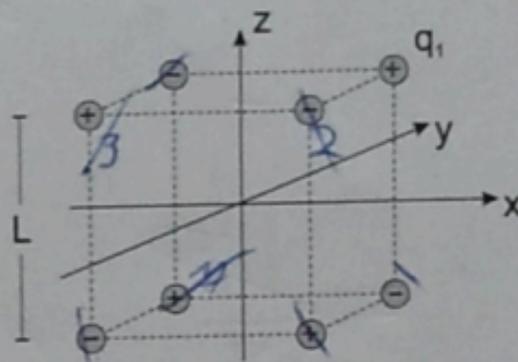


Aufgabe 1:

(12 Punkte)

Acht Punktladungen q_i ($i = 1 \dots 8$) mit positiven und negativen Vorzeichen, aber gleichem Ladungsbetrag $|q_i| = Q$, sind entsprechend der Skizze in den Ecken eines gedachten Würfels mit Kantenlänge L positioniert. Der Mittelpunkt des gedachten Würfels liege im Ursprung des kartesischen Koordinatensystems.

- a) Leiten Sie einen Ausdruck für die Gesamtkraft F_1 auf die Punktladung q_1 ab und zeigen Sie, dass diese in Richtung des Koordinatenursprungs zeigt. Benutzen Sie dazu die unten angegebenen, genäherten Zahlenwerte für die auftretenden Wurzeln.
- b) Wie groß muss eine einzelne Punktladung q' im Ursprung gewählt werden, damit sie als Ersatz für die übrigen Ladungen dieselbe Kraft F_1 auf q_1 ausübt?

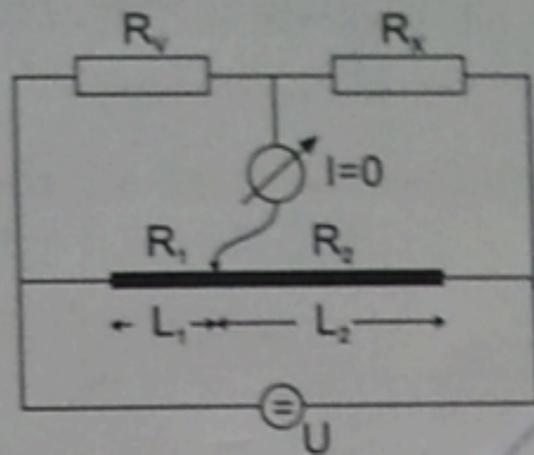


Zahlenwerte: $\sqrt{3} \approx 1.7$; $\sqrt{6} \approx 2.4$

Aufgabe 2:

(10 Punkte)

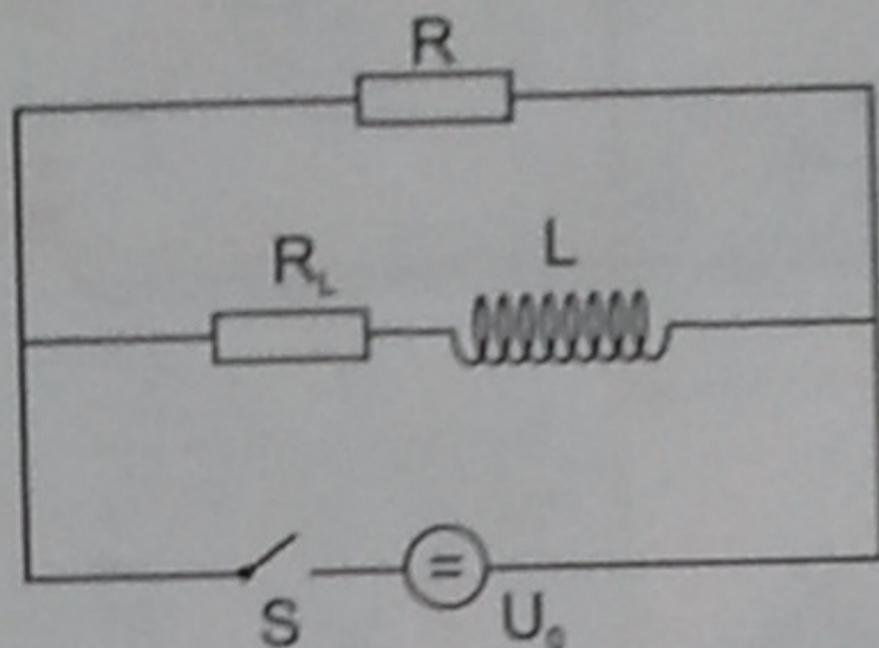
Mit einer Wheatstoneschen Brücke kann ein unbekannter Widerstand R_x mit großer Präzision durch Vergleich mit einem bekannten Widerstand R_v gemessen werden (siehe Schaltungsskizze). Dazu wird der Abgriff am Schiebewiderstand $R = R_1 + R_2$ (Gesamtlänge $L = L_1 + L_2$) zu einem empfindlichen Strommessinstrument soweit verschoben bis dieses $I = 0$ anzeigt. Leiten Sie mit Hilfe der Kirchhoffschen Regeln den Ausdruck für R_x als Funktion der bekannten Größen R_v , L_1 und L_2 her.



Aufgabe 3:

In der gegebenen Schaltung liegt am Widerstand R bei zunächst geschlossenem Schalter S eine Gleichspannung U_0 an und es fließt ein Gleichstrom $I_0 = U_0/R_L$ durch die Spule mit Widerstand R_L und Induktivität L . Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird dann die Spannungsquelle durch Öffnen von S abgeklemmt.

- Wie groß ist der durch die Spule fließende Strom $I(t)$ unmittelbar nach Öffnen von S ($t=0$)? (mit Begründung!)
- Berechnen Sie $I(t)$ für $t > 0$. Stellen Sie dazu die Differentialgleichung für $I(t)$ auf und lösen Sie diese für die Anfangsbedingung aus (a).
- Es gelte $R = R_L$. Skizzieren Sie dafür den zeitlichen Verlauf der an R anliegenden Spannung $U(t)$ für Zeiten $t < 0$ bis $t \cong L/R$.

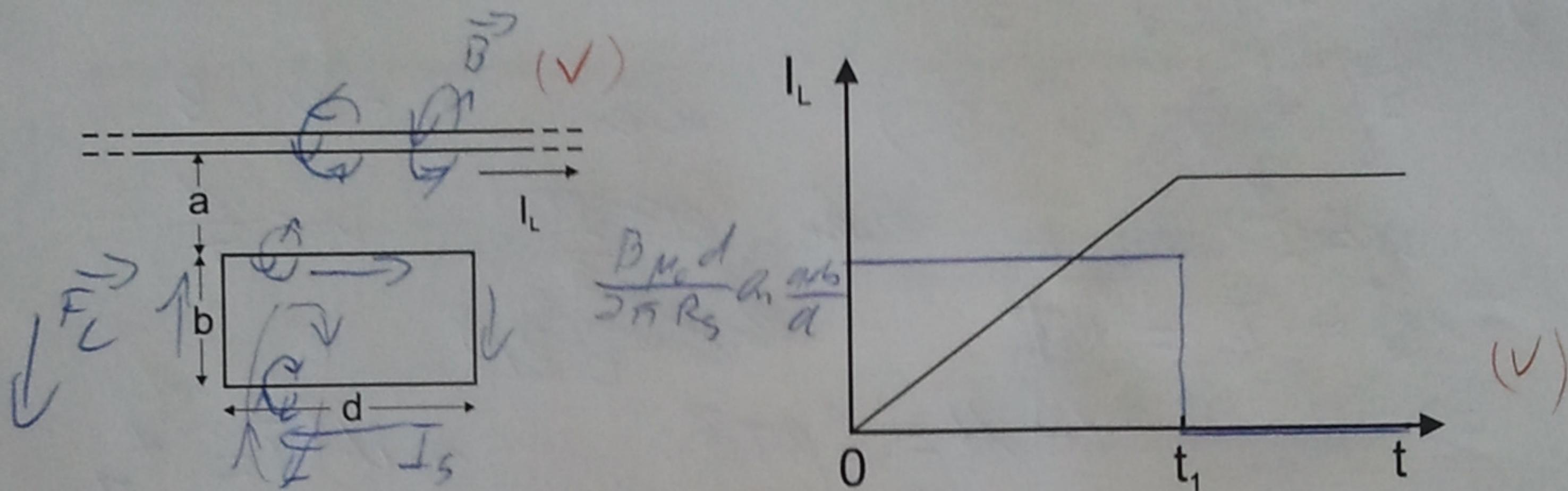


Aufgabe 4:

(15 Punkte)

Neben einem geraden Leiter von vernachlässigbarem Durchmesser und unendlicher Länge liegt im Abstand a eine rechteckige Leiterschleife S mit Länge d und Breite b . Im Leiter fließt ein Strom I_L , der zunächst in der Zeit von $t = 0$ bis $t = t_1$ linear mit t ansteigt, $I_L(t) = \beta t$, und danach auf dem erreichten Endwert I_L^0 konstant verbleibt (vgl. Skizze).

- a) Welcher Strom $I_S(t)$ wird in der Drahtschleife S mit Widerstand R_S induziert? Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Funktion $|I_S(t)|$ in die gegebene Skizze zu $I_L(t)$ ein. Tragen Sie außerdem die Richtung des Stroms in die Skizze der Schleife ein (ausführliche Begründung!).
- b) Berechnen Sie die Kraft auf die Leiterschleife (Betrag und Richtung).



Aufgabe 5:

(12 Punkte)

Eine elektromagnetische Welle mit Wellenvektor \vec{k} , Kreisfrequenz ω und Ausgangsleistung $P = 25 \text{ mW}$ propagiert im Vakuum und wird durch eine Sammellinse auf einen Brennfleck mit der Fläche $A = 0.002 \text{ mm}^2$ fokussiert. Die Intensität im Brennfleck werde als homogen angenommen.

- Berechnen Sie den zeitlich gemittelten Betrag S des Poynting-Vektors \vec{S} im Fokus.
- Wie groß sind demzufolge die Amplituden E_0 des elektrischen Felds \vec{E} und B_0 des magnetischen Flusses \vec{B} im Brennfleck?

Hinweis: Es gilt $\vec{B} = \frac{1}{\omega} \vec{k} \times \vec{E}$.

$$\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}}$$

Zahlenwerte: Wellenimpedanz $Z = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \approx 400 \Omega$; Lichtgeschwindigkeit $c \cong 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.