

**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

**Übungsklausur****Aufgabe 1: Wellenlehre\* (3 P)**

- a) Wie groß ist die Frequenz  $\nu$  des (Grund-)Tones, der mit einer offenen Orgelpfeife von 2,48 m Länge erzeugt werden kann?
- b) Welche Länge haben Ultrakurzwellen (UKW-Radio), die bekanntlich eine Frequenz von 100 MHz besitzen?
- c) Wie groß ist die Frequenz einer elektromagnetischen Strahlung, die vom Auge als blaues Licht ( $\lambda_{\text{blau}} = 450 \text{ nm}$ ) wahrgenommen wird? Was ändert sich bei dieser Wellenlänge, wenn sie z.B. in Glas eindringt?

**Aufgabe 2: Elektrische Feldstärke und Potential**

Die  $XY$ -Ebene sei mit der homogenen Flächenladung  $\sigma$  (Ladung pro Flächeneinheit) belegt.

a) Beschreiben Sie die Ladungsdichte  $\rho(\mathbf{r})$  mit Hilfe einer Deltafunktion. (1 P)

b) Bestimmen Sie die elektrische Feldstärke  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  der geladenen Ebene. (2 P)

Hinweis:

$$\int dx \left( \frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}} \right)^3 = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}} \quad (1)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} dx \frac{1}{x^2 + a^2} = \frac{\pi}{|a|} \quad (2)$$

c) Bestimmen Sie das Potential  $\varphi(\mathbf{r})$  von  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ . (1 P)

**Aufgabe 3: Vektorpotential (3 P)**

Gegeben sei das Vektorpotential

$$\begin{aligned} \mathbf{A}(\mathbf{r}) = \mu_0 j_0 \left\{ \left( \sqrt{x^2 + y^2} + a e^{-\sqrt{x^2 + y^2}/a} \right) \mathbf{e}_z \right. \\ \left. + 2y(x^2 + y^2)^{-1/2} (x\mathbf{e}_x + y\mathbf{e}_y) \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

a) Berechnen Sie die magnetische Induktion  $\mathbf{B}$ .

b) Berechnen Sie die Stromdichte  $\mathbf{j}$  mit Hilfe von  $\mathbf{j} = \mu_0^{-1} \text{rot} \mathbf{B}$ .

Hinweis: Stellen Sie  $\mathbf{A}$  in Zylinderkoordinaten dar. Verwenden Sie den Operator  $\text{rot}$  in Zylinderkoordinaten.

**Aufgabe 4: Kreisring und magnetische Induktion (2 P)**

Durch einen Kreisring mit Radius  $R$ , der in der  $XY$ -Ebene liegt, fließe ein Strom  $I$ . Der Mittelpunkt des Kreises falle mit dem Ursprung des Koordinatensystems zusammen. Es sei  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ . Für kleine Werte von  $r$  und  $z$  ist das Vektorpotential  $\mathbf{A}(\mathbf{r})$  in Zylinderkoordinaten gegeben durch

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = A_\varphi(r, z)\mathbf{e}_\varphi \quad (4)$$

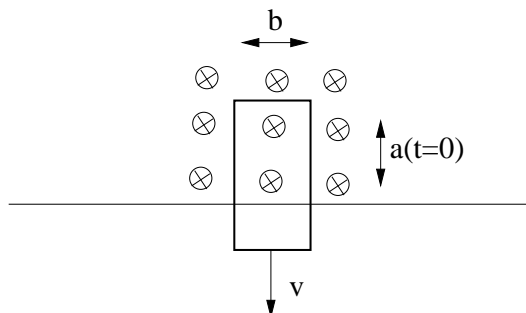
$$A_\varphi(r, z) = \frac{\mu_0 I}{4} \left[ \frac{r}{R} + \frac{3r^3}{8R^3} - \frac{3rz^2}{2R^3} \right] \quad (5)$$

Bestimmen Sie die magnetische Induktion  $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ .

Hinweis: verwenden Sie Zylinderkoordinaten und stellen Sie insbesondere den Rotationsoperator in Zylinderkoordinaten dar.

**Aufgabe 5: Induktionsspannung an Leiterschleife (1 P)**

Eine rechteckige Leiterschleife befinde sich zum Zeitpunkt  $t = 0$  in einem homogenen magnetischen Feld mit der magnetischen Induktion  $B$  (siehe Abbildung). Sie werde dann mit der konstanten Geschwindigkeit  $v$  aus dem Magnetfeld herausgeführt. Berechnen Sie die Induktionsspannung  $U_{\text{ind}}$ .

**Aufgabe 6: Bewegung eines geladenen Teilchens in elektromagnetischen Feldern**

Auf ein Teilchen der Masse  $m$  und der Ladung  $e$  wirke ein homogenes  $B$ -Feld  $\mathbf{B} = B\mathbf{e}_z$  und ein homogenes elektrisches Feld  $\mathbf{E} = E\mathbf{e}_y$ .

- Stellen Sie die Newtonsche Bewegungsgleichung für das Teilchen auf. (1 P)
- Lösen Sie die Bewegungsgleichung für die Anfangsbedingung  $\mathbf{r}(t = 0) = 0$  und  $\mathbf{v}(t = 0) = v_0\mathbf{e}_x$ . Wie sieht dann die Bahnkurve aus? (2 P)
- Wie groß muß  $v_0$  gewählt werden, damit das Teilchen ohne Ablenkung die gekreuzten Felder durchläuft? (1 P)