SoSe 2019

Übungen zur Physik II

Vorlesung: Prof.Dr. Tilmann Kuhn, Prof.Dr. Cornelia Denz
Übungen: Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

Blatt 11

Abgabe: 26.06.19
Besprechung: 01. oder 02.07.19

Aufgabe 30: Elektrisches Feld einer Kugelschale **(7 Punkte, schriftlich)**

Eine Kugelschale mit Innenradius R_1 und Außenradius R_2 trage die Ladung Q.

(a) (4 Punkte) Betrachten Sie zunächst den Fall einer radialsymmetrischen Ladungsverteilung der Form

$$\rho(\vec{r}) = \begin{cases} \dfrac{A}{r^2} & \text{für} \quad R_1 < r < R_2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad .$$

(i) Bestimmen Sie die Konstante A aus der Tatsache, dass die Gesamtladung den Wert Q hat.

(ii) Berechnen Sie mit Hilfe des Gauß'schen Gesetzes das elektrische Feld $\vec{E}(r) = E(r)\,\vec{e}_r$ in den drei Bereichen

$$0 \le r \le R_1 \,, \qquad R_1 \le r \le R_2 \qquad \text{und} \qquad R_2 \le r < \infty \,.$$

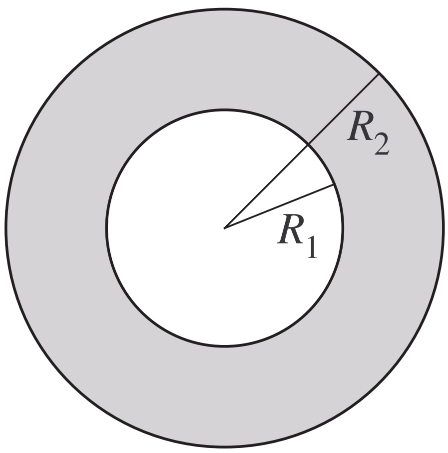
Skizzieren Sie $E(r)$ in Abhängigkeit von r für den Fall, dass $R_2 = 2\,R_1$ ist.

(b) (3 Punkte) Betrachten Sie jetzt den Fall einer leitenden Kugelschale, die ebenfalls die Ladung Q trägt.

(i) Wie sieht die Ladungsverteilung aus (in Worten)?

(ii) Geben Sie auch für diesen Fall (ohne weitere Rechnungen) das elektrische Feld in den drei Raumbereichen an und skizzieren Sie $E(r)$.

Hinweis: Drücken Sie alle Resultate durch die Ladung Q aus.

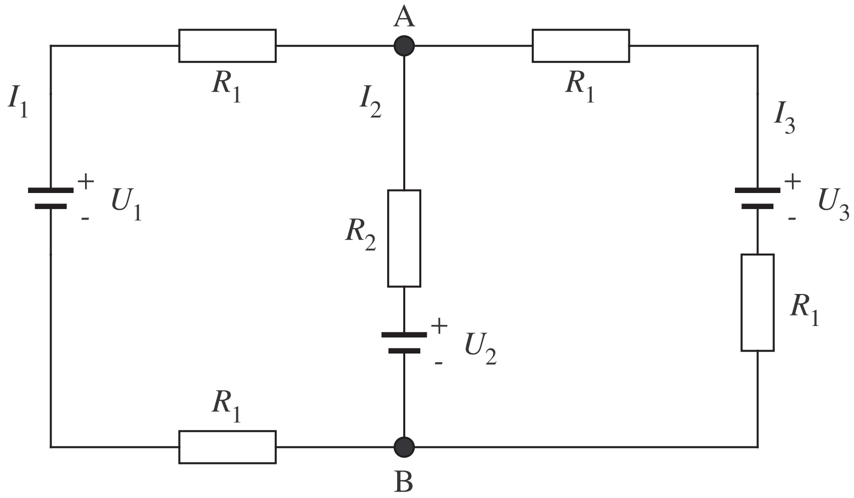


Aufgabe 31: Stromkreis **(7 Punkte, mündlich)**

Gegeben sei ein Stromkreis, der drei Spannungsquellen ($U_1 = 2$ V, $U_2 = U_3 = 4$ V) und fünf Widerstände ($R_1 = 1\ \Omega$, $R_2 = 2\ \Omega$) enthält.

(a) (4 Punkte) Berechnen Sie die Ströme I_1, I_2 und I_3. Welche Richtung haben die Ströme?

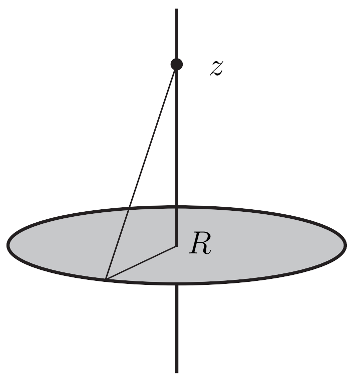
(b) (3 Punkte) Wie groß ist die Potentialdifferenz zwischen den Punkten A und B in der Schaltung?



Aufgabe 32: Elektrisches Feld einer Kreisscheibe **(7 Punkte, schriftlich)**

Gegeben sei eine dünne geladene Kreisscheibe mit Radius R und einer Ladungsdichte

$$\rho(\vec{r}\,) = \begin{cases} \sigma\,\delta(z) & \text{für } x^2 + y^2 \leq R^2 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$



Dabei ist σ eine konstante Flächenladungsdichte.

(a) (3 Punkte) Benutzen Sie das Coulomb-Gesetz

$$\vec{E}\,(\vec{r}\,) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int \rho\,(\vec{r}\,') \frac{(\vec{r} - \vec{r}\,')}{|\vec{r} - \vec{r}\,'|^3}\, d^3r'\,,$$

um das elektrische Feld $\vec{E}\,(z)$ auf der Achse der Kreisscheibe zu berechnen.
Hinweis: Rechnen Sie in Zylinderkoordinaten.

(b) (2 Punkte) Zeigen Sie, dass das elektrische Feld in der Nähe der Kreisscheibe (d.h. für $R \gg z$) dem Feld einer unendlichen Ebene

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\sigma \vec{e}_z}{2\varepsilon_0} \frac{z}{|z|}$$

entspricht.

(c) (2 Punkte) Zeigen Sie, dass das elektrische Feld weit von der Kreisscheibe entfernt (d.h. für $R \ll z$) als

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 z^2} \frac{z}{|z|} \vec{e}_z$$

geschrieben werden kann, wobei Q die Gesamtladung auf der Kreisscheibe bezeichnet.