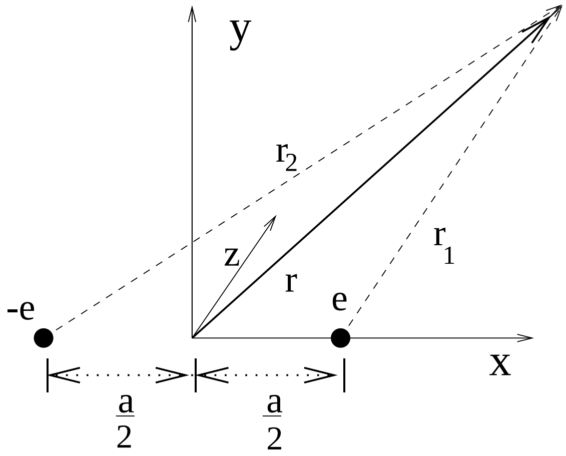
Gruppenübungen zur theoretischen Elektrodynamik (Rose/Hoffstätter)

7.5.1998, Aufgabenblatt zur Präsenzübung Nr. 3

**Aufgabe 1)** Zwei Ladungen $e$ und $-e$ befinden sich im Abstand $a$.

- Berechnen Sie das Potential, indem sie die Wurzelausdrücke für den Abstand




  für $r \gg a$ entwickeln.

- Das Dipolmoment ist definiert als: $\vec{p} = e\vec{a}$. Schreiben Sie die Gleichung für das Potential mittels des Dipolmoments $\vec{p}$ und des radialen Einheitsvektors $\vec{e_r}$ in Kugelkoordinaten um und berechnen Sie das elektrische Feld.Verwenden Sie dabei
$$\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial r}\vec{e_r} + \frac{1}{r sin\theta}\frac{\partial}{\partial\varphi}\vec{e_\varphi} + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial\theta}\vec{e_\theta} \; .$$

- Berechnen Sie die Energie eines Dipol im elektrischen Feld ($r \gg a$).

- Ein zweiter Dipol $\vec{p}_2$ sich im Feld eines ersten $\vec{p}_1$. Welche Wechselwirkungsenergie üben sie aufeinander aus?

- Den Binnendruckterm in einem realen van-der-Waals Gas kann man durch Dipol-Wechselwirkungsenergie erklären. Dieser läßt sich zu $a = \frac{VAN_A}{3}$ berechnen mit $V$= Molvolumen des Gases, $N_A$ = Avogadro-Zahl, $A$=WW-Energie.

  Setzen Sie für $A$ die bereits berechnete Dipol-WW-Energie ein, und nehmen Sie ferner an, daß die Dipole bei niedriger Temperatur ausgerichtet sind und daher einen kleinen Winkel zueinander haben. Die Wechselwirkung soll nur mit dem nächsten Nachbarn stattfinden. Überlegen Sie sich einen geeigneten, mittleren Molekülabstand bei einer Teilchendichte $n$ und berechnen Sie den Binnendruck.

  Das HCl-Molekül hat eine Länge von ca. 1Å. Welcher Druck stellt sich nach ihrer Rechnung ein? (gemessen a=0,36$Jm^3$)