

Gleiche Gesetze für Apfel und Mond?

Newtons Gravitationsgesetz

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

Folge Newtons Überlegungen zur Formulierung des Gravitationsgesetzes:

1. Zeichne 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 $r_{\text{Erde-Mond}} = 384'400 \text{ km}$ vom Erdmittelpunkt und erfährt die Zentripetalbeschleunigung a_z (Richtung Erdmittelpunkt). Seine Umlaufzeit beträgt $T = 27.322 \text{ d}$.

2. Vergleiche die Zahlen rechnerisch:

- a) Wie gross ist die Beschleunigung g_{Erde} eines Apfels auf der Erdoberfläche?

$$g_{\text{Erde}} =$$

- b) Berechne die Zentripetalbeschleunigung a_z des Mondes aus seiner Umlaufzeit T und dem Abstand $r_{\text{Erde-Mond}}$ zwischen den Mittelpunkten von Erde und Mond.

$$a_z =$$

- c) Vergleiche den Abstand r_{Erde} des Apfels vom Erdmittelpunkt mit dem Abstand $r_{\text{Erde-Mond}}$ des Mondes vom Erdmittelpunkt. (Auf zwei Ziffern runden)

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

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

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

e) Vervollständige die folgenden Sätze:

Die Beschleunigung des Mondes ist (grösser / kleiner) als die Beschleunigung des Apfels.

Je weiter man sich vom Erdmittelpunkt entfernt, desto (grösser / kleiner) wird die Beschleunigung.

Der Mond istmal so weit vom Erdmittelpunkt entfernt wie der Apfel.

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

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

f) Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Beschleunigung und dem Abstand? Welche der folgenden Möglichkeiten trifft zu?

$a_z \sim r$ Die Beschleunigung ist proportional zum Abstand, das heisst bei doppeltem Abstand ist die Beschleunigung doppelt so gross

$a_z \sim \frac{1}{r}$ Die Beschleunigung ist umgekehrt proportional zum Abstand, das heisst bei doppeltem Abstand ist die Beschleunigung halb so gross

$a_z \sim r^2$ Die Beschleunigung ist proportional zum Quadrat des Abstandes, das heisst bei doppeltem Abstand ist die Beschleunigung viermal so gross

$a_z \sim \frac{1}{r^2}$ Die Beschleunigung ist umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes, das heisst bei doppeltem Abstand ist die Beschleunigung ein Viertel so gross

3. Wie steht es mit der Kraft?

☞ Gemäss Newtons zweitem Gesetz ist die Kraft, die benötigt wird um einen Körper zu beschleunigen, proportional zur Masse des beschleunigten Körpers. Hier übt die Erde eine Kraft auf den Mond aus und beschleunigt ihn (hier: Zentripetalbeschleunigung)

$$F_{\text{Erde}} = m_{\text{Mond}} \cdot a_{z(\text{Mond})}$$

☞ Gemäss Newtons drittem Gesetz (Wechselwirkungsprinzip) gilt: Der Mond übt eine Kraft auf die Erde aus, die gleich gross ist und in die entgegengesetzte Richtung wirkt (wobei die Beschleunigung der Erde viel kleiner ist als die Beschleunigung des Mondes):

$$F_{\text{Mond}} = F_{\text{Erde}} = m_{\text{Erde}} \cdot a_{\text{Erde}}$$

☞ Die Anziehungskraft zwischen Erde und Mond ist proportional zum Produkt ihrer Massen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes zwischen ihren Mittelpunkten.

Wenn du bis hierhin gefolgt bist, darfst du dich für den Rest des Tages NEWTON nennen!

Das **Newtonsche Gravitationsgesetz** lautet:

Alle Körper ziehen einander aufgrund ihrer Masse 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. $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

Sie wurde im Jahr 1798 von Henry Cavendish gemessen.