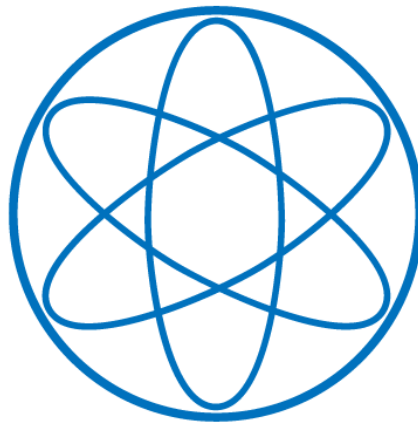


Ferienkurs  
**Experimentalphysik 2**

Sommer 2014

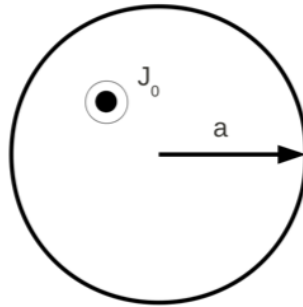
Übung 2 - Angabe



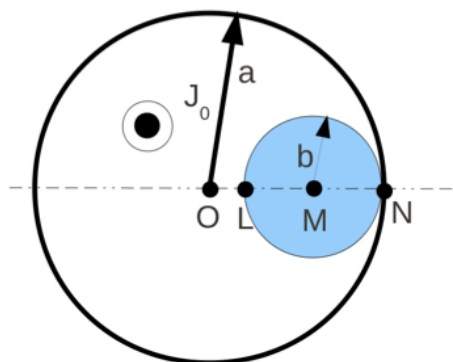
PHYSIK  
DEPARTMENT

## 1 Draht

Strom fließt durch einen unendlich langen Draht mit Radius  $a$ . Dabei ist die elektrische Stromdichte  $J_0$  konstant, homogen und zeigt aus der Abbildung heraus:

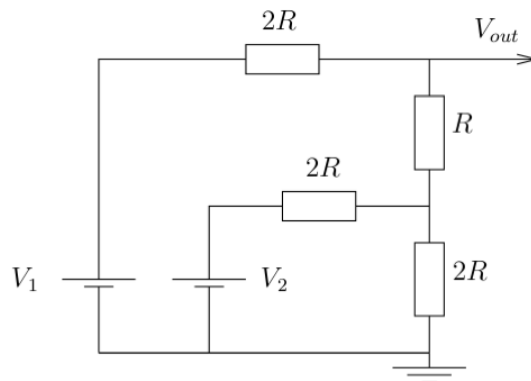


1. Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes  $B(r)$  für einen Radius  $r < a$  und einen Radius  $r > a$ .
2. Was passiert mit der Richtung des Magnetfeldes wenn die Richtung des Stroms umgekehrt wird, so dass er in die Zeichenebene hineinfließt?
3. Durch den Draht wird jetzt ein Loch gebohrt. Das Loch den Radius  $b$  (mit  $2b < a$ ) und ist in der Abbildung gezeigt. Der Punkt  $O$  befindet sich in der Mitte des Drahtes und der Punkt  $M$  ist in der Mitte des Loches. In diesem modifizierten Draht existiert eine Stromdichte und bleibt gleich  $J_0$  über den verbleibenden Querschnitt des Drahtes. Berechnen Sie die Größe des Magnetfeldes bei  $M$ , bei  $L$  und bei  $N$  und begründen Sie Ihre Antworten.



## 2 Widerstandsnetzwerk I

Betrachten Sie das abgebildete Widerstandsnetzwerk und berechnen Sie die Ausgangsspannung  $V_{out}$  (gegenüber der Erdung) als Funktion der Eingangsspannungen  $V_1$  und  $V_2$  und  $R$ .



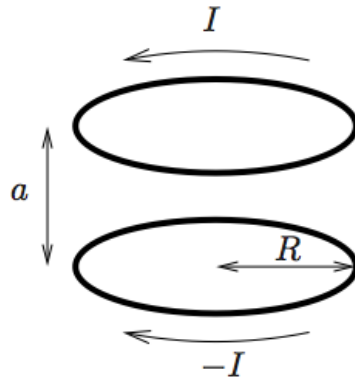
## 3 Tetraeder aus Widerständen

Sechs identische Widerstände werden zu einer tetraedischen Anordnung verlötet, so dass auf jeder Tetraederkante ein Widerstand angebracht ist. Zwischen zwei Ecken (1 und 2) wird eine Spannung  $U$ , angelegt, die beiden übrigen Ecken werden mit 3 und 4 bezeichnet.

1. Wie groß ist der Gesamtwiderstand zwischen den Punkten 1 und 2?
2. Wie groß ist die Spannung zwischen den Tetraederecken 2 und 3?
3. Welcher Strom fließt zwischen 1 und 3, welcher zwischen 3 und 4?

## 4 Maxwell-Spule

Zwei koaxiale und parallel kreisförmige Leiterschleifen vom Radius  $R$  werden vom gleichen Strom  $I$  in entgegengesetzter Richtung durchflossen (siehe Skizze).



In welchem Abstand  $a$  voneinander müssen die Leiterschleifen positioniert werden, damit das Magnetfeld im Mittelpunkt zwischen den Leiterschleifen einen möglichst konstanten Feldgradienten (in  $z$ -Richtung) aufweist?

**Hinweis:** Betrachten Sie nur die  $z$ -Komponente des  $B$ -Feldes und entwickeln Sie  $B_z(z)$  um den Mittelpunkt der Anordnung. Die nullte und alle geraden Ordnungen verschwinden und die erste Ordnung ist der Feldgradient. Fordern Sie nun, dass die dritte Ordnung verschwinden soll.

## 5 Vektorpotential

- Finden Sie ein Vektorpotential für das homogene Feld  $\vec{B}(\vec{r}) = B\vec{e}_z$ .

**Hinweis:** Suchen Sie nach einem Vektorpotential, das keine  $z$ -Komponente hat. Bedenken Sie im Weiteren, dass nur irgendein solches Vektorpotential gesucht ist, nicht alle möglichen.

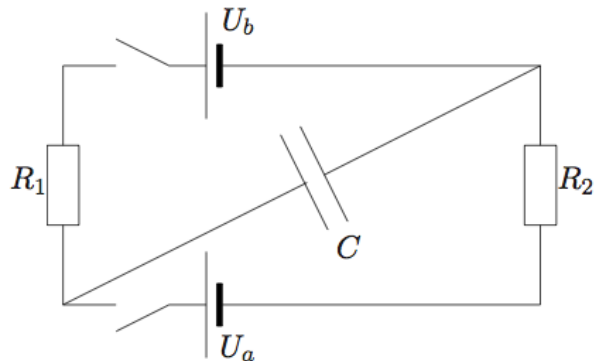
- Finden Sie ein anderes Vektorpotential für  $\vec{B}(\vec{r}) = b\vec{e}_z$ .

## 6 Schaltung mit Widerständen und Kondensator

Betrachten Sie den in der Abbildung dargestellten Schaltkreis. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  sei der Kondensator ungeladen und es werden beide Schalter gleichzeitig geschlossen. Bestimmen Sie vorzeichenrichtig die Ladung auf der rechten Platte des Kondensators als Funktion von  $t$ .

## 7 Dünner Draht

Gegeben sei ein langer dünner Draht mit Längladungsdichte  $\lambda$ . Im Draht fließe außerdem ein Strom der Stärke  $I$ .



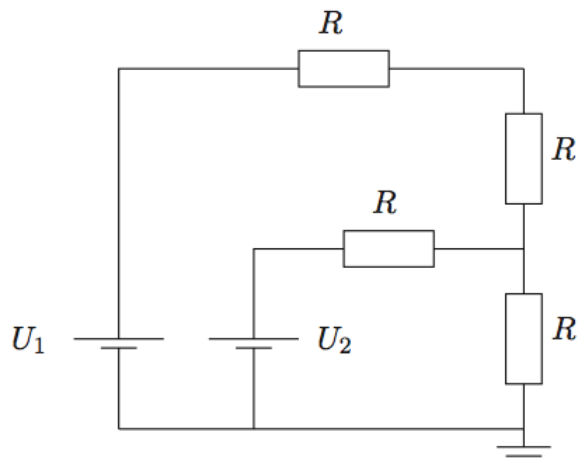
1. Zeigen Sie, dass elektrisches und magnetisches Feld des Drahtes gegeben sind durch:

$$\vec{E}(\vec{x}) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \vec{e}_r \quad , \quad \vec{B}(\vec{x}) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\varphi \quad (1)$$

2. Mit welcher Geschwindigkeit  $v$  muss ein Teilchen mit Masse  $m$  und Ladung  $q$  parallel entlang des Drahtes fliegen, damit der Abstand  $r$  zwischen Ladung und Draht konstant ist.

## 8 Widerstandsnetzwerk II

Betrachten Sie das abgebildete Widerstandsnetzwerk und bestimmen Sie das Verhältnis der beiden Eingangsspannungen  $U_1$  und  $U_2$  so, dass durch den oberen Widerstand kein Strom fließt.



## 9 Blut

Eine Anwendung aus der Biologie: Blut enthält geladene Teilchen (Ionen), sodass es beim Fließen eine Hall-Spannung über dem Durchmesser einer Ader hervorrufen kann. Die Fließgeschwindigkeit des Bluts in einer großen Arterie mit einem Durchmesser von  $0,85\text{cm}$  sei maximal  $0,60\text{m/s}$ . Ein Abschnitt der Arterie befindet sich in einem Magnetfeld von  $0,20\text{T}$ . Welche maximale Potentialdifferenz baut sich dabei über dem Durchmesser der Ader auf?

## 10 Zylinderspule

Die Abbildung zeigt eine Zylinderspule mit  $n/l$  Windungen pro Längeneinheit, durch die ein Strom  $I$  fließt. Leiten Sie einen Ausdruck für die Magnetfeldstärke unter der Bedingung her, dass  $\vec{B}$  im Inneren der Spule homogen und parallel ist. Wenden Sie dazu das Amperesche Gesetz auf den eingezeichneten rechteckigen Weg an.

