

Theoretische Elektrodynamik, UE
 Wintersemester 2024/2025
 1. Zwischentest
 27.11.2024
 Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Nachname: _____
 Vorname: _____
 Matrikelnummer: _____
 Gruppe: _____

Aufgabe 1: Geladene Kugel 5 Punkte

Eine Kugel mit dem Radius R besitzt die Volumsladungsdichte $\rho(r) = kr^4$, wobei k eine Konstante ist.

- (a) Bestimmen Sie die Gesamtladung Q_0 . Drücken Sie die in einer Kugel mit dem Radius $r \leq R$ eingeschlossene Ladung $Q(r)$ als Funktion von Q_0 aus.
- (b) Berechnen Sie mit Hilfe des Gaußschen Satzes das elektrische Feld für alle Werte von r .
- (c) Bestimmen Sie die elektrostatische Energie der geladenen Kugel.

Aufgabe 2: Rechteckige Leiterschleife 5 Punkte

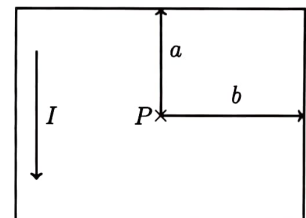
Betrachten Sie eine rechteckige Leiterschleife mit Seitenlängen $2a$ und $2b$ wie in der Abbildung angegeben. Es fließt ein konstanter Strom I gegen den Uhrzeigersinn durch diese Schleife.

Berechnen Sie das Magnetfeld im Zentrum der Schleife, $P = (0, 0, 0)$. Verwenden Sie dazu das Gesetz von Biot-Savart für dünne Leiterschleifen:

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\mathbf{l}' \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3}.$$

Folgendes Integral ist hilfreich:

$$\int \frac{dz}{(a^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{z}{a^2 \sqrt{a^2 + z^2}} + const.$$



Aufgabe 3: Elektromagnetische Wellen 5 Punkte

Das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle im Vakuum ist gegeben durch

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = E_0(\mathbf{e}_x - \mathbf{e}_z) \cos(ky - \omega t), \quad E_0 \in \mathbb{R}.$$

- (a) Schreiben Sie das elektrische Feld in komplexer Notation
- (b) Berechnen Sie aus den Maxwellgleichungen das zugehörige Magnetfeld $\mathbf{B}(\mathbf{r}, t)$.
- (c) Bestimmen Sie den Poynting Vektor und dessen zeitlichen Mittelwert.