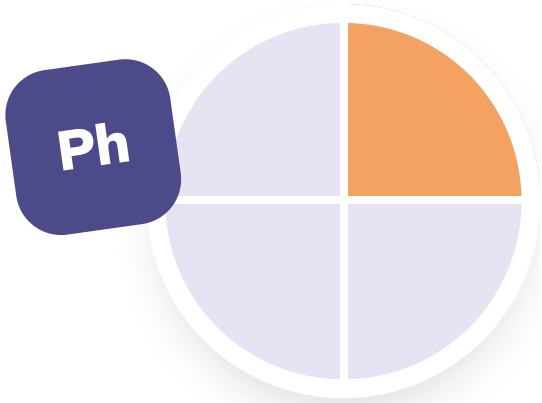
DYS+ Campus



Übungsheft · Physik · Klasse 11

Gravitation und Planetenbahnen

Erklärungen, 27 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich wende das Gravitationsgesetz auf Änderungen von Masse und Abstand an.
- Ich berechne die Gravitationsfeldstärke.
- Ich beschreibe das Cavendish-Experiment und nutze die Keplerschen Gesetze.
- Ich berechne Größen von Bahnen und Satelliten.

So arbeitest du mit dem Heft

●○○ **Basis** zum Einstieg

●●○ **Standard** zum Üben

●●● **Plus** zum Weiterdenken

Du musst nicht alles machen. Fang bei Basis an. Die Lösungen stehen hinten im Heft.

Noch unsicher?

Scanne den Code. Dort wird das Thema Schritt für Schritt erklärt.

dysplus.de/lernen/gymnasium/klasse-11/physik/gravitation-und-planetenbahnen/das-gravitationsgesetz

Kurz erklärt

Wichtige Formeln

Größe	Formel
Gravitationskraft	$F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$
Feldstärke	$g = F/m = G \cdot M / r^2$
3. Keplersches Gesetz	T^2/a^3 = konstant (AE und Jahre: $T^2 = a^3$)
Zentralmasse	$M = 4\pi^2 \cdot r^3 / (G \cdot T^2)$
Kreisbahn	$v = \sqrt{(G \cdot M / r)}$

Drittes Keplersches Gesetz

1. Gegeben: a = 4 AE. Gesucht: T.
2. $a^3 = 4 \cdot 4 \cdot 4 = 64$.
3. $T^2 = 64$, also T = 8 Jahre.

Merksatz: Doppelter Abstand: ein Viertel der Kraft. Höhere Kreisbahn: kleineres Tempo. Schwerelosigkeit ist freier Fall.

Typischer Fehler: Der Abstand r wird zwischen den Mittelpunkten gemessen. Und G (Konstante) ist nicht g (Feldstärke).

Tipp: Bei Faktoraufgaben genügt oft ein Verhältnis: $F \sim m_1 \cdot m_2 / r^2$.

●○○ Basis

Gesetz und Feld

1 Wie ändert sich die Kraft?

a) Abstand verdoppelt, vorher F = 12 N: jetzt _____ N

b) Abstand halbiert, vorher F = 5 N: jetzt _____ N

c) Masse m_1 verdreifacht, vorher F = 4 N: jetzt _____ N

2 Wähle aus.

a) Gravitationskräfte wirken zwischen _____ Körpern. ☐ **nur sehr großen** ☐ **allen**

b) Die Gravitationskraft ist stets _____. ☐ **anziehend** ☐ **abstoßend**

c) Die Einheit der Feldstärke g ist _____. ☐ **N/kg** ☐ **kg/N**

3 Rechne die Gewichtskraft mit F = m · g.

a) Mond: g = 1,6 N/kg, m = 10 kg: F = _____ N

b) Erde: g = 9,81 N/kg, m = 2 kg: F = _____ N

4 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Die Erde zieht den Mond stärker an als der Mond die Erde. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Masse eines Körpers ändert sich auf dem Mond nicht. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Keplersche Gesetze und Cavendish

5 Nutze $T^2 = a^3$ (AE, Jahre).

a) a = 4 AE: T = _____ Jahre

b) a = 9 AE: T = _____ Jahre

c) T = 64 Jahre: a = _____ AE

6 Wähle aus.

a) Im sonnennächsten Punkt ist der Planet ☐ **am schnellsten** ☐ **am langsamsten** _____.

b) Die Sonne steht im _____ der Bahnellipse. ☐ **Mittelpunkt** ☐ **Brennpunkt**

c) Bei der Drehwaage dreht sich der Stab zu den _____ ☐ **kleinen** ☐ **großen** Kugeln.

7 Rechne mit der Feldstärke.

a) Abstand vom Erdmittelpunkt verdreifacht, vorher g = 9 N/kg: jetzt _____ N/kg

8 Erkläre kurz.

a) Was zeigt die Beobachtung beim Cavendish-Versuch?

b) Warum bemerken wir die Anziehung zwischen zwei Menschen nicht?

9 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Planeten bewegen sich auf Kreisen genau um den Mittelpunkt der Sonne.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Nach dem dritten Gesetz ist T^2/a^3 für alle Planeten um dieselbe Sonne gleich.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●● Plus

Satelliten und Zentralmasse

10 Rechne mit Bahnen.

a) v = 8 km/s bei Radius r. Bei 4 · r ist v = _____ km/s

b) Satellit: Umfang $4{,}2 \cdot 10^7$ m, v = 7,0 km/s: T = _____ min

c) g beträgt 9,0 N/kg im Abstand r. Bei 3 · r ist g = _____ N/kg

11 Begründe.

a) Warum schweben Astronauten in der Raumstation?

b) Warum liegt ein geostationärer Satellit über dem Äquator?

12 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) In der Raumstation gibt es keine Gravitation. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

Kannst du das schon?

Kreuze an, wie sicher du dich fühlst. Hier gibt es kein Richtig oder Falsch.

Ich kann …	sicher	fast	noch nicht
Ich wende das Gravitationsgesetz auf Änderungen von Masse und Abstand an.	☐	☐	☐
Ich berechne die Gravitationsfeldstärke.	☐	☐	☐
Ich beschreibe das Cavendish-Experiment und nutze die Keplerschen Gesetze.	☐	☐	☐
Ich berechne Größen von Bahnen und Satelliten.	☐	☐	☐

Tipp: Bei „noch nicht“ schau dir „Kurz erklärt“ vorne im Heft noch einmal an oder scanne den Code auf dem Deckblatt. Dann probierst du die Aufgaben noch einmal.

Lösungen

Erst selbst lösen, dann vergleichen. Bei vielen Aufgaben steht die Begründung dabei.

●○○ Basis: Gesetz und Feld

1 Wie ändert sich die Kraft?

a) Abstand verdoppelt, vorher F = 12 N: jetzt 3 N

→ Doppelter Abstand: ein Viertel. 12 : 4 = 3.

b) Abstand halbiert, vorher F = 5 N: jetzt 20 N

→ Halber Abstand: viermal so groß. 5 · 4 = 20.

c) Masse m_1 verdreifacht, vorher F = 4 N: jetzt 12 N

→ F ist proportional zu m_1. 3 · 4 = 12.

2 Wähle aus.

a) allen

→ Auch Alltagsgegenstände ziehen sich an. Die Kraft ist nur winzig.

b) anziehend

→ Es gibt keine abstoßende Gravitation.

c) N/kg

→ g = F/m: Newton pro Kilogramm.

3 Rechne die Gewichtskraft mit F = m · g.

a) Mond: g = 1,6 N/kg, m = 10 kg: F = 16 N

→ F = 10 · 1,6 N = 16 N.

b) Erde: g = 9,81 N/kg, m = 2 kg: F = 19,62 N

→ F = 2 · 9,81 N = 19,62 N.

4 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Stimmt nicht. Richtig: Beide Kräfte sind gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet.

b) Stimmt.

●●○ Standard: Keplersche Gesetze und Cavendish

5 Nutze $T^2 = a^3$ (AE, Jahre).

a) a = 4 AE: T = 8 Jahre

→ $a^3 = 64$, also $T = \sqrt{64} = 8$.

b) a = 9 AE: T = 27 Jahre

→ $a^3 = 729$, also $T = \sqrt{729} = 27$.

c) T = 64 Jahre: a = 16 AE

→ $a^3 = T^2 = 4096$, also a = 16, denn $16 \cdot 16 \cdot 16 = 4096$.

6 Wähle aus.

a) am schnellsten

→ Flächensatz: In Sonnennähe überstreicht er mehr Weg in gleicher Zeit.

b) Brennpunkt

→ Erstes Keplersches Gesetz.

c) großen

→ Die schweren Kugeln ziehen die leichten an.

7 Rechne mit der Feldstärke.

a) Abstand vom Erdmittelpunkt verdreifacht, vorher g = 9 N/kg: jetzt 1 N/kg

→ Dreifacher Abstand: ein Neuntel. 9 : 9 = 1.

8 Erkläre kurz.

a) Zwei Labormassen ziehen sich an. Die Drehwaage dreht sich zu den großen Kugeln.

→ Beobachtung zuerst, dann Deutung.

b) Die Kraft ist winzig, weil G klein ist und die Massen gering sind.

→ Denke an $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$.

9 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Stimmt nicht. Richtig: Sie bewegen sich auf Ellipsen, die Sonne steht in einem Brennpunkt.

b) Stimmt.

●●● Plus: Satelliten und Zentralmasse

10 Rechne mit Bahnen.

a) **v = 8 km/s bei Radius r. Bei 4 · r ist v = 4 km/s**

→ v ~ 1/√r. √4 = 2, also halb so schnell.

b) **Satellit: Umfang 4,2 · 10^7 m, v = 7,0 km/s: T = 100 min**

→ 4,2 · 10^7 m : 7000 m/s = 6000 s = 100 min.

c) **g beträgt 9,0 N/kg im Abstand r. Bei 3 · r ist g = 1 N/kg**

→ Dreifacher Abstand: ein Neuntel. 9 : 9 = 1.

11 Begründe.

a) **Sie fallen gemeinsam mit der Station frei um die Erde. Die Gravitation wirkt dort noch.**

→ Station und Besatzung fallen gleich schnell.

b) **Die Bahnebene muss durch den Erdmittelpunkt gehen. Nur über dem Äquator bleibt der Satellit über demselben Punkt.**

→ Eine Kreisbahn um die Erde liegt in einer Ebene durch den Erdmittelpunkt.

12 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Dort wirkt noch etwa 89 % der Gravitation vom Boden aus. Die Besatzung fällt mit der Station.**