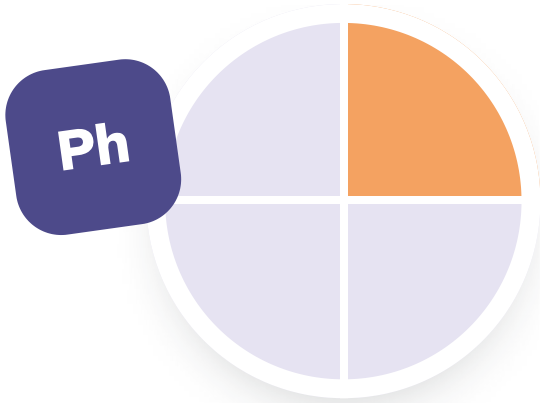
DYS+ Campus



Übungsheft · Physik · Klasse 12

Mechanische Schwingungen und Resonanz

Erklärungen, 29 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich berechne Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz.
- Ich beschreibe die Energieumwandlungen beim Federpendel.
- Ich nutze $T = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)}$ und die Zeitfunktionen.
- Ich erkläre Dämpfung und Resonanz.

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-12/physik/mechanische-schwingungen/was-ist-eine-harmonische-schwingung

Kurz erklärt

Wichtige Formeln

Größe	Formel
Frequenz	$f = 1/T$
Kreisfrequenz	$\omega = 2\pi/T$
Federpendel	$T = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)}$
Energie	$E(ges) = ½ \cdot D \cdot \hat{y}^2$
Elongation	$y = \hat{y} \cdot \sin(\omega t)$

Periodendauer

1. Gegeben: $m = 0{,}50$ kg, $D = 32$ N/m.
2. $m/D = 0{,}015625$ s².
3. $\sqrt{(m/D)} = 0{,}125$ s.
4. $T = 2\pi \cdot 0{,}125$ s $= 0{,}785$ s.

Merksatz: Harmonisch: $F = -D \cdot y$. Die Periodendauer des Federpendels hängt von m und D ab, nicht von der Amplitude. Bei Resonanz liegt f(E) nahe f_0.

Typischer Fehler: Spannenergie und Bewegungsenergie sind nicht gleichzeitig maximal. Und: Bei Resonanz wird die Amplitude nicht unendlich, die Dämpfung begrenzt sie.

●○○ Basis

Begriffe und Grundlagen

1 Ergänze.

a) Die Zeit für eine volle Schwingung heißt _____ dauer.

b) Die Einheit der Frequenz ist _____.

c) In den Umkehrpunkten ist die _____ energie null.

d) Bei einer gedämpften Schwingung nimmt die _____ ab.

2 Entscheide.

a) Die Periodendauer des Federpendels hängt von der Amplitude _____. ☐ **stark ab** ☐ **nicht ab**

b) Resonanz entsteht, wenn die Erregerfrequenz nahe der _____ liegt. ☐ **Eigenfrequenz** ☐ **Amplitude**

c) Vierfache Masse bedeutet _____ Periodendauer. ☐ **vierfache** ☐ **doppelte**

d) Beim Federpendel ist in der Ruhelage die Geschwindigkeit _____. ☐ **maximal** ☐ **null**

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Die Amplitude ist die Zeit für eine Schwingung. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

---

b) Bei harmonischen Schwingungen ist die Rückstellkraft proportional zur Auslenkung. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

---

c) Die Gesamtenergie eines reibungsfreien Federpendels ändert sich ständig. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Rechnen und Auswerten

4 **Rechne. 20 Schwingungen dauern 14 s.**

a) T = _____ s

b) f = _____ Hz (auf 0,1 gerundet)

5 **Rechne. Feder mit D = 50 N/m, y = 0,040 m.**

a) E(spann) = ½ · D · y^2 = _____ mJ

b) Bei doppelter Auslenkung: _____ mJ

6 **Rechne. m = 0,25 kg, D = 100 N/m.**

a) m/D = _____ s^2

b) T = 2π · √(m/D) = _____ s (auf 0,01 gerundet)

7 **Rechne. $\hat{y}$ = 0,05 m, ω = 10 rad/s.**

a) v(max) = $\hat{y}$ · ω = _____ m/s

b) a(max) = $\hat{y}$ · ω^2 = _____ m/s^2

8 **Entscheide.**

a) Bei halber Amplitude hat ein Federpendel _____ der Gesamtenergie. ☐ **ein Viertel** ☐ **die Hälfte**

b) Nach der Halbwertszeit der Amplitude ist die Amplitude _____. ☐ **null** ☐ **halbiert**

9 Rechne mit Rechenweg.

a) Ein Pendel (m = 0,50 kg, D = 20 N/m, $\hat{y}$ = 0,10 m) schwingt ungedämpft. Berechne v(max) in m/s.

b) Ein Federpendel mit m = 0,25 kg soll T = 1,0 s haben. Berechne D in N/m.

c) Wie groß ist die Amplitude nach 5,0 s bei $\hat{y}_0$ = 10 cm und δ = 0,20 1/s?

●●● Plus

Vor allem für den Leistungskurs: Herleiten und Begründen

10 Begründe.

a) Leite aus $m \cdot \ddot{y} = -D \cdot y$ mit dem Ansatz $y = \hat{y} \cdot \sin(\omega\, t)$ die Periodendauer ab.

b) Warum sinkt die Resonanzüberhöhung bei stärkerer Dämpfung?

c) Ein Fadenpendel hat $T = 2{,}0$ s. Berechne die Länge in m ($g = 9{,}81\ m/s^2$).

11 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Ein Gesetz ist durch viele Messungen sicher bewiesen.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Tacoma-Narrows-Brücke gilt als umstrittenes Beispiel für Resonanz.

☐ **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 berechne Periodendauer, Frequenz und Kreisfrequenz.	☐	☐	☐
Ich beschreibe die Energieumwandlungen beim Federpendel.	☐	☐	☐
Ich nutze $T = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)}$ und die Zeitfunktionen.	☐	☐	☐
Ich erkläre Dämpfung und Resonanz.	☐	☐	☐

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: Begriffe und Grundlagen

1 Ergänze.

a) **Die Zeit für eine volle Schwingung heißt Periodendauer.**

b) **Die Einheit der Frequenz ist Hertz.**

c) **In den Umkehrpunkten ist die Bewegungsenergie null.**

d) **Bei einer gedämpften Schwingung nimmt die Amplitude ab.**

2 Entscheide.

a) **nicht ab**

→ $T = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)}$.

b) **Eigenfrequenz**

→ Dann nimmt das System viel Energie auf.

c) **doppelte**

→ $T \sim \sqrt{m}$.

d) **maximal**

→ Dort ist die Spannenergie null und die Bewegungsenergie maximal.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Die Amplitude ist die größte Elongation. Die Zeit für eine Schwingung ist die Periodendauer.**

b) **Stimmt.**

c) **Stimmt nicht. Richtig: Sie bleibt konstant. Nur ihre Form wechselt.**

●●○ Standard: Rechnen und Auswerten

4 Rechne. 20 Schwingungen dauern 14 s.

a) **T = 0,7 s**

b) **f = 1,4 Hz (auf 0,1 gerundet)**

5 Rechne. Feder mit D = 50 N/m, y = 0,040 m.

a) **$E(spann) = \frac{1}{2} \cdot D \cdot y^2 = 40$ mJ**

b) **Bei doppelter Auslenkung: 160 mJ**

6 **Rechne. m = 0,25 kg, D = 100 N/m.**

a) **m/D = 0,0025 s²**

b) **T = 2π · √(m/D) = 0,31 s (auf 0,01 gerundet)**

7 **Rechne. ŷ = 0,05 m, ω = 10 rad/s.**

a) **v(max) = ŷ · ω = 0,5 m/s**

b) **a(max) = ŷ · ω² = 5 m/s²**

8 **Entscheide.**

a) **ein Viertel**

→ $E \sim \hat{y}^2$.

b) **halbiert**

→ Die Halbwertszeit ist die Zeit bis zur Halbierung.

9 **Rechne mit Rechenweg.**

a) **0,63 m/s**

→ $E(ges) = 0{,}5 \cdot 20 \cdot 0{,}10^2\ J = 0{,}10\ J$.

→ $v^2 = 2 \cdot 0{,}10 : 0{,}50 = 0{,}40$.

→ $v = 0{,}63\ m/s$.

b) **9,9 N/m**

→ $D = 4\pi^2 \cdot m : T^2$.

→ $D = 39{,}48 \cdot 0{,}25 : 1 = 9{,}87\ N/m$.

c) **3,7 cm**

→ $\delta \cdot t = 1{,}0$.

→ $\hat{y} = 10 \cdot e^{-1}\ cm = 3{,}7\ cm$.

●●● Plus: Vor allem für den Leistungskurs: Herleiten und Begründen

10 **Begründe.**

a) **$\omega^2 = D/m$, also $\omega = \sqrt{(D/m)}$ und $T = 2\pi/\omega = 2\pi \cdot \sqrt{(m/D)}$.**

→ $\ddot{y} = -\omega^2 \cdot y$

→ $-\omega^2 = -D/m$

→ $T = 2\pi/\omega$

b) **Die Dämpfung entzieht mehr Energie pro Periode. Das System kann sich weniger aufschaukeln.**

→ Energieverlust

→ weniger Aufschaukeln

c) **0,99 m**

→ $l = g \cdot T^2 : (4\pi^2)$.

→ $l = 9{,}81 \cdot 4{,}0 : 39{,}48\ m = 0{,}994\ m$.

11 **Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.**

a) **Stimmt nicht. Richtig: Messungen stützen ein Gesetz, beweisen es aber nicht endgültig.**

b) **Stimmt.**