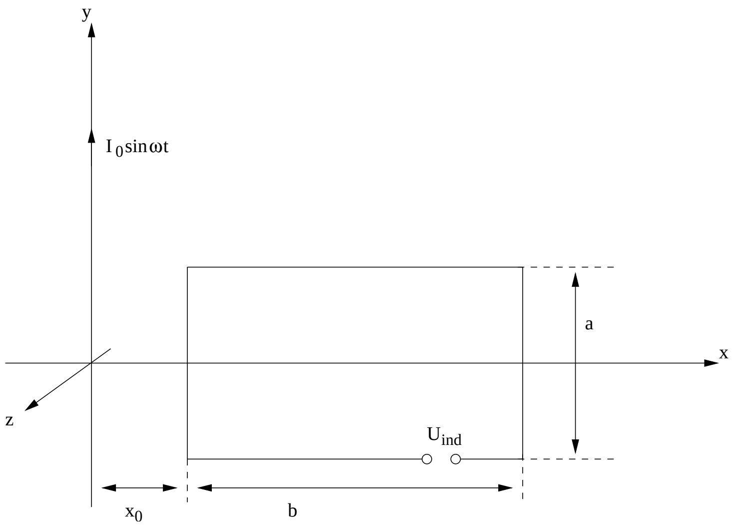
Theoretische Physik II für das Lehramt L3, SS2003, Prof. H.J. Lüdde

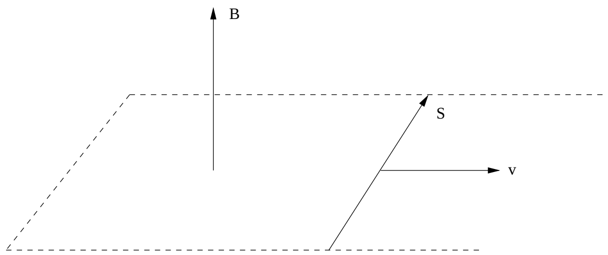
Aufgaben - Kapitel III Zeitabhängiges elektromagnetisches Feld

1. In einem unendlich langen Draht fließt ein Wechselstrom $I = I_0 \sin \omega t$. Im Abstand x_0 vom Draht befindet sich eine rechteckförmige Leiterschleife mit den Seitenlängen a und b.



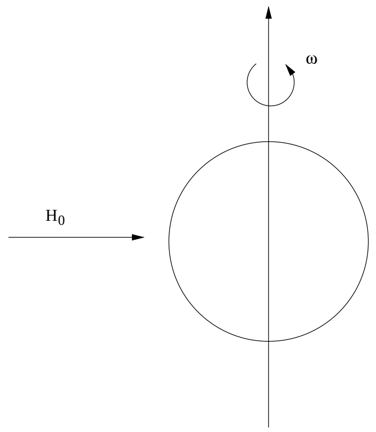
Die Leiterschleife und der Draht liegen in einer Ebene. Wie groß ist die in der Leiterschleife induzierte Spannung?

2. Ein gerader Draht (beschrieben durch einen Vekor $\vec{S}$) bewegt sich mit der Geschwindigkeit $\vec{v}$ in einem homogenen Magnetfeld $\vec{B}$. Die Drahtenden sind durch Kontakte mit einer Leiterschleife verbunden.



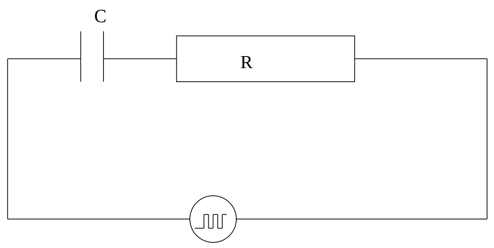
Schleife und Draht bilden eine geschlossene Kurve. Berechne die induzierte Spannung.

3. Ein Drahtkreis (Radius a) rotiert in einem konstanten Magnetfeld $\vec{H}_0$ mit der Kreisfrequenz ω um eine Achse.



Das Magnetfeld steht senkrecht auf der Achse. Berechne den induzierten Strom $I(t)$.

4. Ein rechteckiger Spannungspuls ($U_1(t) = U_0$ für $0 \leq t \leq \tau$ und $U_1(t) = 0$ für $t < 0$ und $t > \tau$) lastet auf einem Stromkreis mit einem Widerstand R und einer Kapazität C (in Reihenschaltung).

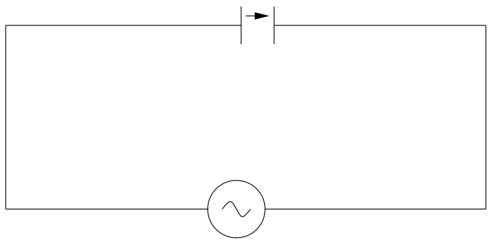


Berechne die Spannung an dem Widerstand.

5. In einem zylindrischen Gebiet (Radius R) haben wir ein homogenes zeitlich variables Magnetfeld $\vec{B}(t)$ parallel zur Zylinderachse.

Bestimme das induzierte elektrische Feld als Funktion des Abstandes von der Zylinderachse.

6. An einem Plattenkondensator mit kreisförmigen Platten (Radius R und Abstand der Platten d) liegt eine Wechselspannung $U = U_0 \sin \omega t$.



Berechne die Verschiebungsstromdichte und das induzierte B-Feld als Funktion des Abstandes von der Kondensatorachse.

7. Man gebe die elektromagnetischen Felder $\vec{E}$ und $\vec{H}$ im Vakuum an, die entstehen, wenn in der unendlich ausgedehnten Ebene $x = 0$ ein räumlich homogener Strom (pro Längeneinheit in y-Richtung) $I = I_0 \exp(i\omega t)$ in z-Richtung fließt.

8. In einem Wellenleiter mit rechteckigem Querschnitt $(0 \leq x \leq a; 0 \leq y \leq b)$ sollen die Feldstärken berechnet werden:

   a) für eine TE-Welle $(E_z = 0)$.

   b) für eine TM-Welle $(H_z = 0)$.

   Welche Grenzfrequenzen ergeben sich für die beiden Wellentypen?

9. Ein Metallzylinder vom Radius R steckt in einem Solenoid von n Windungen pro Längeneinheit, das von einem Wechselstrom $I \sim e^{i\omega t}$ durchflossen wird. Welche Wirbelströme werden in dem Zylinder induziert?

10. Durch zwei Stromblätter (Stromblatt: dünne Platte der Länge $(l \to \infty)$ und der Breite $2b$) soll ein Wechselstrom $I \sim e^{i\omega t}$ geschickt werden. Beim Einschieben eines Metallblocks, der praktisch das Volumen zwischen den beiden Blättern ausfüllt, werden Wirbelströme erzeugt, die das vorher homogene Magnetfeld weitgehend verdrängen. Beide sollen berechnet werden.

11. In dem Metallblock zwischen zwei Stromblättern, der in der vorigen Aufgabe beschrieben wurde, geht elektrische Energie durch Joulsche Wärme verloren. Welche zusätzliche Energie ist daher pro Zeiteinheit aufzubringen, um den Primärstrom I konstant zu halten?

12. Der *Skineffekt* soll für ein als unendlich dick idealisiertes Kabel $0 \leq x < \infty$ untersucht werden.