

2. Schulaufgabe aus dem Fach Physik (12T)

Nachtermin

Name: Klasse: Datum:

Themen: Magnetischer Fluss, Induktionsgesetz, Lenz'sche Regel, Erzeugung einer Wechselspannung, Selbstinduktion, Energie der Spule

Hilfsmittel: keine. Der Lösungsweg muss nachvollziehbar sein; die äußere Form wird mitbewertet. Zeichnungen mit Bleistift, keine rote Farbe, kein Tipp-Ex. Digitale Geräte bleiben ausgeschaltet in der Tasche.

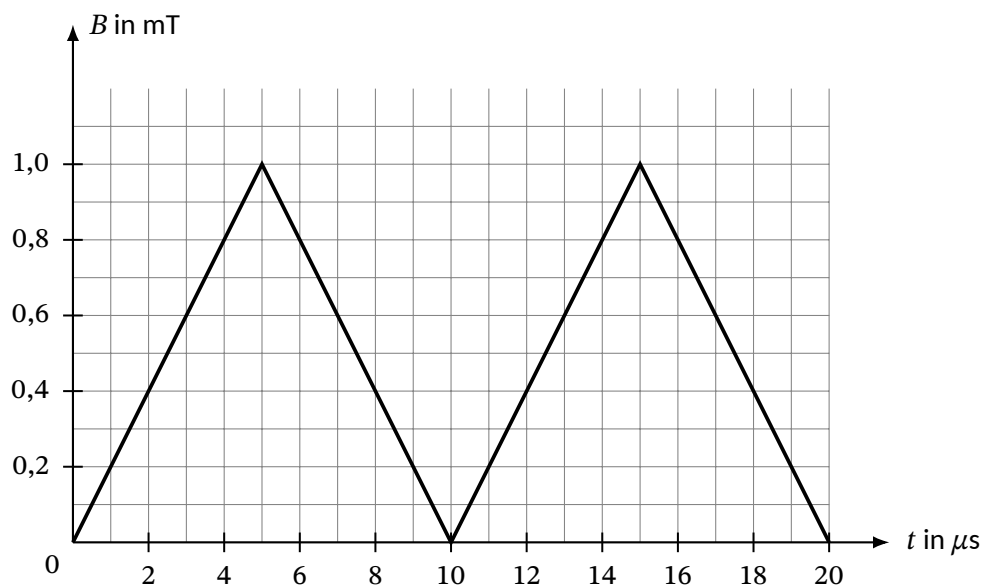
Die Bearbeitungszeit beträgt **60 Minuten**. Viel Erfolg!

BE: / 40

Note:

BE

- 1.0** Eine elektrische Zahnbürste wird in ihrer Ladestation kabellos geladen: Eine Spule im Sockel erzeugt ein Magnetfeld, das die Empfängerspule im Griff senkrecht durchsetzt. Die Empfängerspule hat $N = 50$ Windungen und die Querschnittsfläche $A = 4,0 \text{ cm}^2$. Die Abbildung zeigt vereinfacht den zeitlichen Verlauf der magnetischen Flussdichte B in der Empfängerspule.



- 2 **1.1** Berechnen Sie den größten magnetischen Fluss durch die Empfängerspule.
- 5 **1.2** Ermitteln Sie mithilfe der Abbildung den Betrag der Induktionsspannung an der Empfängerspule für $0 < t < 5,0 \mu\text{s}$ und für $5,0 \mu\text{s} < t < 10 \mu\text{s}$. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Induktionsspannung für $0 \leq t \leq 20 \mu\text{s}$.
- 3 **1.3** Ein Mitschüler behauptet: „Zur Zeit $t = 0$ ist das Magnetfeld null, also wird kurz danach auch keine Spannung induziert.“ Beurteilen Sie diese Aussage.

Fortsetzung siehe nächste Seite

BE

- 2 **1.4** Beim Aufsetzen der Zahnbürste liegt ein geschlossener Fingerring aus Metall auf der Ladestation. Begründen Sie, dass im Ring ein Strom induziert wird, und geben Sie an, wie das Magnetfeld dieses Stroms für $5,0 \mu\text{s} < t < 10 \mu\text{s}$ im Inneren des Rings im Vergleich zum Feld der Ladestation gerichtet ist.

12

Erzeugung einer Wechselspannung

BE

- 2 **2.0** In einem Modellwindrad dreht sich eine rechteckige Spule mit $N = 250$ Windungen und der Fläche $A = 16 \text{ cm}^2$ gleichförmig mit der Winkelgeschwindigkeit ω in einem homogenen Magnetfeld. Die Drehachse steht senkrecht zu den Feldlinien.
- 3 **2.1** Erklären Sie, warum an der Spule eine sinusförmige Wechselspannung entsteht.
- 6 **2.2** Bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten wird die Winkelgeschwindigkeit ω und der Scheitelwert U_0 der Induktionsspannung gemessen:

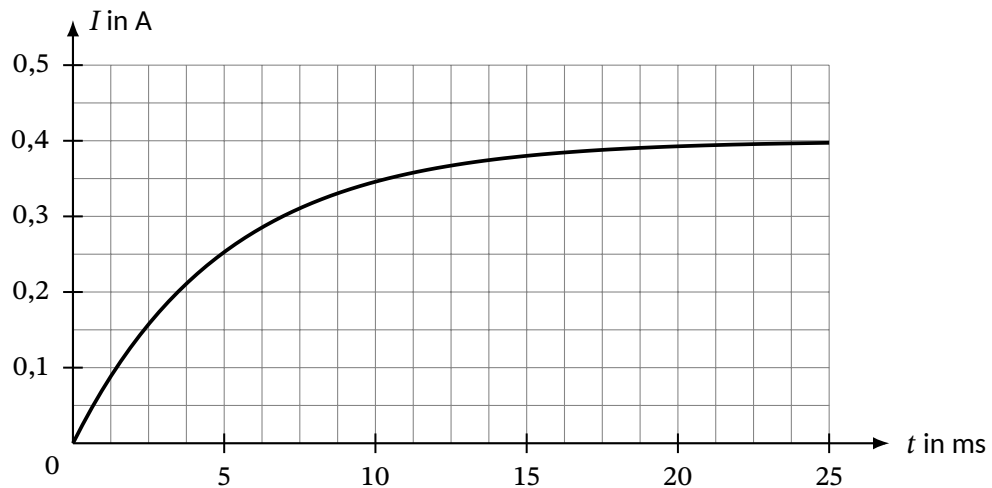
ω in s^{-1}	20	40	60	80	100
U_0 in V	2,1	3,9	6,1	7,9	10,2

- Zeigen Sie anhand der Messwerte, dass U_0 direkt proportional zu ω ist, und bestimmen Sie daraus die magnetische Flussdichte B des Feldes.
- 2 **2.3** Der Magnet wird durch einen ersetzt, dessen Flussdichte doppelt so groß ist; gleichzeitig dreht sich das Windrad nur noch halb so schnell. Entscheiden Sie ohne Rechnung, wie sich der Scheitelwert und die Periodendauer der Wechselspannung ändern, und begründen Sie Ihre Entscheidung.
- 2 **2.4** Berechnen Sie mit dem ursprünglichen Magneten den Scheitelwert der Induktionsspannung bei $\omega = 150 \text{ s}^{-1}$.

13

BE

- 3.0** Ein Magnetventil der Schulheizung öffnet, sobald seine Spule an die Gleichspannung $U_0 = 24 \text{ V}$ gelegt wird. Die Spule hat die Induktivität L und den ohmschen Widerstand R . Die Abbildung zeigt die Stromstärke I in der Spule nach dem Einschalten zur Zeit $t = 0$.



- 3 **3.1** Beschreiben Sie den zeitlichen Verlauf der Stromstärke nach dem Einschalten und erklären Sie mit der Selbstinduktion, warum die Stromstärke nicht sofort ihren Endwert erreicht.
- 4 **3.2** Bestimmen Sie mithilfe einer geeigneten Tangente in der Abbildung die Induktivität L der Spule.
- 2 **3.3** Bestimmen Sie den ohmschen Widerstand R der Spule.
- 2 **3.4** Berechnen Sie die Energie, die bei der Stromstärke $0,40 \text{ A}$ im Magnetfeld der Spule gespeichert ist.
- 4 **3.5** Beim Abschalten öffnet ein Schaltkontakt; die Stromstärke sinkt dabei in $0,10 \text{ ms}$ von $0,40 \text{ A}$ auf null. Berechnen Sie den Betrag der mittleren Induktionsspannung und beurteilen Sie unter Einbeziehung der gespeicherten Energie die Folgen für den Schaltkontakt und die Steuerelektronik der Heizung.

15