

ÜBUNGSAUFGABEN (VII)

(Abgabe Montag, 12.6.2023; Besprechung Mittwoch, 14.6.2023)

Aufgabe 1: (3 Punkte)

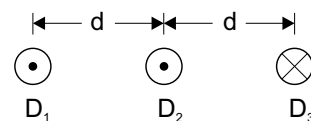
Ein Verbraucher soll von einer Gleichspannungsquelle mit einem Strom von $I = 1\text{ A}$ über zwei jeweils 10 m lange Kupferkabel mit 2 mm Durchmesser versorgt werden.

- Welche Zeit benötigt ein freier Ladungsträger (Elektron) des Stroms I , um von der Spannungsquelle zum Verbraucher zu gelangen?
- Welche Ausgangsspannung muss die Spannungsquelle liefern, wenn der Widerstand des Verbrauchers $R_v = 0.5\ \Omega$ beträgt?
- Welche Spannung muss über einem Transatlantikkabel mit 4000 km Länge und 2 cm Durchmesser anliegen? Ziehen Sie eine Schlussfolgerung im Hinblick auf eine Gleichspannungsübertragung über große Distanzen.

Zahlenwerte: spezifische Widerstand $\rho_s = 1.8 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}$; Ladungsträgerdichte $n = 5 \cdot 10^{22}\ \text{cm}^{-3}$.

Aufgabe 2: (3 Punkte)

Die Abbildung zeigt drei lange, gerade und parallele Drähte D_1 , D_2 und D_3 mit Abständen $d = 1\text{ cm}$ zwischen benachbarten Drähten. In ihnen fließen (vom Betrage) identische Ströme $I = 1\text{ A}$ entweder in die Papierebene hinein (D_3) oder heraus (D_1 und D_2). Berechnen Sie für alle Drähte die auf sie wirkende Gesamtkraft (mit Richtung) pro Einheitslänge $l = 1\text{ m}$ aufgrund der Ströme in den jeweils anderen beiden Drähten.



Aufgabe 3: (4 Punkte)

Gegeben sei ein Zylinder der Länge l mit Radius R , auf den ein dünner Draht, durchflossen von einem konstanten Strom I , mit N Windungen spiralartig aufgewickelt ist. Die Zylinderachse falle mit der z -Achse zusammen, der Zylindermittelpunkt ist bei $z = 0$. Bestimmen Sie das B -Feld in z -Richtung für den Mittelpunkt mithilfe des Gesetzes von Biot-Savart. Wählen Sie dafür zunächst eine geeignete Parametrisierung $\vec{r}'(t)$ der Spirale mit Parameter t , drücken Sie das Wegelement $d\vec{r}'$ durch $d\vec{r}' = \frac{d\vec{r}'}{dt} dt$ aus und lösen Sie schließlich das resultierende Integral.

Aufgabe 4: (6 Punkte)

Betrachten Sie die Bewegung eines Teilchens der Masse m und der Ladung Q unter dem Einfluß der Lorentzkraft $\vec{F} = Q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$. Das homogene elektrische Feld $\vec{E}$ zeige entlang der y -Richtung, das homogene magnetische Feld $\vec{B}$ entlang der z -Richtung. Zu Anfang ($t = 0$) sei das Teilchen am Ort $\vec{r}(0) = 0$ und habe die Geschwindigkeit $\vec{v}(0) = 0$. Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für die Geschwindigkeitskomponenten v_x und v_y auf und lösen Sie die Differentialgleichungen. Ermitteln Sie hieraus die Bahnkurve und skizzieren Sie das Ergebnis.

Bemerkung: Die resultierende Bahnkurve ist eine sogenannte Zykloide.