

**Zwischenklausur zur**  
**Theoretischen Physik 2: Elektrodynamik**  
am 21.12.2012

---

Name: \_\_\_\_\_

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

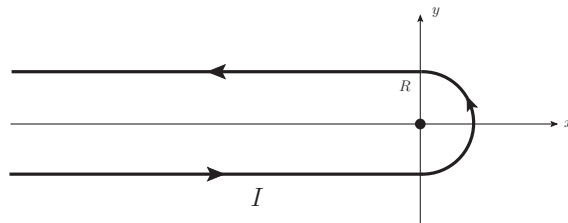
|                 |    |    |    |    |    |          |
|-----------------|----|----|----|----|----|----------|
| Aufgabe Nr.:    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | $\Sigma$ |
| Punktezahl:     | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 50       |
| Davon erreicht: |    |    |    |    |    |          |

- Bitte schreiben Sie leserlich Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer** auf diese Seite sowie auf jeden beschriebenen Papierbogen.
- Verwenden Sie bitte **pro Aufgabe eine neue Seite**.
- Geben Sie immer den Lösungsweg an.
- Lesen Sie sich die Aufgabenstellungen zunächst aufmerksam durch!
- Diese Klausur besteht aus **5 Aufgaben**. Insgesamt können **50 Punkte** erreicht werden.
- Die Bearbeitungszeit ist **90 Minuten**.

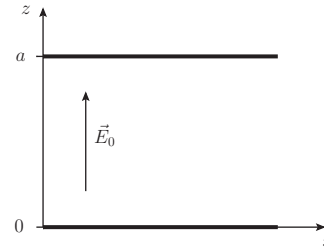
**Aufgabe 1** ..... 10 Punkte

Eine ebene Leiterschleife besteht aus zwei zur  $x$ -Achse parallelen (halb unendlich langen) Stücken im Abstand  $2R$  und einem Halbkreisbogen mit dem Radius  $R$ . Durch diese Drahtschleife fließt ein Strom  $I$  mit einem Umlaufsinn, wie in untenstehender Abbildung gezeigt. Berechnen Sie das von dieser Anordnung erzeugte Magnetfeld  $\vec{B}_0$  im Mittelpunkt des Halbkreises. Letzterer ist als der Koordinatenursprung  $\vec{0}$  gewählt.

*Hinweis:* Sie können das folgende (unbestimmte) Integral verwenden:  $\int dx R^2(x^2+R^2)^{-3/2} = x/\sqrt{x^2+R^2}$ .



zu Aufgabe 1



zu Aufgabe 2

**Aufgabe 2** ..... 10 Punkte

Zwei (zur  $xy$ -Ebene) parallele, isolierte, geladene Platten mit Abstand  $a$  voneinander erzeugen ein homogenes elektrisches Feld  $\vec{E}_0 = (0, 0, E_0)$  (siehe Abbildung). Der Außenraum ist feldfrei.

- (3 Punkte) Bestimmen Sie die Flächenladungsdichten  $\sigma^{(\pm)}$  auf den beiden Platten.
- (2 Punkte) Welche Potentialdifferenz  $U$  besteht zwischen den beiden Platten?

Nun werde der Raum zwischen den beiden geladenen Platten durch ein homogenes Dielektrikum mit  $\epsilon > 1$  vollständig ausgefüllt.

- (2 Punkte) Welchen Wert  $\vec{E}$  nimmt das elektrische Feld im Dielektrikum an?
- (3 Punkte) Berechnen Sie die Polarisationsflächenladungsdichten  $\sigma_{\text{pol}}^{(\pm)}$  auf dem Dielektrikum.

**Aufgabe 3** ..... 10 Punkte

Eine ebene Leiterschleife  $L_1$  (mit Strom  $I_1$ ) vom Flächeninhalt  $A$  liegt in der  $xy$ -Ebene um den Ursprung zentriert. Eine zweite Leiterschleife  $L_2$  (mit Strom  $I_2$ ) gleicher Bauart befindet sich:

- (5 Punkte) längs der  $z$ -Achse parallel verschoben in einem sehr großen Abstand  $z \gg \sqrt{A}$  von  $L_1$ ;
- (5 Punkte) längs der  $x$ -Achse verschoben in einem sehr großen Abstand  $x \gg \sqrt{A}$  von  $L_1$ .

Bestimmen Sie in beiden Fällen die Kraft  $\vec{F}_{21}$  in Dipol-Näherung, die die Leiterschleife  $L_1$  auf  $L_2$  ausübt.

*Hinweis:* Das Wechselwirkungspotential zweier magnetischer Dipole  $\vec{m}_1$  und  $\vec{m}_2$  in der Relativposition  $\vec{r}$  hat die Form:

$$W_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left\{ \frac{\vec{m}_1 \cdot \vec{m}_2}{|\vec{r}|^3} - \frac{3(\vec{m}_1 \cdot \vec{r})(\vec{m}_2 \cdot \vec{r})}{|\vec{r}|^5} \right\}.$$

**Aufgabe 4** ..... 10 Punkte

Ein elektrischer Dipol  $\vec{p} = (0, 0, p)$  befindet sich am Punkt  $\vec{a} = (0, 0, a)$  über einer (in der  $xy$ -Ebene liegenden) geerdeten Metallplatte. Welche Kraft  $\vec{F} \sim \vec{e}_z$  wirkt auf den Dipol?

*Hinweis:* Stellen Sie den elektrischen Dipol durch zwei entgegengesetzte Punktladungen  $\pm q$  mit sehr kleinem Abstand  $\delta$  dar und benutzen Sie die Methode der Spiegelladungen.

Sie können die Taylorentwicklung  $(1+x)^{-n} = 1 - nx + \frac{n}{2}(n+1)x^2 + \mathcal{O}(x^3)$  verwenden.

**Aufgabe 5** ..... 10 Punkte

Eine Kugelschale mit Innenradius  $R$  und Außenradius  $2R$  ist homogen mit der Gesamtladung  $Q$  geladen.

- (5 Punkte) Berechnen Sie für das radialsymmetrische elektrische Feld  $\vec{E}(\vec{r}) = \vec{e}_r E(r)$  die abstandsabhängige Feldstärke  $E(r)$ .
- (5 Punkte) Welche Arbeit  $W$  musste aufgewendet werden, um die Kugelschale aufzuladen?

*Hinweis:* Substituieren Sie  $r = sR$ . Zur Kontrolle:  $W = \alpha Q^2/(8\pi\epsilon_0 R)$  mit  $\alpha = 141/245$ .