

## Theoretische Physik III: Elektrodynamik

### Übungsaufgaben: Serie 5

Dr. E. Fromm & Frank Löcse

15.-19.11.2004

HA: 3207 / 4802

e-mail: fromm@physik.tu-chemnitz.de, f.loecse@physik.tu-chemnitz.de

Quelle: [http://www-user.tu-chemnitz.de/~floec/Lehre/ED\\_Uebung\\_WS04\\_05/start.html](http://www-user.tu-chemnitz.de/~floec/Lehre/ED_Uebung_WS04_05/start.html)

**5.1 (PHYS/CSB)** Berechnen Sie das elektrostatische Feld und die Feldenergie der folgenden kugelsymmetrischen Ladungsverteilung:

$$\varrho(r) = \begin{cases} 0 & \text{für } 0 \leq r < a \text{ und } b < r < \infty \\ \varrho_0 & \text{für } a \leq r \leq b \end{cases}$$

Es ist  $a, b > 0$  und  $a < b$ . Diskutieren Sie mögliche Grenzfälle ( $a \Rightarrow 0, b \Rightarrow R, a \Rightarrow b$ )!

**5.2 (PHYS)** In einem Plattenkondensator bewegt sich eine Punktladung unter dem Einfluß des Feldes von der einen Platte zur anderen. Zeigen Sie, dass für den Bewegungsablauf die Änderung der Feldenergie gleich der Zunahme der kinetischen Energie des Teilchens ist.

Anmerkung: Vernachlässigen Sie Influenzeffekte. Berechnen Sie die Feldenergie durch Integration über die Energiedichte.

**5.3 (CSB)** Veranschaulichen Sie für verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten die Bewegung eines Elektrons im Feld eines Plattenkondensators, wenn

- das Elektron von einer der Platten in Richtung der anderen Platte emittiert wird,
- das Elektron senkrecht zur Plattenebene einfällt.

Stellen Sie Feldenergie und kinetische Energie als Funktion der Zeit grafisch dar. Berücksichtigen Sie die Anmerkungen zu 5.2.

**5.4 (CSB)** Berechnen Sie die Gesamtladung  $Q$  der homogen geladenen Kugel aus Aufgabe 4.3 numerisch mit Hilfe des Romberg-Verfahrens. Schreiben Sie eine Funktion „NIntegrate“, die je nach Übergabeparameter (TRAPEZ, SIMPSON, GAUSS, ROMBERG) nach dem angegebenen Verfahren numerisch integriert. Welche Parameter sind noch zu übergeben? Welche Fehler sind ggf. abzufangen? Schreiben Sie eine zweite Funktion „NIntegrate2D“, die es erlaubt, unter Benutzung der o.a. Verfahren, Integrale über ebene beschränkte Bereiche auszurechnen.

Anmerkung: Gehen Sie von einer Zerlegbarkeit der Integrationsgebiete in Quadrate aus.

**5.5 (CSB)** Berechnen Sie numerisch Feld- und Äquipotentiallinien eines ruhenden Dipols, eines ruhenden Oktopols und eines Dreiecks, dessen Seiten mit den homogen verteilten Linienladungen  $+e$ ,  $+e$  und  $-e$  belegt sind.  $e$  ist die Elementarladung. Stellen Sie die Ergebnisse grafisch dar.

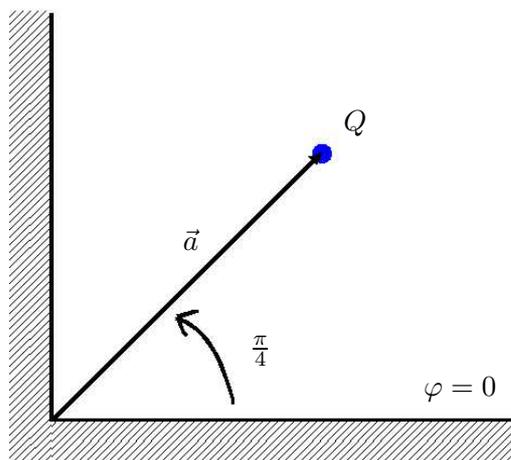
**5.6 (CSB)** Veranschaulichen Sie den Zusammenhang zwischen dem Feld einer Punktladung  $q$  und dem Feld einer homogen geladenen Linie der Länge  $a$  und Linienladung  $Q = n \cdot q$ , indem Sie die Linienladung sukzessive aus Punktladungen aufbauen. Welches Feld stellt sich in großer Entfernung von der Ladungsverteilung ein, wenn jede zweite Punktladung ihr Vorzeichen ändert bei a) einer geraden Anzahl von Punktladungen und b) einer ungeraden Anzahl? Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Feld einer homogen geladenen endlichen Linie und einer homogen geladenen unendlichen Linie gleicher Gesamtladung?

Anmerkung: Prüfen Sie Ihre Ergebnisse mit Hilfe des unter der Adresse <http://www.electrostatics.20m.com> ladbaren Programmes.

**5.7 (PHYS)** Eine Punktladung befindet sich vor einer unendlich ausgedehnten leitenden Wand. Berechnen Sie Potential und elektrisches Feld im gesamten Raum. Wie groß sind die Flächenladungsdichte und die Gesamtladung der auf der Wand induzierten Ladung?

**5.8 (PHYS)**

Zwei leitende Ebenen schneiden sich unter einem Winkel von  $90^\circ$ . Eine Punktladung  $Q$  befindet sich symmetrisch zwischen ihnen. Gesucht ist der Potentialverlauf in der Ecke.



Anmerkung (CSB): Alle Programme, sind in  $C$  oder  $C^{++}$  zu erstellen. Für die grafische Darstellung benutzen Sie „PGPLOT“ .