

Physik II für Medis 2022

Übungsgruppe

Stunde 12



Plan für heute

Magnetischer Fluss

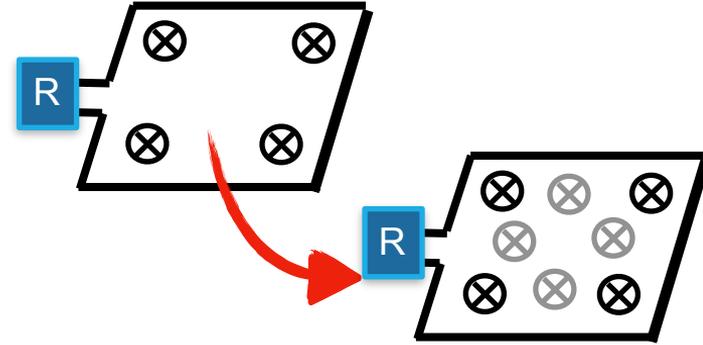


**Elektromagnetische
Induktion**

Intro-Frage:

Das Magnetfeld, das die abgebildete Leiterschleife durchdringt, wächst mit der Zeit linear an. R ist ein Widerstand.

Welche Aussagen sind richtig?



- A) Es ändert sich nichts. Hier wird kein elektrischer Strom induziert.
- B) Es wird ein elektrischer Strom induziert, der im Uhrzeigersinn fließt.
- C) Der induzierte Strom wächst auch linear mit der Zeit an.
- D) Die Änderungsrate des magnetischen Flusses $\dot{\Phi}_m$ ist konstant.

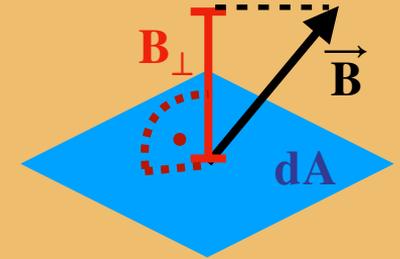
Elektromagnetische Induktion

Ändert sich der magnetische Fluss durch eine Leiterschleife, dann entsteht eine Spannung in der Schleife

$$U_{\text{ind}} = - \dot{\Phi}_m$$

Magnetischer Fluss

“Magnetfeld mal Fläche”



Definiere: $\Phi_m := \mathbf{B}_\perp \cdot \mathbf{A}$

genauer: $\Phi_m := \int_A \mathbf{B}_\perp dA$

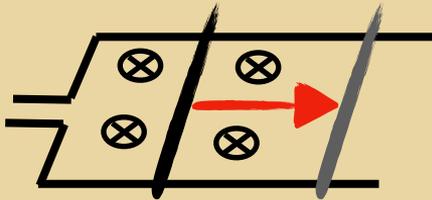
Elektromagnetische Induktion

Ändert sich der magnetische Fluss durch eine Leiterschleife, dann entsteht eine Spannung in der Schleife

$$U_{\text{ind}} = - \dot{\Phi}_m$$

Möglichkeit 1:

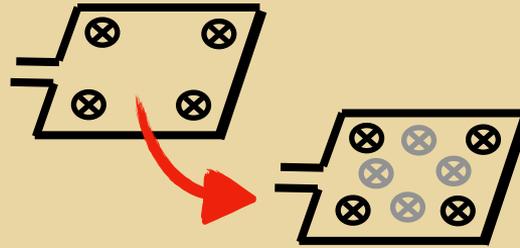
Änderung der Fläche



hier: $U_{\text{ind}} = - \dot{B}A$

Möglichkeit 2:

Änderung des Felds



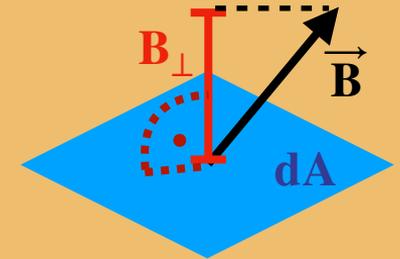
hier: $U_{\text{ind}} = - \dot{B}A$

Lenz'sche Regel:

Induzierte Spannung/Strom
wirken immer ihrer Ursache entgegen!

Magnetischer Fluss

“Magnetfeld mal Fläche”



Definiere: $\Phi_m := B_{\perp} \cdot A$

genauer: $\Phi_m := \int_A B_{\perp} dA$

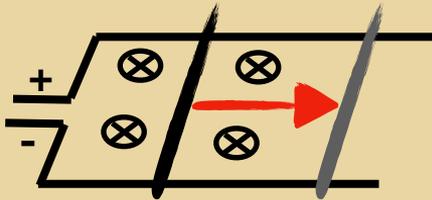
Elektromagnetische Induktion

Ändert sich der magnetische Fluss durch eine Leiterschleife, dann entsteht eine Spannung in der Schleife

$$U_{\text{ind}} = - \dot{\Phi}_m$$

Möglichkeit 1:

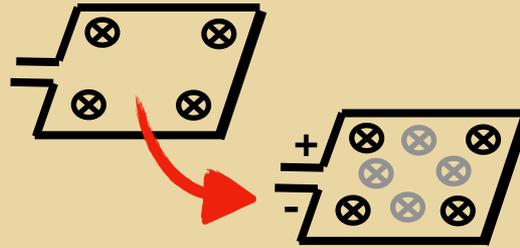
Änderung der Fläche



hier: $U_{\text{ind}} = - \dot{B}A$

Möglichkeit 2:

Änderung des Felds



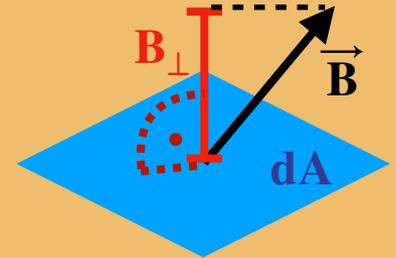
hier: $U_{\text{ind}} = - \dot{B}A$

Lenz'sche Regel:

Induzierte Spannung/Strom wirken immer ihrer Ursache entgegen!

Magnetischer Fluss

“Magnetfeld mal Fläche”



Definiere: $\Phi_m := B_{\perp} \cdot A$

genauer: $\Phi_m := \int_A B_{\perp} dA$

Trick Rechte-Hand-Regel:

Daumen in Richtung Flussänderung, induzierter Strom geht gegen Richtung der Finger.



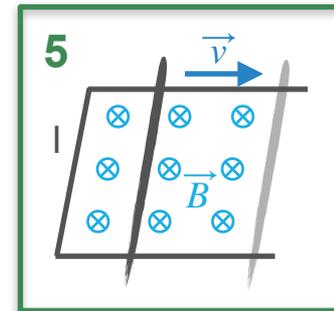
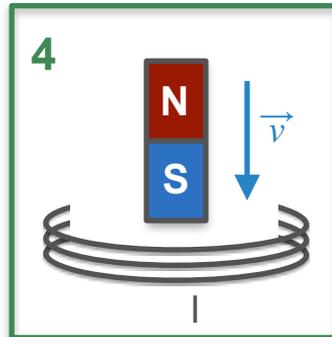
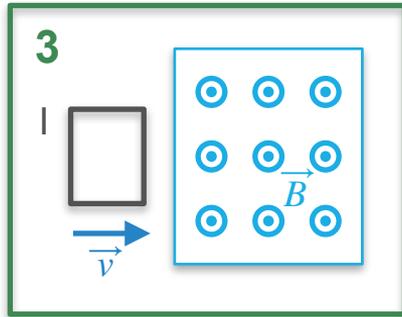
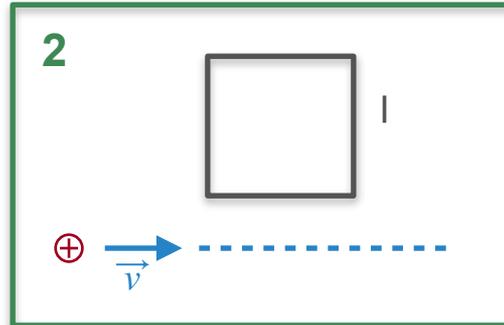
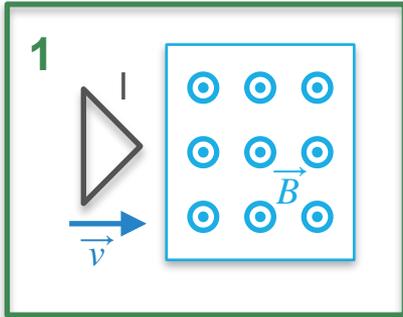
Puzzle - Elektromagnetische Induktion - Situationen

In allen gezeigten Situationen wird Strom in den grauen Leiterschleifen induziert.

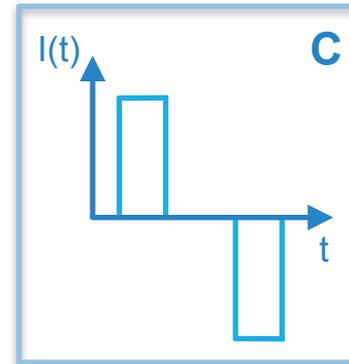
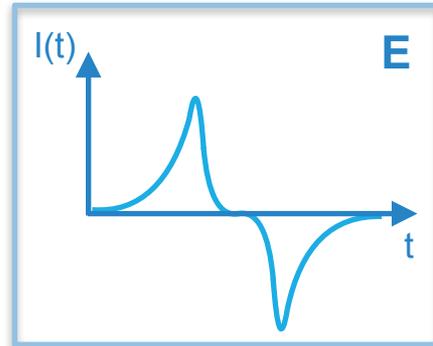
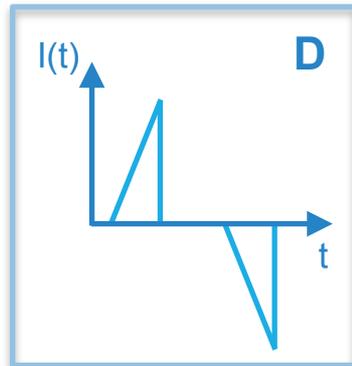
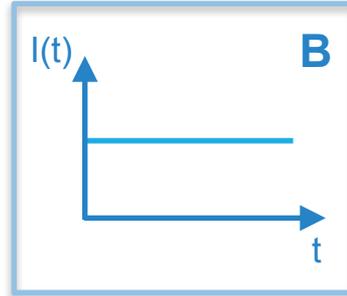
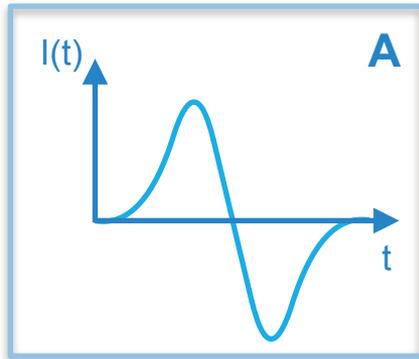
Aufgaben:

Finde für jede Situation das passende Schaubild für $I(t)$

Was ist jeweils die Richtung des induzierten Stroms unmittelbar nach der gezeigten Situation?



Puzzle - Elektromagnetische Induktion - Schaubilder



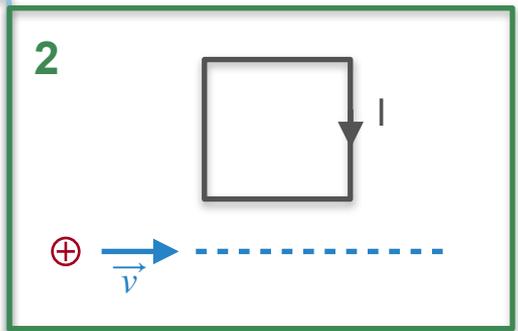
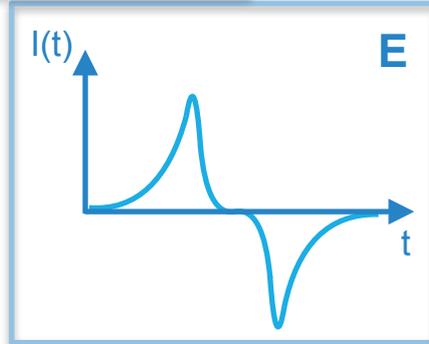
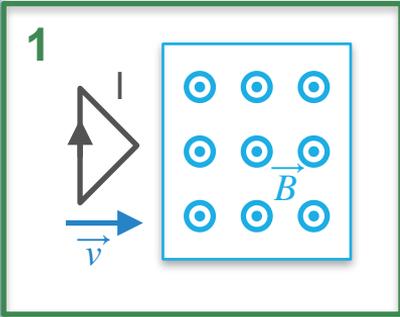
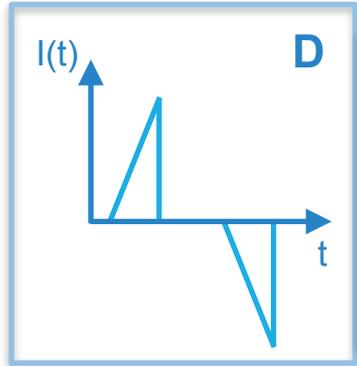
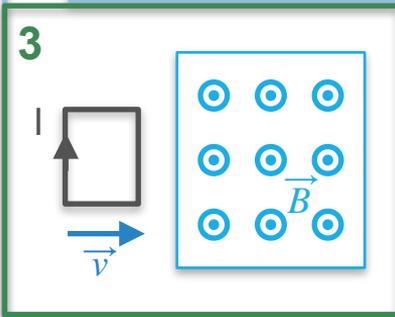
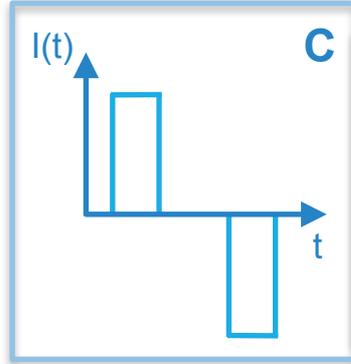
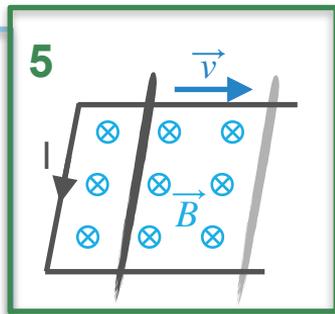
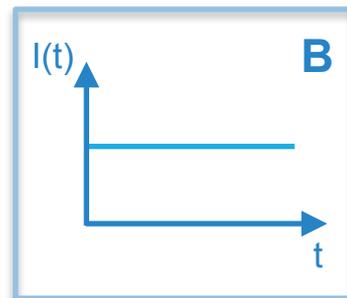
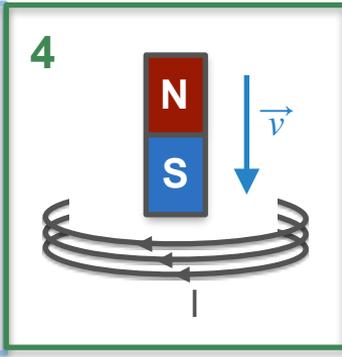
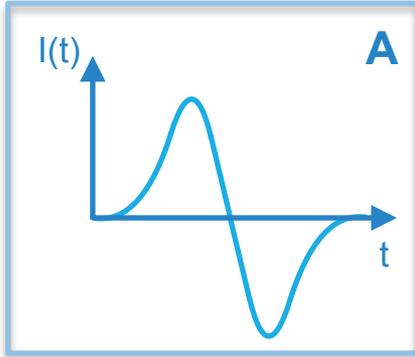
In allen gezeigten Situationen wird Strom in den grauen Leiterschleifen induziert.

Aufgaben:

Finde für jede Situation das passende Schaubild für $I(t)$

Was ist jeweils die Richtung des induzierten Stroms unmittelbar nach der gezeigten Situation?

Puzzle - Elektromagnetische Induktion - Lösung



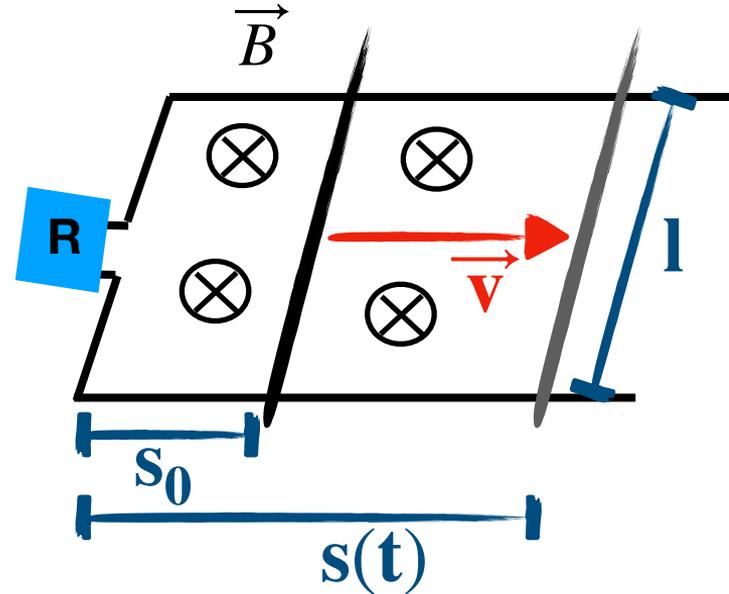
Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

gegeben:

- geschlossene Leiterschleife
- Konstantes Magnetfeld B
- Metallstab bewegt sich mit v
- Widerstand R

Frage: Welche Leistung fällt bei R ab?

Idee:



Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

gegeben:

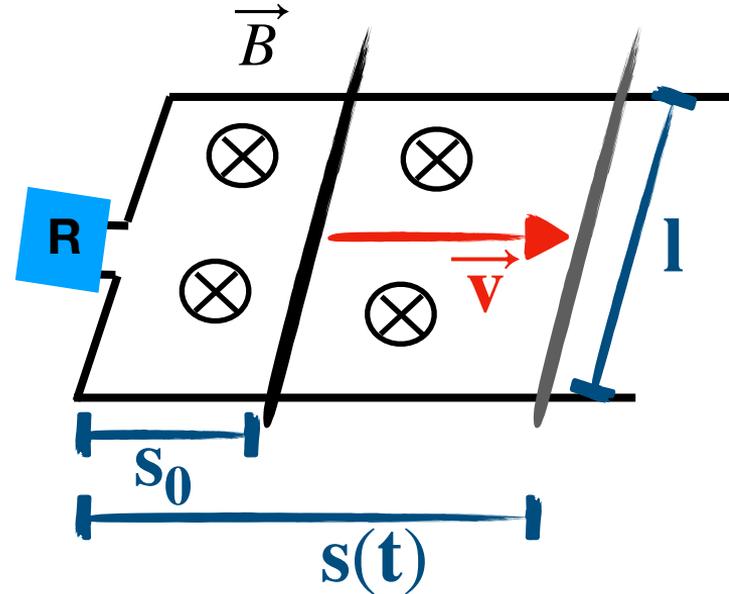
- geschlossene Leiterschleife
- Konstantes Magnetfeld B
- Metallstab bewegt sich mit v
- Widerstand R

Frage: Welche Leistung fällt bei R ab?

Idee:

1) el. Leistung ist $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$

2) Erhalte U aus Induktionsgesetz $U_{\text{ind}} = (-) \dot{\Phi}_m$

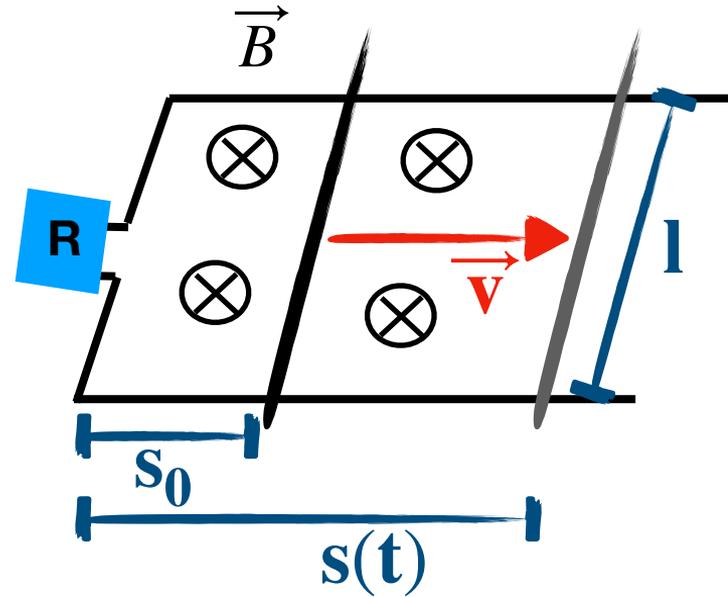


Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

$$U_{\text{ind}} = (-) \dot{\Phi}_m$$

$$U_{\text{ind}} = ???$$

$$A(t) = ??? \quad B(t) = ???$$



Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

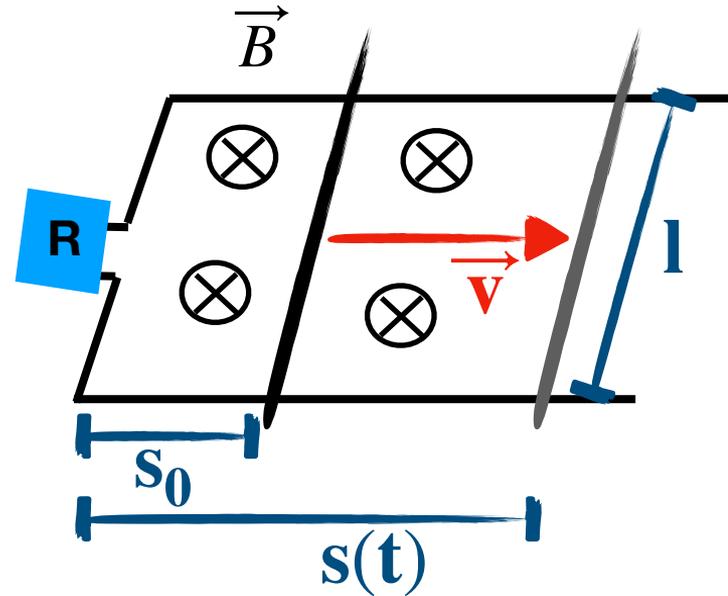
$$U_{\text{ind}} = (-) \mathbf{B} \dot{A}$$

$$A(t) = l \cdot s(t) \quad B(t) = B$$

$$\dot{A} = \frac{d}{dt} (l \cdot s)$$

$$\dot{A} = l \cdot \frac{ds}{dt} = l \cdot v$$

$$|U_{\text{ind}}| = \mathbf{B} \cdot \dot{A} = Blv$$



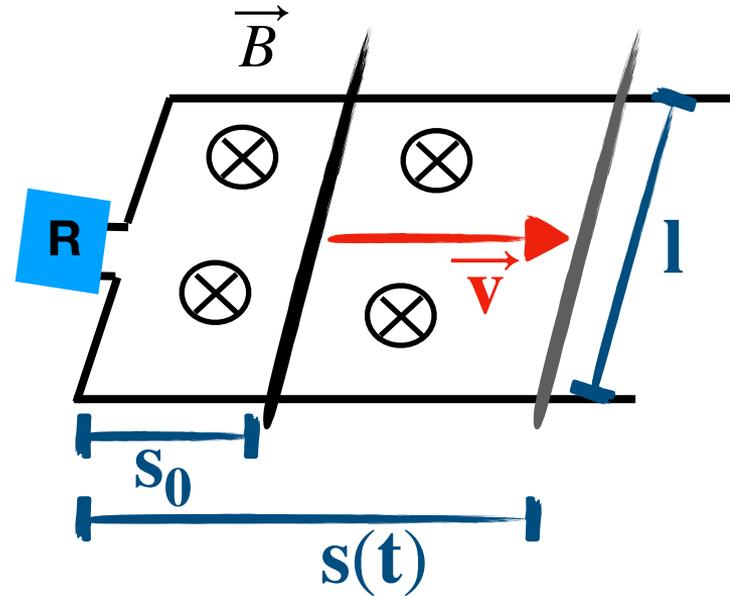
Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

Jetzt Leistung berechnen: $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$

$$|U_{ind}| = B \cdot \dot{A} = Blv$$

Ergebnis für Leistung:

$$P = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$$



In welche Richtung fließt der Strom?

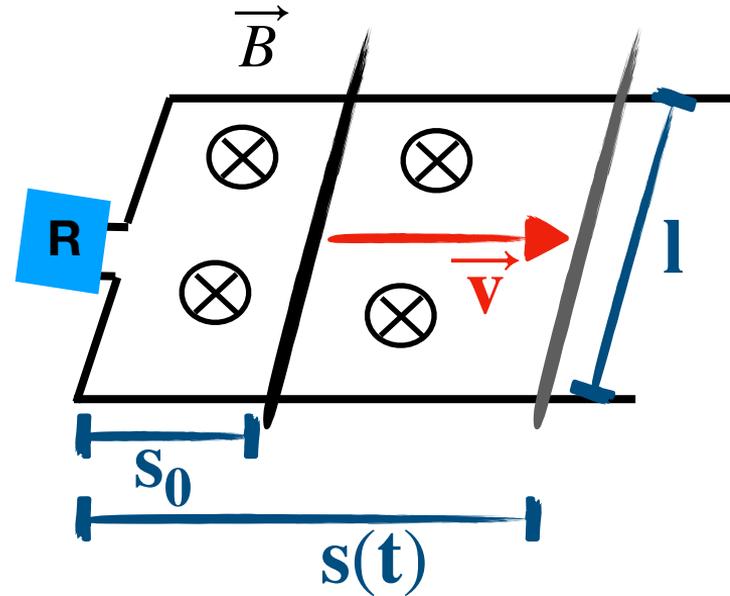
Aufgabe: Induktion durch Flächenänderung

Jetzt Leistung berechnen: $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R}$

$$|U_{ind}| = B \cdot \dot{A} = Blv$$

Ergebnis für Leistung:

$$P = \frac{B^2 l^2 v^2}{R}$$



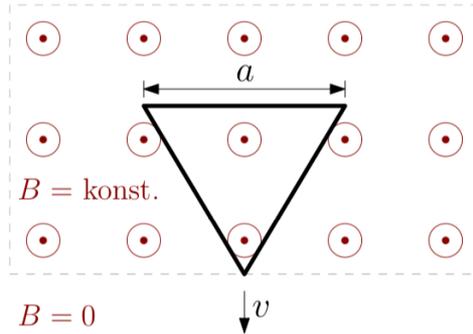
In welche Richtung fließt der Strom?

Gegen Uhrzeigersinn

Klausuraufgabe

6. Aufgabe

Eine Leiterschleife habe die Form eines gleichseitigen Dreiecks mit Kantenlänge a und werde mit konstanter Geschwindigkeit v aus einem Gebiet mit konstantem und homogenem Magnetfeld B gezogen. Das Magnetfeld zeige senkrecht aus der Zeichenebene heraus. Zur Zeit $t = 0$ befinde sich die Spitze des Dreiecks gerade am Rand des Gebietes mit Magnetfeld (wie in der Skizze gezeigt). Der Widerstand der Leiterschleife beträgt R .

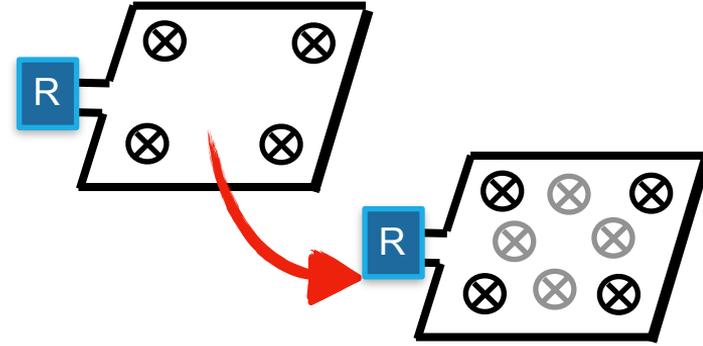


- Zeigen Sie, dass der magnetischen Fluss $\Phi(t)$ durch die Leiterschleife vom Zeitpunkt $t = 0$ bis zu dem Zeitpunkt, in dem die Leiterschleife das Gebiet mit Magnetfeld verlässt, $\Phi(t) = B \left(\frac{\sqrt{3}a^2}{4} - \frac{v^2 t^2}{\sqrt{3}} \right)$ beträgt. Skizzieren Sie den Fluss als Funktion der Zeit.
- Berechnen Sie elektrische Spannung U_{ind} , welche in der Leiterschleife induziert wird, als Funktion der Zeit t .
- Bestimmen Sie den induzierten Strom in der Leiterschleife.

Intro-Frage:

Das Magnetfeld, das die abgebildete Leiterschleife durchdringt, wächst mit der Zeit linear an. R ist ein Widerstand.

Welche Aussagen sind richtig?



- A) Es ändert sich nichts. Hier wird kein elektrischer Strom induziert.
- B) Es wird ein elektrischer Strom induziert, der im Uhrzeigersinn fließt.
- C) Der induzierte Strom wächst auch linear mit der Zeit an.
- D) Die Änderungsrate des magnetischen Flusses $\dot{\Phi}_m$ ist konstant.

Intro-Frage:

Das Magnetfeld, das die abgebildete Leiterschleife durchdringt, wächst mit der Zeit linear an. R ist ein Widerstand.

Welche Aussagen sind richtig?

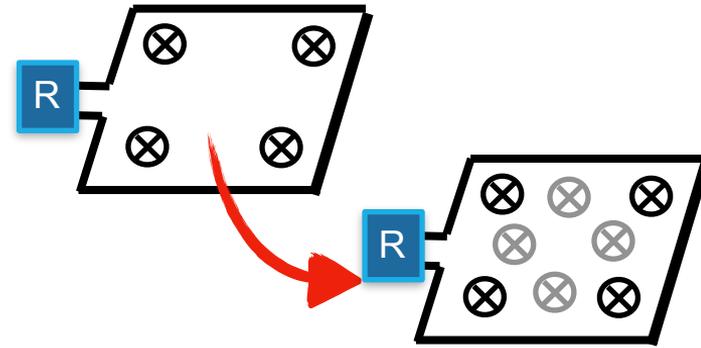
- A) Es ändert sich nichts. Hier wird kein elektrischer Strom induziert.
- B) Es wird ein elektrischer Strom induziert, der im Uhrzeigersinn fließt.
- C) Der induzierte Strom wächst auch linear mit der Zeit an.



Die Änderungsrate des magnetischen Flusses $\dot{\Phi}_m$ ist konstant.

Strom ist konstant!

genau, weil der Fluss linear ansteigt,
Ist $\dot{\Phi}_m$ konstant!



Strom fließt gegen
Uhrzeigersinn!