich gross ist und entgegengesetzt gerichtet (Wechselwirkungsprinzip): $F_{\text{Mond}} = m_{\text{Erde}} \cdot a_{Z(\text{Erde})}$. Daraus folgt:

$$F_{\text{Mond}} \sim m_{\text{Erde}} \cdot \dots$$

(Anmerkung: Die Beschleunigung der Erde ist nicht gleich gross wie die Beschleunigung des Mondes, aber die in 2. f) gefundene Proportionalität gilt auch hier.)

c) Zusammenfassung: (Zu was allem ist F proportional?)

$$F_{\text{Erde}} = F_{\text{Mond}} = F \sim \dots$$

Wenn Sie bis hierhin gefolgt sind, dürfen Sie sich für den Rest des Tages NEWTON nennen!

Das Newtonsche Gravitationsgesetz lautet:

Alle Körper üben aufeinander Gravitationskräfte aus (d.h. sie ziehen einander an).

Zwei Körper mit den Massen m_1 und m_2 , deren Mittelpunkte den Abstand r haben, ziehen sich mit der Gravitationskraft F an:

$$F =$$

Der Proportionalitätsfaktor G wird Gravitationskonstante genannt. $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$