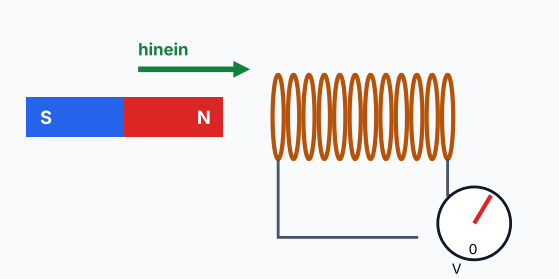
Elektromagnetische Induktion – Magnet und Spule

Physik 9 · Kapitel 3 · Stunde 50 · Lösung

Name: Klasse: Datum:

Grundwissen: Ändert sich das Magnetfeld in einer Spule, entsteht eine Induktionsspannung (Faraday 1831). Ruht der Magnet, ist sie null. Hinein und heraus bzw. Nord- und Südpol ergeben entgegengesetzte Ausschläge. Schnellere Bewegung, mehr Windungen und ein stärkerer Magnet vergrößern die Spannung.

1 Versuch



Aufgabe 1 · Notiere deine Beobachtungen und ergänze den Merksatz. *Hilfe: Achte nur auf Richtung und Größe des Ausschlags.*

Bewegung	Beobachtung am Messgerät
Nordpol hinein	Ausschlag in eine Richtung (+)
Magnet ruht in der Spule	kein Ausschlag (0)
Nordpol heraus	Ausschlag in die andere Richtung (–)
Südpol hinein	Ausschlag (–)
schneller hinein	größerer Ausschlag

Eine Induktionsspannung entsteht nur, wenn sich das Magnetfeld in der Spule ändert. Je schneller die Änderung und je mehr Windungen, desto größer die Spannung.

WORTSPEICHER

Induktion: Erzeugen einer elektrischen Spannung durch Änderung eines Magnetfeldes in einer Spule

Induktionsspannung: die dabei entstehende Spannung, Formelzeichen U_ind

Änderung des Magnetfeldes: Voraussetzung der Induktion: Das Magnetfeld in der Spule muss stärker oder schwächer werden

Spannungsstoß: kurzzeitige Spannung beim Hinein- oder Herausbewegen; Fläche unter der U(t)-Kurve

Nullpunkt in der Mitte: Messgerät, dessen Zeiger nach beiden Seiten ausschlagen kann – zeigt die Richtung der Spannung

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Aufgabe 2 · Simulationsprotokoll (Induktions-Detektiv). Trage die Spitzenwerte ein. *Hilfe: Windungen wählen, Bewegung abspielen, „Spitzenwert" ablesen.*

Windungen	Bewegung (hinein)	Magnet	Spitzenwert
250	schnell	normal	**50 mV**
250	langsam	normal	**12,5 mV**
500	schnell	normal	**100 mV**
500	schnell	umgedreht (S vorn)	**−100 mV**
1000	schnell	normal	**200 mV**

Was folgt daraus?

Doppelte Windungszahl → doppelte Spannung; vierfaches Tempo → vierfache Spannung; Pol umdrehen → Richtung kehrt sich um.

Aufgabe 3 · Begründe, warum ein ruhender Magnet in einer Spule keine Spannung erzeugt. *Hilfe: Was ist die Bedingung für Induktion?*

Ruht der Magnet, ändert sich das Magnetfeld in der Spule nicht. Induktion braucht eine Änderung des Magnetfeldes.

Aufgabe 4 · Nenne drei Möglichkeiten, die Induktionsspannung zu vergrößern. *Hilfe: Tabelle in Aufgabe 2.*

Magnet schneller bewegen, Spule mit mehr Windungen verwenden, stärkeren Magneten nehmen (oder Eisenkern in die Spule).

MUSTERBEISPIEL

250 Windungen, schnell: 50 mV. Doppelt so viele Windungen (500): U ≈ 2 · 50 mV = 100 mV

TIPP

keine Änderung – keine Spannung

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Aufgabe 5 · Ein Magnet fällt senkrecht durch eine Spule. Skizziere den U(t)-Verlauf und begründe. *Hilfe: Erst tritt er ein, dann aus – und er wird beim Fallen schneller.*

Erst ein Ausschlag (Magnet tritt ein, Feld wird stärker), dann ein Ausschlag in die Gegenrichtung (Feld wird schwächer). Der zweite ist höher und kürzer, weil der Magnet beim Austreten schneller fällt.

Aufgabe 6 · Sag es physikalisch! *„Der Magnet gibt seinen Strom an die Spule ab.“* *Hilfe: Enthält ein Magnet Strom? Woher kommt die Energie?*

Der Magnet enthält keinen Strom. Durch die Bewegung ändert sich das Magnetfeld in der Spule; dadurch wird eine Spannung induziert. Die Energie stammt aus der Bewegung.

E

Vertiefung · Stufe Experte

Öffne „Physik 9 Stunde 50 Interaktive Übung.html“, Stufe **Experte**: Detektivfälle 2 und 3, Spannungsstoß, Messbereich.

HAUSAUFGABE

Aufgaben 3 und 6.

AUSBLICK

Stunde 51: genaue Messreihen 🔬

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Lösungen der interaktiven Übung

Alle drei Stufen · Grundlage G · Standard S · Experte E

Hauptübung Vorhersage-Wette – Was zeigt der Spannungsmesser?

Stufe	Situation	richtige Vorhersage
G	Ein Stabmagnet wird schnell in eine Spule geschoben. An der Spule hängt ein Spannungsmesser. Was zeigt er?	**einen kurzen Ausschlag** Es entsteht eine Induktionsspannung.
G	Der Magnet bleibt jetzt ruhig in der Spule liegen. Was zeigt der Spannungsmesser?	**null** Ohne Änderung des Magnetfeldes keine Induktionsspannung.
G	Der Magnet wird wieder herausgezogen. Was passiert?	**Ausschlag zur anderen Seite**
S	Der Magnet wird doppelt so schnell hineingeschoben. Wie ändert sich der Spitzenwert der Spannung?	**Er wird etwa doppelt so groß.**
S	Statt des Nordpols wird der Südpol hineingeschoben. Was passiert?	**Der Ausschlag zeigt in die andere Richtung.**
S	Der Magnet ruht, die Spule wird über ihn geschoben. Entsteht eine Spannung?	**Ja – es kommt nur auf die Relativbewegung an.**
E	Eine Spule mit 1000 statt 250 Windungen wird verwendet. Spitzenwert?	**etwa viermal so groß**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Hauptübung Vorhersage-Wette – Was zeigt der Spannungsmesser? (Fortsetzung)

Stufe	Situation	richtige Vorhersage
E	Der Magnet wird einmal langsam und einmal schnell hineingeschoben. Wie unterscheiden sich die Spannungsstöße (Fläche unter der U(t)-Kurve)?	**Gleich groß – schnell: hoch und kurz, langsam: niedrig und lang.** Der Spannungsstoß hängt nur von der Gesamtänderung des Magnetfeldes ab.
E	Ein Magnet fällt durch eine senkrechte Spule. Wie sieht die U(t)-Kurve aus?	**erst ein Ausschlag in eine Richtung, dann einer in die andere – der zweite höher**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Simulation · Detektiv-Rekonstruktion – Induktions-Detektiv

Stufe	Aufgabe	Lösung
G	Ziehe den Magneten in die Spule und halte ihn dann still. Was zeigt das Messgerät, solange er ruht?	**0 mV**
G	Vergleiche „schnell hinein“ und „schnell heraus“. Was fällt dir auf?	**Die Ausschläge zeigen in entgegengesetzte Richtungen.**
G	Vergleiche „langsam hinein“ und „schnell hinein“.	**Schnell ergibt einen größeren Ausschlag.**
S	Spiele Fall 1 ab (Magnet hinter dem Vorhang). Was ist passiert?	**Nordpol schnell hinein, kurze Pause, dann langsam heraus** Prüfe mit „Vorhang auf“.
S	Stelle 500 Windungen ein und spiele „schnell hinein“ ab. Wie groß ist der Spitzenwert?	**100 mV** Bei 250 Windungen sind es 50 mV – doppelt so viele Windungen, doppelte Spannung.
S	Drehe den Magneten um (Südpol vorn) und spiele „schnell hinein“. Was ändert sich?	**Der Ausschlag zeigt in die negative Richtung.**
E	Spiele Fall 2 ab. Was ist passiert?	**Südpol langsam hinein, dann schnell heraus** Negativ beim Hineinbewegen → Südpol vorn.
E	Spiele Fall 3 ab. Was zeigt die Kurve?	**Der Magnet wurde zweimal schnell hinein- und herausbewegt.**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Simulation · Detektiv-Rekonstruktion – Induktions-Detektiv (Fortsetzung)

Stufe	Aufgabe	Lösung
E	1000 Windungen, starker Magnet, „schnell hinein“: Welcher Spitzenwert ergibt sich? (Messbereich beachten)	**250 mV** Das Messgerät ist überlastet – man müsste einen größeren Messbereich wählen.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Fachsprache · Lückentext – Induktion in Worten

Stufe	Text mit Lösungen
G	Bewegt man einen Magneten in einer Spule, entsteht eine **Induktionsspannung**. Ruht der Magnet, ist die Spannung **null**. Beim Herausziehen schlägt der Zeiger zur **anderen** Seite aus.
S	Eine Induktionsspannung entsteht nur, wenn sich das **Magnetfeld** in der Spule ändert. Sie ist umso größer, je **schneller** die Änderung erfolgt und je mehr **Windungen** die Spule hat. Dreht man den Magneten um, kehrt sich die **Richtung** der Spannung um.
E	Die Fläche unter der U(t)-Kurve heißt **Spannungsstoß**. Er hängt nur von der **Gesamtänderung** des Magnetfeldes ab. Ein dynamisches Mikrofon nutzt die **Induktion**: Schall bewegt eine Spule im Magnetfeld. Michael Faraday entdeckte die Induktion im Jahr **1831**.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Zuordnen – Spannung – ja oder nein?

Stufe	Karte	Lösung
G	Magnet wird in die Spule geschoben	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja**
G	Magnet liegt ruhig in der Spule	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein**
G	Magnet wird herausgezogen	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja**
G	Magnet liegt ruhig neben der Spule	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein**
S	Spule wird über den ruhenden Magneten geschoben	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
S	Magnet und Spule bewegen sich gemeinsam gleich schnell	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule bleibt gleich**
S	Magnet dreht sich vor der Spule	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
S	Kupferdraht ohne Magnet wird bewegt (kein Feld in der Nähe)	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule bleibt gleich**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Zuordnen – Spannung – ja oder nein? (Fortsetzung)

Stufe	Karte	Lösung
S	Elektromagnet neben der Spule wird eingeschaltet	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
E	Gleichstrom-Elektromagnet neben der Spule bleibt eingeschaltet	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule bleibt gleich**
E	Elektromagnet neben der Spule wird ausgeschaltet	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
E	Magnet fällt durch eine Spule	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
E	Schall bewegt die Spule eines Mikrofons im Magnetfeld	Entsteht eine Induktionsspannung?: **ja** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule ändert sich**
E	Magnet ruht in der Spule, Spule ruht	Entsteht eine Induktionsspannung?: **nein** · Begründung: **Magnetfeld in der Spule bleibt gleich**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Abschlusstest

Nr.	Frage	Lösung
G1	Magnet in Spule geschoben:	**kurzer Ausschlag**
G2	Magnet ruht in der Spule:	**keine Spannung**
G3	Herausziehen:	**Ausschlag andere Richtung**
G4	Schneller bewegen:	**größere Spannung**
G5	Messgerät für beide Richtungen:	**Nullpunkt in der Mitte**
G6	Entdecker der Induktion:	**Faraday**
G7	Spitzenwert bei 250 Windungen, schnell hinein (Simulation)?	**50 mV**
G8	Induktion heißt …	**Spannung durch Änderung eines Magnetfeldes**
S1	Südpol statt Nordpol hinein:	**umgekehrte Richtung**
S2	Doppelte Windungszahl:	**doppelte Spannung**
S3	Spule über ruhenden Magneten schieben:	**Spannung entsteht**
S4	Magnet und Spule gemeinsam bewegt:	**keine Spannung**
S5	Spitzenwert bei 500 Windungen, schnell hinein (Simulation)?	**100 mV**
S6	Voraussetzung der Induktion:	**Änderung des Magnetfeldes in der Spule**
S7	Elektromagnet neben Spule einschalten:	**kurzer Ausschlag**
S8	Fachlich richtig:	**„Die Änderung des Magnetfeldes induziert eine Spannung.“**

BEWERTUNG

8 Aufgaben je Stufe, je 1 Punkt. Ab 6 Punkten: Abzeichen und Zertifikat der Stufe.

MERKHILFE

keine Änderung – keine Spannung schneller, mehr Windungen → mehr hinein ↔ heraus: umgekehrt

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Abschlusstest (Fortsetzung)

Nr.	Frage	Lösung
E1	Spannungsstoß schnell vs. langsam:	**gleich groß**
E2	Fall 2 (S-Pol langsam rein, schnell raus): Kurve …	**erst klein negativ, dann groß positiv**
E3	1000 statt 250 Windungen:	**vierfache Spannung**
E4	Fallender Magnet: zweiter Ausschlag höher, weil …	**der Magnet beim Austreten schneller ist**
E5	Mikrofon nutzt …	**Induktion**
E6	Gleichstrom-Elektromagnet bleibt eingeschaltet:	**keine Spannung**
E7	Rechnerischer Spitzenwert 1000 Windungen, starker Magnet, schnell (mV)?	**400 mV**
E8	Jahr der Entdeckung durch Faraday:	**1831**

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.