Technische Universität Berlin
Forschungsschwerpunkt
Technologien der Mikroperipherik

Grundlagen der Elektrotechnik

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. **Herbert Reichl** **WS 07/08**

Klausur „Grundlagen der Elektrotechnik“
Teil 2: Rechenaufgaben

31. März 2008

Name, Vorname :... ....

Matrikelnummer :... ....

Voraussetzung für die Teilnahme ist die bestandene Hausaufgabe im WiSe 2007/08. Dieses gilt nicht für Wiederholungsprüfungen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	Σ
Punkte	13	12	12	11	12	60
erreicht						

Die Bearbeitungszeit für den Teil 2 beträgt 90 Minuten!
Die Klausur besteht aus 12 Seiten! Nur die vereinbarten Unterlagen sind gestattet!
Es darf kein eigenes Papier verwendet werden. Ergänzungen auf den Rückseiten der Aufgabenblätter unter Angabe der Aufgabennummer!.
Zusätzliche Seiten erhalten Sie notfalls von der Klausuraufsicht.

Die Rechenwege müssen erkennbar sein! Bitte leserlich schreiben!
Lösungen müssen klar gekennzeichnet werden. Lösung der Aufgaben mit blauer oder schwarzer Schriftfarbe mit einem dokumentenechten Stift (Kugelschreiber oder Füller).

Hinweise zur Bearbeitung der Aufgaben.

Formeln

$$\cancel{\int \frac{dx}{x} = \ln x + C;} \qquad \int_0^{2\pi} \frac{\cos\varphi}{a + b \cdot \cos\varphi}\, d\varphi = \frac{2\pi}{b}\left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 - b^2}}\right)$$

$$\cancel{\int x^2 dx = \frac{x^3}{3} + C;} \qquad \int \frac{dx}{\sqrt{a^2 + x^2}^3} = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{a^2 + x^2}} + C$$

a, C sind Konstanten.

1. Aufgabe (/ 13 Punkte)

Gegeben ist die folgende Anordnung aus einer positiven Punktladung **Q** in (2a, 0) und einer Linienladung der Länge 2a zwischen (-a, -a) und (-a, a) mit konstanter Ladungsdichte λ (Abbildung 1).

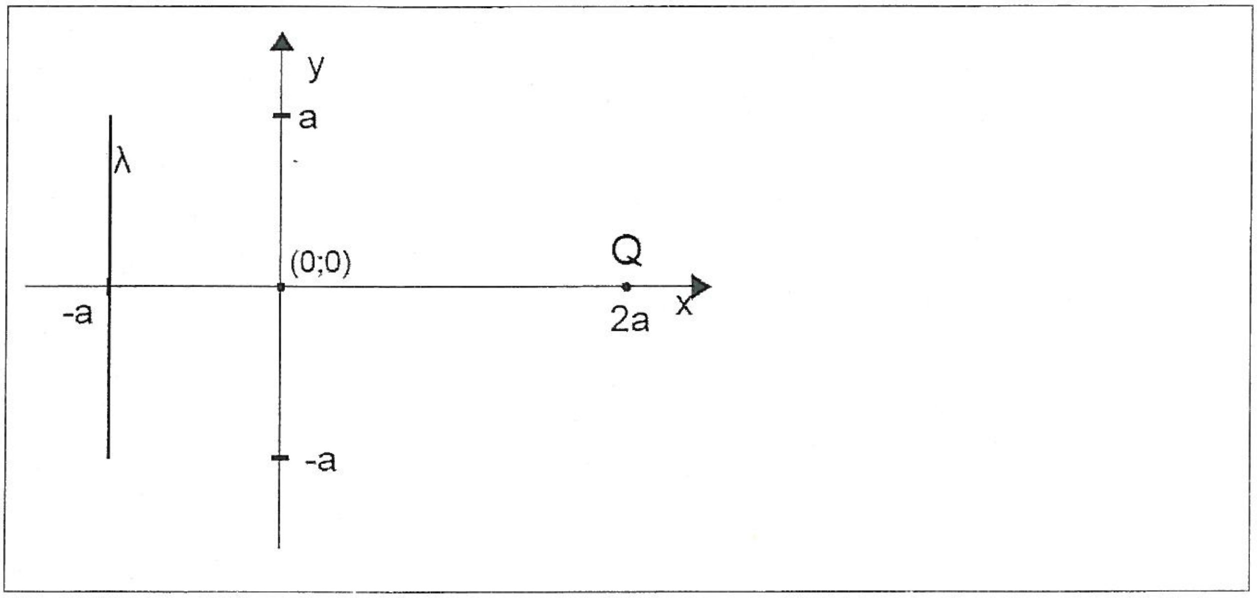

Abbildung 1

1.a. (/ 2 Punkte)

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke $\vec{E}_Q$, die die Punktladung Q im Koordinatenursprung verursacht.

1.b. (/ 9 Punkte)

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke $\vec{E}_\lambda$, die die Linienladung im Koordinatenursprung verursacht.

1.c. (/ 2 Punkte)

Wie groß muss bei gegebenem Q die Ladungsdichte λ sein, damit die im Ursprung resultierende Feldstärke $\vec{E}_{ges}$ verschwindet.

(bitte wenden)

2. Aufgabe (/ 12 Punkte)

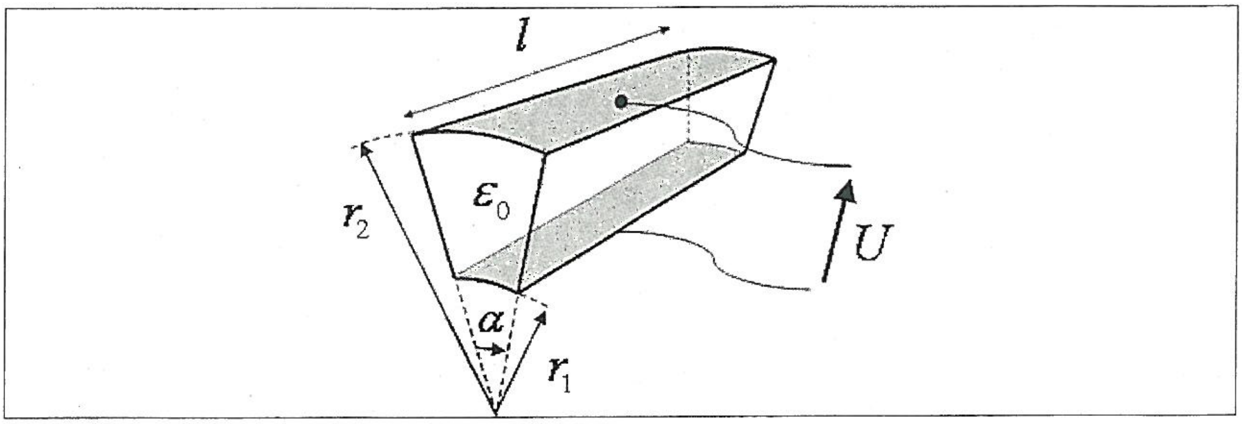

Abbildung 2.

Gegeben sind zwei ideal leitende und konzentrisch angeordnete Hohlzylindersegmente der Länge l mit den Radien r_1, r_2 und dem Segmentwinkel α (Abbildung 2). Die Anordnung trägt eine Ladung Q. Zwischen den Elektroden liegt die Spannung U.

Hinweis: die Feldverzerrungen im Randbereich sind zu vernachlässigen!

2.a. (/ 4 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die elektrische Flussdichte $\vec{D}$.

2.b. (/ 2 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die elektrische Feldstärke $\vec{E}$.

2.c. (/ 3 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die elektrische Spannung U .

2.d. (/ 2 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die Gesamtkapazität C der Anordnung.

2.e. (/ 1 Punkte)

Gegeben sind folgende Zahlenwerte:

$l = 1m,\quad r_2 = 2.718 \cdot r_1,\quad \alpha = 30°,\quad \varepsilon_r = 1,\quad \varepsilon_0 = 8{,}85\ 10^{-12}\,\frac{As}{Vm}$

Die Kapazität C ist ***zahlenmäßig*** zu berechnen.

3. Aufgabe (/ 12 Punkte)

Die Abbildung 3 zeigt einen durch den Gleichstrom I durchflossenen zylinderförmigen Leiter (Länge l, Radius r_0). Der Leiter hat eine von der Zylinderkoordinate ρ abhängige elektrische Leitfähigkeit, für die es gilt: $\kappa(\rho) = \kappa_0 \cdot \frac{\rho}{r_0}$, dabei ist κ_0 eine konstante.

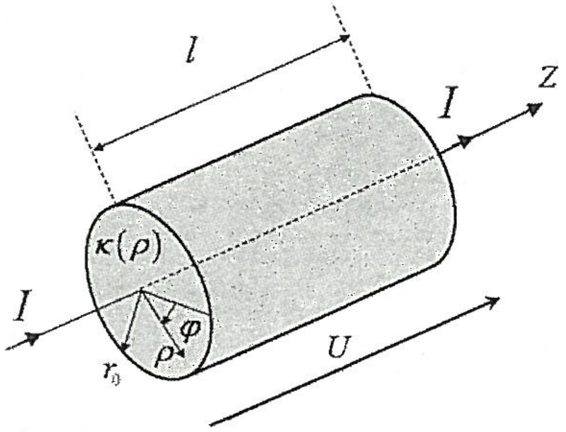

Abbildung 3

3.a. (/ 5 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die Spannung U in Abhängigkeit der Stromdichte J.

3.b. (/ 4 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** den Strom I in Abhängigkeit von der Spannung U.

3.c. (/ 2 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** den Widerstand R der Leiteranordnung.

3.d. (/ 1 Punkte)

Berechnen Sie für die folgenden Zahlenwerte den Wert des Widerstands R der Leiteranordnung. Zahlenwerte: $\kappa_0 = \frac{3}{2\pi} S \cdot m^{-1}; r_0 = 1cm \; und \; l = 10^3 r_0$.

4. Aufgabe (/ 11 Punkte)

Eine kreisförmige Leiterschleife mit dem Radius r_0 liegt in der XY-Ebene und führt den Gleichstrom I_2 (Abbildung 4). Bei $x=-a$ $(a>r_0)$ liegt in derselben Ebene ein unendlich langer Leiter, der den Gleichstrom I_1 führt.

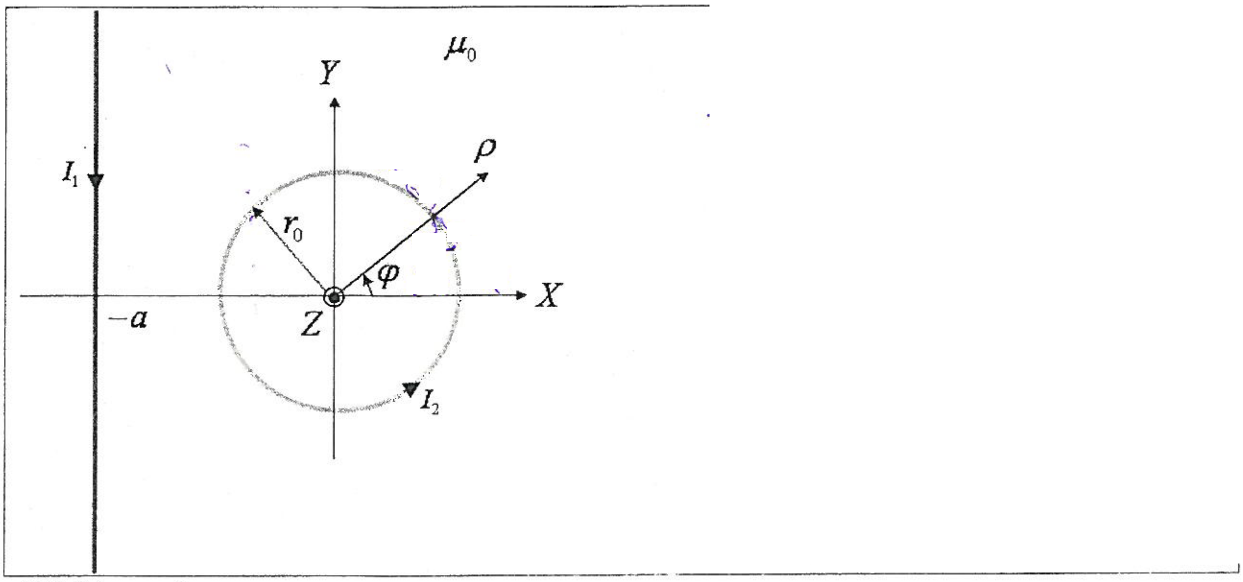

Abbildung 4

4.a. (/ 3 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die magnetische Flussdichte $\vec{B}_1$, die vom Strom I_1 in einem Punkt P(x, y) auf der Leiterschleife verursacht wird.

4.b. (/ 8 Punkte)

Berechnen Sie ***allgemein*** die magnetische Kraft $\vec{F}_{m,L}$, die auf die Leiterschleife ausgeübt wird. (Hinweis: zur Bestimmung der Kraftrichtung nutzen Sie die Symmetrie!)

5. Aufgabe (/ 12 Punkte)

Neben einem unendlich langen, geraden Draht, durch den der im Diagramm abgebildete Strom i(t) fließt, befindet sich im Abstand a eine rechteckige Leiterschleife. Die Anordnung befindet sich in der xz-Ebene (Abbildung 5.).

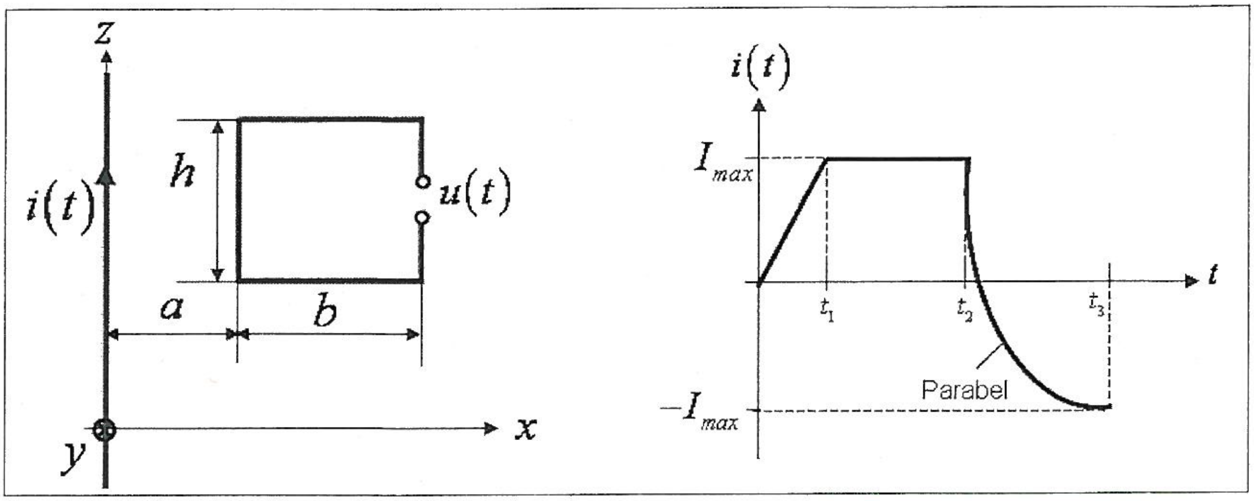

Abbildung 5

Für den Stromverlauf gilt:

$$i(t) = \begin{cases} \frac{I_{max}}{t_1} \cdot t & t < t_1 \\ I_{max} & t_1 \leq t \leq t_2 \\ \frac{2 I_{max}}{(t_3 - t_2)^2} (t - t_3)^2 - I_{max} & t_2 \leq t \leq t_3 \\ -I_{max} & t \geq t_3 \end{cases}$$

5.a. (/ 3 Punkt)

Berechnen Sie die magnetische Flussdichte $\vec{B}(t)$ in der Umgebung des Drahtes.

5.b. (/ 3 Punkte)

Berechnen Sie den magnetischen Fluss $\Phi(t)$ durch die Leiterschleife.

5.c. (/ 6 Punkte)

Berechnen Sie die in der Leiterschleife induzierte Spannung $u(t)$ und stellen Sie diese qualitativ für die Zeit $0 \leq t \leq t_3$ graphisch dar.

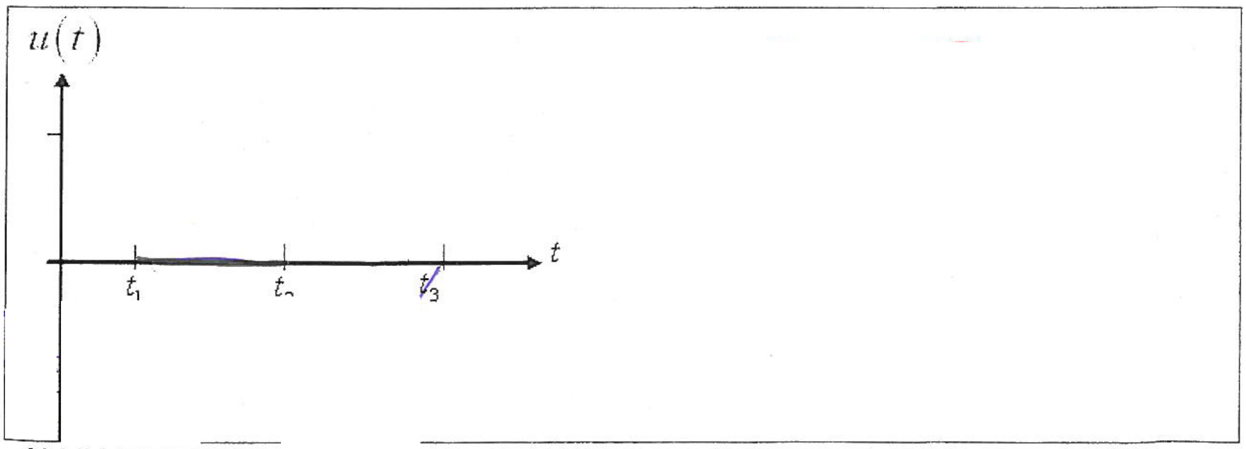

Abbildung 5 c)