

Übungen zu Physik III

H.F. Arlinghaus, R. Friedrich, Veranstaltung Nr. 110969, WS 2005/06

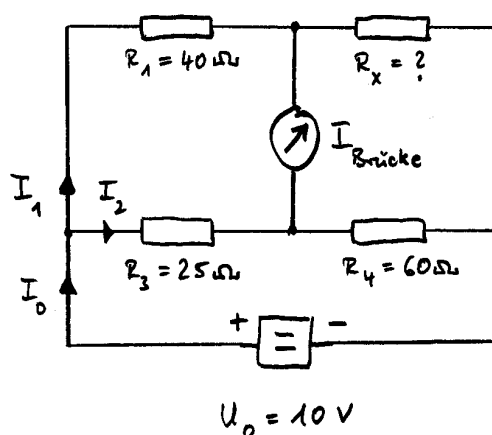
<http://pauli.uni-muenster.de/menu/Arbeitsgebiete/friedrich/lehrews0506.html>

*=Aufgaben aus der Experimentalphysik

SCHRIFTLICH:

Aufgabe 1: Wheatstonesche Brückenschaltung* (1 P)

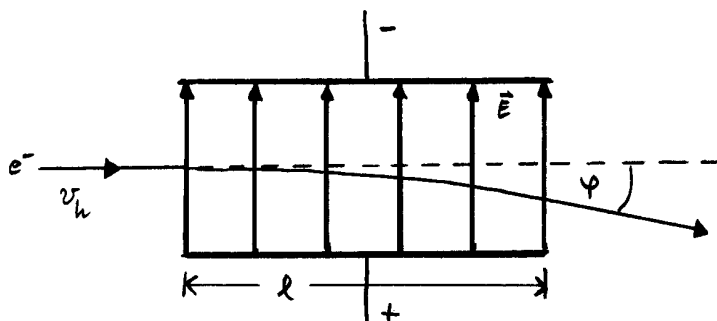
Berechnen Sie für die abgebildete Wheatstonesche Brückenschaltung die Ströme I_0 , I_1 und I_2 im Abgleichfall.



MÜNDLICH:

Aufgabe 2: Elektron im \vec{E} -Feld* (1 P)

Ein Elektron fliegt mit einer Geschwindigkeit von $v_h = 2 \times 10^7 \text{ m/s}$ horizontal durch einen $l = 5 \text{ cm}$ langen Plattenkondensator, in dem ein elektrisches Feld der Stärke $E = 2000 \text{ V/m}$ herrscht. Der Vektor des elektrischen Feldes \vec{E} steht senkrecht auf beiden Platten und zeigt in Richtung der negativ geladenen Platte. Um welchen Winkel φ wird die Flugrichtung des Elektrons geändert? Schätzen Sie ab, ob der Einfluss der Schwerkraft berücksichtigt werden muss.



Aufgabe 3: Wasserstoffatom (4 P)

In einem neutralen Wasserstoffatom im Grundzustand wird die Ladungsdichte des Hüllenelektrons durch

$$\rho_e(\mathbf{r}) = -\frac{e}{\pi a^3} \exp\{-2r/a\} \quad (1)$$

beschrieben. e ist der Betrag der Elektronenladung, r der Abstand vom Proton. Beim Anlegen eines elektrischen Feldes \mathbf{E}_0 gilt in erster Näherung, daß die Ladungswolke des Elektrons ohne Deformation gegen das Proton um den Vektor \mathbf{r}_0 verschoben wird.

1) Drücken Sie das Dipolmoment \mathbf{p} des Wasserstoffatoms im Feld \mathbf{E}_0 mit Hilfe von \mathbf{r}_0 aus.

2) Berechnen Sie die Rückstellkraft auf das Proton durch die verschobene Ladungswolke des Elektrons. Drücken Sie diese für $r_0/a \ll 1$ durch das Dipolmoment \mathbf{p} aus. Finden Sie dann eine Darstellung für \mathbf{p} als Funktion des Feldes. Verwenden Sie dazu eine Gleichgewichtsbedingung mit der vom elektrischen Feld auf das Proton ausgeübten Kraft.

Aufgabe 4: Kreisscheibe (3 P)

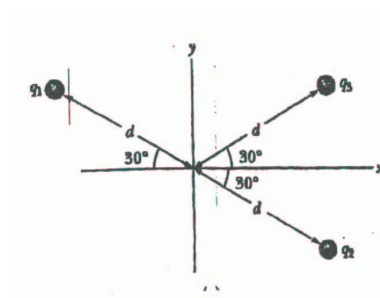
Eine Kreisscheibe, die als unendlich dünn betrachtet wird, ist in Zylinderkoordinaten ρ, ϕ, z durch $z = 0$, $0 \leq \rho \leq \rho_0$, $0 \leq \phi \leq 2\pi$ gegeben. Berechnen Sie das Potential und die elektrische Feldstärke auf der z -Achse für die beiden folgenden Fälle:

a) die Kreisscheibe hat eine konstante Flächendipoldichte (Dipolmoment pro Flächeneinheit) mit $\mathbf{p} = p \mathbf{e}_z$

b) die Kreisscheibe hat eine konstante Flächenladungsdichte σ (Hinweis: siehe Aufgabe 4 Blatt 3)

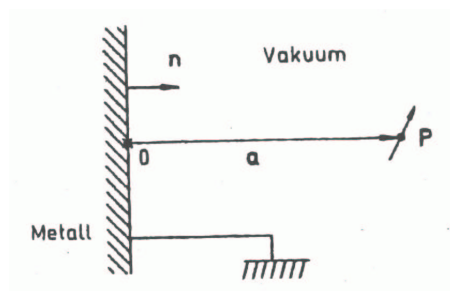
Aufgabe 5: Drei Punktladungen (1 P)

Die Abbildung unten zeigt drei Teilchen mit den Ladungen $q_1 = +2Q$, $q_2 = -2Q$ und $q_3 = -4Q$, die sich jeweils in einem Abstand d vom Ursprung des Koordinatensystems befinden. Welches resultierende elektrische Feld \mathbf{E} erzeugen sie im Ursprung?



Aufgabe 6: Dipol und Bildladungen (4 P)

Betrachten Sie einen elektrischen Dipol \mathbf{p} im Abstand a vor einer ebenen, geerdeten Metalloberfläche, die als unendlich angenommen werde.



- 1) Wie lauten Potential und elektrisches Feld eines Dipols im freien Raum (a) im Koordinatenursprung und (b) am Ort \mathbf{a} ?
- 2) Berechnen Sie mit Hilfe der Bildladungsmethode das Potential im Raum über der Metallplatte (d.h. im Vakuum) unter Erfüllung der Randbedingungen.
- 3) Berechnen Sie das elektrische Feld $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ und die Dichte $\rho(\mathbf{r})$ der Influenzladung auf der Metalloberfläche.
- 4) Diskutieren Sie das Vorzeichen der Influenzladung für die Fälle, dass das Dipolmoment (a) senkrecht und (b) parallel zur Oberfläche steht. Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf der elektrischen Feldstärke für die beiden Fälle.