

# 1. Übungsblatt zur Experimentalphysik 2 (SoSe 2017)

## Ladungen und Felder

Abgabe am 27./28.4.2017 in den Übungen

Name(n): \_\_\_\_\_ Gruppe: \_\_\_\_\_ Punkte: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

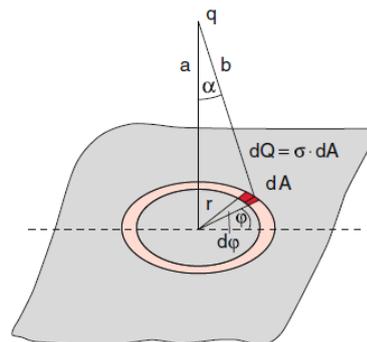
---

### 1.1 Elektrische Kraft (10 Punkte)

- Berechnen Sie für ein Proton und ein Elektron im Abstand von  $10^{-10} \text{ m}$  (typischer Atomradius) den Betrag der zwischen den Teilchen wirkenden elektrischen Kraft und der Gravitationskraft. Wie groß ist das Verhältnis dieser beiden Kräfte?
- Gedankenexperiment: Nehmen Sie an, es gelänge, zwei quasipunktförmige Ladungsansammlungen von jeweils einem Mol Protonen und einem Mol Elektronen zu erzeugen und diese im Abstand von einem Meter zu positionieren. Wie groß wäre dann die zwischen den Ladungsansammlungen wirkende Kraft?

### 1.2 Elektrisches Feld einer Flächenladung (10 Punkte)

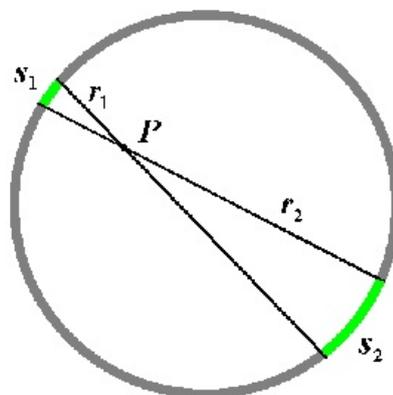
Berechnen Sie das Feld einer unendlich ausgedehnten geladenen Platte mit homogener Flächenladungsdichte  $\sigma$ . Betrachten Sie hierzu die Kraft, die eine Probeladung  $q$  im Abstand  $a$  von der Platte aufgrund der Ladung  $dQ$  (s. Abbildung) erfährt und integrieren Sie entsprechend, um die Gesamtkraft der Flächenladung auf die Probeladung zu erhalten. Bestimmen Sie daraus das elektrische Feld im Abstand  $a$ .



Hinweis: Die Flächenladungsdichte  $\sigma$  ist definiert als die Ladung pro Flächeneinheit.

### 1.3 Feldstärke im Innern eines Ladungsringes (10 Punkte)

Ein Ring mit dem Radius  $R$  trage eine homogene, positive Linienladungsdichte  $l$ . Die Abbildung zeigt einen Punkt  $P$  in der Ebene, der aber nicht im Mittelpunkt des Ringes liegt. Betrachten Sie die beiden Ringabschnitte mit den Längen  $s_1$  und  $s_2$  und den Abständen  $r_1$  bzw.  $r_2$  vom Punkt  $P$ . Die Ringabschnitte sind so klein gewählt, dass sie sich in guter Näherung wie die Abstände verhalten:  $s_1/s_2 = r_1/r_2$ .

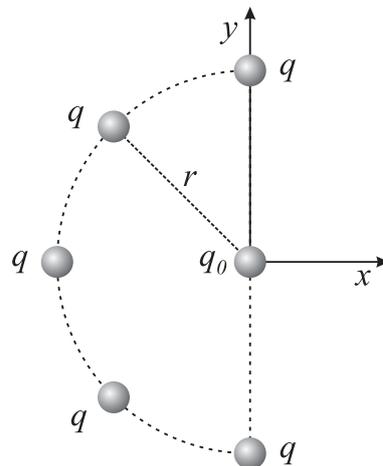


- a) Welches Verhältnis haben die Ladungen der beiden Ringabschnitte? Welche der Ladungen erzeugt ein stärkeres Feld im Punkt P?
- b) Angenommen, das von einer Punktladung erzeugte elektrische Feld ändere sich mit  $1/r$  statt mit  $1/r^2$ . Wie groß wäre dann das in P von den Ringabschnitten hervorgerufene elektrische Gesamtfeld?
- c) Wie würden sich die Ergebnisse in a) und b) ändern, wenn sich P innerhalb einer homogen geladenen Kugelschale befände und  $s_1$  sowie  $s_2$  Flächenelemente wären?

#### 1.4 Ladungshalbkreis (10 Punkte)

- a) Auf einem Halbkreis mit Radius  $r$  sind entsprechend der nebenstehenden Skizze gleiche Ladungen  $q$  gleichmäßig verteilt.

- a1) Berechnen Sie die Kraft  $\vec{F}$ , die auf die Ladung  $q_0$  im Zentrum des Halbkreises wirkt.
- a2) Berechnen Sie  $\vec{F}$  für  $r = 10 \text{ cm}$  und  $q = q_0 = 3 \text{ nC}$ .



- b) Ordnen Sie sechs Ladungen (drei positive Ladungen  $q^+ = +e$  und drei negative Ladungen  $q^- = -e$ ) auf einem Kreis so an, dass auf eine siebte Ladung im Zentrum des Kreises keine resultierende Kraft wirkt. Die Lösung soll dabei von der trivialen Lösung (jeweils  $q^+$  und  $q^-$  im gleichen Punkt) verschieden sein.