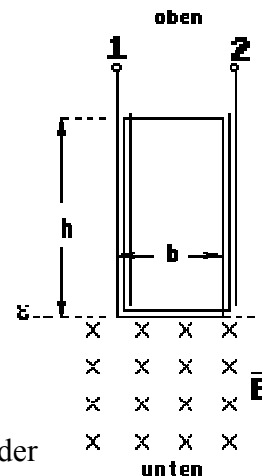


- 1) Gegeben ist eine flache Rechteckspule mit $N = 100$ Windungen, der Höhe $h = 20$ cm, der Breite $b = 3,0$ cm und den Anschlüssen 1 und 2 (siehe Skizze). Diese Spule steht senkrecht über einem homogenen Magnetfeld, das durch die Ebene ε nach oben begrenzt ist. Es wird vorausgesetzt, dass die Querschnittsfläche der Spule stets senkrecht auf den Feldlinien steht. Die Spule ist über ihre Anschlüsse 1 und 2 an ein empfindliches Spannungsmessgerät angeschlossen. Während man die Spule mit einer konstanten Geschwindigkeit von $1,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ senkrecht nach unten in das Magnetfeld hineinbewegt, wird am Messgerät die Spannung $10,8 \text{ mV}$ angezeigt.



- a) An welchem Spulenanschluss entsteht der Pluspol und an welchem der Minuspol der Induktionsspannung? Begründen Sie die Antwort kurz.
 b) Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Flussdichte. [zur Kontrolle: $B = 0,24 \text{ T}$]
 c) Berechnen Sie den Zeitpunkt t_1 zu dem die Spulenfläche gerade vollständig vom Magnetfeld durchsetzt ist. Stellen Sie die vom Messgerät angezeigte Spannung für $0 < t < 2 \cdot t_1$ in einem Zeit-Spannungs-Diagramm dar ($1 \text{ cm} = 0,05 \text{ s}$ bzw. $1 \text{ cm} = 0,5 \text{ V}$). Begründen Sie den Verlauf des Diagramms.

Die Spule befinde sich nun wieder genau am Rand des nur durch ε begrenzten Magnetfeldes, wie es die Skizze zeigt. Zur Zeit $t = 0$ wird die Spule losgelassen und fällt in das Magnetfeld hinein. Unter Vernachlässigung störender Einflüsse kann von einem freien Fall der Spule ausgegangen werden.

- d) Berechnen Sie den Zeitpunkt t_2 zu dem die Spulenfläche gerade vollständig vom Magnetfeld durchsetzt ist. Stellen Sie die vom Messgerät angezeigte Spannung für $0 < t < 2 \cdot t_2$ in einem Zeit-Spannungs-Diagramm dar ($1 \text{ cm} = 0,05 \text{ s}$ bzw. $1 \text{ cm} = 0,5 \text{ V}$). Führen Sie die notwendigen Berechnungen durch und begründen Sie den Verlauf des Diagramms.
 e) Nun werden die Anschlüsse 1 und 2 miteinander verbunden (kurzgeschlossen). Welchen Einfluss hat dies auf den Verlauf des Diagramms?
- 2) In einem homogenen Magnetfeld mit der Flussdichte B befindet sich eine flache Induktionsspule mit der Querschnittsfläche $A_0 = 40 \text{ cm}^2$ und der Windungszahl $N = 500$. Die Drehachse liegt in der Spulenebene und steht senkrecht auf den Feldlinien des Magnetfelds. Wenn die Induktionsspule mit konstanter Frequenz f rotiert, wird in ihr eine sinusförmige Wechselspannung mit dem Scheitelwert U_0 induziert. Indem f auf verschiedene Werte eingestellt wird, ermittelt man die folgende Messreihe:

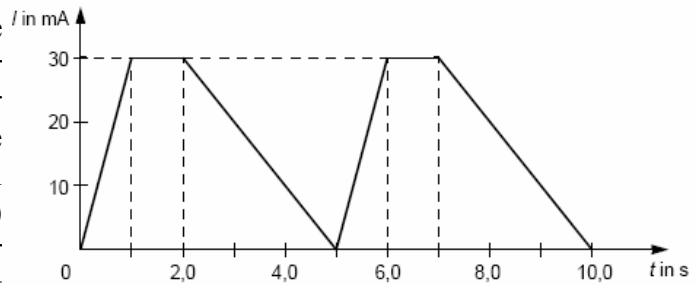
f in Hz	16	22	28	36
U_0 in V	0,34	0,46	0,59	0,75

- a) Zeigen sie durch graphische Auswertung, dass U_0 zu f direkt proportional ist und ermitteln sie den Wert des Proportionalitätsfaktors k .
 b) Bestätigen sie, ausgehend vom Induktionsgesetz, dass für den Proportionalitätsfaktor k aus Teilaufgabe a gilt: $k = 2 \cdot \pi \cdot N \cdot A_0 \cdot B$. Berechnen sie B .

3) Eine Spule (1) hat 16 000 Windungen, die Länge 0,35 m, den Windungsquerschnitt 45 cm^2 und den ohmschen Widerstand $1,8 \text{ k}\Omega$. Die Spule wird in einen unverzweigten Stromkreis mit Spannungsquelle und Strommessgerät in Reihe geschaltet.

a) An die Spule wird die Gleichspannung 150 V gelegt. Berechnen Sie die magnetische Flussdichte im Inneren der Spule.

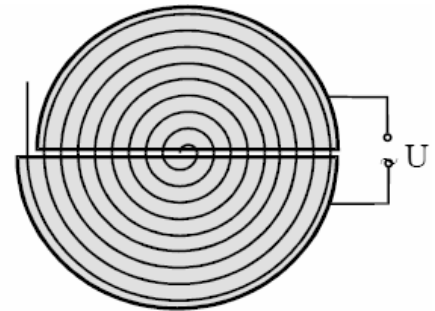
b) Im Inneren der Spule (1) liegt nun eine Induktionsspule (2) mit der Windungszahl 1985 und der Querschnitt 14 cm^2 so, dass die Achsen der beiden Spulen parallel zueinander sind. Durch die Spule (1) fließt ein Strom, dessen zeitlicher Verlauf in der Abbildung dargestellt ist:



An den Enden der Induktionsspule (2) entsteht eine Spannung $U_{\text{ind}}(t)$. Zeichnen Sie für $0 \text{ s} \leq t \leq 10 \text{ s}$ das $U_{\text{ind}}-t$ -Diagramm.

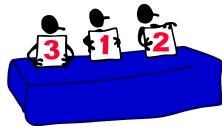
c) Später wird bei angelegter Spannung ein Eisenkern schnell in die Spule (1) eingeführt. Erläutern Sie die zu erwartenden Änderungen der Anzeige am Strommesser. Begründen Sie Ihre Aussage.

4) Ein Zyklotron (siehe Skizze) dient zur Beschleunigung geladener Teilchen auf nichtrelativistische Geschwindigkeiten. Es wird mit einem homogenen Magnetfeld B und einer Wechselspannung konstanter Frequenz f betrieben.



a) Leiten Sie an Hand einer geeigneten Kräftebetrachtung den Zusammenhang zwischen dem Bahnradius und der Geschwindigkeit der Teilchen (Ladung q ; Masse m) her und zeigen Sie, dass für die Frequenz gilt:

$$f = \frac{q \cdot B}{2 \pi \cdot m}$$



Viel Erfolg