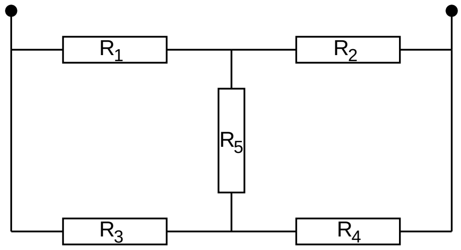
Physik II SS 2006

Georg-August-Universität Göttingen
Prof. Dr. K. Bahr / Prof. Dr. K.-H. Rehren / PD Dr. H. Schanz
www.theorie.physik.uni-goettingen.de/lehre/Uebungen/Physik-2/06/

Abgabe: 22. 5. 2006 **Übungsblatt 4**

1. Aufgabe: Widerstandsnetzwerk (3 Pkt. pro Teilaufgabe)

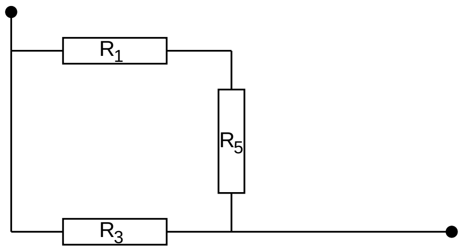
Zwischen den Klemmen dieses einfachen Widerstandsnetzwerkes (Wheatstone-Brücke) möge eine Spannung U_0 anliegen.



(a) Wie lauten die Gleichungen, mit denen die durch $R_1, \ldots, R_5$ fließenden Stöme berechnet werden können?

(b) Unter welcher Bedingung liegt an R_5 keine Spannung an?

(c) Welche Spannungen (relativ zu U_0) liegen an den Widerständen R_1, R_3, R_5 des vereinfachten Netzwerks an?



(c) *Zusatzaufgabe:* Formulieren Sie die Lösung von (a) als Problem der linearen Algebra.

2. Aufgabe: Elektrische Anisotropie (3 Pkt. pro Teilaufgabe)

Ihnen stehen zwei Metalle zur Verfügung, deren spezifische Widerstände sich um den Faktor 6 unterscheiden—Silber und Eisen. Die Mechanikwerkstatt kann Metallplatten in jeder Stärke zwischen 1mm und 100mm herstellen. Konstruieren Sie einen Würfel von 100mm Kantenlänge, dessen elektrische Leitfähigkeit in x-Richtung gemessen um den Faktor $49/24$ niedriger ist als in y- oder z-Richtung.
Die Übergangswiderstände zwische den Metallplatten sollen dabei nicht beachtet werden, und die Leitfähigkeit wird bestimmt, indem der Würfel zwischen zwei parallele, 100×100mm^2 große Elektroden eingespannt wird.

(a) Wieviel Silber und wieviel Eisen wird gebraucht, und in welcher Anordnung?

(b) Im Schauversuch soll die Heterogenität des Würfels nicht sichtbar sein, also wird eine ebenfalls aus Metallplatten konstruierte Umrandung gebraucht. Wie sollte man die Stärke dieser Umrandung wählen, damit der Anisotropiefaktor durch sie nicht wesentlich gestört wird?

3. Aufgabe: Äquipotentialflächen

Ein (halbseitig) unendlich langer Draht liegt entlang der positiven z-Achse. Er sei mit konstanter Ladung/Länge λ aufgeladen.

Das elektrische Potential ist dann

$$\phi(x, y, z) = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0}(\text{Arsinh}(z/r) + \log(R/r)). \qquad (*)$$

Hierbei ist $r = \sqrt{x^2 + y^2}$, Arsinh ist die Umkehrfunktion des sinus hyperbolicus $\sinh t = \frac{1}{2}(e^t - e^{-t})$, und R ist eine beliebige Konstante der Dimension "Länge".

(a) (5 Pkt.)

Berechnen Sie die Äquipotentialflächen von $(*)$ in der Form $z = z(r)$. Machen Sie eine Skizze und tragen Sie auch die elektrischen Feldlinien ein.

Tipp: Führen Sie den Parameter $\alpha := R\, e^{-4\pi\varepsilon_0\phi/\lambda}$ ein.

(b) *Zusatzaufgabe:* (2 Pkt.)

Leiten Sie $(*)$ her, indem Sie zunächst das Potential für einen Draht endlicher Länge L berechnen und dann $L \to \infty$ gehen lassen. Es stellt sich heraus, dass dieser Limes divergent ist, aber durch Subtraktion einer L-abhängigen Konstanten $\log(2L/R)$ endlich gemacht werden kann.