2. Klausur zur Theoretischen Physik I WS 2001/2002

- Aufgabe 1 :

  a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment J einer homogenen Lochscheibe (Innenradius R_i, Außenradius R_a, Dicke d) bezogen auf die Symmetrieachse (z-Achse).

  b) Berechnen Sie die Rotationsenergie der Scheibe für die 2 Fälle
  - Rotation um die Symmetrieachse,
  - Rotation um eine dazu parallele Achse (Abstand b).

- Aufgabe 2 :

Ein Teilchen der Masse m bewegt sich unter dem Einfluß der Kraft

$$\vec{F} = -k_x\, x\, \vec{e}_x - k_y\, y\, \vec{e}_y - k_z\, z\, \vec{e}_z \;\; ; \;\; k_x,\; k_y,\; k_z = const.$$

  a) Zeigen Sie, daß $\vec{F}$ konservativ ist und berechnen Sie das zugehörige Potential !
  Leiten Sie aus der Lagrange-Funktion die Euler-Lagrangeschen Gleichungen ab !

  b) Berechnen Sie die Zeitableitung des Drehimpulses $d\vec{L}/dt$ für den Fall $k_x = k_y = k_z$.

- Aufgabe 3 :

Eine Kugel vom Radius R sei geladen mit der Ladungsdichte

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

  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 4 :

Gegeben sei das folgende System von 4 Punktladungen q_i an Positionen $\vec{r}_i$:

$$+q : (0,0,0),\; -q : (d,0,0),\; -q : (0,d,0),\; +q : (d,d,0)$$

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

  b) Berechnen Sie die Komponenten des Quadrupoltensors Q_{ij} !
  Hinweis : $Q_{ij} = \int d^3\vec{r}\; \rho(\vec{r})\; (\; 3x_i x_j - r^2 \delta_{ij}\;)$!

bitte wenden !

- Aufgabe 5:

  Berechnen Sie die Komponenten der magnetischen Induktion $\vec{B}(\vec{r})$ für den Fall, daß das Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r})$ in die z-Richtung zeigt ?

Lösen Sie entweder Aufgabe 6 oder Aufgabe 7

- Aufgabe 6 :

  Ein Teilchen mit der Ladung q bewegt sich mit der Geschwindigkeit $\vec{V} = \dot{\vec{R}}(t)$. Dadurch wir die Stromdichte $\vec{j} = q\ \vec{V}\ \delta(\vec{r} - \vec{R}(t))$ erzeugt.

  a) Berechnen Sie den Drehimpuls des Teilchens !

  b) Berechnen Sie das magnetische Moment

  $$\vec{m} = \frac{1}{2} \int d^3r\ (\vec{r} \times \vec{j})$$

  und vergleichen Sie mit dem Ergebnis aus a) !

- Aufgabe 7:

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

  b) Leiten Sie mit Hilfe von a) die homogene Wellengleichung für das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r}, t)$ oder für das Feld der magnetischen Induktion $\vec{B}(\vec{r}, t)$ ab !