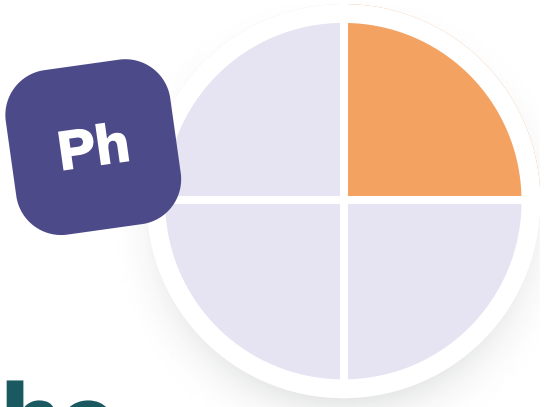
DYS+ Campus



Übungsheft · Physik · Klasse 12

Elektromagnetische Induktion

Erklärungen, 28 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich berechne Induktionsspannungen mit $U = B \cdot l \cdot v$ und mit dem Induktionsgesetz.
- Ich berechne den magnetischen Fluss $\Phi = B \cdot A$.
- Ich bestimme Richtungen mit der Lenzschen Regel.
- Ich deute Messkurven von Induktionsversuchen.

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/elektromagnetische-induktion/leiterschaukel

Kurz erklärt

Wichtige Formeln

Größe	Formel	Einheit
Leiterschaukel	$U = B \cdot l \cdot v$	V
Fluss	$\Phi = B \cdot A$	Wb
Induktionsgesetz	$U = -N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$	V
Fläche konstant	$\lvert U\rvert = N \cdot A \cdot \Delta B/\Delta t$	V

Induktionsspannung berechnen

1. Gegeben: $N = 200$, $\Delta\Phi = 4{,}0$ mWb, $\Delta t = 0{,}10$ s.
2. Formel: $\lvert U\rvert = N \cdot \Delta\Phi/\Delta t$.
3. Einsetzen: $\lvert U\rvert = 200 \cdot 0{,}0040 : 0{,}10$ V $= 8{,}0$ V.

Merksatz: Nicht der Fluss, sondern seine Änderung erzeugt die Spannung. Das Minuszeichen sagt: Die Induktion wirkt ihrer Ursache entgegen.

Typischer Fehler: Flussdichte B (Tesla) und Fluss Φ (Weber) sind verschiedene Größen. Rechne Flächen vor dem Einsetzen in m^2 um.

●○○ Basis

Begriffe und Grundlagen

1 Ergänze.

a) Auf bewegte Ladungen im Magnetfeld wirkt die _____ kraft.

b) Die Einheit des magnetischen Flusses ist das _____.

c) Bei konstantem Fluss ist die Induktionsspannung gleich _____.

d) Die Lenzsche Regel erklärt das _____ zeichen im Induktionsgesetz.

2 Entscheide.

a) Ein ruhender Leiter im konstanten Magnetfeld hat _____ Induktionsspannung. ☐ **keine** ☐ **eine große**

b) Beim Einschalten des Spulenstroms wird der Aluminiumring _____. ☐ **abgestoßen** ☐ **angezogen**

c) Ein Ring mit Schlitz bleibt liegen, weil kein _____ fließt. ☐ **Strom** ☐ **Fluss**

d) Doppelte Windungszahl ergibt _____ Spannung. ☐ **doppelte** ☐ **halbe**

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Ein großer konstanter Fluss erzeugt eine große Spannung.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Einheit der Flussdichte ist das Tesla.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

c) Die Fläche unter der Spannungs-Zeit-Kurve ist N mal die Flussänderung.

☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Rechnen und Auswerten

4 **Rechne. Leiterschaukel mit B = 0,40 T, l = 0,25 m, v = 0,80 m/s.**

a) U = B · l · v = _____ V

b) U in mV: _____ mV

5 **Rechne den Fluss. B = 0,40 T, A = 50 cm² = 0,0050 m².**

a) Φ = B · A = _____ mWb

b) Bei halber Fläche: Φ = _____ mWb

6 **Rechne. N = 100, ΔΦ = 2,0 mWb, Δt = 0,20 s.**

a) |U| = N · ΔΦ/Δt = _____ V

b) Bei Δt = 0,10 s: |U| = _____ V

7 **Entscheide.**

a) Ändert sich nur die Flussdichte, gilt |U| = N · A · _____. ☐ **ΔB/Δt** ☐ **ΔA/Δt**

b) Ändert sich nur die Fläche, gilt |U| = N · B · _____. ☐ **ΔA/Δt** ☐ **ΔB/Δt**

c) Bei doppelt so schnellem Anstieg ist die Plateau-Spannung _____. ☐ **halb so hoch** ☐ **doppelt so hoch**

8 Rechne mit Rechenweg.

a) Eine Spule ($N = 300$, $A = 25\ cm^2$) liegt in einem Feld, das in $0{,}60\ s$ gleichmäßig von 0 auf $0{,}30\ T$ wächst. Berechne den Betrag der Spannung in V.

b) Der Fluss durch eine Windung ist $\Phi(t) = 0{,}02 \cdot t^2$ (Wb, t in s). Berechne den Betrag der Spannung bei $t = 2{,}0\ s$ für $N = 50$.

c) Ein Schieber ($l = 0{,}10\ m$) bewegt sich mit $v = 0{,}50\ m/s$ in einem Feld mit $B = 0{,}20\ T$. Berechne die Spannung in mV.

●●● Plus

Vor allem für den Leistungskurs: Begründen und Auswerten

9 Begründe.

a) Ein Magnet nähert sich mit dem Nordpol einer Spule. Welcher Pol bildet sich auf der zugewandten Seite? Begründe mit der Lenzschen Regel.

b) Erkläre mit dem Energiekonzept, warum die Lenzsche Regel gelten muss.

c) Eine Leiterschaukel hat B = 0,20 T, l = 0,10 m, v = 0,50 m/s und R = 0,050 Ω. Zeige, dass P(mech) = P(el). Gib die Leistung in mW an.

10 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Die Lenzsche Regel folgt allein aus Zufall. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Ein schneller fallender Magnet erzeugt einen höheren, kürzeren Ausschlag. ☐ **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 Induktionsspannungen mit $U = B \cdot l \cdot v$ und mit dem Induktionsgesetz.	☐	☐	☐
Ich berechne den magnetischen Fluss $\Phi = B \cdot A$.	☐	☐	☐
Ich bestimme Richtungen mit der Lenzschen Regel.	☐	☐	☐
Ich deute Messkurven von Induktionsversuchen.	☐	☐	☐

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) **Auf bewegte Ladungen im Magnetfeld wirkt die Lorentzkraft.**

b) **Die Einheit des magnetischen Flusses ist das Weber.**

c) **Bei konstantem Fluss ist die Induktionsspannung gleich null.**

d) **Die Lenzsche Regel erklärt das Minuszeichen im Induktionsgesetz.**

2 Entscheide.

a) **keine**

→ Ohne Bewegung und ohne Flussänderung gibt es keine Spannung.

b) **abgestoßen**

→ Das Gegenfeld des Ringstroms ist dem Spulenfeld entgegengerichtet.

c) **Strom**

→ Im offenen Ring gibt es keinen Stromkreis.

d) **doppelte**

→ U ist proportional zu N.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Nur eine Änderung des Flusses erzeugt eine Spannung.**

b) **Stimmt.**

c) **Stimmt.**

●●○ Standard: Rechnen und Auswerten

4 Rechne. Leiterschaukel mit B = 0,40 T, l = 0,25 m, v = 0,80 m/s.

a) **$U = B \cdot l \cdot v = 0{,}08$ V**

b) **U in mV: 80 mV**

5 Rechne den Fluss. B = 0,40 T, A = 50 cm² = 0,0050 m².

a) **$\Phi = B \cdot A = 2$ mWb**

b) **Bei halber Fläche: $\Phi = 1$ mWb**

6 Rechne. N = 100, ΔΦ = 2,0 mWb, Δt = 0,20 s.

a) **$|U| = N \cdot \Delta\Phi/\Delta t = 1$ V**

b) **Bei $\Delta t = 0{,}10$ s: $|U| = 2$ V**

7 Entscheide.

a) ΔB/Δt

→ Die Fläche ist konstant.

b) ΔA/Δt

→ Die Flussdichte ist konstant.

c) doppelt so hoch

→ Die Änderungsrate verdoppelt sich.

8 Rechne mit Rechenweg.

a) 0,375 V

→ A = 0,0025 m^2.

→ ΔB/Δt = 0,30 : 0,60 = 0,50 T/s.

→ |U| = 300 · 0,0025 · 0,50 = 0,375 V.

b) 4,0 V

→ Φ′(t) = 0,04 · t.

→ Φ′(2,0) = 0,08 Wb/s.

→ |U| = 50 · 0,08 = 4,0 V.

c) 10 mV

→ ΔA/Δt = 0,10 · 0,50 = 0,050 m^2/s.

→ |U| = 0,20 · 0,050 = 0,010 V.

→ 0,010 V = 10 mV.

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

9 Begründe.

a) Ein Nordpol. Die Spule wehrt die Annäherung ab, gleiche Pole stoßen sich ab.

→ Fluss nimmt zu.

→ Gegenfeld hemmt die Annäherung.

→ Gleiche Pole stoßen sich ab.

b) Würde der Induktionsstrom die Bewegung verstärken, entstünde Energie aus dem Nichts. Das widerspricht der Energieerhaltung.

→ Mehr Energie ohne Zufuhr

→ Energieerhaltung

c) 2,0 mW

→ U = 0,010 V, I = 0,20 A.

→ P(el) = 0,010 · 0,20 = 0,0020 W.

→ F = B · I · l = 0,0040 N, P(mech) = 0,0040 · 0,50 = 0,0020 W.

10 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Stimmt nicht. Richtig: Die Lenzsche Regel folgt aus der Energieerhaltung und der Wechselwirkung.

b) Stimmt.