8. Übung (Abgabe Di. 14. Juni bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

---

29. Gegeninduktion **(4 Punkte)**

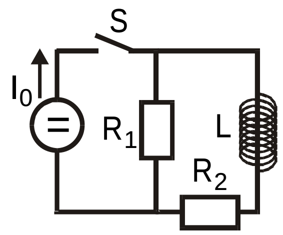
Zwei benachbarte elektrische Stromkreise können sich durch magnetische Induktion gegenseitig beeinflussen. Die Idee ist, dass sich der magnetische Fluss im Stromkreis 2 proportional zum Strom im Stromkreis 1 ändert:

$$\Phi_2 = L_2 I_2 + M_{1,2} I_1$$

Die dabei auftretende Proportionalitätskonstante $M_{1,2}$ wird "Gegeninduktivität" genannt und ist analytisch nur schwer zu fassen, da sie i. A. stark von der Geometrie der Stromkreise abhängt. Im einfachsten aller Fälle - zwei langen Spulen, die konzentrisch angeordnet sind - kann man die Gegeninduktivität direkt berechnen.

Nehmen Sie an, beide Spulen haben die Länge l. Die innere Spule besitze den Radius r_1 und die Windungszahl n_1. Die äußere Spule habe den Radius r_2 und die Windungszahl n_2. Berechnen Sie die Gegeninduktivitäten $M_{1,2}$ und $M_{2,1}$.

30. LR-Kreis **(4 Punkte)**

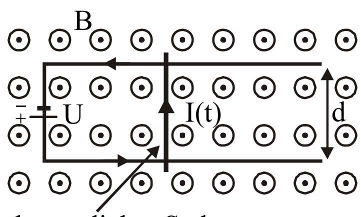


In dem Stromkreis rechts wird der Schalter S zur Zeit $t = 0$ geschlossen. Ab diesem Zeitpunkt stellt die Konstantstromquelle durch Variation ihrer Spannung einen konstanten Strom I_0 durch den Schalter zur Verfügung.

a) Leiten Sie einen Ausdruck für den durch die Induktivität L fließenden Strom $I_L(t)$ als Funktion der Zeit her.

b) Berechnen Sie den Zeitpunkt $t = t_0$, zu dem gerade ein gleich großer Strom durch den Widerstand R_1 und durch die Induktivität L fließt.

31. Linearmotor **(4 Punkte)**



beweglicher Stab
(Widerstand R, Masse m)

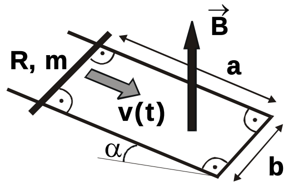
Zwei parallele Leiter mit vernachlässigbarem Widerstand sind im Abstand d in einer Ebene angeordnet und durch eine Spannungsquelle U verbunden; das andere Ende ist offen. Der Stromkreis wird durch einen reibungsfrei gleitenden Stab mit Widerstand R und Masse m senkrecht zu den beiden Leitern geschlossen. Er kann nur parallel zu den beiden Leitern gleiten. Die so entstehende Leiterschleife sei von einem senkrechten Magnetfeld B durchdrungen. Der auf der Leiterschleife liegende Stab werde zunächst festgehalten und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen. Berechnen Sie den Stromfluss $I(t)$ und das magnetische Moment $\mu(t)$ der Leiterschleife. Benutzen Sie als Randbedingung $x(0) = 0$, wobei $x(t)$ den Ort des Stabes zur Zeit t bezeichnet.

<u>Hinweis:</u> Stellen Sie zuerst die Bewegungsgleichung für den Stab auf. Dies liefert eine Beziehung zwischen dem Strom $I(t)$ *und der Beschleunigung* $a = \ddot{x}(t)$. *Eine zweite Gleichung folgt aus der Kirchhoff'schen Maschenregel unter Berücksichtigung der Selbstinduktion. Dies liefert eine Beziehung zwischen dem Strom* $I(t)$ *und der Geschwindigkeit* $v = \dot{x}(t)$. *Aus der Kombination der beiden Gleichungen folgt die Bewegungsgleichung für* $x(t)$.

8. Übung (Abgabe Di. 14. Juni bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

---

32. Induktion (4 Punkte)

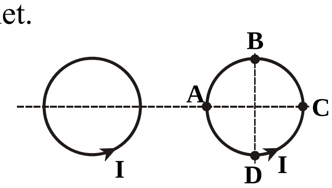


Ein U-förmiger Leiter (Widerstand vernachlässigbar) sei entlang seiner Längsseiten a im Winkel α relativ zur Horizontalen in einem homogenen Schwerefeld mit der Schwerebeschleunigung $\vec{g}$ orientiert. Antiparallel zum Schwerefeld gebe es ein Magnetfeld $\vec{B}$. Auf dem Leiter liege ein Draht der Masse m und der Breite b mit Widerstand R zwischen den Kontaktstellen zum Draht. Dieser Draht gleite (d.h. kein Rollen!) auf dem U-förmigen Leiter unter Einfluss der Schwerkraft reibungsfrei nach unten. Berechnen Sie die induzierte Stromstärke im Draht sowie die Geschwindigkeit des Drahts als Funktion der Zeit. Legen Sie die x-Achse in a-Richtung (abwärts) und benutzen Sie die folgenden Randbedingungen: $x(0) = 0$, $\dot{x}(0) = 0$.

Hinweis: Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den Draht auf und beachten Sie hierbei die Selbstinduktion in Form der Lorentz-Kraft.

Zusatzaufgabe Klausurvorbereitung (Verständnisaufgabe): Kreisströme (0 Punkte)

Zwei gleiche Kreisströme sind in der x-y-Ebene wie gezeichnet angeordnet.



(a) Skizzieren Sie das $\vec{B}$-Feld eines dieser Kreisströme.

(b) Zeichnen Sie die Richtung der Lorentz-Kraft, die der zweite Strom erfährt, an den vier gegebenen Stellen A, B, C, D ein.

(c) In welche Richtung zeigt die resultierende Kraft, die sich aus den auf diese vier Punkte wirkenden Kräften ergibt?