

Prof. Dr. Gernot Schaller

Dr. Dirk Kulawiak, Dr. Jérôme Burelbach, Alexander Kraft, Philip Knospe, Philipp Stammer

1. Übungsblatt – Theoretische Physik III: Elektrodynamik**Abgabe: Mo. 29.10.2018 bis 12:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude****Aufgabe 1 (8 Punkte):** *Differenzielle Form des Gauß'schen Gesetzes*

Das Gauß'sche Gesetz der Elektrostatik $\nabla \cdot \underline{E} = \rho/\epsilon_0$ legt die Ladungen als die Quellen des elektrischen Feldes fest. Führt man ein elektrisches Potential ϕ ein, so gilt $\underline{E} = -\nabla\phi$. Das Potential einer Ladungsverteilung sei gegeben als

$$\phi(x, y, z) = c \frac{z^2 e^{-(x^2+y^2+z^2)/d}}{x^2 + y^2 + z^2},$$

wobei c und d Konstanten seien.

- Welche physikalischen Einheiten haben die Konstanten c und d ?
- Schreiben Sie das Potential in Kugelkoordinaten.
- Berechnen Sie das elektrische Feld \underline{E} in Kugelkoordinaten. Benutzen Sie

$$\nabla f = \left(\frac{\partial}{\partial r} f \right) \underline{e}_r + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial \theta} f \right) \underline{e}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \left(\frac{\partial}{\partial \varphi} f \right) \underline{e}_\varphi.$$

- Berechnen Sie die Ladungsverteilung $\rho(\underline{r})$, die ein solches Feld erzeugt. Benutzen Sie

$$\nabla \cdot \underline{u} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 u_r)}{\partial r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(u_\theta \sin \theta)}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial u_\varphi}{\partial \varphi}.$$

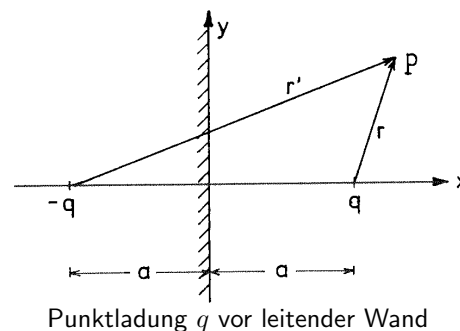
Aufgabe 2 (5 Punkte): *Integrale Form des Gauß'schen Gesetzes*

Betrachten Sie als Spezialfall einer kontinuierlichen Ladungsverteilung eine homogen geladene Kugel.

- Leiten Sie ausgehend von der differentiellen Form des Gauß'schen Gesetzes eine Integralform dieses Zusammenhangs zwischen dem elektrischen Feld \underline{E} und der Ladungsdichte ρ her.
- Eine Kugel vom Radius R habe die konstante Ladungsdichte ρ_0 . Berechnen Sie das elektrische Feld \underline{E} für diese homogen geladene Vollkugel.
Hinweis: Lösen Sie die beiden Integrale aus (a) unter Berücksichtigung der gegebenen Symmetrie. Betrachten Sie die Fälle $r > R$ und $r < R$.
- Stellen Sie das Ergebnis für das elektrische Feld $|\underline{E}(r)|$ grafisch dar.

Aufgabe 3 (7 Punkte): *Punktladung vor einer leitenden Ebene*

Eine Punktladung q befinde sich im Abstand a vor einer unendlich ausgedehnten leitenden Wand. Welche Ladungsdichte wird in der Wand induziert? Wie groß ist die gesamte Ladung der Ebene? Behandeln Sie das Problem durch Einführung einer Bildladung.



1. Übung TPIII WS 18/19

Scheinkriterien:

- Mindestens 50% der Übungspunkte (Abgabe in 3er Gruppen).
Ab dem zweiten Übungsblatt werden Einzel- und Zweierabgaben nicht mehr akzeptiert!
- Regelmäßige, aktive Teilnahme an den Tutorien.
- Bestandene Klausur.

| Sprechstunden | | |
|---------------------------|--|-----|
| Prof. Dr. Gernot Schaller | | |
| Dr. Dirk Kulawiak | | |
| Dr. Jérôme Burelbach | | |
| Alexander Kraft | | TBA |
| Philip Knospe | | |
| Philipp Stammer | | |