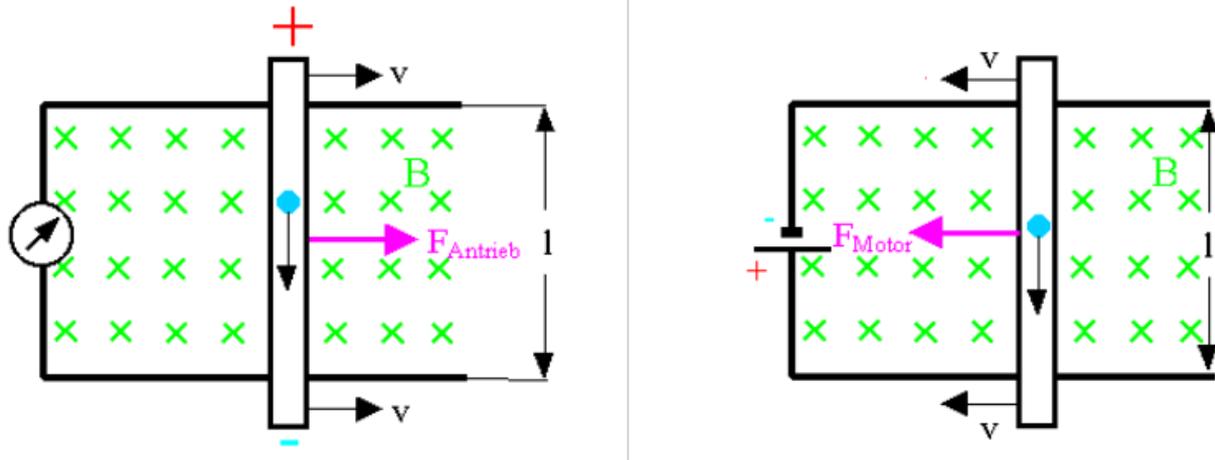


Aufgabe 1

Die folgende Abbildung ist im Internet (leifi Physik) zu finden. Sie beschreibt das Generator- bzw. das Motorprinzip.



Erläutere, was mit den beiden Bildern gezeigt ist.

Auf dem linken Bild wird mit einer äußeren Kraft F_{Antrieb} der Metallstab, der auf den zwei Leitern aufsitzt, bewegt. Dadurch werden Elektronen nach unten gedrückt, da sie nach dort eine Lorentzkraft erfahren (linke Hand: Dreifingerregel). Es bilden sich ein Plus- und ein Minuspol aus. Die entstandene Induktionsspannung kann man messen. Man spricht hier vom Generatorprinzip, da Ladungen getrennt werden.

Beim rechten Bild ist das Prinzip umgekehrt; hier hat man bereits getrennte Ladungen vorliegen, die den Stab antreiben. Die Elektronen wandern durch den Stab von - nach +, also hier von oben nach unten. Dabei erfahren sie eine Lorentzkraft nach links (wieder linke Hand) und daher erfährt der gesamte Stab eine Kraft nach links. Ist er reibungsfrei gelagert, beginnt er sich zu bewegen. Dies ist das Motorprinzip.

Aufgabe 2

Die magnetische „Feldstärke“ (historisch: Flussdichte) B besitzt die Einheit Tesla.

- a) Zeige anhand ihrer Definitionsgleichung, dass für diese Einheit folgendes gilt:
 $1 \text{ T} = 1 \text{ NA}^{-1}\text{m}^{-1}$.

Es gilt $B=F/(Is)$. Die Einheit von F ist Newton, also ist $[F]=1\text{N}$. Die Einheit der beiden anderen Größen sind $[I]=1\text{A}$ bzw. $[s]=1\text{m}$. Damit ist die angegebene Beziehung korrekt.

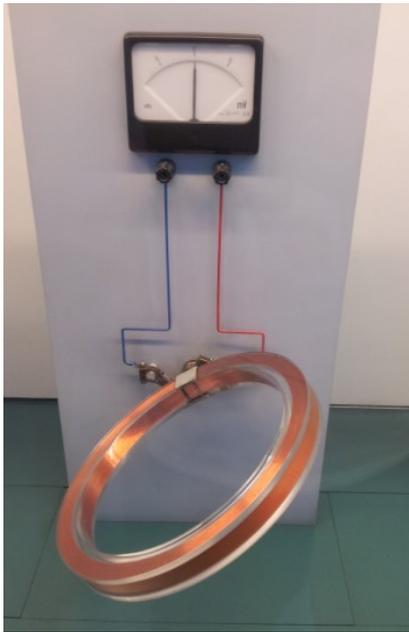
- b) Welcher physikalische Sachverhalt führt zu dieser Definition der magnetischen Flussdichte? Gib einen geeigneten Versuch an.

Befindet sich ein Leiterstück der Länge s in einem Magnetfeld der Stärke B (Magnetfeldlinien senkrecht zur Stromrichtung) und wird von einem Strom der Stärke I durchflossen, so wirkt eine Kraft F (wiederum senkrecht zu den beiden anderen Richtungen, s. linke Handregel). Diese Kraft ist die

Lorentzkraft. Man kann dann mit einem entsprechenden Aufbau F , I und s messen und B errechnen.

Aufgabe 3

Die Abbildung unten links zeigt ein Exponat des Deutschen Museums in München:



Die Spule ist mit einer Kurbel von Hand drehbar. Dreht man sie, so zeigt das Mikrovoltmeter einen deutlichen Ausschlag. Offensichtlich wird beim Drehen der Spule eine Spannung induziert.

- Was ist ein Mikrovoltmeter?
- Welches Magnetfeld ist verantwortlich für den zu sehenden Effekt? Es sind keine Dauermagneten oder ähnliches in der Nähe angebracht.
- Wäre der Effekt ebenso deutlich, wenn keine Spule, sondern ein bloßer Metallrahmen verwendet würde? Begründe anhand einer Formel aus dem Unterricht.

a) Ein Mikrovoltmeter ist keine Längenangabe, sondern ein Spannungsmessgerät, welches geringste Spannungen (eben im Mikrovoltbereich, also Millionstel Volt) verstärkt und damit messbar macht.

b) Das Erdmagnetfeld.

c) Nein, denn nach $U_{\text{ind}} = -n\Phi'(t)$ ist die Windungszahl n mit entscheidend. Angenommen, vorher waren es 1000 Windungen, dann wird nun mit $n=1$ nur noch $1/1000$ der vorherigen Induktionsspannung erreicht, was noch schwieriger zu messen wäre.

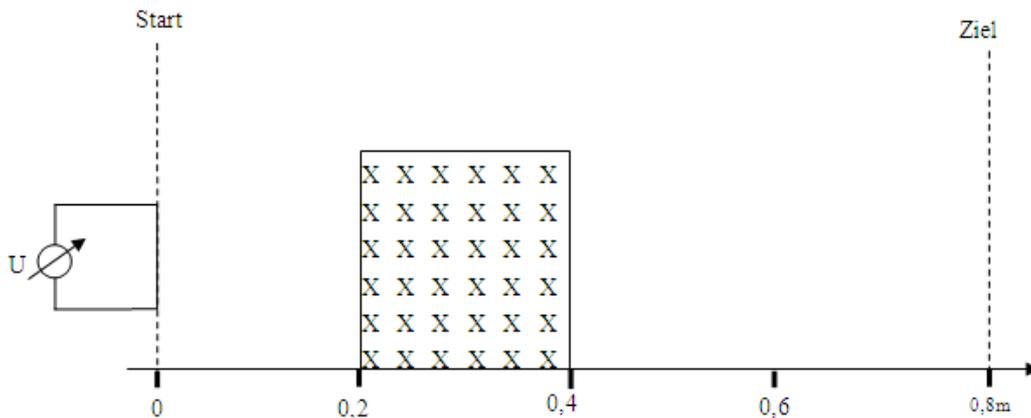
Aufgabe 4

Erläutere den Hall-Effekt mit einer aussagekräftigen Skizze. Wo wird er genutzt?

Siehe Aufschrieb, Buch oder PhysikLV. Wird zum Ausmessen von B -Feldern genutzt.

Aufgabe 5

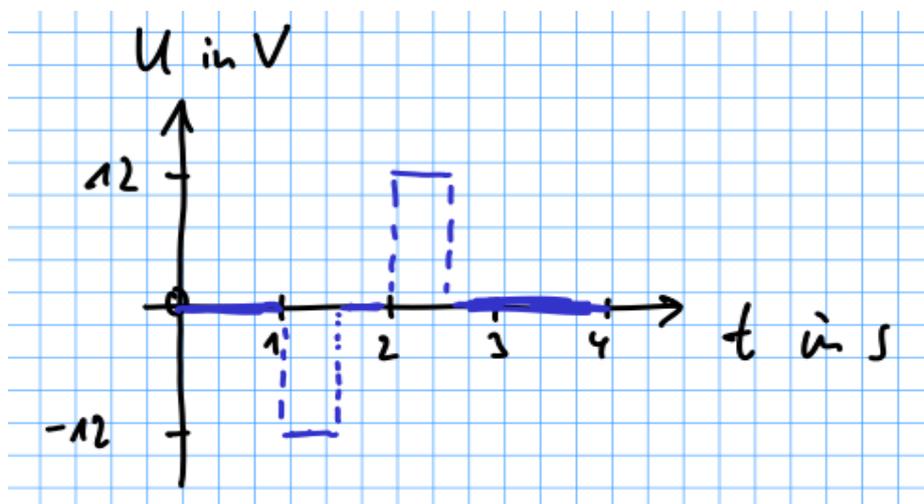
Die Feldlinien des homogenen Magnetfeldes ($B=0,2\text{T}$) in der Abbildung unten gehen in die Zeichenebene hinein, weswegen sie mit einem „X“ markiert sind. Das quadratische Rähmchen links im Bild (Seitenlänge $a=10\text{cm}$) ist eine Spule mit 300 Windungen und wird mit einer konstanten Geschwindigkeit ($v=0,2\text{ m/s}$) nach rechts gezogen. An das Rähmchen ist ein Messgerät angeschlossen. Die Spule startet ihre Bewegung bei $t=0\text{s}$.



- Nach kurzer Zeit zeigt das Messgerät eine Spannung an. Erläutere, wie sie zustande kommt.
- Zeichne ein geeignetes t - U -Diagramm für diesen Vorgang.
- Wie ändern sich die Spannungen qualitativ, wenn die Spule langsamer durch das Magnetfeld gezogen wird?
- Angenommen, das Rähmchen ruht im homogenen Magnetfeld. Wie müsste sich das Magnetfeld ändern, damit kurzzeitig eine Spannung von 1V induziert würde?

a) Nach 1s befindet sich das Rähmchen direkt vor dem Magnetfeld. Ab hier ändert sich die felddurchsetzte Fläche von 0m^2 auf maximal $0,01\text{m}^2$. Damit ist $\Delta A=0,01\text{m}^2$. Dies vollzieht sich innerhalb einer halben Sekunde, damit ist $\Delta t=0,5\text{s}$. Da B sich nicht ändert, ist $B'=0$ und somit ist die induzierte Spannung $U_{\text{ind}}=-n \cdot (\Delta A / \Delta t) \cdot B$. Setzt man alle Werte ein, ergibt sich $U_{\text{ind}}=-12\text{V}$.

b) Ich skizziere nur:



Wichtig ist noch, dass die Flächenänderung beim Austritt negativ ist!

c) Dann wird der Ausdruck $\Delta A / \Delta t$ kleiner und damit auch die induzierte Spannung.

d) Entweder muss das Rähmchen rotieren, oder das Magnetfeld muss sich in einer bestimmten Zeit so ändern, dass $1V = -300 \cdot 0,01m^2 \cdot (\Delta B / \Delta t)$ gilt. Was kurzzeitig ist, wird nicht gesagt. Angenommen, die Änderung von B geschieht in $\Delta t = 0,1s$, so finden wir $1V = -300 \cdot 0,01m^2 \cdot (\Delta B / 0,1s)$. Hier muss noch nach ΔB aufgelöst werden, was $\Delta B = 0.033T$ ergibt. Bei einer Änderung von $0.033T$ in $0,1s$ wird eine Spannung von $1V$ induziert!

Zusatzaufgabe (Lenz)

Wie lautet die Regel von Lenz? Auf welchem wichtigen Satz der Physik fusst sie?

Ist Zusatz!