



## Grundlagen der Elektrotechnik PS II - GLET

02.03.2012

Name, Vorname \_\_\_\_\_

Matr. Nr. \_\_\_\_\_

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7
Punkte	4	2	7	14	4	4	4
erreicht							

Aufgabe	8	9	10	11	Summe
Punkte	22	4	4	6	75
erreicht					

Hinweise: Schreiben Sie auf das Deckblatt Ihren Namen und Matr.Nr. Die Bearbeitungszeit für den Test beträgt 75 Minuten! Der Test besteht aus 18 Seiten inklusive Deckblatt!

Für Textausführungen, Zeichnungen, Formeln und Berechnungen nutzen Sie bitte die Freiräume unter den Aufgabenstellungen. Ergänzungen auf den Rückseiten der Aufgabenblätter unter Angabe der Aufgabennummer! Zusätzliche Seiten erhalten Sie von der Prüfungsaufsicht.

Es dürfen ausschließlich genehmigte Bücher, 4 Seiten in eigener Handschrift und eine Übersicht über die Koordinatensysteme verwendet werden. **Nicht** mitgebracht werden dürfen: eigenes Schreibpapier, zusätzliche fachliche Aufzeichnungen sowie Nachrichtenübertragungsgeräte. Als Rechenhilfe sind nur einfache, nicht programmierbare Taschenrechner zugelassen.

Die Rechenwege müssen erkennbar sein! Bitte leserlich schreiben! Lösungen müssen klar gekennzeichnet werden. Bei mehreren Lösungsversionen muss die zu wertende Version gekennzeichnet werden. Mehrere Ergebnisse zu einer Aufgabe werden nicht akzeptiert. Die Lösung der Aufgaben sind mit einem dokumentenechten Stift (Kugelschreiber oder Füller) in **blauer oder schwarzer Schriftfarbe** anzufertigen. Zeichnungen **nicht** mit Bleistift anfertigen, sonst ist eine Bewertung nicht möglich!

Prof. Dr.-Ing. Stephan Völker

## Aufgabe 1 (4 Punkte). Ladung

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an! Es sind **mehrere Antworten** möglich. Nicht bewertet werden Lösungen, bei denen alle Antworten angekreuzt sind.

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als Null.

1. Die Elementarladung  $e$  besitzt den Wert:

$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ As}$

$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$1,602 \cdot 10^{-12} \text{ As}$

$1,602 \cdot 10^{-12} \text{ C}$

( / 2 Punkte)

2. Die Coulombkraft beschreibt die Kraftwirkungen zweier Punktladungen aufeinander. Sie ist definiert als:

$\vec{F} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r$

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$\vec{F} = Q \cdot \vec{E}$

$\vec{F} = \epsilon_0 \cdot \vec{E}$

( / 2 Punkte)

## Aufgabe 2 (2 Punkte). Punktladung in einer Kugelschale

In die Mitte einer leitenden, ungeladenen Kugelschale, mit dem inneren Radius  $r_i$  und dem äußeren Radius  $r_a$ , wird eine Punktladung  $-Q$  eingebracht. Die Materialdicke der Kugelschale ist **nicht** zu vernachlässigen. (Siehe Abbildung 1)

( / 2 Punkte)

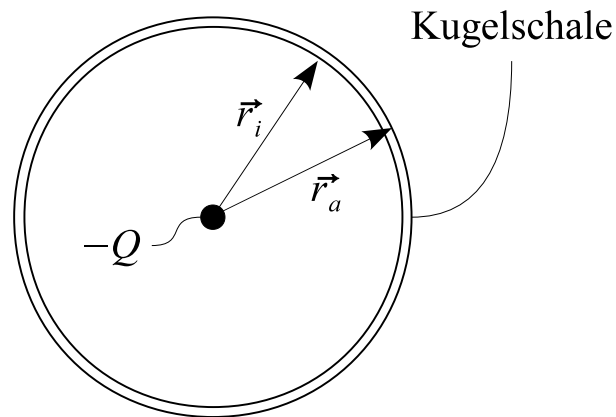


Abbildung 1. Punktladung in einer leitenden, ungeladenen Kugelschale

1. Die Ladung auf der inneren Oberfläche der Kugelschale ist:

- $+Q$
- $0$
- $-Q$
- keine der obigen Angaben

**Begründen Sie Ihre Antwort!**

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als null.

### Aufgabe 3 (7 Punkte). Kraft und Ladung

Gegeben sind drei Punktladungen  $Q_1 = +4Q$  und  $Q_2 = Q_3 = +Q$ , die im Abstand  $a$  auf einer Linie gemäß der Abbildung 2 angeordnet sind.

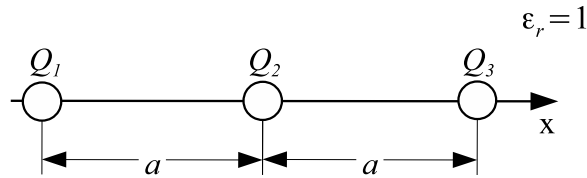


Abbildung 2. Gegebene Anordnung der Punktladungen

1. Berechnen Sie **allgemein** die Gesamtkraft  $\vec{F}_{3,ges}$ , die auf die Ladung  $Q_3$  wirkt.

( / 4 Punkte)

2. Nun sind nur noch die Punktladungen  $Q_x$  und  $Q_3 = +Q$  vorhanden (Abbildung 3). Geben Sie **allgemein** die Ladung  $Q_x$  an, wenn die Kraftwirkung, in Betrag und Richtung, auf  $Q_3$  gleich sein soll, wie in Aufgabenteil 1! Nutzen Sie dazu die Ergebnisse aus Aufgabenteil 1.

( / 3 Punkte)

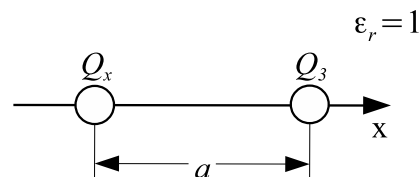


Abbildung 3. Ersatzanordnung der Punktladungen

#### Aufgabe 4 (14 Punkte). Punkt- und Linienladungen

Gegeben ist die folgende Anordnung aus einer positiven Punktladung  $Q = +Q$  in  $(3a, 0)$  und einer positiven Linienladung der Länge  $2a$  zwischen  $(0, -a)$  und  $(0, a)$  mit konstanter Ladungsdichte  $\lambda$ . (Siehe Abbildung 4)

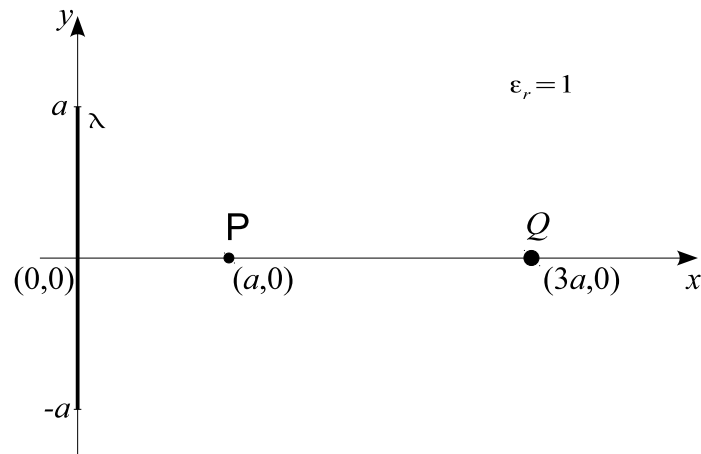


Abbildung 4. Gegebene Anordnung der Ladungen

1. **Berechnen** Sie **allgemein** die elektrische Feldstärke  $\vec{E}_Q$ , die die Punktladung  $Q$  im Punkt  $P = (a, 0)$  verursacht.

( / 2 Punkte)

2. **Berechnen** Sie **allgemein** die elektrische Feldstärke  $\vec{E}_\lambda$ , die die Linienladung  $\lambda$  im Punkt  $P = (a, 0)$  verursacht. Fertigen Sie zur Verdeutlichung der Geometrie eine Skizze an. Allein auf das Ergebnis ohne Lösungsweg gibt es **keine** Punkte.

**Hinweise:**

1. Betrachten Sie zuerst den infinitesimalen Anteil der Feldstärke  $d\vec{E}_\lambda$ .

2.  $\int \frac{a}{(a^2+x^2)^{3/2}} dx = \frac{x/a}{\sqrt{a^2+x^2}}$

( / 9 Punkte)

3. Wie groß muss bei gegebener Ladung  $Q$  die Ladungsdichte  $\lambda$  sein, damit die resultierende elektrische Feldstärke  $\vec{E}_{ges}$  im Punkt  $P = (a, 0)$  verschwindet. Gehen Sie von einem E-Feld für die Linienladung von  $\vec{E}_\lambda = \frac{\lambda}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0 a} \vec{e}_x$  aus.

( / 3 Punkte)

## Aufgabe 5 (4 Punkte). Energiegehalt im Kondensator

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an! Es sind **mehrere Antworten** möglich. Nicht bewertet werden Lösungen, bei denen alle Antworten angekreuzt sind.

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als null.

1. Der Plattenabstand eines idealen Kondensators, der auf die Ladung  $Q_0$  aufgeladen ist, wird halbiert. Die gespeicherte Energie wird

- halbiert
- nicht verändert
- verdoppelt
- vervierfacht
- keine der obigen Angaben

**Begründen Sie Ihre Antwort!**

( / 2 Punkte)

2. Die Spannung  $U$  eines idealen Kondensators wird verdoppelt. Die gespeicherte Energie wird

- halbiert
- nicht verändert
- verdoppelt
- vervierfacht
- keine der obigen Angaben

**Begründen Sie Ihre Antwort!**

( / 2 Punkte)



## Aufgabe 6 (4 Punkte). Dielektrikum

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an! Es sind **mehrere Antworten** möglich. Nicht bewertet werden Lösungen, bei denen alle Antworten angekreuzt sind.

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als null.

1. Durch das Einbringen eines Dielektrikums in einen Kondensator mit der Ladung  $Q_0$  wird (Hinweis: Die Ladung bleibt konstant)

- die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  verändert.
- die elektrische Verschiebungsdichte  $\vec{D}$  verändert.
- sowohl die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$  als auch die elektrische Verschiebungsdichte  $\vec{D}$  verändert.
- keine der obigen Angaben

**Begründen Sie Ihre Antwort!**

( / 2 Punkte)

2. Gegeben ist ein mit zwei dielektrischen Materialien gefüllter Plattenkondensator. (Siehe Abbildung 5) Dabei ist  $\varepsilon_{r,1} = 2\varepsilon_{r,2}$

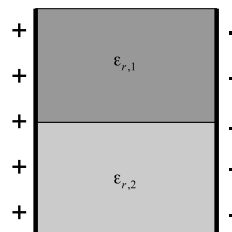


Abbildung 5. Gegebene Anordnung des Dielektrikums im Plattenkondensator

Welcher Zusammenhang der Normal- bzw. Tangentialkomponenten der elektrischen Verschiebungsdichten  $\vec{D}_1$  und  $\vec{D}_2$  besteht an der Grenzfläche zwischen den beiden dielektrischen Bereichen?

( / 2 Punkte)

## Aufgabe 7 (4 Punkte). Strömungsfeld

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an! Es sind **mehrere Antworten** möglich. Nicht bewertet werden Lösungen, bei denen alle Antworten angekreuzt sind.

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als null.

1. Es gilt im elektrischen Strömungsfeld:

$\oint \vec{J} \cdot d\vec{A} = 0$

$\iint \vec{J} \cdot d\vec{A} = I$

$\oint \vec{D} \cdot d\vec{A} = 0$

$\iint \vec{D} \cdot d\vec{A} = I$

( / 2 Punkte)

2. Der elektrische Widerstand kann berechnet werden über:

$R = l \frac{\rho}{A}$

$R = A \frac{\rho}{l}$

$R = \varepsilon_0 \frac{\vec{D}}{\vec{E}}$

$R = \frac{U}{I}$

( / 2 Punkte)

### Aufgabe 8 (22 Punkte). Widerstand

Die Abbildung 6 zeigt eine durch den Gleichstrom  $I$  durchflossene zylinderförmige Leiteranordnung der Länge  $l$  und dem Radius  $r_0$ . Die obere und untere Hälfte haben unterschiedliche Leitfähigkeiten. Es gilt:

$$\kappa = \begin{cases} \kappa(\varphi) = \kappa_0 \cdot \cos^2(\varphi) & 0 \leq \varphi < \pi \\ \kappa_0 & \pi \leq \varphi < 2\pi \end{cases}$$

Dabei ist  $\kappa_0$  eine konstante Leitfähigkeit.

Die Widerstände der oberen bzw. unteren Hälfte der Leiteranordnung werden mit  $R_o$  bzw.  $R_u$  gekennzeichnet. Hinweis: Randeffekte sind zu vernachlässigen!

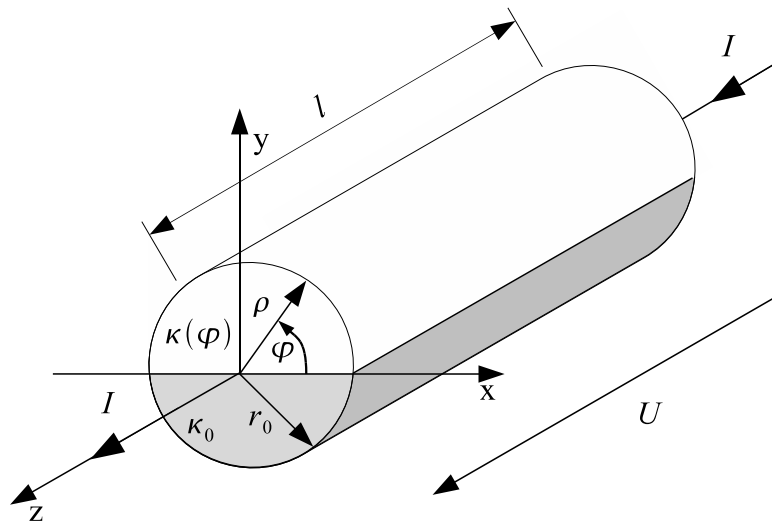


Abbildung 6. Gegebene Leiteranordnung

1. Geben Sie das Widerstand-Ersatzschaltbild der Anordnung an. Beschriften Sie die Grafik ausreichend.

( / 3 Punkte)

2. **Berechnen** Sie **allgemein** den Widerstand  $R_u$  (Widerstand der unteren Hälfte).

( / 3 Punkte)

3. **Berechnen** Sie **allgemein** die elektrische Spannung  $U$  in Abhängigkeit der Stromdichte  $J_o$  in der oberen Hälfte der Leiteranordnung.  $J_o$  muss nicht separat angegeben werden. Allein auf das Ergebnis ohne Lösungsweg gibt es **keine** Punkte.

( / 5 Punkte)

4. **Berechnen** Sie **allgemein** den durch die obere Hälfte fließenden Teilstrom  $I_o$  in Abhängigkeit der Spannung  $U$ . Gehen Sie von der Spannung  $U = \frac{J_o \cdot l}{\kappa_0 \cdot \cos^2(\varphi)}$  aus. Allein auf das Ergebnis ohne Lösungsweg gibt es **keine** Punkte.  
Hinweis:  $\int \cos^2(x) dx = \frac{1}{2}(x + \sin(x) \cos(x))$

( / 6 Punkte)

5. **Berechnen** Sie **allgemein** den Widerstand  $R_o$  (Widerstand der oberen Hälfte). Gehen Sie von dem Strom  $I_o = \frac{U \cdot \kappa_0 \cdot r_0^2 \cdot \pi}{4l}$  aus.

( / 2 Punkte)

6. **Berechnen** Sie **allgemein** und **numerisch** den Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  der Leiteranordnung.

( / 3 Punkte)

Es ist gegeben:

- $\kappa_0 = \frac{4}{3\pi} \cdot 10^5 \frac{\text{S}}{\text{cm}}$
- $r_0 = 1 \text{ cm}$
- $l = 100 \cdot r_0$

## Aufgabe 9 (4 Punkte). Magnetfeld

Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an! Es sind **mehrere Antworten** möglich. Nicht bewertet werden Lösungen, bei denen alle Antworten angekreuzt sind.

Falsche Antworten werden mit -0,5 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl wird **nicht** kleiner als null.

1. Die Größe der magnetischen Feldkonstante  $\mu_0$  ist

- $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ As/Vm}$
- $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
- $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vm/As}$
- $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VA/ms}^2$
- $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

( / 2 Punkte)

2. Es gilt für das magnetische Feld:

- $\vec{F}_m = Q \cdot \vec{B} \times \vec{v}$
- $\vec{B} = \mu \cdot \vec{H}$
- $\vec{F}_m = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$
- $\vec{F}_m = Q \cdot \vec{E}$

( / 2 Punkte)

### Aufgabe 10 (4 Punkte). H-Feld

Gegeben ist eine magnetische Feldstärke  $\vec{H}_1$ , welche auf eine Grenzfläche zweier Permeabilitäten  $\mu_1$  und  $\mu_2$  trifft. (Siehe Abbildung 7)

( / 4 Punkte)

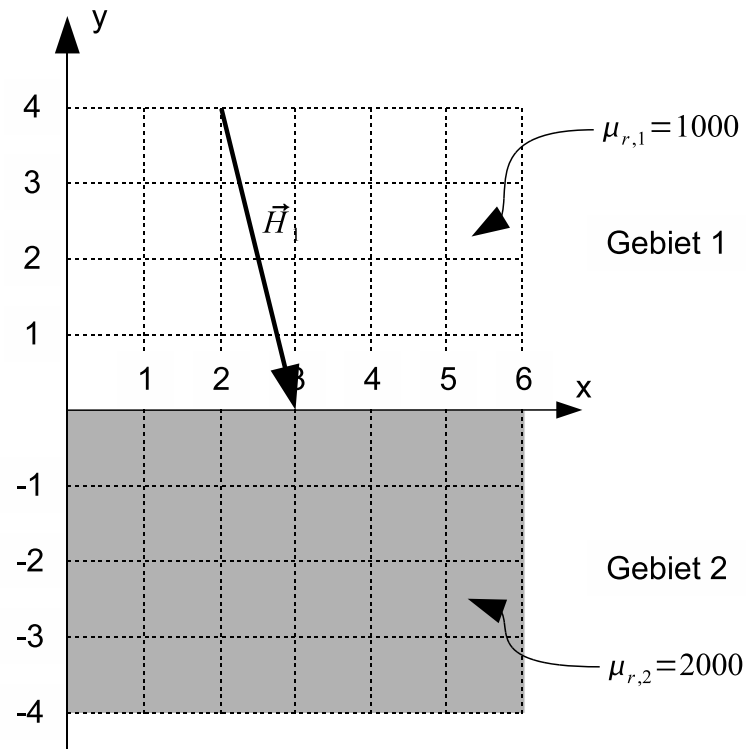


Abbildung 7. Gegebene Anordnung des magn. Feldes

1. Zeichnen Sie in Abbildung 7 den Betrag und die Richtung der magnetischen Feldstärke im Gebiet 2 ein. **Begründen Sie Ihre Antwort!**



### Aufgabe 11 (6 Punkte). Induktion

Es ist nach Abbildung 8 ein unendlich langer dünner Draht gegeben, der sich direkt auf der y-Achse befindet und mit dem Strom  $i(t)$  durchflossen ist. Neben diesem Draht ist in der xy-Ebene eine Leiterschleife untergebracht. Der Strom  $i(t)$  weist eine nach Abbildung 8 gegebene zeitliche Abhängigkeit auf.

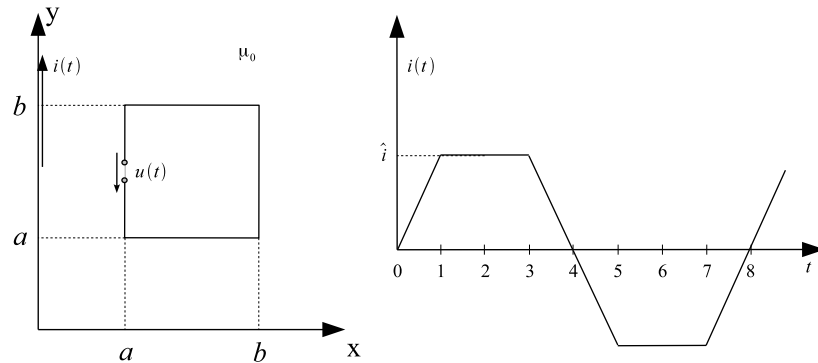


Abbildung 8. Anordnung der Leiterschleife und Verlauf der Stromstärke

1. Zeichnen Sie in die Abbildung 9 **qualitativ** den Verlauf der in der offenen Leiterschleife induzierten Spannung ein, wenn die Leiterschleife offen ist. Beachten Sie die Orientierung der Spannung  $u(t)$ .

( / 4 Punkte)

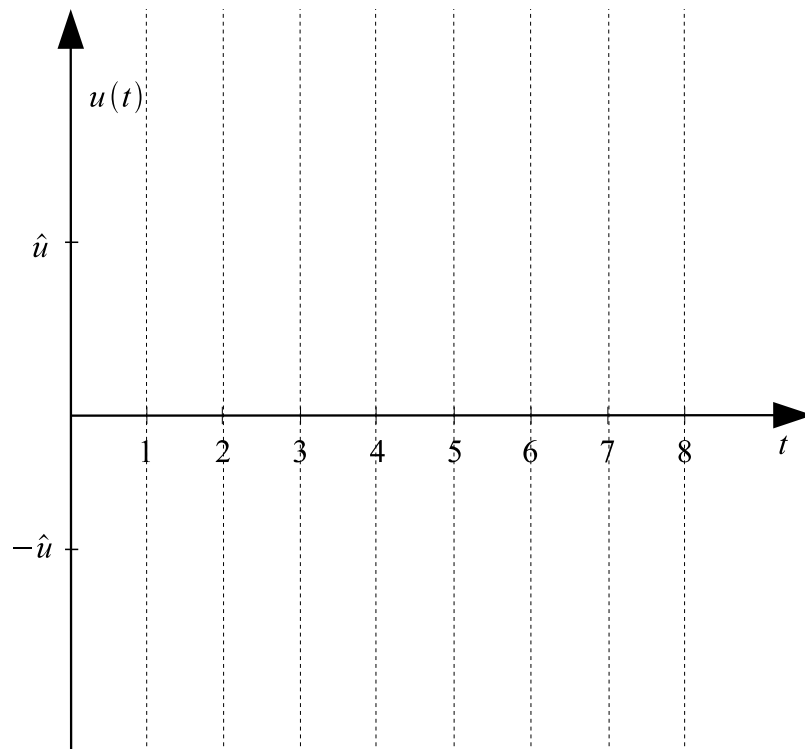


Abbildung 9. Für Ihre Lösung

2. Berechnen Sie **allgemein** die maximale Spannung  $\hat{u}$  und die minimale Spannung  $-\hat{u}$ .  
Gehen Sie dabei von der Spannungsbeschreibung

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = u(t) = \frac{\mu_0}{2\pi} (b - a) \ln \frac{b}{a} \cdot \frac{di(t)}{dt} \text{ aus.}$$

( / 2 Punkte)