

# Übungsblatt # 3 zur Vorlesung Klassische Theoretische Physik III

Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Theoretische Festkörperphysik

Dr. Giuseppe Toscano (giuseppe.toscano@kit.edu)

Prof. Dr. Carsten Rockstuhl (carsten.rockstuhl@kit.edu)

## Übung 1 - Elektrostatik im Vakuum - Durchflutungsgesetz (3 Punkte)

Geben Sie den von einer Punktladung  $q$  erzeugten Fluß des elektrischen Feldes durch eine gedachte Kreisfläche mit Radius  $r$  an, wenn sich die Punktladung im Abstand  $a$  lotrecht über dem Kreismittelpunkt befindet!

## Übung 2 - Elektrostatik im Vakuum - Poisson-Gleichung (4 Punkte)

Das Potential eines neutralen Wasserstoffatoms im Grundzustand ist im zeitlichen Mittel durch

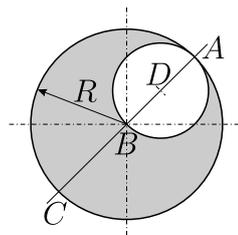
$$\phi(\mathbf{r}) = \frac{e}{4\pi\epsilon_0} \frac{\exp\left\{-\frac{2r}{a}\right\}}{r} \left(1 + \frac{r}{a}\right)$$

gegeben. Dabei ist  $e$  der Betrag der Elementarladung und  $a$  der Bohrsche Radius. Nutzen Sie die Poisson-Gleichung, um die zugehörige Ladungsverteilung zu bestimmen. Wie können Sie dieses Ergebnis physikalisch interpretieren?

Hinweis: Eine Diskussion des Grenzfalles  $r \rightarrow 0$  sollte Ihnen verdeutlichen, dass für die Ladungsverteilung eines **neutralen** Wasserstoffatoms eine gesonderte Betrachtung dieses Grenzfalles notwendig ist. Dazu sollten zusätzlich das Durchflutungsgesetz, der Gaußsche Satz und  $\nabla f(r)$  hilfreich sein.

## Übung 3 - Elektrostatik im Vakuum - Gaußsches Gesetz (5 Punkte)

Gegeben sei eine homogen mit der Ladungsdichte  $\rho_0$  geladene Kugel ( $K$ ) mit Radius  $R$ . Aus dieser soll eine kleinere Kugel mit dem Radius  $\frac{R}{2}$  derart ausgeschnitten werden, dass sich beide Kugeloberflächen in einem Punkt  $A$  berühren und die Ladungsdichte im Inneren der kleineren Kugel verschwindet. Der Durchstoßpunkt der Gerade durch  $A$  und den Mittelpunkt  $B$  der großen Kugel durch die Oberfläche der großen Kugel sei der Punkt  $C$ . Der Mittelpunkt der kleinen Kugel sei  $D$ . Bestimmen Sie Betrag und Richtung der elektrischen Feldstärke in den Punkten  $A$ ,  $B$ ,  $C$  und  $D$ .



Hinweis: Aufgrund des Superpositionsprinzips kann die Betrachtung separiert werden.

**Abgabetermin:** Freitag, 06. 11. 2015 um 9:45 Uhr.