



## Technische Universität Berlin

Forschungsschwerpunkt  
Technologien der Mikroperipherik

### Grundlagen der Elektrotechnik

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Herbert Reichl

WS 08/09

## Grundlagen der Elektrotechnik PÄS 3 (schriftlicher Test): Rechenaufgaben

25. Februar 2009

Name, Vorname : .....

Matrikelnummer : .....

Aufgabe	1	2	3	4	5	$\Sigma$
Punkte	8	12	12	8	10	50
erreicht						

Die Bearbeitungszeit für PÄS3 beträgt 75 Minuten!  
Die Klausur besteht aus 11 Seiten!

Es darf kein eigenes Papier verwendet werden. Ergänzungen auf den Rückseiten der Aufgabenblätter unter Angabe der Aufgabennummer!.  
Zusätzliche Seiten erhalten Sie notfalls von der Prüfungsaufsicht.

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.

#### Konstanten

#### Formeln

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

$$\int x dx = \frac{1}{2} x^2 + C, \quad \int \frac{1}{x} dx = \ln(x) + C$$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$$

$$\int (a + bx) dx = ax + \frac{b}{2} x^2 + C, \quad \int \frac{1}{(a + bx)} dx = \frac{1}{b} \ln|a + bx| + C$$

a, b und C sind Konstanten.

**1. Aufgabe****( / 8 Punkte)**

Gegeben sind drei Punktladungen  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$ , die entsprechend Abbildung 1 angeordnet sind.

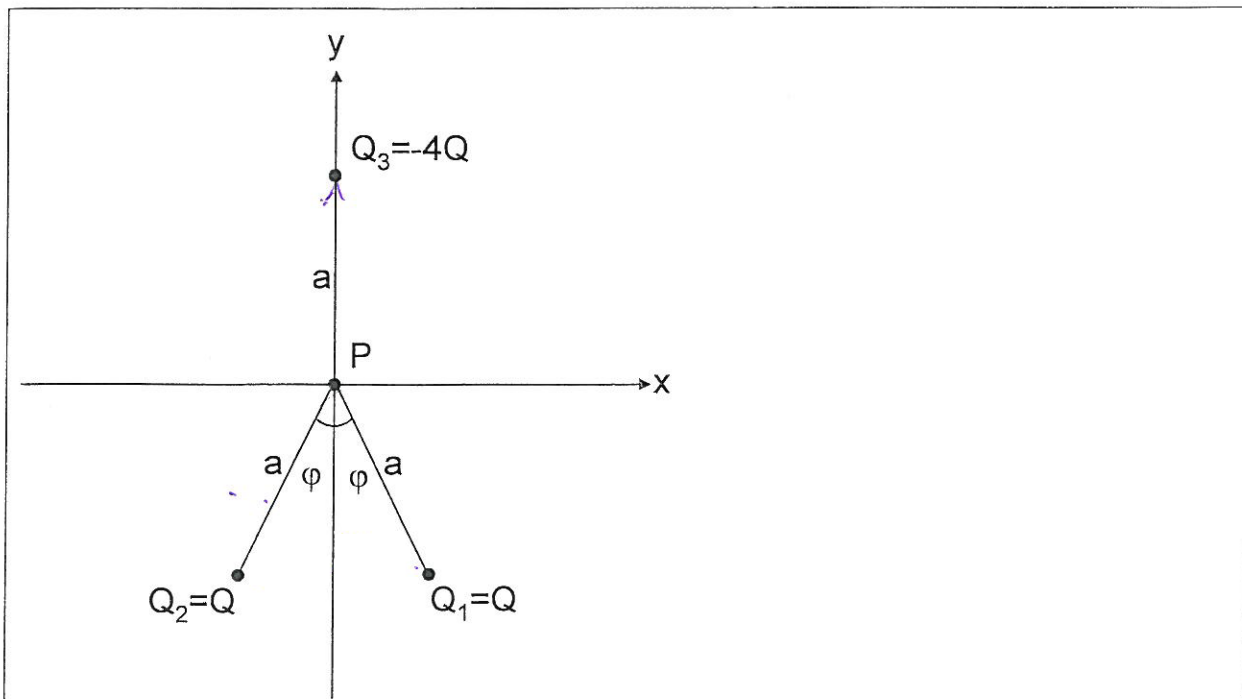


Abbildung 1

1.a.

**( / 5 Punkte)**

Berechnen Sie Gesamtfeldstärke im Punkt P an.

1.b.

( / 3 Punkte)

Berechnen Sie die Kraft  $\vec{F}_P$  auf eine Probeladung  $Q_P$  im Punkt P. Dabei gilt:

$$Q_P = Q$$

$$Q = 10^{-14} \text{As}$$

$$a = 2 * 10^{-4} \text{m}$$

$$\varphi = 27,5^\circ$$

2. Aufgabe

( / 12 Punkte)

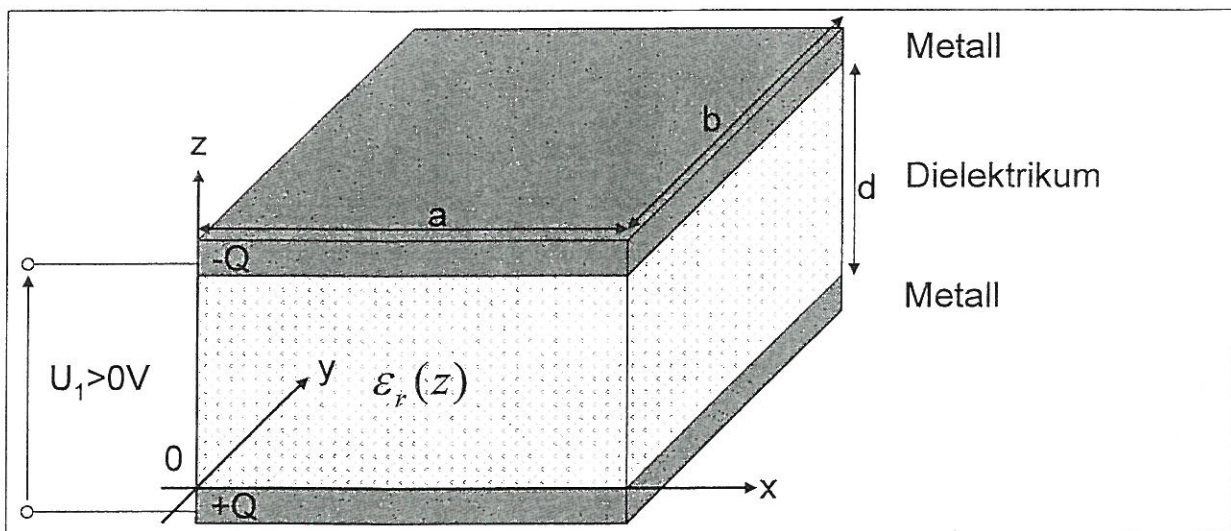


Abbildung 2

2.a.

( / 3 Punkte)

Berechnen Sie die elektrische Flussdichte  $\vec{D}$  im Dielektrikum in Abhängigkeit von der Ladung  $Q$  ! Die Streufelder außerhalb des Dielektrikums können vernachlässigt werden.

2.b.

( / 1 Punkt)

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  im Dielektrikum in Abhängigkeit von der Ladung  $Q$  !

2.c. ( / 5 Punkte)

Berechnen Sie die elektrische Spannung  $U_1$  in Abhängigkeit von  $Q$ !

Für  $\epsilon_r(z)$  gilt:  $\epsilon_r(z) = \epsilon_{r,1} + \frac{\epsilon_{r,2}}{d} z$

2.d. ( / 3 Punkte)

Berechnen Sie *allgemein* und *zahlenmäßig* die Kapazität  $C$ .

Dabei gilt:

$a = 10\text{mm}$	$\epsilon_{r,1} = 2,9$
$b = 10\text{mm}$	$\epsilon_{r,2} = 80$
$d = 10,6\mu\text{m}$	

**3. Aufgabe****( / 12 Punkte)**

Abbildung 3 zeigt ein halbkreisförmiges Hohlzylindersegment mit der Länge  $b$ , Innenradius  $r_b$ , Außenradius  $r_a$  und der Leitfähigkeit  $\kappa = \text{const}$ , der mit seinen ideal leitenden Kontaktflächen an der Gleichspannung  $U$  liegt.

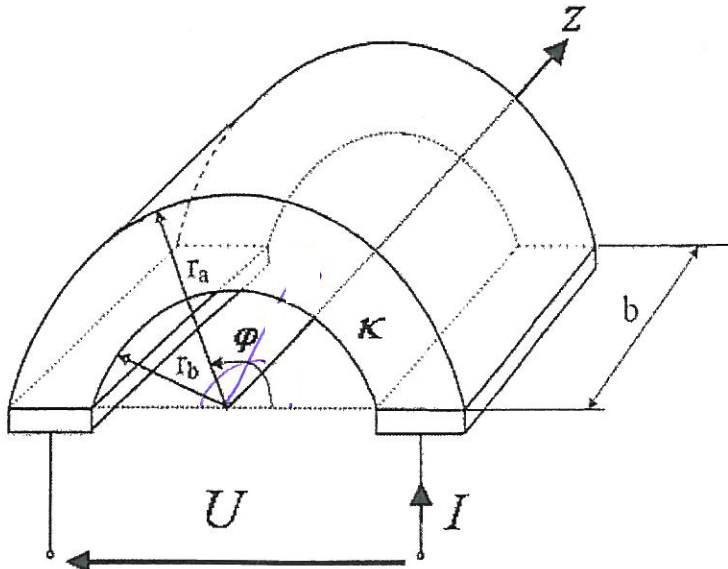


Abbildung 3

3.a.

**( / 4 Punkte)**

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  in Abhängigkeit von  $U$ !

3.b.

( / 2 Punkte)

Berechnen Sie die Stromdichte  $\vec{J}$  in Abhängigkeit von  $U$ !

3.c.

( / 4 Punkte)

Berechnen Sie den Strom  $I$  in Abhängigkeit von  $U$ !

3.d.

( / 2 Punkte)

Berechnen Sie *allgemein* und *zahlenmäßig* den Widerstand  $R$ !

Gegeben sind:

$r_a=10\text{mm}$	$b=5\text{mm}$
$r_b=5\text{mm}$	$\kappa=0,45 \cdot 10^3 \text{ m}/\Omega$

**4. Aufgabe****( / 8 Punkte)**

Ein unendlich langer Linienleiter ist vom Gleichstrom  $I$  durchflossen. Ein Ferritring mit der relativen Permeabilität  $\mu_r$ , Dicke  $d$ , Innenradius  $a$  und Außenradius  $b$  wird konzentrisch um den Linienleiter gelegt (siehe Abbildung 4).

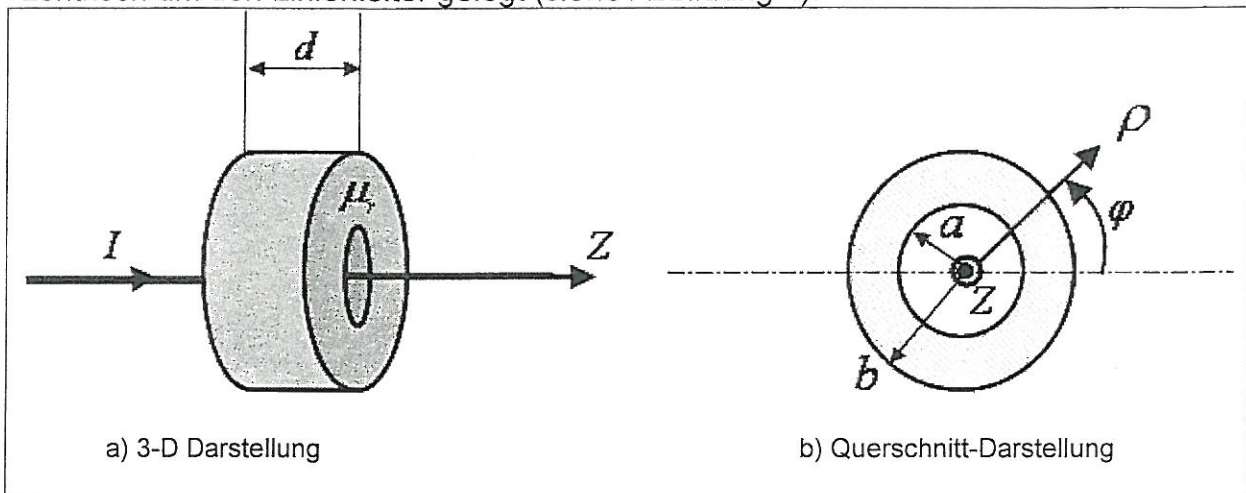


Abbildung 4

4.a.

**( / 3 Punkte)**

Berechnen Sie die magnetische Feldstärke  $\vec{H}$  im Ferritring

4.b.

**( / 5 Punkte)**

Berechnen Sie den magnetischen Fluss  $\Phi$  im Ferritring



**5. Aufgabe****( / 10 Punkte)**

Ein auf der  $z$ -Achse befindlicher unendlich langer Linienleiter (Abb. 5a) wird von einem zeitabhängigen Strom  $i(t)$  entsprechend dem Verlauf in Abb. 5b durchflossen.

Der Rückleiter ist sehr weit entfernt, so dass sein Einfluss vernachlässigt werden kann. In der Ebene  $y=0$  befindet sich eine nicht geschlossene quadratische Leiterschleife der Seitenlänge  $b-a$ .

(Hinweis: die Anordnung liegt in der Luft:  $\mu_r = 1$ )

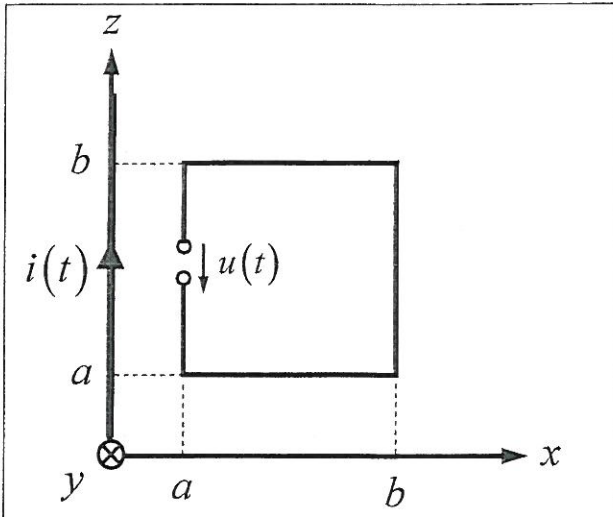


Abbildung 5a

5.a.

**( / 2 Punkte)**

Berechnen Sie die magnetische Flussdichte  $\vec{B}(x,t)$  infolge des Stromes  $i(t)$  im Bereich der Leiterschleife, d.h. für  $x > 0$  und  $y = 0$

5.b. ( / 2 Punkte)

Berechnen Sie den zeitabhängigen magnetischen Fluss  $\Phi(t)$ , der die quadratische Schleife in positiver y-Richtung durchsetzt

5.c. ( / 2 Punkte)

Berechnen Sie die in der Abbildung 5a eingetragene induzierte Spannung  $u(t)$  als Funktion des Stromes  $i(t)$ .

5.d.

( / 4 Punkte)

Der Strom  $i(t)$  hat jetzt den in Abb. 5b dargestellten zeitabhängigen Verlauf. Stellen Sie die induzierte Spannung  $u(t)$  in einem Diagramm dar und geben Sie Maximal- und Minimalwert der Spannung an.

$a=10\text{mm}$

$b=27\text{mm}$

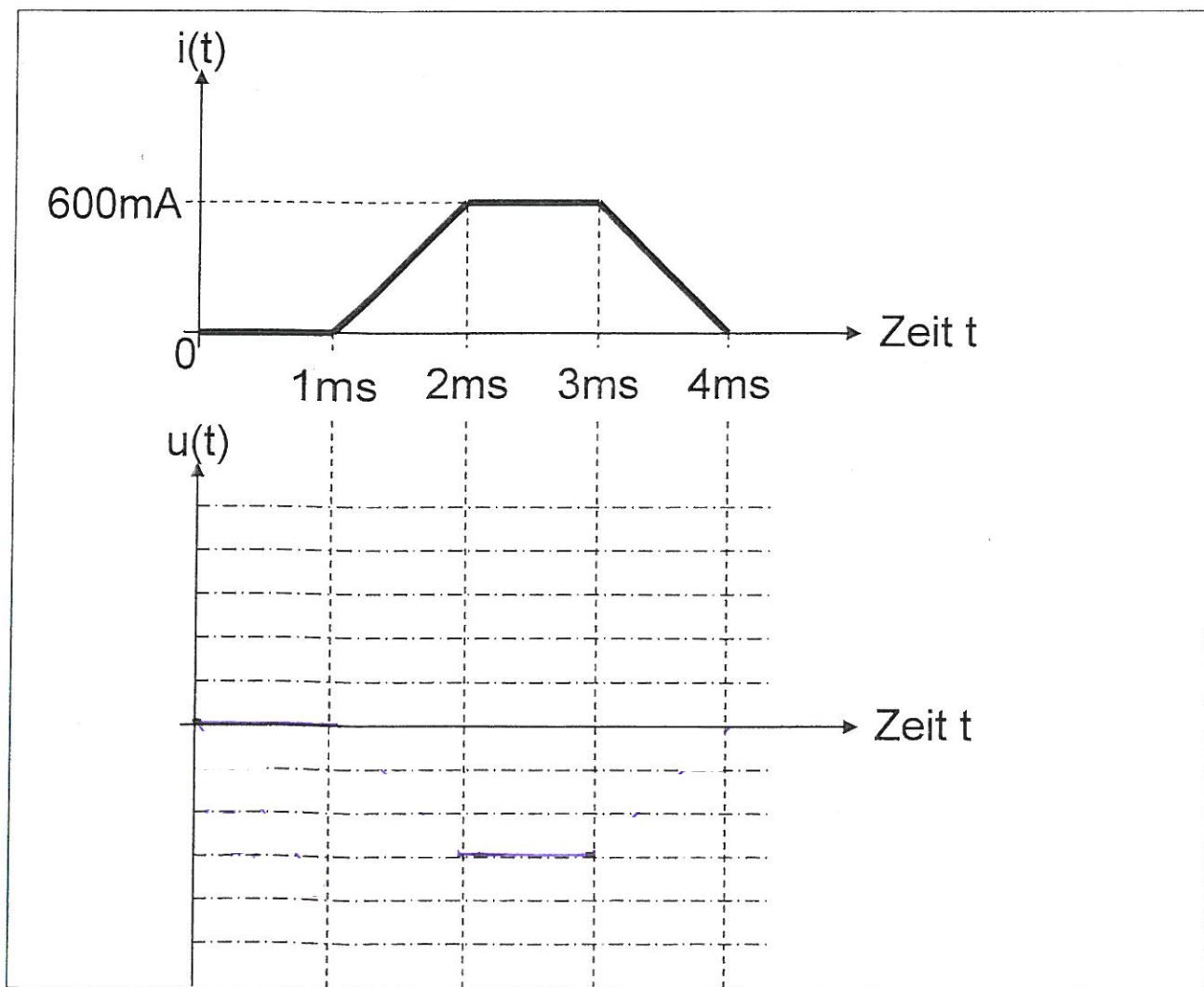


Abbildung 5b