

Übungsaufgabenblatt 9, EM-II

Experimentalphysik II, SoSe 2020

PD Dr. habil. H. von Wenckstern

Ausgabe: 2. Juni 2020

Abgabe: **9. Juni 2020, 18:00 Uhr**

Elektrisches Feld und Multipole

E07. Ionengitter des NaCl

(a) Berechnen Sie das Verhältnis der Gravitations- und der Coulombkraft $\frac{F_G}{F_C}$ für zwei Elektronen! **[1 Punkte]**

(b) Natrium und Chlor gehen eine ionische Bindung ein, in der Natrium respektive Chlor einfach positiv bzw. einfach negativ geladen ist. Der Gleichgewichtsabstand der beiden Ionen beträgt $1,77 \text{ \AA}$. Ein „Na-Cl-Dipol“ ist anfänglich senkrecht zu einem horizontal verlaufendem, homogenen elektrischen Feld \vec{E} ausgerichtet und richtet sich dann in diesem aus. Beim Ausrichten des Dipols wurde eine Arbeit von $2,836 \cdot 10^{-24} \text{ J}$ verrichtet.

- Bestimmen Sie den Betrag der Feldstärke \vec{E} ! **[2 Punkte]**
- Bestimmen Sie das Drehmoment, welches
 - anfänglich auf den Dipol wirkt
 - auf den Dipol wirkt, wenn $\angle(\vec{p}, \vec{E}) = 45^\circ$ beträgt

[2 Punkte]

E08. Elektrisches Feld eines Kreisringes

Ein dünner, kreisförmiger Draht mit Radius R trägt die Ladung Q . Bestimmen Sie den Betrag der elektrischen Feldstärke entlang der Achse, welche senkrecht durch die Mitte des Kreisring verläuft, als Funktion der Entfernung l von der Kreismitte. **[5 Punkte]**

Bestimmen Sie die Position maximaler Feldstärke **[4 Punkte]**
und skizzieren Sie die Funktion $E(l)$! **[2 Punkte]**

Welcher Feldverteilung entspricht die gefundene Lösung für $l \gg R$? **[2 Punkte]**

E09. Modell eines CO₂ Moleküls

Zeichnen Sie für die im Bild dargestellte Ladungsverteilung Dipolmomente als Vektoren in einer eigenen Grafik ein. Besitzt die Ladungsverteilung ein Quadrupolmoment? Zeigen Sie, dass das elektrische Feld entlang der Verbindungslinie der Ladungen für $x \gg d$ durch

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{6qd^2}{x^4} \quad (\text{E9.1})$$

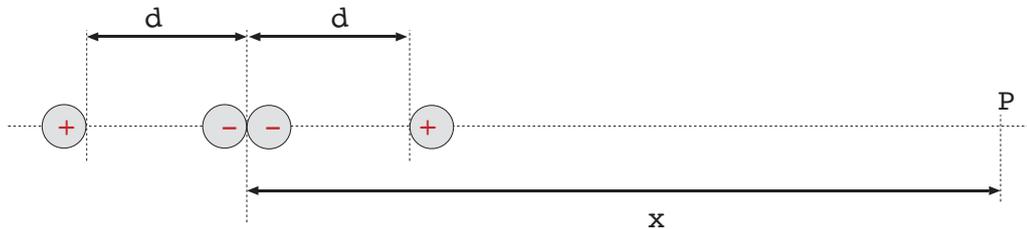
gegeben ist.

Hinweis: Starten Sie von den jeweiligen Dipolfeldern in der Näherung für $x \gg d$:

$$E_{\text{appr}} = \frac{2qd}{4\pi\epsilon_0 x^3}. \quad (\text{E9.2})$$

und verwenden Sie die Näherung

$$(a \pm b)^{-3} \approx a^{-3} - 3(\pm b)a^{-4} \quad (\text{E9.3})$$



[3 Punkte]

E10. Homogene, kugelförmige Ladungsverteilung

Auf der Oberfläche (diese stellt eine Äquipotenzialfläche dar) eines kugelförmigen, homogen geladenen Tropfen Wassers ($Q = 3 \cdot 10^{-11} \text{ C}$) herrscht ein Potenzial von $U = 500 \text{ V}$ (im Unendlichen sei $U = 0 \text{ V}$).

a) Welchen Radius R hat der Tropfen?

[2 Punkte]

b) Zwei derartige Tropfen mit demselben Radius und derselben Ladung wie unter a) kombinieren durch Berührung und bilden einen einzigen kugelförmigen, homogen geladenen Tropfen. Wie groß ist das Potenzial auf der Oberfläche dieses Tropfens?

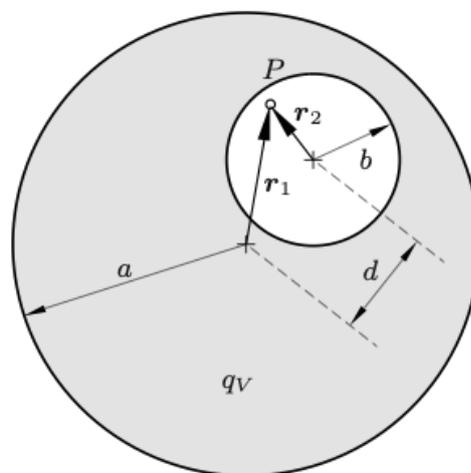
[3 Punkte]

Gesamt:

26 Punkte

ZA02. Feldberechnung mittels Gauss'schem Gesetz

Eine Kugel vom Radius a trage eine homogene Raumladungsdichte q_V mit Ausnahme einer hohlkugelförmigen Region mit Radius $b < a$, deren Mittelpunkt vom Zentrum der Kugel den Abstand d habe (siehe Bild). Bestimmen Sie die Feldstärke innerhalb der hohlkugelförmigen Region!



[6 Punkte]