2. Klausur zur Theoretischen Physik I WS 2002/2003

- Aufgabe 1 :

  Gegeben sind Verteilungen von Ladungen und Strömen im materiefreien Raum.

  a) Geben Sie die Maxwellschen Gleichungen
  für die Felder $\vec{E}(\vec{r},t)$ und $\vec{B}(\vec{r},t)$ an !

  b) Welche Gleichungen ergeben sich im Fall der Elektrostatik ?

  c) Welche Gleichungen ergeben sich im Fall der Theorie
  stationärer Magnetfelder ?

- Aufgabe 2 :

  Im Mittelpunkt einer **geerdeten** metallischen Hohlkugel (Radius R) befindet sich eine Punktladung q.

  a) Geben Sie das Potential einer Punktladung an !
  Berechnen Sie für das gegebene Problem das Potential innerhalb
  und ausserhalb der Kugel !

  b) Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}$, die auf der Kugeloberfläche influenzierte Flächenladungsdichte σ sowie die Gesamtladung Q !
  Hinweis: $E_a^n = \sigma/\varepsilon_o$

- Aufgabe 3 :

  Eine Hohlkugel vom Radius R trage die Ladungsdichte

  $$\rho(\vec{r}) = \sigma_o \, \delta(r - R)$$

  a) Berechnen Sie die Konstante σ_o, wenn die Gesamtladung auf der Hohlkugel Q ist !

  b) Berechnen Sie das elektrische Feld im gesamten Raum mit Hilfe des physikalischen Satzes von Gauß !

- Aufgabe 4 :

  Gegeben sei in z-Richtung ein unendlich langer, dünner Draht mit der Linienladung λ als Grenzwert

  $$\lambda = \lim_{Q\to\infty, L\to\infty} Q/L$$

  a) Berechnen Sie das Potential $\varphi(r)$ für diese linienhafte Verteilung durch Lösung der Poisson'schen Differentialgleichung

  $$\Delta\varphi(\vec{r}) = -\frac{1}{\epsilon_o}\rho(\vec{r})$$

  in ebenen Polarkoordinaten $\{r, \Phi\}$ für $r = \sqrt{x^2 + y^2} > 0$. Beachten Sie, daß das elektrische Potential geeignet normiert werden muß !

  b) Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}$ mit Hilfe des physikalischen Satzes von Gauß !

Lösen Sie entweder Aufgabe 5 oder Aufgabe 6

- Aufgabe 5 :

Eine Kugel vom Radius R sei geladen mit der Ladungsdichte

$$\rho(\vec{r}) = c_o \, r^3 \qquad c_o = const.$$

a) Berechnen Sie die Gesamtladung Q und das Dipolmoment $\vec{p}$!

b) Berechnen Sie durch Integration der entsprechenden Maxwellschen Gleichung das elektrische Feld im gesamten Raum !
Hinweis: Verwenden Sie Kugelkoordinaten !

- Aufgabe 6 :

Gegeben sei ein abgeschirmtes Coulombpotential der Struktur

$$\varphi(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_o} \, (1 + \alpha \, r) \, \frac{e^{-\alpha r}}{r} \quad ; \quad Q, \alpha = const.$$

a) Berechnen Sie die zugehörige Ladungsdichte $\rho(r)$!

b) Berechnen Sie die Ladung Q_R innerhalb einer Kugel vom Radius R !