

Induktion



Abb. 1: Induzierte Spannungen wenn ein kleiner Stabmagnet erst schnell und danach langsam durch eine Spule fällt.

Geräteliste:

Neodym-Magnete, Spule (Elwe 300 Wdg., 4 A), Messkabel, Speicheroszilloskop, ggf. Helmhotz-Spulenpaar, Messverstärker, Alurohr mit passendem Stabmagnet

Versuchsbeschreibung:

a) Die Spule ist am Eingang des Oszilloskopes angeschlossen und der Stabmagnet wird mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in die Spule hinein- und herausbewegt. Die Spannung schwankt analog zur Bewegung, dabei ist die Amplitude von der Bewegungsgeschwindigkeit abhängig.

Auch kann ein Magnet aus unterschiedlichen Höhen durch die Spule fallen gelassen werden (Abb. 1)



Abb. 2: Ein Stabmagnet wird in einer Spule bewegt und induziert Spannung.

b) Eine Leiterschleife aus einem Messkabel geformt wird schnell aus dem Feld des Stabmagneten gezogen, ein Spannungspuls wird auf dem Schirm sichtbar.

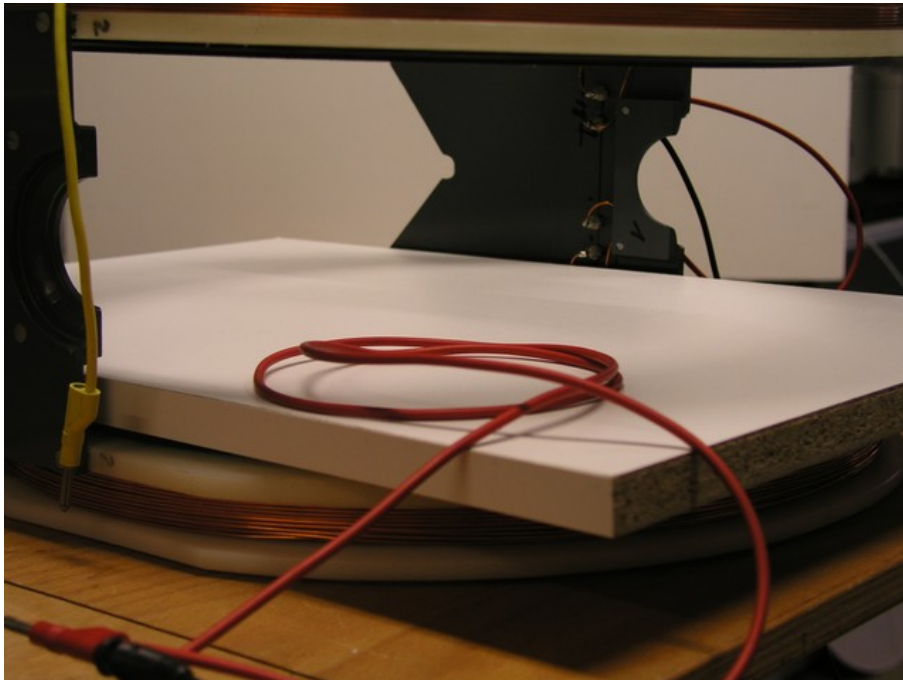


Abb. 3: Eine Leiterschleife wird ruckartig oder langsam aus einem Feld (hier ein Elektromagnet) herausgezogen.

c) Eine Leiterschleife, geformt aus mehreren Windungen eines Messkabels, wird in seiner Fläche verkleinert (von einer Kreisform zur Ellipse zusammendrücken), die Änderung der Fläche wird durch eine induzierte Spannung sichtbar.

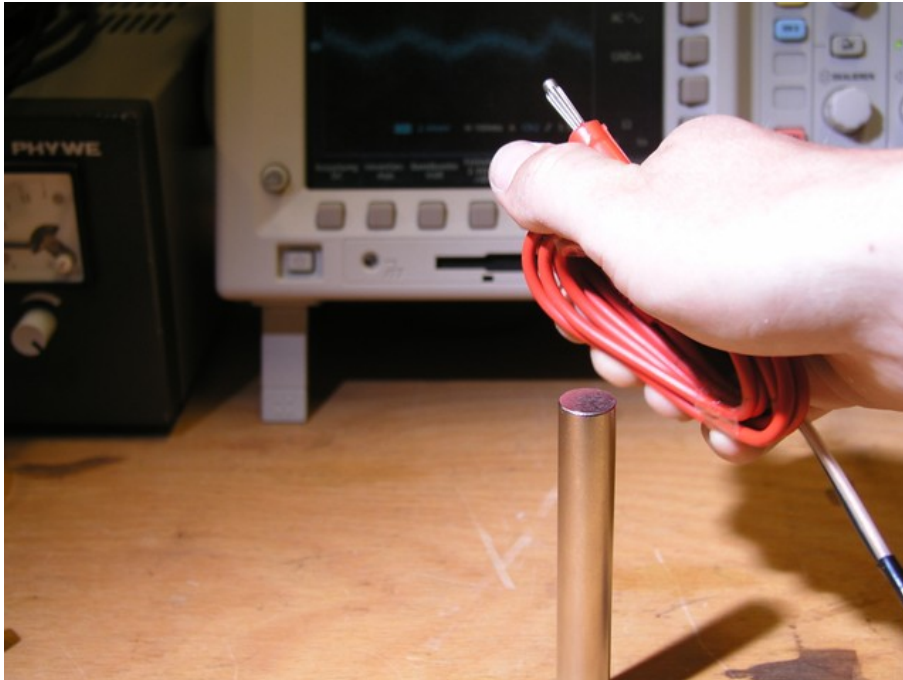


Abb. 4: Flächenänderung einer Spule im Feld eines Stabmagneten.

d) Ein Stabmagnet bewegt sich gleichförmig in einem Alurohr durch Spulen mit unterschiedlicher Windungszahl, die induzierten Spannungen sind proportional zur Windungszahl.

Bemerkungen:

Die induzierte Spannung in einer Leiterschleife oder Spule ist Abhängig von der Geschwindigkeit der Feldänderung, der Geometrie und der Anzahl der Windungen.

Die kurze mathematische Formulierung dafür lautet

$$U_{ind} = - \frac{d}{dt} \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = - \frac{d\Phi_m}{dt} ,$$

also die zeitliche Änderung der Summe der einzelnen Skalarprodukte des Magnetfeldes \vec{B} mit den Flächennormalen \vec{A} , oder auch die zeitliche Änderung des magnetischen Flusses Φ_m .

Die Abb. 4.2 im Lehrbuch Demtröder Elektrodynamik zeigt ein falsches Oszilloskopbild. Das Bild kann nur erzeugt werden indem der Magnet halb in die Spule eingeführt wird und dann die Bewegung aufhört.

Die Verwendung eines Messverstärkers „verschönert“ die Oszilloskopbilder.