

Sicher durch den Schultag

Elektromagnetische Induktion – Fluss, Lenz'sche Regel, Spulen



Name: _____

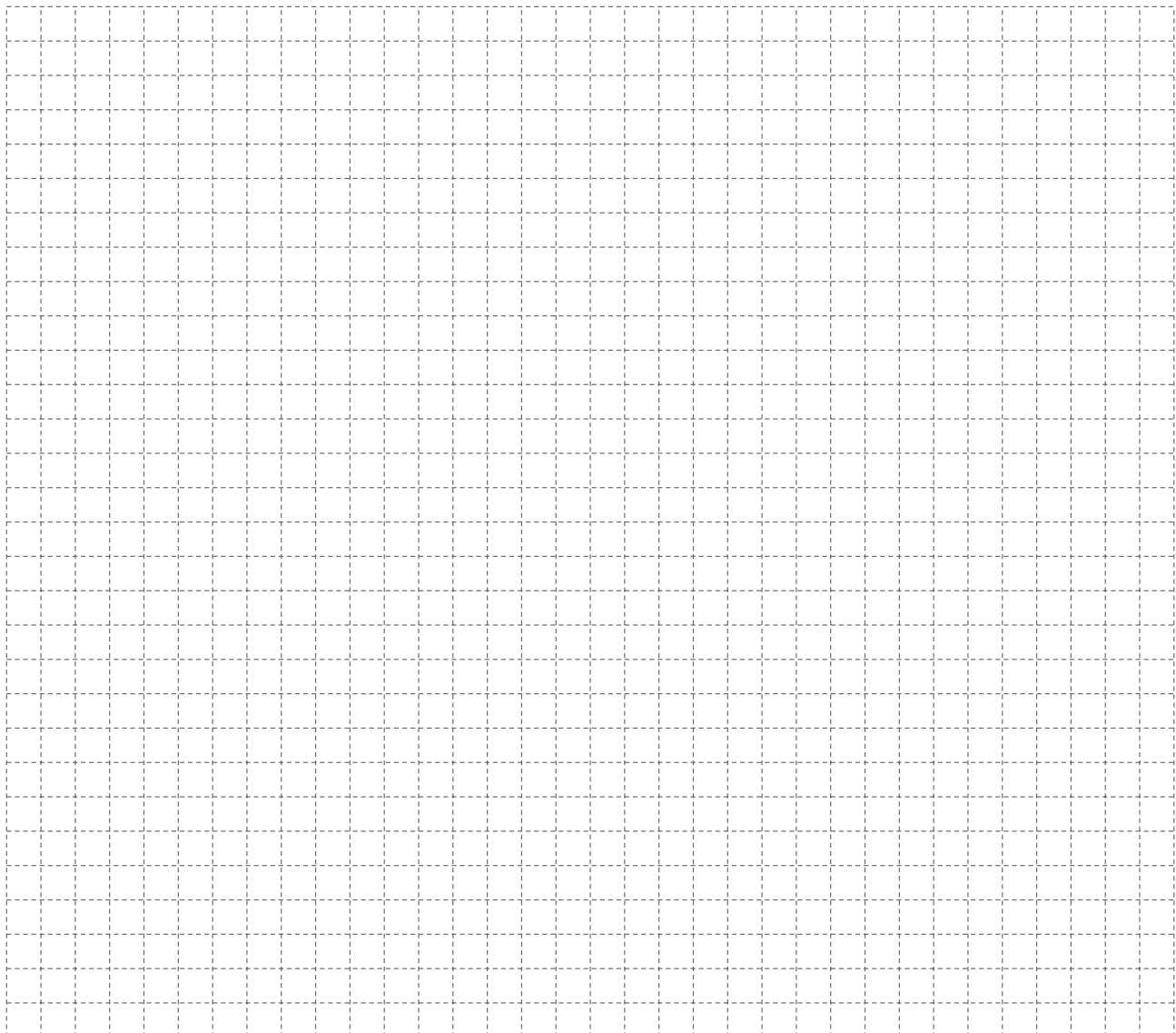
Klasse: _____

Aufgabe 1 Der Haftmagnet der Brandschutztür

leicht ●○○

Brandschutztüren im Schulhaus werden von einem Haftmagneten offen gehalten. Löst der Rauchmelder aus, wird der Magnet stromlos und die Tür fällt zu. Die quadratische Polfläche des Magneten ist 4,0 cm breit und 4,0 cm hoch; das Magnetfeld steht senkrecht auf ihr.

- a) Im Betrieb beträgt die magnetische Flussdichte $B = 0,60 \text{ T}$. Berechnen Sie den magnetischen Fluss durch die Polfläche. (Ergebnis: $\Phi = 0,96 \text{ mWb}$)
- b) Stromlos bleibt nur noch $B = 0,050 \text{ T}$ übrig. Berechnen Sie den Fluss und geben Sie an, welcher Anteil des Flusses im Betrieb das ist. (Ergebnis: $\Phi = 0,080 \text{ mWb}$, etwa 8,3 %)

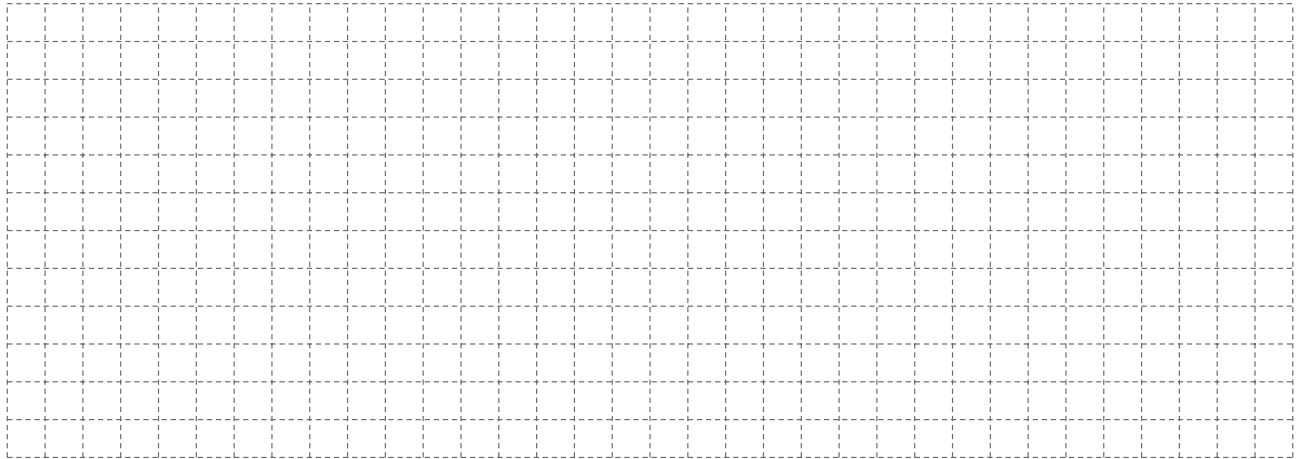


Aufgabe 2 Der Türsensor der Chemie-Sammlung

leicht ●○○

Die Tür zur Chemikalien-Sammlung meldet, ob sie geschlossen ist: Beim Schließen schiebt sich ein Magnet vor eine Spule mit $N = 500$ Windungen und der Querschnittsfläche $A = 4,0 \text{ cm}^2$. Die Flussdichte in der Spule steigt dabei in $\Delta t = 0,050 \text{ s}$ gleichmäßig von null auf $0,25 \text{ T}$; die Fläche bleibt gleich.

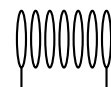
- a) Berechnen Sie den Betrag der Induktionsspannung an der Spule. (Ergebnis: $U = 1,0 \text{ V}$)
- b) Die Tür wird doppelt so schnell zugeschlagen. Geben Sie an, wie sich die Induktionsspannung ändert, und begründen Sie. (Ergebnis: $U = 2,0 \text{ V}$)

**Aufgabe 3** Der Fensterkontakt der Alarmanlage

leicht ●○○

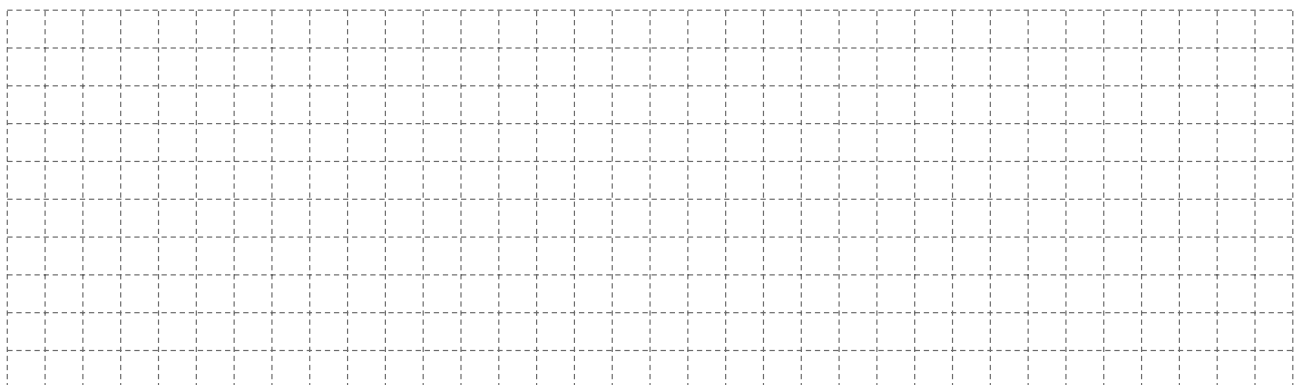
Am Fensterflügel des Computerraums sitzt ein Stabmagnet, am Rahmen eine Spule. Der Nordpol des Magneten zeigt zur Spule. Wird das Fenster geöffnet, entfernt sich der Magnet von der Spule.

Magnet entfernt sich



Spule am Rahmen

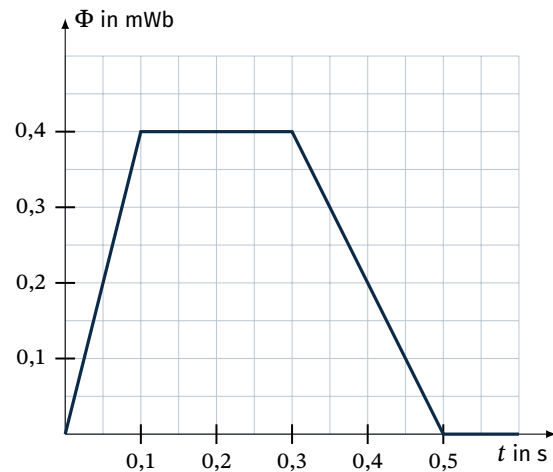
- a) Begründen Sie, dass beim Öffnen in der (geschlossenen) Spulenschaltung ein Strom fließt.
- b) Geben Sie mit der Lenz'schen Regel an, welcher Magnetpol am magnetnahen Ende der Spule entsteht, und begründen Sie. (Ergebnis: Südpol)



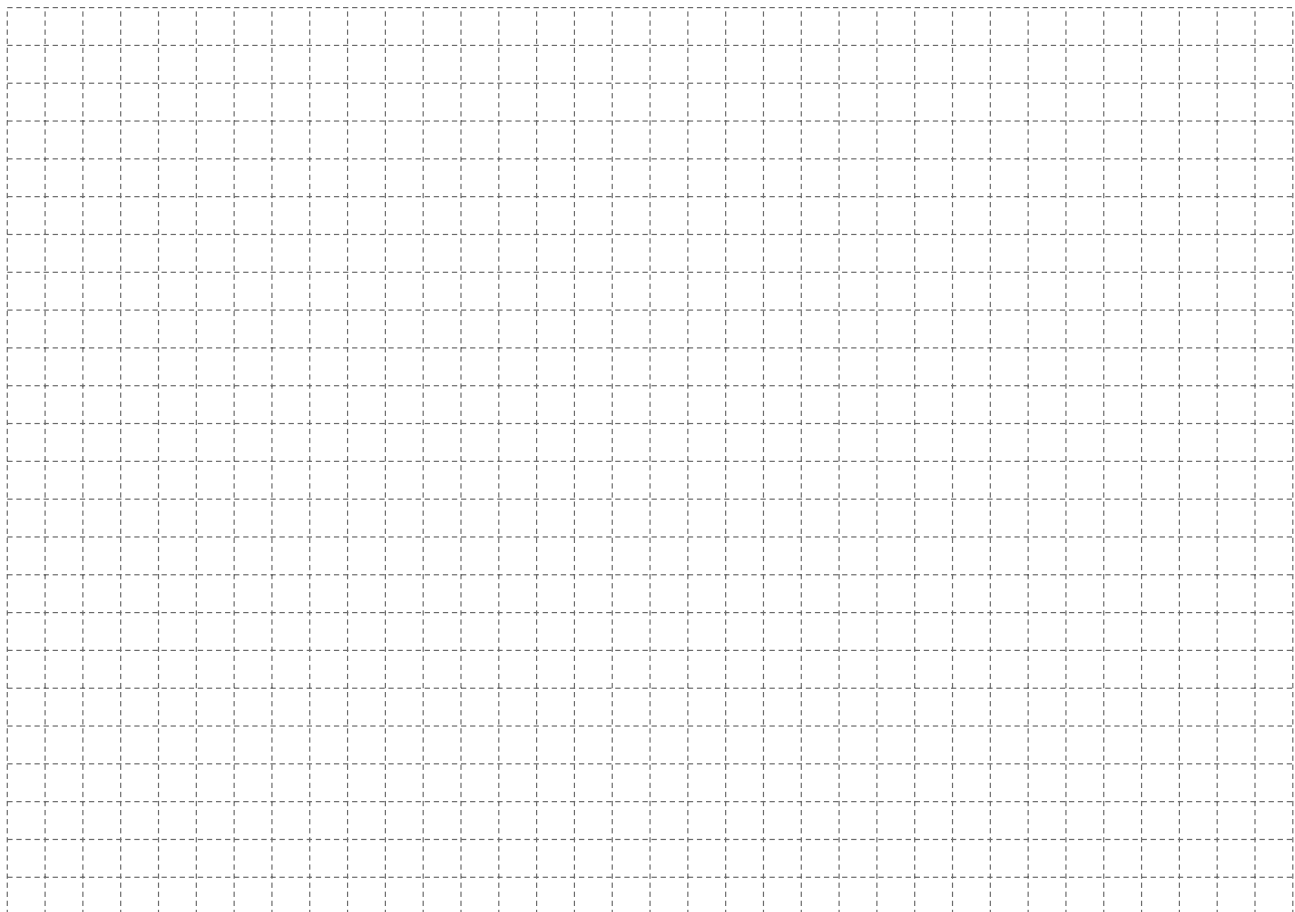
Aufgabe 4 Was der Fenstersensor misst

mittel ●●○

Beim Kippen und Schließen eines Fensters ändert sich der magnetische Fluss durch die Senserspule ($N = 400$) wie im t - Φ -Diagramm. Für die Induktionsspannung gilt $U = -N\dot{\Phi}$.



- a) Ermitteln Sie die Induktionsspannung in den drei Zeitabschnitten. (Ergebnis: $-1,6$ V; 0 V; $0,80$ V)
- b) Zeichnen Sie das zugehörige t - U -Diagramm für $0 \leq t \leq 0,60$ s (Maßstab: $0,1$ s $\hat{=}$ 1 cm, $0,4$ V $\hat{=}$ 1 cm).
- c) Erklären Sie, warum zwischen 0,10 s und 0,30 s keine Spannung angezeigt wird, obwohl der Fluss dort am größten ist.

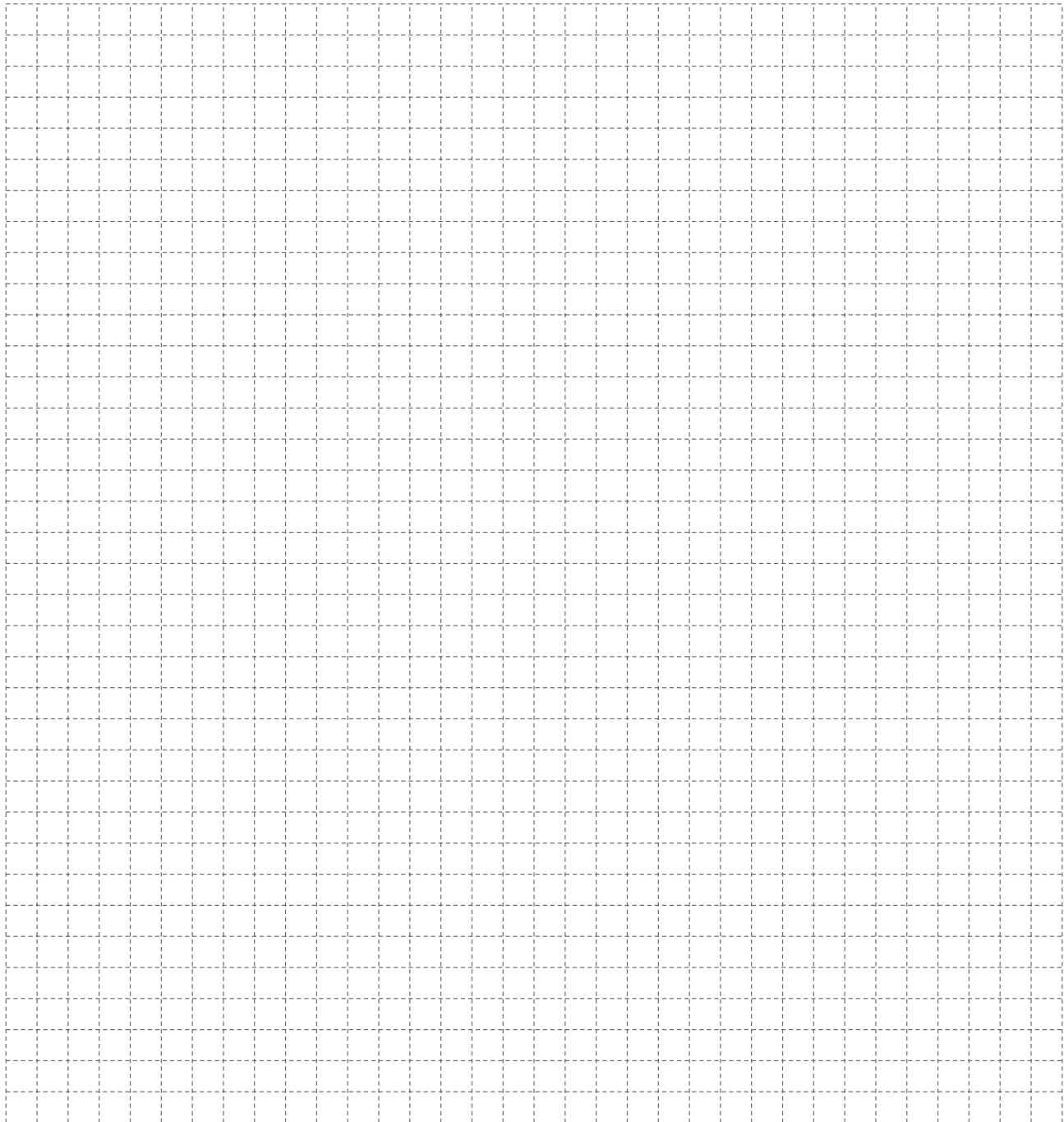


Aufgabe 5 Die Kurbel-Notfalllampe

mittel ●●○

Im Erste-Hilfe-Raum liegt eine Notfalllampe mit Kurbel. Beim Kurbeln dreht sich eine Spule ($N = 200$, Fläche $A = 6,0 \text{ cm}^2$) gleichförmig in einem homogenen Magnetfeld mit $B = 0,50 \text{ T}$; die Drehachse steht senkrecht zum Feld.

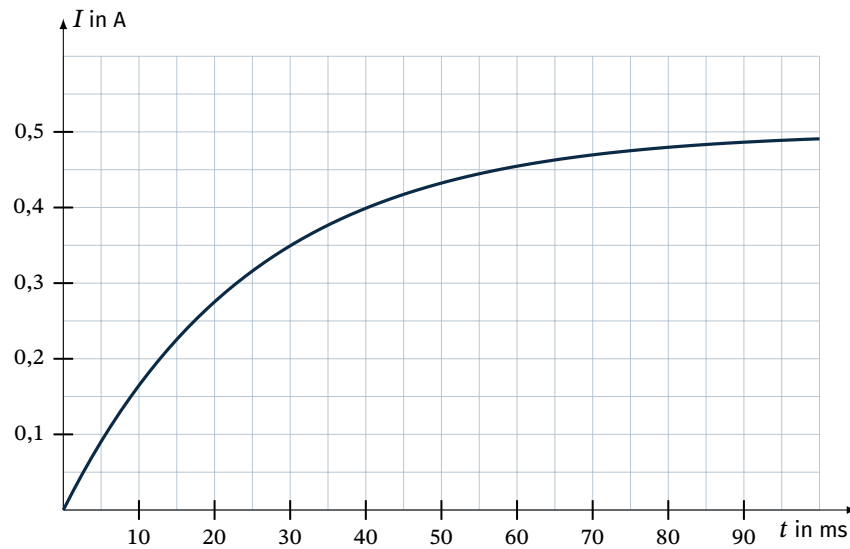
- a) Erklären Sie, warum dabei eine sinusförmige Wechselspannung entsteht.
- b) Die Spule dreht sich mit $f = 10 \text{ Hz}$. Berechnen Sie den Scheitelwert der Induktionsspannung.
(Ergebnis: $U_0 \approx 3,8 \text{ V}$)
- c) Die LED braucht einen Scheitelwert von mindestens $3,0 \text{ V}$. Berechnen Sie, wie viele Umdrehungen je Sekunde die Spule dafür mindestens machen muss.

(Ergebnis: $f \approx 8,0 \text{ Hz}$)

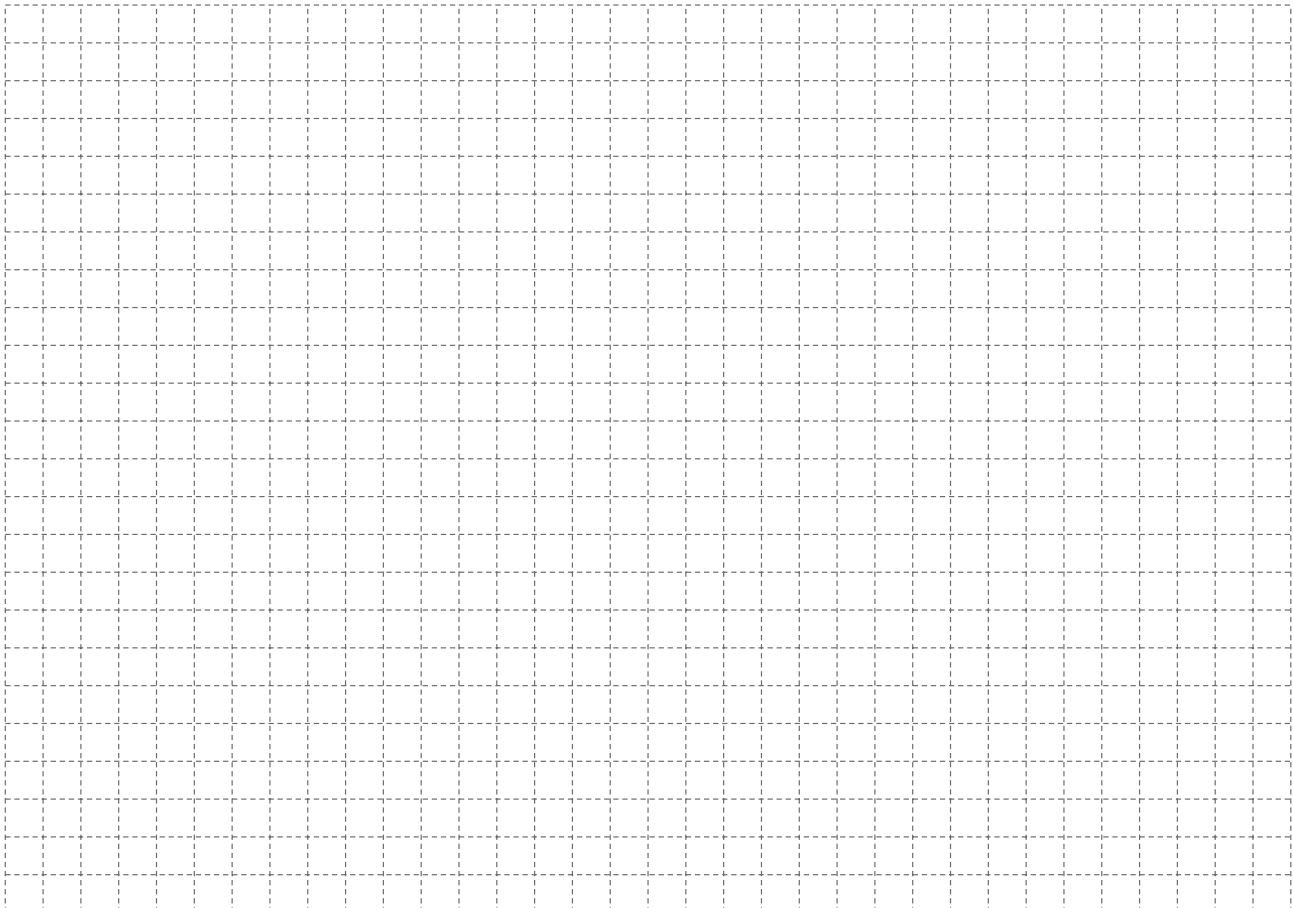
Aufgabe 6 Einschalten des Haftmagneten

mittel ●●○

Die Spule eines Haftmagneten wird zur Zeit $t = 0$ an die Gleichspannung $U_0 = 24\text{ V}$ der Brandmeldeanlage gelegt. Das Diagramm zeigt die gemessene Stromstärke.



- a) Beschreiben Sie den Verlauf der Stromstärke und begründen Sie mit der Selbstinduktion, warum sie nicht sofort ihren Endwert annimmt.
- b) Bestimmen Sie mithilfe einer Tangente die Anfangssteigung der Stromstärke und daraus die Induktivität L der Spule. (Ergebnis: $\dot{I}(0) \approx 20\text{ A/s}$, $L \approx 1,2\text{ H}$)
- c) Bestimmen Sie den ohmschen Widerstand R der Spule. (Ergebnis: $R = 48\ \Omega$)

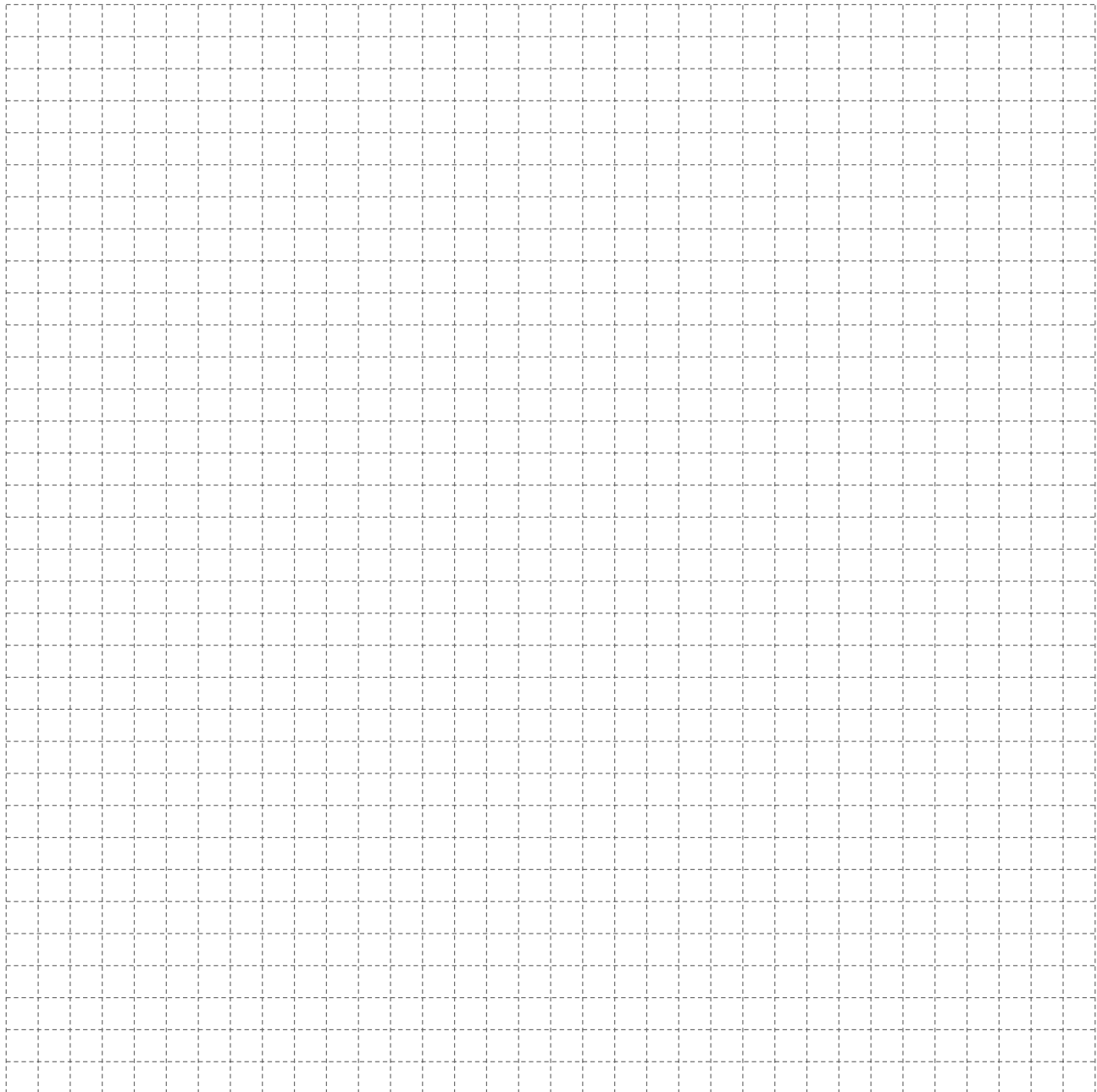


Aufgabe 7 Wenn der Rauchmelder auslöst

schwer ●●●

Bei Alarm öffnet ein Schalter den Stromkreis des Haftmagneten aus Aufgabe 6 ($L = 1,2 \text{ H}$, $I = 0,50 \text{ A}$).

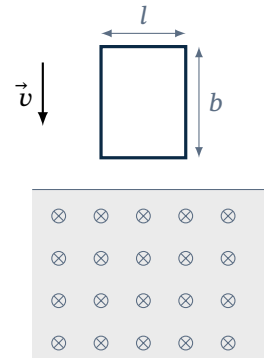
- Berechnen Sie die Energie, die im Magnetfeld der Spule gespeichert ist. (Ergebnis: $W = 0,15 \text{ J}$)
- Ohne Schutzmaßnahme sinkt die Stromstärke beim Öffnen in etwa $1,0 \text{ ms}$ auf null. Berechnen Sie den Betrag der mittleren Induktionsspannung und beurteilen Sie die Folgen für den Schalter und die Elektronik der Brandmeldeanlage. (Ergebnis: $U \approx 0,60 \text{ kV}$)
- Deshalb liegt parallel zur Spule ein Schutzwiderstand $R_p = 100 \Omega$. Begründen Sie, dass die Stromstärke in der Spule im ersten Moment nach dem Öffnen weiter $0,50 \text{ A}$ beträgt, und berechnen Sie die Spannung an der Spule in diesem Moment. (Ergebnis: $U = 50 \text{ V}$)
- Nennen Sie eine technische Anwendung, in der man hohe Induktionsspannungen beim Ausschalten bewusst nutzt.



Aufgabe 8 Der Sensor am Rolltor

schwer ●●●

Das Rolltor der Feuerwehrezufahrt meldet seine Lage mit einer rechteckigen Sensorspule ($N = 50$, Breite $l = 0,20$ m, Höhe $b = 0,30$ m). Sie fährt mit $v = 0,40$ m/s nach unten in das homogene Feld eines Magnetstreifens mit $B = 0,25$ T, das senkrecht auf der Spulenfläche steht (Symbol $\otimes$: Feld zeigt in die Zeichenebene) und unten weit genug reicht.



- Berechnen Sie den Betrag der Induktionsspannung, während die Spule in das Feld eintaucht.
(Ergebnis: $U = 1,0$ V)
- Berechnen Sie, wie lange das Eintauchen dauert.
(Ergebnis: $\Delta t = 0,75$ s)
- Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf des Betrags der Induktionsspannung vom ersten Eintauchen bis die Spule ganz im Feld ist und noch 1,0 s weiterfährt, und begründen Sie den Verlauf.
- Das Tor fährt doppelt so schnell. Entscheiden Sie ohne Rechnung, wie sich Spannung, Dauer und das Produkt aus beiden ändern. Überprüfen Sie dann rechnerisch.
(Ergebnis: 2,0 V, 0,38 s, 0,75 V s)

