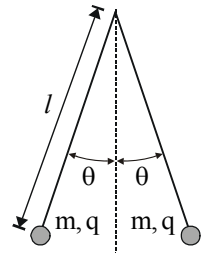


1. Übung (Abgabe Di. 26. April 2011 bis 16:00 Uhr im Sekretariat Frau Badow, Raum 1.2.31)

1. Doppel-Elektroskop

(4 Punkte)

Die in der Skizze dargestellte Anordnung aus zwei metallischen Kugeln ist geeignet, elektrische Ladungen einfach und absolut zu messen. Die nebenstehende Skizze stellt zwei Pendel dar, die jeweils die gleiche, punktförmige Ladung q tragen und an jeweils einem Faden der Länge l beweglich aufgehängt sind.



- Geben Sie die exakte Beziehung zwischen q^2 und θ bei gegebener Pendellänge l und Pendelmasse m an.
- Welche Abhängigkeit $q \propto \theta^p$ ergibt sich in der Näherung für kleine Winkel θ ?

2. Bohr'sches Atommodell

(4 Punkte)

Im Bohr'schen Atommodell für das Wasserstoffatom umkreist ein Elektron (im Grundzustand) das Proton im Abstand $a_0 = 5.3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$. Wie groß ist die Coulomb-Kraft zwischen Elektron und Proton? Um wie viel kleiner ist im Verhältnis dazu die Gravitationsanziehung (Gravitationskonstante $G = 6.673 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$)?

3. Elektrisches Feld eines dünnen geladenen Rundstabes

(4 Punkte)

Berechnen Sie das elektrische Feld auf der mittelsenkrechten Ebene eines sehr dünnen, homogen geladenen Rundstabes der Länge L mit der Gesamtladung Q .

- Bestimmen Sie anhand einer Symmetrieüberlegung, welche Richtung das elektrische Feld bezüglich der Stabachse haben muss.
- Zeigen Sie nun, dass der Betrag des elektrischen Feldes auf der mittelsenkrechten Ebene gegeben ist durch ($r =$ Abstand von der Stabachse):

$$E(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r\sqrt{(L/2)^2 + r^2}}$$

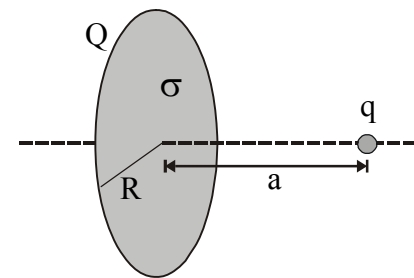
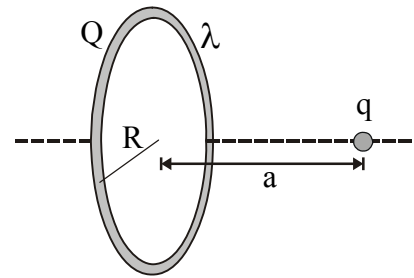
- Diskutieren Sie das Verhalten des elektrischen Feldes für den Grenzfall eines unendlich langen Rundstabes mit konstanter Linienladungsdichte λ .

Hinweis: Legen Sie den Rundstab auf die x -Achse, symmetrisch zur yz -Ebene \rightarrow yz -Ebene = mittelsenkrechte Ebene. Führen Sie nun die Symmetrieüberlegung anhand der Rotationssymmetrie durch und berücksichtigen Sie zudem die Spiegelebenen des Stabes. Für b) wählen Sie ein differentielles Ladungselement dq auf dem Rundstab und berechnen Sie den Beitrag dE zu $E(r)$ auf der yz -Ebene im Abstand r von der x -Achse. Für c) ersetzen Sie Q mithilfe der Länge und der Linienladungsdichte.

4. Kraft einer homogen geladenen Scheibe

(4 Punkte)

- a) Berechnen Sie die Coulomb-Kraft, die ein homogen geladener Kreisring (mit vernachlässigbarer Dicke) mit dem Radius R und der Gesamtladung Q auf eine Ladung q auf der zentralen Achse im Abstand a vom Zentrum des Kreisrings ausübt.
- b) Berechnen Sie die Coulomb-Kraft, die eine homogen geladene Kreisscheibe mit Radius R und der Gesamtladung Q auf eine Ladung q auf der zentralen Achse im Abstand a vom Zentrum der Kreisscheibe ausübt.



Hinweis: Berechnen Sie zuerst in a) die Ringladungsdichte λ (Linienladungsdichte). Überlegen Sie, welche Richtung die Coulomb-Kraft des Rings auf die Ladung q aus Symmetriegründen haben muss. Damit können Sie die Kraftkomponente dF_C eines Ringelements dQ auf q bestimmen und über den gesamten Ring integrieren. Teilaufgabe b) lässt sich unter Berücksichtigung des Ergebnisses aus Teilaufgabe a) stark vereinfachen. Das Flächenintegral reduziert sich dann auf ein gewöhnliches Integral in einer Dimension.