

PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: LORENTZKRAFT, INDUKTION

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Vektor/Skalar
- b) Elementarladung
- c) Masse: - Welche Eigenschaften hat eine Masse?
 - Was bedeutet jede dieser Eigenschaften?
- d) Definition der physikalischen Arbeit
- e) Energie
- f) Leistung
- g) Spannung
- h) Wozu verwenden wir den elektrischen Strom?
- i) Gleichstrom
- j) Wechselstrom
- k) Magnetfeld
- l) Welche Kraft wirkt auf bewegte Ladungen im Magnetfeld? In welche Richtung wirkt diese Kraft?
- m) Welche Bahn beschreibt ein geladenes Teilchen, das durch ein homogenes Magnetfeld fliegt (wenn es senkrecht/parallel zu den Feldlinien eingeschossen wurde)?
- n) Wie kommt die Induktionsspannung in einem Stab zustande, der durch ein Magnetfeld bewegt wird? Wie muss er bewegt werden? Fertige eine Skizze an.
- o) Erkläre die Regel von Lenz anhand eines Beispiels (mit Hilfe einer selbst angefertigten Skizze).
- p) Wie lautet die Regel von Lenz?
- q) Magnetischer Fluss
- r) Unter welchen Bedingungen wird (nach dem Induktionsgesetz) in einer Leiterschleife eine Spannung induziert? Nenne zwei Möglichkeiten.
- s) Scheitelspannung/Effektivspannung

Physikalische Größen: Für diese physikalischen Größen musst du Symbol und Einheit kennen.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Geschwindigkeit			Beschleunigung		
Kraft			Arbeit		
Leistung			Energie		
Stromstärke			Spannung		
Widerstand			Ladung		
Feldstärke des Magnetfeldes			Induktionsspannung		
Magnetischer Fluss			Fläche		
Effektivspannung			Scheitelspannung		
Periode			Winkelgeschwindigkeit		

Fähigkeiten:

- Formeln umformen, Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und ausrechnen
- Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden und mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise schreiben
- Aufgaben mit vektoriellen Grössen zeichnerisch und rechnerisch lösen
- Diagramme zeichnen und interpretieren
- Elektrische und magnetische Feldlinienbilder interpretieren und zeichnen können
- Elektrische Schaltpläne interpretieren und zeichnen können
- Die «Linke-Hand Regel» richtig anwenden können
- Die «Drei-Finger-Regel» richtig anwenden können
- Joule in Kilowattstunden umwandeln und umgekehrt
- Joule in Elektronvolt umwandeln und umgekehrt
- Aufbau und Funktionsweise eines Elektromotors erklären können
- Aufbau und Funktionsweise eines Generators erklären können

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf massenpunkt.ch anschauen und herunterladen.

Übungsaufgaben: Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein. Bei Berechnungen werden für die volle Punktzahl eine algebraische Lösung (das heisst die Formel, umgeformt nach der gesuchten Grösse) und die vollständig eingesetzte Rechnung (das heisst Zahlenwerte mit Einheiten) verlangt. Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!)

Alle Arbeitsblätter, Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A57 – A60

Weitere Aufgaben

1. Markiere die signifikanten Ziffern durch Punkte über der Ziffer. Rechne das Resultat aus, und runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

- a) $P = U \cdot I = 800.0 \text{ V} \cdot 0.004 \text{ A}$
b) $\Phi = B \cdot A = 0.00520 \text{ T} \cdot 249.98000 \text{ m}^2$

2. Gib die dargestellten Winkel (schraffierter Teil) sowohl im Bogenmass als auch im Gradmass an.



3. Rechne die folgenden Winkel um:

- a) vom Gradmass ($^\circ$) ins Bogenmass (rad): 360° 90° 30° 5.93°
b) vom Bogenmass (rad) ins Gradmass ($^\circ$): 2π $\frac{\pi}{4}$ $\frac{3\pi}{5}$ 5.93

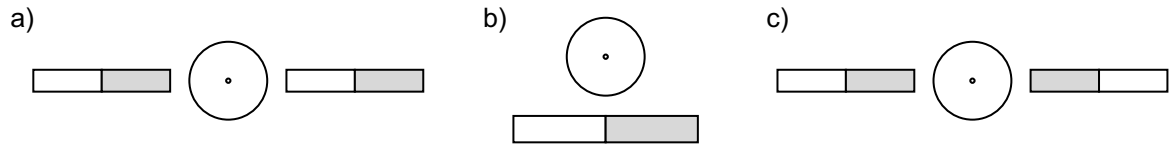
4. In einem homogenen Magnetfeld ($B = 0.000210 \text{ mT}$) befindet sich senkrecht zur Feldlinienrichtung ein Draht der Länge 0.08643900 km , der von einem Strom durchflossen wird. Auf den Draht wirkt eine Kraft von $1.67000 \mu\text{N}$. Die Stromstärke soll berechnet werden.

- a) Wie viele signifikante Ziffern besitzen die drei Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
b) Rechne aus, wie gross die Stromstärke im Draht ist und runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.

5. In einer Elektronenstrahlröhre werden Elektronen in einem Vakuum zu einem Strahl gebündelt und treffen auf eine fluoreszierende Glasscheibe. Auf der Scheibe ist dadurch ein leuchtender Punkt zu sehen. In den untenstehenden Abbildungen blickst du von vorne auf die Scheibe, das heisst die Elektronen fliegen direkt auf dich zu.

In welche Richtung wird jeweils der Elektronenstrahl abgelenkt?

Hinweis: Zeichne zuerst das Magnetfeld der Magneten (N  S).



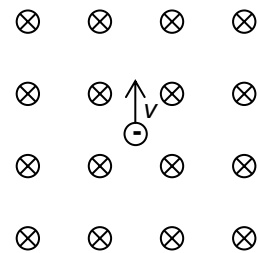
6. In einem homogenen Magnetfeld ($B = 0.22436000 \mu\text{T}$) befindet sich eine Leiterschleife mit den Seitenlängen 13.7400 cm und 0.00972 km . Die magnetischen Feldlinien verlaufen senkrecht zur Fläche der Leiterschleife. Der magnetische Fluss durch die Leiterschleife soll berechnet werden.

- d) Wie viele signifikante Ziffern besitzen die benötigten Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?

- e) Rechne aus, wie gross der magnetische Fluss durch die Leiterschleife ist und runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.

- f) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.

7. Ein Elektron wurde mit $U = 45.0 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes ($B = 1.85 \text{ mT}$, die magnetischen Feldlinien zeigen ins Blatt hinein).



- a) Zeichne in der Abbildung die Richtung der Lorentzkraft auf das Elektron sowie seine ungefähre Bahnkurve ein.

- b) Wie gross ist die kinetische Energie des Elektrons?

- c) Wie gross ist die Geschwindigkeit des Elektrons?

- d) Wie gross ist die Lorentzkraft auf das Elektron?

- e) Berechne den Radius der Kreisbahn des Elektrons, auf der sich das Elektron bewegt.

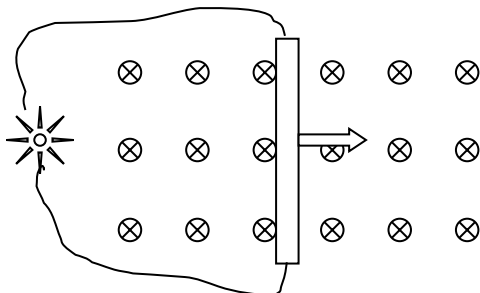
8. Ein Proton wurde auf eine Geschwindigkeit von $1.53 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfeldes auf einem Kreis mit Radius 7.41 cm . Wie gross ist die Stärke des Magnetfeldes?

9. Ein Proton wurde mit $U = 260.0 \text{ V}$ beschleunigt und bewegt sich senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Magnetfeldes ($B = 40.5 \text{ mT}$).

- a) Wie gross ist die Geschwindigkeit des Protons?

- b) Wie gross ist der Radius der Kreisbahn, auf der sich das Proton bewegt?

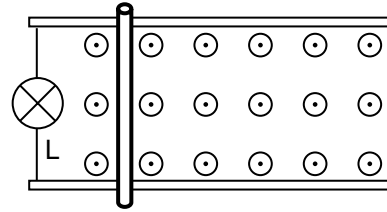
10. Ein Metallstab der Länge 20.0 cm wird durch ein Magnetfeld ($B = 0.12 \text{ T}$) bewegt. (Die Feldlinien gehen ins Blatt hinein.) Zwischen den Enden des Stabs misst man die Spannung 30.0 mV .



- a) Zeichne das positive und das negative Ende des Stabs ein.
- b) Wie schnell bewegt sich der Stab?
- c) Wie gross ist die Stromstärke, wenn man die beiden Enden mit einem Kabel verbindet, und Strom durch ein Lämpchen ($R = 0.40 \Omega$) fliesst?
- d) Wie gross ist die Kraft, mit der man den Stab nach rechts schieben muss?
- e) Wie gross ist die Leistung des Lämpchens?

11. Ein 16.2 cm langer Metallstab befindet sich in einem homogenen Magnetfeld ($B = 217 \text{ mT}$, die magnetischen Feldlinien zeigen aus dem Blatt heraus). Er wird mit der Geschwindigkeit $4.30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ reibungsfrei auf zwei Metallschienen nach rechts geschoben (siehe Abb.).

- Wie gross ist die Induktionsspannung längs des Stabs?
- Wie gross ist der Induktionsstrom, wenn der Stab zusammen mit dem angeschlossenen Stromkreis und dem Lämpchen einen Widerstand von $R = 0.87 \Omega$ hat?
- In welche Richtung fliessen die Elektronen? Zeichnen es ein (im ganzen Stromkreis).
- Wie gross ist die Kraft, mit der man den Stab schieben muss?

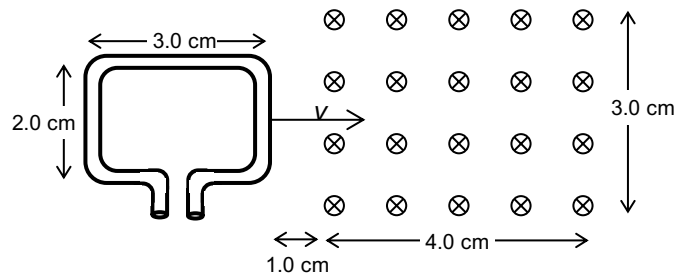


12. Kevin steht auf dem Balkon und hält einen 58.4 cm langen Metallstab waagrecht in West-Ost-Richtung. Dann lässt er ihn aus einer Höhe von 6.8 m frei zu Boden fallen. (Horizontalkomponente des Erdmagnetfeldes an dieser Stelle: $B = 2.06 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, Luftwiderstand wird vernachlässigt.)

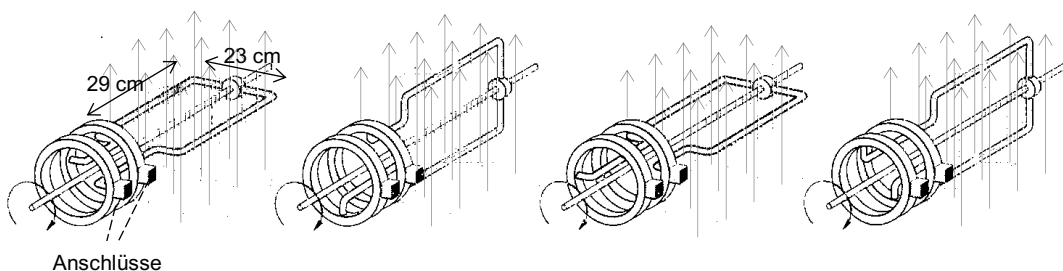
- Welches Ende des Stabes wird negativ aufgeladen? Fertige eine Skizze an.
- Wie gross ist die Spannung zwischen den Stabenden beim Erreichen des Erdbodens?

13. Eine rechteckige Leiterschleife wird mit konstanter Geschwindigkeit ($v = 1.0 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$) in ein homogenes Magnetfeld ($B = 2.50 \text{ mT}$) hinein- und wieder hinausbewegt (siehe Abbildung).

- Überlege, zu welchen Zeiten es einen magnetischen Fluss durch die Leiterschleife hat, und wann sich dieser ändert. Nimmt der Fluss zu, ab oder bleibt er gleich?
- Zu welchen Zeiten wird eine Spannung induziert? Wie gross ist jeweils die induzierte Spannung?



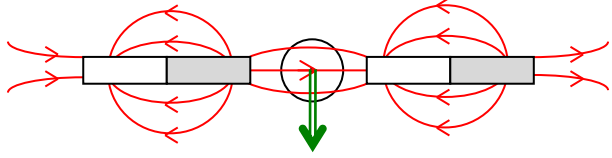
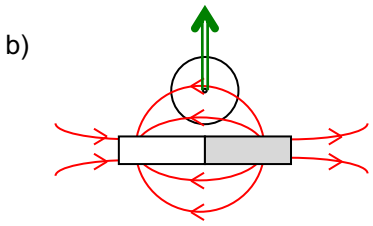
14. Hier siehst du vier Momentaufnahmen einer Leiterschleife, die 20mal pro Sekunde im Uhrzeigersinn in einem homogenen Magnetfeld gedreht wird. (Die Magnetfeldlinien sind als Pfeile dargestellt, $B = 95.3 \text{ mT}$.)


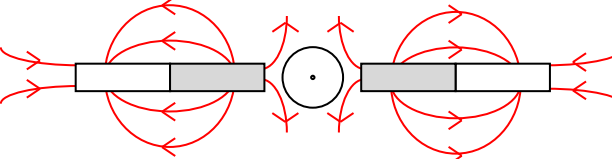


- Zeichne in allen vier Abbildungen ein, ob und in welche Richtung sich die Elektronen in der Leiterschleife bewegen.
- Zeichne dort, wo eine Spannung induziert wird, bei den Anschlüssen Plus- und Minuspol ein.
- Wie gross ist die Scheitelspannung?
- Wie gross ist die Effektivspannung?
- Zu welchen Zeiten ist die Spannung maximal? (Bitte zwei mögliche Zeiten angeben)
- Zu welcher Zeit hat die Spannung den Betrag 418.0 mV?
- Wenn man die Anschlüsse über ein Kabel mit einem Lämpchen verbindet, so dass ein Strom fließen kann, wird es schwerer, die Leiterschleife zu drehen. Warum?

15. Eine rechteckige Leiterschleife (20.0 cm und 10.0 cm Seitenlänge) hat 100 Windungen und rotiert um ihre längere Flächenachse 15.0 mal pro Sekunde. Die Drehachse steht senkrecht zu den Feldlinien eines homogenen Feldes mit $B = 0.20 \text{ T}$.
- Wie gross sind die Winkelgeschwindigkeit und die Scheitelspannung?
 - Bei welchen Winkeln α (in rad) hat die Spannung den Betrag 18.3 V?
 - Zu welchen Zeiten hat die Spannung den Betrag 18.3 V?

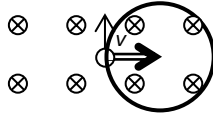
Lösungen:

- $P = U \cdot I = 800.0 \text{ V} \cdot 0.004 \text{ A} = \underline{3 \text{ W}}$
 - $\Phi = B \cdot A = 0.00520 \text{ T} \cdot 249.98000 \text{ m}^2 = \underline{1.30 \text{ Tm}^2}$
- $\pi = 180^\circ$ b) $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ c) $\frac{3\pi}{2} = 270^\circ$ d) $\frac{\pi}{4} = 45^\circ$ e) $\frac{\pi}{3} = 60^\circ$ f) $\frac{2\pi}{3} = 120^\circ$
- $360^\circ = \underline{2\pi} = \underline{6.28}$ $90^\circ = \underline{\frac{\pi}{2}} = \underline{1.57}$ $30^\circ = \underline{\frac{\pi}{6}} = \underline{0.52}$ $5.93^\circ = \underline{0.103}$
 - $2\pi = \underline{360^\circ}$ $\frac{\pi}{4} = \underline{45^\circ}$ $\frac{3\pi}{5} = \underline{108^\circ}$ $5.93 = \underline{340^\circ}$
- $B = 0.000210 \text{ mT}$: 3 signifikante Ziffern, $\ell = 0.0864390 \text{ km}$: 7 signifikante Ziffern, $F = 1.67000 \mu\text{N}$: 6 signifikante Ziffern, Resultat: 3 Ziffern
 - $I = \frac{F}{\ell \cdot B} = \frac{1.67000 \cdot 10^{-6} \text{ N}}{0.0864390 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 0.000210 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 0.09199992 \text{ A} = \underline{0.0920 \text{ A}}$
 - $\underline{9.20 \cdot 10^{-2} \text{ A}}$
- 
 - 

Lorentzkraft: 
 - 

kein Magnetfeld \rightarrow keine Lorentzkraft
- $B = 0.22436000 \mu\text{T}$: 8 signifikante Ziffern, $s_1 = 13.7400 \text{ cm}$: 6 signifikante Ziffern, $s_2 = 0.00972 \text{ km}$: 3 signifikante Ziffern, Resultat: 3 signifikante Ziffern
 - $\Phi = B \cdot A = B \cdot s_1 \cdot s_2 = 0.22436000 \cdot 10^{-6} \text{ T} \cdot 13.7400 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 0.00972 \cdot 10^3 \text{ m} = 0.0000002996390621 \text{ Tm}^2 = \underline{0.000000300 \text{ Tm}^2}$
 - $\underline{3.00 \cdot 10^{-7} \text{ Wb}}$

7. a) $\otimes \otimes \otimes \otimes$



$\otimes \otimes \otimes \otimes$

b) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U = 1 \text{ e} \cdot 45.0 \text{ V} = \underline{45.0 \text{ eV}} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V}$
 $= \underline{7.20 \cdot 10^{-18} \text{ J}}$

c) $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 45.0 \text{ V}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = \underline{3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

d) $F_L = q \cdot v \cdot B = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 3.96 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T} = \underline{1.18 \cdot 10^{-15} \text{ N}}$

e) $F_{\text{Zentripetal}} = F_{\text{Lorentz}} \quad m \cdot \frac{v^2}{r} = q \cdot v \cdot B$

$$r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 3.98 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.85 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = \underline{0.0122 \text{ m}} = \underline{1.22 \text{ cm}}$$

8. $B = \frac{m \cdot v}{q \cdot r} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 1.53 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0.0741 \text{ m}} = \underline{21.6 \text{ mT}}$

9. a) $E_{\text{kin}} = W_{\text{Beschleunigung}} = q \cdot U$
 $v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 260 \text{ V}}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}} = \underline{2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

b) $r = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 2.23 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 40.5 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 0.057 \text{ m} = \underline{5.7 \text{ cm}}$

10. a) oben positiv, unten negativ

b) $v = \frac{U_{\text{ind}}}{B \cdot d} = \frac{0.030 \text{ V}}{0.12 \text{ T} \cdot 0.20 \text{ m}} = \underline{1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$

c) $I = \frac{U_{\text{ind}}}{R} = \frac{0.030 \text{ V}}{0.40 \Omega} = \underline{75 \text{ mA}}$

d) $F_L = B \cdot I \cdot s = 0.12 \text{ T} \cdot 0.075 \text{ A} \cdot 0.20 \text{ m} = \underline{1.8 \text{ mN}}$

e) $P = U \cdot I = 0.030 \text{ V} \cdot 0.075 \text{ A} = \underline{2.25 \text{ mW}}$

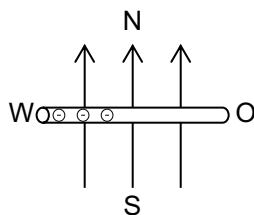
11. a) $U_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot d = 0.217 \text{ T} \cdot 4.30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.162 \text{ m} = 0.151 \text{ V} = \underline{151 \text{ mV}}$

b) $I = \frac{U}{R} = \frac{0.151 \text{ V}}{0.87 \Omega} = \underline{0.174 \text{ A}}$

c) Gegenurzeigersinn

d) $F_L = B \cdot I \cdot s = 0.217 \text{ T} \cdot 0.174 \text{ A} \cdot 0.162 \text{ m} = \underline{6.11 \text{ mN}}$

12. a)



Ansicht von oben. Der Stab fällt senkrecht nach unten, ins Blatt hinein. Der geographische Nordpol der Erde ist ein magnetischer Südpol!

b) $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 6.8 \text{ m}} = 11.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$U_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot d = 2.06 \cdot 10^{-5} \text{ T} \cdot 11.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.584 \text{ m} = \underline{0.139 \text{ mV}}$

13. a) Zwischen $t = 0$ und $t = 1.0$ s: kein magnetischer Fluss, keine Flussänderung
zwischen $t = 1.0$ s und $t = 4.0$ s: Fläche nimmt zu \Rightarrow magnetischer Fluss nimmt zu
zwischen $t = 4.0$ s und $t = 5.0$ s: Fläche bleibt gleich \Rightarrow magnetischer Fluss bleibt gleich

zwischen $t = 5.0$ s und $t = 8.0$ s: Fläche nimmt ab \Rightarrow magnetischer Fluss nimmt ab
zwischen $t = 8.0$ s und $t = 10.0$ s: kein magnetischer Fluss \Rightarrow keine Flussänderung

- b) Zwischen $t = 0$ und $t = 1.0$ s: keine Flussänderung, $U_{\text{ind}} = \underline{0}$

zwischen $t = 1.0$ s und $t = 4.0$ s:

Fläche nimmt pro Sekunde um $\Delta A = 0.010 \text{ m} \cdot 0.020 \text{ m} = 2.0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ zu:

$$U_{\text{ind}} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta A \cdot B}{\Delta t} = -\frac{2.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 2.50 \cdot 10^{-3} \text{ T}}{1.0 \text{ s}} = \underline{-5.0 \cdot 10^{-7} \text{ V}}$$

zwischen $t = 4.0$ s und $t = 5.0$ s: magnetischer Fluss bleibt gleich, $U_{\text{ind}} = \underline{0}$

zwischen $t = 5.0$ s und $t = 8.0$ s:

Fläche nimmt pro Sekunde um $\Delta A = 0.010 \text{ m} \cdot 0.020 \text{ m} = 2.0 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ ab:

$$U_{\text{ind}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{-\Delta A \cdot B}{\Delta t} = -\frac{-2.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 2.50 \cdot 10^{-3} \text{ T}}{1.0 \text{ s}} = \underline{5.0 \cdot 10^{-7} \text{ Tm}^2}$$

zwischen $t = 8.0$ s und $t = 10.0$ s: keine Flussänderung, $U_{\text{ind}} = \underline{0}$

14. a) Bild 1 und 3: Leiter bewegt sich parallel zu den Magnetfeldlinien, es wirkt keine Lorentz-kraft

Bild 2 und 4: Elektronen gehen oben nach hinten, unten nach vorne

- b) Bild 2: vorne -, hinten +, Bild 4: vorne +, hinten -

- c) $\hat{U} = n \cdot A \cdot B \cdot \omega = 1 \cdot 0.0667 \text{ m}^2 \cdot 95.3 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 126 \text{ s}^{-1} = \underline{0.80 \text{ V}}$

- d) $U_{\text{eff}} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} = \frac{0.80 \text{ V}}{\sqrt{2}} = \underline{0.57 \text{ V}}$

- e) $T = 0.05$ s. Maximale Spannung zu den Zeiten 0.0125 s, 0.0375 s, 0.0625 s, etc.

- f) $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \sin(\omega \cdot t) = \frac{U(t)}{\hat{U}} = 0.52$

$$t = \frac{\arcsin\left(\frac{U(t)}{\hat{U}}\right)}{2 \cdot \pi \cdot f} = \frac{0.55}{2 \cdot \pi \cdot 20 \text{ Hz}} = \underline{4.38 \text{ ms}}$$

- g) Weil der induzierte Strom im Magnetfeld eine Lorentzkraft erfährt. Diese Kraft wirkt entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung der Leiterschleife.

15. a) $\omega = 2 \pi f = 2 \pi \cdot 15 \text{ Hz} = \underline{94.2 \text{ s}^{-1}}$

$$\hat{U} = n \cdot A \cdot B \cdot \omega = 100 \cdot 0.020 \text{ m}^2 \cdot 0.20 \text{ T} \cdot 94.2 \text{ s}^{-1} = \underline{37.7 \text{ V}}$$

- b) $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \Rightarrow \quad \sin(\omega \cdot t) = \frac{U(t)}{\hat{U}}$

$$\alpha_1 = \omega \cdot t = \arcsin\left(\frac{U(t)}{\hat{U}}\right) = \arcsin\left(\frac{18.3 \text{ V}}{37.7 \text{ V}}\right) = \underline{0.51} \quad \alpha_2 = \pi - \alpha_1 = \pi - 0.51 = \underline{2.63}$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + 2\pi = 0.51 + 2\pi = \underline{6.79} \quad \alpha_4 = \alpha_2 + 2\pi = 2.63 + 2\pi = \underline{8.91} \quad \text{etc.}$$

- c) $t_1 = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{0.51}{94.2 \text{ s}^{-1}} = 0.00538 \text{ s} = \underline{5.38 \text{ ms}} \quad t_2 = \frac{\alpha}{\omega} = \frac{2.63}{94.2 \text{ s}^{-1}} = 0.0280 \text{ s} = \underline{28.0 \text{ ms}}$

$$t_3 = t_1 + T = 5.38 \text{ ms} + 66.7 \text{ ms} = \underline{72.0 \text{ ms}} \quad t_4 = t_2 + T = 28.0 \text{ ms} + 66.7 \text{ ms} = \underline{94.7 \text{ ms}}$$

etc.