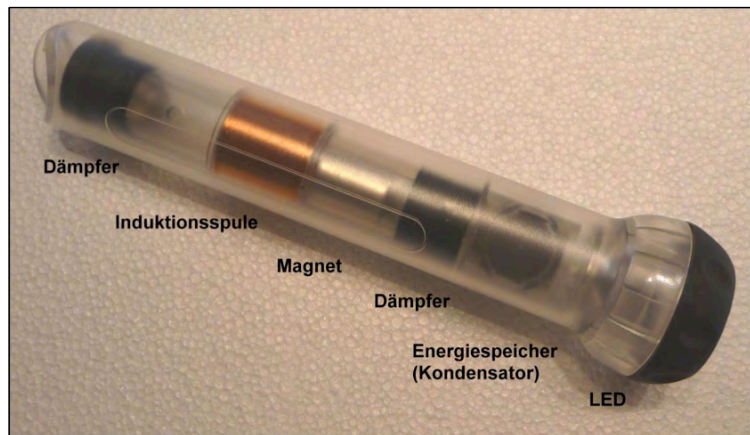


Die Schüttellampe – eine Einführung in die elektromagnetische Induktion

Um in das Thema Induktion einzuführen, wird in diesem Abschnitt nur auf die Erzeugung einer Induktionsspannung durch einen bewegten Magneten eingegangen. Eine Lampe (vgl. Abb.), die ohne Batterien nach kräftigem Schütteln leuchtet, wird als Einstieg gewählt. Um die Vorgänge in der Lampe zu untersuchen, kann man unterschiedlich vorgehen. Die Anschlüsse der Spule können aus der Lampe herausgeführt



Schüttellampe

und die auftretende Spannung gemessen werden. Einfacher ist es, die Vorgänge durch ein Experiment zu simulieren. Dazu werden nur eine Spule, ein starker Magnet und z. B. ein Kunststoffrohr benötigt (vgl. Abb. zum Aufbau). Die auftretende Induktionsspannung liegt in der Größenordnung einiger Volt und kann einfach gemessen werden, z. B. mit TI-NspireTM, EasyLinkTM und einem Spannungssensor. An diesem Experiment können Schülerinnen und Schüler das Phänomen der elektromagnetischen Induktion entdecken. Mit den erworbenen Kenntnissen sind sie dann in der Lage, mit der quantitativen Untersuchung der Induktion zu beginnen (siehe Versuch E.4 „Das Induktionsgesetz“).

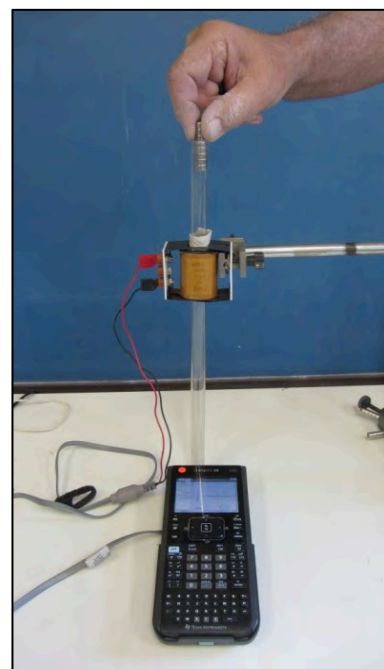
Material

- Spule mit etwa 500 Windungen
- kurzer, zylinderförmiger Magnet (am besten eignet sich eine kurze Säule aus mehreren „Supermagneten“)
- (Taschen-)Computer mit Messwerterfassung (hier TI-NspireTM CX mit Lab CradleTM)
- Spannungssensor (z. B. Voltage Probe, VP-BTA)
- Plexiglas-, Plastik- oder Papierrohr mit einem passenden Durchmesser

Versuchsdurchführung

Um die Vorgänge in der Schüttellampe zu simulieren, lassen die Schülerinnen und Schüler den Magneten durch die Spule fallen. Der Magnet sollte aufgefangen werden oder auf einer weichen Unterlage aufkommen. Der induzierte Spannungsimpuls ist nur etwa 100 ms lang. Die Messzeit sollte max. 1 s betragen, damit der Spannungsverlauf gut zu erkennen ist und vollständig dargestellt wird.

Versuchsaufbau



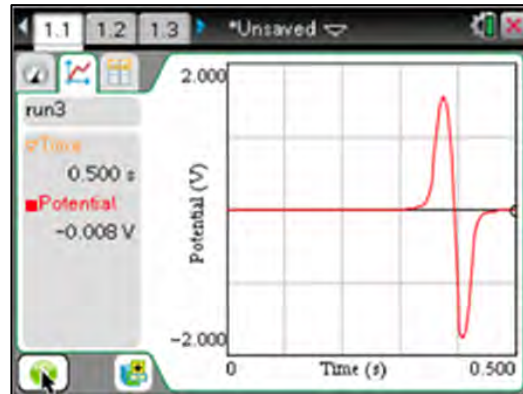
**Simulation zu den Vorgängen
in der Schüttellampe**

Die Reaktionsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler reicht im Allgemeinen aus, um den Start der Messung und den Fall des Magneten zu koordinieren. Natürlich ist es auch möglich, den Beginn der Messung automatisch durch Triggern (siehe Anleitung A7.) auszulösen.

Vorbereitung und Durchführung: 25 Minuten

Einstellungen

- Messmodus: Time Based (zeitbasiert)
- Messzeit: z. B. 0,5 s
- Messrate: z. B. 200 Messungen pro Sekunde



Beispielgraph – Simulation zu den Vorgängen in der Schüttellampe

Auswertung

Die Schülerinnen und Schüler erkennen aus dem Spannungsverlauf, dass eine Induktionsspannung nur dann entsteht, wenn der Magnet sich in der Spule oder in ihrer unmittelbaren Nähe bewegt. Die Tatsache, dass die Induktionsspannung während des Fallens des Magneten das Vorzeichen ändert, ist überraschend und auch nur durch das Induktionsgesetz zu erklären. Bei dem gegenwärtigen Kenntnisstand kann nur beobachtet werden, dass es offensichtlich ein Unterschied ist, ob der Magnet sich auf die Spule zu- oder davon wegbewegt bzw. ob das Magnetfeld in der Spule ansteigt oder abfällt.

Nach Auswertung dieses Simulationsexperimentes können Schülerinnen und Schüler die Vorgänge in der Schüttellampe erklären (ohne auf die technischen Details einzugehen).

Im Aufgabenteil (4) soll der Fallversuch mit geänderten Anfangsbedingungen wiederholt werden.

- Es lässt sich zeigen, dass mit der Fallhöhe bzw. der Fallgeschwindigkeit die Extrema größer werden und die Impulsdauer kleiner wird.
- Wird der Magnet mit umgekehrter Polung durch die Röhre fallen gelassen, ergibt sich eine Spiegelung des Signals an der Zeitachse.
- Ändert man bei scheibenförmigen Magneten die Anzahl, so ändern sich entsprechend die Größe und auch die Form des Impulses.