

## 4 Tutorium für 05.04.2019

### 4.1 Elektrisches Feld im Wasserstoffatom

Die Elektronendichte  $\rho(\mathbf{r})$  im neutralen Wasserstoffatom ist in sphärischen Koordinaten proportional zu  $\exp(-2r/a_0)$ , wobei  $a_0$  der Bohr-Radius ist.

- (a) Berechne und zeichne ein Feld  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ , proportional zum gemeinsamen elektrischen Feld von Elektron und punktförmigem Proton.
- (b) Wie verhält sich dieses Feld für  $r \ll 1$  und für  $1 \ll r$ .

### 4.2 Leidener Flasche

Zwei koaxiale dünne Hohlzylinder mit Radien  $R_1 < R_2$  und Länge  $L \gg R_2$  tragen die Ladung  $\pm Q/2$ , gleichmäßig verteilt.

- (a) Berechne das elektrische Feld  $\mathbf{E}(\mathbf{r})$  in allen Bereichen.
- (b) Welche mechanische Arbeit  $W$  wird verrichtet, wenn eine kleine Testladung  $q \ll Q$  vom inneren Zylinder zum äußeren transportiert wird. Wie hängt  $W$  vom gewählten Weg ab?
- (c) Der innere Zylinder und dessen Ladung wird entfernt. Welche mechanische Arbeit  $W$  wird verrichtet, wenn die Testladung vom verbleibenden äußeren Zylinder in die Ferne transportiert wird? (Ein qualitatives Ergebnis mit Begründung reicht.)

### 4.3 Dipolfeld

Zwei ungleichnamige Punktladungen  $\pm Q$  befinden sich in den Punkten  $(0, 0, \pm d)^T$ . Gib das elektrische Fernfeld  $\mathbf{E}_{(r,\vartheta,\varphi)}(r, \vartheta, \varphi)$  in sphärischen Koordinaten an.

---

ankreuzbar: 4.1(ab), 4.2(a), 4.2(b), 4.2(c), 4.3