

Elektrische Zahnbürste

Am Modell einer batterielosen Taschenlampe wird die elektromagnetische Induktion demonstriert.

| Klassenstufe | Oberthemen | Unterthemen | Anforderungs-niveau | Durchführungs-niveau | Vorlauf Vorbereitung Durchführung |
|--------------|------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|
| SI, SII | Elektrik | Induktion Diode | ●● | ■ | Wochen ca. 1Std. ca. 5 min. |

Anhand einer elektrischen Zahnbürste wird das Prinzip der kontaktlosen Aufladung eines Akkus bzw. der kontaktlose Betrieb eines Elektromotors demonstriert. Dieser Versuch eignet sich auch zum Einstieg in das Transformator-Prinzip.

Materialien

- elektrische Zahnbürste
- Netzgerät 10 V ~/5 A ~
- 5 Kabel (30-50 cm lang)
- Spule 200 – 600 Wdg
- Spule 400 – 1200 Wdg
- U-Kern mit I-Kern und Spannvorrichtung
- Diode auf Grundplatte
- alternativ
Elektronik-Steckplatte
Diode für Elektronik-Steckplatte
oder Teile aus Experimentiersatz
Schülerübungen
- Gleichstrom-Motor (1,5 V)
- eventuell ein Oszilloskop

Best.-Nr.

- z.B. [101.0171](#)
- z.B. [206.0110](#), ..11, ..14
- [100.8206](#)
- [100.8208](#)
- [104.0302](#)
- [200.5157](#)
- [201.0338](#)
- [201.0268](#)
- [100.8101](#)
- z.B. [200.2465](#), ..66, ..67 oder
[100.8058](#), ..59
- z.B. [100.1207](#)

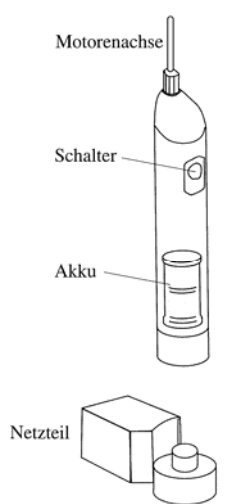


Abb. 1 Schema einer elektrischen Zahnbürste

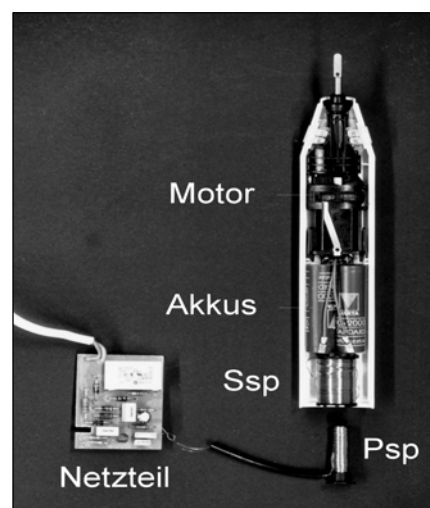


Abb.2 Innenansicht mit Netzteil und eigentlicher Zahnbürste (Psp=Primärspule; Ssp=Sekundärspule)

Vorbereitung

Um den Zusammenhang zwischen dem Original und dem Modell herzustellen, ist es wichtig, das Gerät zuerst zu zerlegen, um den Schülern und Schülerinnen die wesentlichen Elemente und deren Funktion zu erläutern (Abb. 1 und 2).

Das Netzteil der Zahnbürste ist zugleich die Aufladestation. Nach dem Öffnen des Gehäuses sieht man einen kleinen Transformator, der auf einer Platine aufgebracht ist, und die Spule, die mit der Platine verlötet ist. Den anderen Bauteilen, Widerständen etc., die für das Verstehen des Phänomens nicht zum Tragen kommen, ist weniger Beachtung zu schenken.

Das Öffnen der Zahnbürste selbst ist etwas schwieriger, da diese wasserdicht verschlossen ist. Das Gerät muss dann längs der Schweißnaht mit einer Säge oder einem Messer vorsichtig aufgeschnitten und dann auseinander gezogen werden.

Aufgrund eines eventuellen Abrutschens ist es sinnvoll, die Zahnbürste dazu in einen Schraubstock einzuspannen.

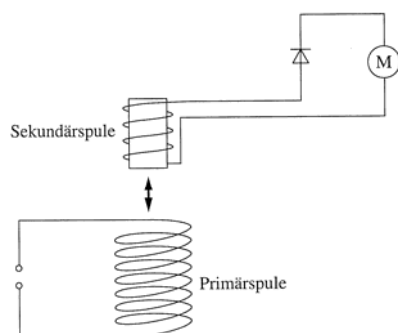


Abb. 3 Schaltskizze

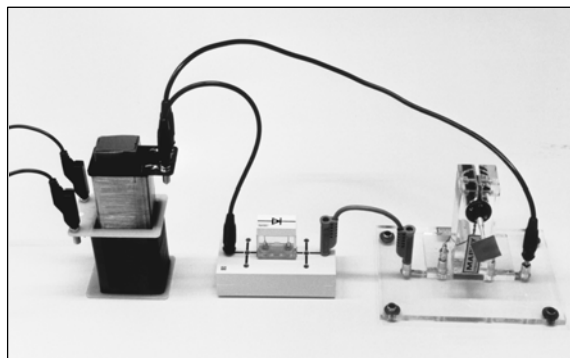


Abb.4 Gesamtaufbau (ohne Netzgerät)

Zum Vorschein kommt dann eine kleine Spule, die mit einem Akku mittels einer Diode und eines Kabels verbunden ist. Der Elektromotor im oberen Teil der Zahnbürste kann für das spätere Modell eventuell zum Einsatz kommen.

Bei defekten Zahnbürsten ist es wahrscheinlich, dass der Akku ausgelaufen ist, daher sollte ein Kontakt damit vermieden werden.

Durchführung / Funktionsweise

Bevor man mit dem Aufbau des Modells beginnt, erscheint es angebracht, die Komponenten so auf den Tisch zu legen, dass man später anhand des Modells, deren Zusammenwirken nachvollziehen kann.

Die Primärspule wird an das Netzgerät angeschlossen. Die Sekundärspule – vorerst noch ohne Kern - wird über eine Diode mit dem Elektromotor verbunden. Man schiebt nun die Sekundärspule immer näher an die Primärspule. Bei niedrig gewählter Primärspannung (– ausprobieren!) passiert noch nichts; schiebt man aber den „vergessenen“ Eisenkern in die Spulenöffnungen beginnt der Motor aufgrund elektromagnetischer Induktion zu laufen (Abb. 3 und 4).¹

Auf einem Oszilloskop ist es möglich, die gepulste Gleichspannung sichtbar zu machen, die zum Aufladen eines Akkus notwendig ist. An dieser Stelle könnte auch die Gleichrichter-Funktion einer Diode erklärt werden.

¹ Bei realen Zahnbürsten sind aus Gründen der besseren Kopplung die Spulen nicht nebeneinander angeordnet sondern eine Spule befindet sich innerhalb der anderen. Allerdings findet man Varianten der gegenseitigen Anordnung von Primär- und Sekundärspule.

Da die Spulen nach einiger Zeit warm werden, was allerdings im Rahmen der kurzen Durchführungsdauer unbedenklich ist, sollte man diesen Sachverhalt aufgreifen, um den Wirkungsgrad der Vorrichtung abzuschätzen.

Abschätzung

Es bietet sich auch an, die Schüler und Schülerinnen abschätzen zu lassen, welche Lebensdauer eine elektrische Zahnbürste mit Akku hat. Wenn man weiß, dass mit einer Akkuladung der Betrieb für 20 Minuten gesichert ist und der Akku ca. 1000 Mal aufgeladen werden kann, so ist klar, dass das Gerät nach ca. 333 Stunden nicht mehr zu gebrauchen ist, d. h. bis dahin hat man faktisch 6666 Mal die Zähne geputzt, bei einer empfohlenen Putzdauer von zweimal 3 Minuten täglich. Die Zahnbürste ist dann ca. neun Jahre alt. Solche Erkenntnisse lassen sich auch ohne weiteres auf andere akkubetriebene Geräte, wie Rasierapparate oder schnurlose Telefone, übertragen.

Methodischer Einsatz

Sowohl die elektromagnetische Induktion als auch speziell das Prinzip des Trafos können mit diesem Versuch verdeutlicht werden. Daneben bietet es sich auch an, die Funktionsweise der Diode zu erläutern.

Hinweis

*Zur experimentellen Einführung der Induktion eignet sich hervorragend die **Faraday-Taschenlampe (108.0750)** deren Hauptbestandteile Spule, beweglicher Magnet, Kondensator und LED sind. Von den Schülern beschreiben lassen; dann nur noch 30 s schütteln und schon leuchtet sie ca. 5 – 10 Minuten. Lebendiger und praxisbezogener kann der Einstieg in dieses Thema nicht sein.*

Ergänzende Literatur

M. Volkmer, Ch. Dörich: Elektrisch angetriebene Zahnbürste

In: Naturwissenschaften im Unterricht – Physik 66, (2001) Heft 12, S. 9 – 12

A. Reichert: Analyse der Schaltung einer elektrischen Zahnbürste

In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik 44, (1995) Heft 7, S. 40 – 43

Diese Versuchsanleitung ist ein Auszug aus dem Buch:

StR B. Eckert, StD W. Stetzenbach, Prof. Dr. H.-J. Jodl:

Low Cost – High Tech Freihandversuche Physik

ISBN 3-7614-2278-4

Erschienen im Aulis Verlag Deubner GmbH & Co. KG Köln

Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung des Verlages