

Gravitation

Aufgabennummer: A_168

Technologieeinsatz:

möglich

erforderlich

Das Gravitationsgesetz beschreibt die Anziehungskraft F zwischen zwei Massen.

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

F ... Anziehungskraft in Newton (N)

G ... allgemeine Gravitationskonstante ($G \approx 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$)

m_1, m_2 ... Massen in kg

r ... Abstand der Massen in m

- a) – Ordnen Sie der angegebenen Veränderung einer Größe in der Formel die daraus resultierende Veränderung der Kraft F aus A bis D zu. [2 zu 4]

Der Abstand r wird halbiert.	
Die Masse m_1 wird verdoppelt.	

A	Die Kraft F halbiert sich.
B	Die Kraft F viertelt sich.
C	Die Kraft F verdoppelt sich.
D	Die Kraft F vervierfacht sich.

- b) Im Folgenden wird abgeschätzt, welche Masse zwei gleich schwere Körper mit der Masse m_0 haben müssten, damit diese in einem Abstand von 10 m ungefähr eine Kraft von 100 N aufeinander ausüben. (Für diese Abschätzung kann für G der gerundete Wert $G \approx 10 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ verwendet werden.)

$$100 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{m_0^2}{10^2}$$

$$10^2 \approx 10 \cdot 10^{-9} \cdot m_0^2$$

$$10^2 \approx 10^{-8} \cdot m_0^2$$

$$10^{10} \approx m_0^2$$

$$10^5 \approx m_0$$

Die Masse der Körper müsste jeweils ungefähr 100 000 kg, also rund 100 t, betragen. Bei dieser Abschätzung wurde ein Fehler gemacht.

- Erklären Sie, welcher Fehler in dieser Abschätzung gemacht wurde.
- Stellen Sie die Abschätzung richtig.

- c) Auf der Erde entspricht die Anziehungskraft, die zwischen einem Körper der Masse m_1 und der Erde wirkt, dem Gewicht des Körpers.
Dieses wird mit der Formel $F = m_1 \cdot g$ berechnet.

F ... Gewicht des Körpers in N

m_1 ... Masse des Körpers in kg

g ... Fallbeschleunigung in m/s^2

- Zeigen Sie mithilfe des Gravitationsgesetzes, dass die Größe der Fallbeschleunigung g auf der Erdoberfläche rund $9,81 \text{ m/s}^2$ ist.

Verwenden Sie dazu die Masse der Erde $m_2 = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ und den Abstand zum Erdmittelpunkt $r = 6371 \text{ km}$.

Hinweis zur Aufgabe:

Lösungen müssen der Problemstellung entsprechen und klar erkennbar sein. Ergebnisse sind mit passenden Maßeinheiten anzugeben.

Möglicher Lösungsweg

a)	Der Abstand r wird halbiert.	\mathcal{D}	A	Die Kraft F halbiert sich.
	Die Masse m_1 wird verdoppelt.	\mathcal{C}	B	Die Kraft F viertelt sich.
			C	Die Kraft F verdoppelt sich.
			D	Die Kraft F vervierfacht sich.

b) Bei der Division von 10^{-11} durch 10^2 müssen die Hochzahlen subtrahiert und nicht addiert werden.

Richtige Abschätzung:

$$100 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{m_0^2}{10^2}$$

$$10^2 \approx 10 \cdot 10^{-13} \cdot m_0^2 = 10^{-12} \cdot m_0^2$$

$$10^2 \approx 10^{-12} \cdot m_0^2$$

$$10^{14} \approx m_0^2$$

$$10^7 \approx m_0$$

Die Masse der Körper müsste jeweils rund 10000000 kg, also rund 10000 t, betragen.

$$c) m_1 \cdot g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \Rightarrow g = G \cdot \frac{m_2}{r^2}$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6)^2} = 39,8199 \cdot \frac{10^{13}}{6,371^2 \cdot 10^{12}} \approx 9,81$$

Die Fallbeschleunigung beträgt rund 9,81 m/s².

Klassifikation

Teil A Teil B

Wesentlicher Bereich der Inhaltsdimension:

- a) 2 Algebra und Geometrie
- b) 2 Algebra und Geometrie
- c) 1 Zahlen und Maße

Nebeninhaltsdimension:

- a) —
- b) 1 Zahlen und Maße
- c) 2 Algebra und Geometrie

Wesentlicher Bereich der Handlungsdimension:

- a) C Interpretieren und Dokumentieren
- b) B Operieren und Technologieeinsatz
- c) D Argumentieren und Kommunizieren

Nebenhandlungsdimension:

- a) —
- b) D Argumentieren und Kommunizieren
- c) —

Schwierigkeitsgrad:

- a) mittel
- b) mittel
- c) schwer

Punkteanzahl:

- a) 1
- b) 2
- c) 1

Thema: Physik

Quellen: —