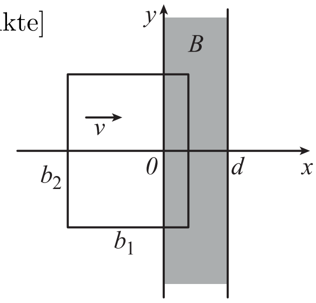
Übungen zur Physik III: Blatt 1 WS 17/18 Prof. Kappes/Prof. Krüger
Ausgabe: 09.10.2017, Abgabe: 16.10.2017 Übungen: Dr. Wigger

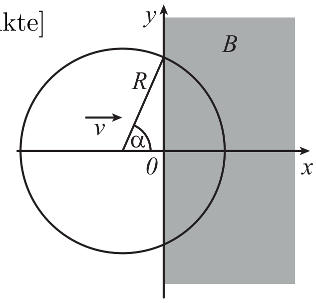
Aufgabe 1: Induktion in bewegten Leiterschleifen (mündlich, 7 Punkte)

a) [3 Punkte]



Eine rechteckige Leiterschleife (Seitenlängen b_1 und b_2) liegt in der xy-Ebene und bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = v\vec{e}_x$. Im Bereich $0 \leq x \leq d$, $d < b_1$ (in der Skizze grau hinterlegt) wirkt ein Magnetfeld $\vec{B} = B_0\vec{e}_z$.
Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Ringspannung $U(t)$ mit dem Faraday'schen Gesetz. Skizzieren Sie die Funktion $U(t)$.

b) [4 Punkte]



Eine kreisförmige Leiterschleife (Radius R) liegt in der xy-Ebene und bewege sich mit konstanter Geschwindigkeit $\vec{v} = v\vec{e}_x$. Im Bereich $x > 0$ (in der Skizze grau hinterlegt) wirkt ein Magnetfeld $\vec{B} = B_0\vec{e}_z$. Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Ringspannung $U(t)$ mit dem Faradayschen Gesetz. Skizzieren Sie die Funktion $U(t)$.

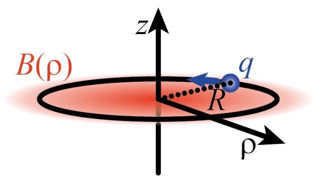
Aufgabe 2: Lorentzkraft (mündlich, 2 Punkte)

Ein geladenes Teilchen bewege sich in einem elektromagnetischen Feld. $\vec{E}$ und $\vec{B}$ seien zeitlich konstant. Zeigen Sie, dass die kinetische Energie des Teilchens nicht durch das Magnetfeld beeinflusst wird.
Hinweis: Betrachten Sie dazu die zeitliche Änderung der kinetischen Energie $\dot{E}_{\text{kin}}$.

Aufgabe 3: Das Betatron (schriftlich, 5 Punkte)

Ein Betratron ist eine Maschine, bei der geladene Teilchen in einer Vakuumkammer durch die zeitliche Veränderung eines Magnetfelds der Form

$$\vec{B}(\vec{r}, t) = B_z(\varrho, t)\vec{e}_z$$



auf einer Kreisbahn in der xy-Ebene beschleunigt werden.

a) [1 Punkte] Wie groß muss der Betrag eines zunächst zeitlich konstanten Magnetfeldes bei $\varrho = R$ sein, damit sich das Teilchen der Ladung q mit der Geschwindigkeit v auf einer Kreisbahn mit Radius R bewegt?

b) [2 Punkte] Die zeitliche Änderung des Magnetfeldes induziert nun ein elektrisches Feld, welches aufgrund der Zylindersymmetrie des Magnetfeldes immer tangential zur Kreisbahn ist. Dieses elektrische Feld sorgt für die Beschleunigung des Teilchens. Berechnen Sie $|\vec{E}|$ in Abhängigkeit von dem über die Fläche der Kreisbahn gemittelten Magnetfeld

$$\overline{B}(t) = \frac{1}{\pi R^2} \int\limits_{\text{Kreis mit Radius } R} \vec{B}(\vec{r}, t) \cdot \mathrm{d}\vec{f}$$

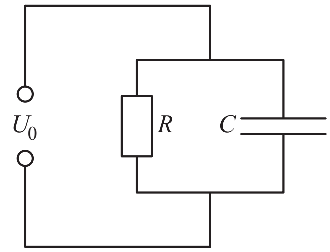
unter Verwendung des Induktionsgesetzes.

c) [2 Punkte] Welche Bedingung muss zwischen dem zeitlich veränderlichen Magnetfeld $|\vec{B}(R, t)|$ am Ort der Kreisbahn und $\overline{B}(t)$ bestehen, damit sich der Bahnradius R beim Beschleunigen nicht ändert?
Hinweis: Betrachten Sie die durch das elektrische Feld erzeugte Beschleunigung.

Aufgabe 4: Impedanzen und Wechselstromfilter (schriftlich, 6 Punkte)

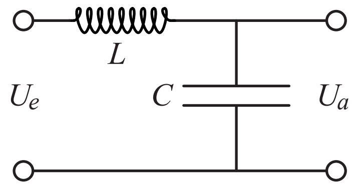
a) [1 Punkte]

Berechnen Sie für den rechts abgebildeten Wechselstromkreis die Gesamtimpedanz Z als Funktion der Frequenz ω der angelegten Spannung U_0. Geben Sie den Betrag und die Phase von Z an und skizzieren Sie diese Größen.

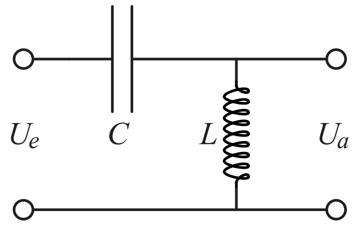


b) Zur Charakterisierung von Filtern, die in elektrischen Schaltungen eingesetzt werden, untersucht man das (komplexe) Verhältnis von Ausgangsspannung U_a zur Eingangspannung U_e. Einige einfache Schaltungen sind unten skizziert. Welche Filterfunktionen erfüllen sie? Berechnen Sie Amplitude und Phase des Verhältnisses U_a/U_e. Skizzieren Sie diese als Funktion von ω/ω_0, wobei ω_0 eine geeignet gewählte charakteristische Frequenz ist (hier $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$).

i) [1,5 Punkte]



ii) [1,5 Punkte]



iii) [2 Punkte] Bestimmen Sie zunächst U_a/U_e in Abhängigkeit von L_1, L_2, C_1 und C_2. Skizzieren Sie dann U_a/U_e für den Spezialfall mit $L_1 = L_2 = L$ und $C_1 = C_2 = C$.