Theoretische Physik II: Elektrodynamik

Prof. F.Wegner, Universität Heidelberg, SS03
3. Übungsblatt, Präsenzübung 21.05.03, Hausaufgaben Abgabetermin: 23.5.03

P4. Zwei permanente elektrische Dipole $\vec{p_1}$ und $\vec{p_2}$ seien zunächst an den Orten $\vec{r}_1$ und $\vec{r}_2$ mit beliebiger Einstellung festgehalten.

a) Man bestimme die auf die Dipole wirkenden Drehmomente.
b) Man gebe die Einstellungen größter und kleinster potentieller Energie an.
c) Man bestimme die auf die Dipole wirkenden Kräfte.

Nun seien die Dipole im Raum frei beweglich.

d) Sind Gesamtimpuls und Gesamtdrehimpuls erhalten?

H7. a) Berechne das Potential in der Umgebung eines geraden Drahtes mit der Linienladungsdichte λ.

(2 Punkte)

b)Berechne das Potential für zwei Drähte $(x, y) = (-a, 0)$ und $(x, y) = (+a, 0)$ mit den Linienladungsdichten -λ und λ. Auf welchen Flächen ist das Potential konstant?

(2 Punkte)

H8. Atomkerne sind im allgemeinen nicht kugelsymmetrisch, sondern deformiert ("prolat" oder "oblat"). Ihre Oberfläche kann beschrieben werden durch

P4. Two permanent electrical dipoles $\vec{p_1}$ and $\vec{p_2}$ are initially fixed at the points $\vec{r}_1$ and $\vec{r}_2$ with arbitrary positions.

a) Determine the torques acting on the dipoles.
b) Specify the positions of the largest and of the lowest potential energy.
c) Determine the forces acting on the dipoles.

Now, the dipoles are free movable in space.

d) Are the total momentum and the total angular momentum conserved?

H7. a) Evaluate the potential in the vicinity of a straight conductor with line charge density λ.

(2 points)

b)Evaluate the potential for two conductors $(x, y) = (-a, 0)$ and $(x, y) = (+a, 0)$ with the line charge densities -λ and λ. On which surfaces is the potential constant?

(2 points)

H8. Atomic nuclei are in general not spherically symmetric ("prolate" or "oblate"). Their surface can be described by

$$R(\theta, \phi) = R_0 \cdot [a(\beta) + \beta Y_{2,0}(\theta)]$$

mit dem Deformationsparameter β ($|\beta| < 1$). Die Funktion $a(\beta)$ wird hier eingefügt, um das Kernvolumen bei Veränderung von β (also bei einer Deformation) konstant zu halten, da die Kernmaterie in guter Näherung inkompressibel ist. Der mittlere Radius des Kerns ist gegeben durch $R_0 = 1.3\text{fm} \cdot A^{\frac{1}{3}}$, wobei A die Zahl der Nukleonen im Kern ist. Außerdem trägt der Kern die (homogenen verteilte) Gesamtladung Ze, wobei Z die Zahl der Protonen ist.

a) Bestimmen Sie die Function $a(\beta)$ aus der Forderung, dass das Volumen des Kerns stets $\frac{4\pi}{3}R_0^3$ sein sol. Nehmen Sie dabei als Ansatz ein Polynom zweiten Grades in β und vernachlässigen Sie die höheren Terme.

(2 Punkte)

b) Berechnen Sie die sphärischen Multipolmomente $q_{l,m}$ des Kerns bis zu Termen linear in β. Geben Sie damit das elektrostatische Potential außerhalb des Kerns an.

(2 Punkte)

c) Wie groß ist das Quadrupolmoment $q_{2,0}$ für Ytterbium ($A = 168$, $Z = 70$, $\beta = 0.3$)? Geben Sie das Ergebnis in Einheiten von e_0 fm^2 an.

(1 Punkt)

H9. Drücke $([\vec{a} \times \vec{b}][\vec{c} \times \vec{d}])$ durch Skalarprodukte aus.

(1 Punkt)

with the deformation parameter β ($|\beta| < 1$). Here, the function $a(\beta)$ is introduced in order to hold the nuclear volume constant, because in a good approximation the nuclear matter is incompressible. The mean radius of the nucleus is given by $R_0 = 1.3\text{fm} \cdot A^{\frac{1}{3}}$ where A is the number of nucleons in the nucleus. Moreover the nucleus carries the (homogeneously distributed) total charge Ze, where Z is the number of protons.

a)Determine the function $a(\beta)$ requiring that the volume of the nucleus must be always $\frac{4\pi}{3}R_0^3$. In doing so use a polynomial of the second degree in β as an ansatz and neglect the higher order terms.

(2 points)

b) Calculate the spherical multipole moments $q_{l,m}$ of the nucleus up to the term linear in β. Specify with it the electrostatic potential outside of the nucleus.

(2 points)

c) How large is the quadrupole moment $q_{2,0}$ for Ytterbium ($A = 168$, $Z = 70$, $\beta = 0.3$)? Specify the result in units of e_0 fm^2.

(1 point)

H9. Express $([\vec{a} \times \vec{b}][\vec{c} \times \vec{d}])$ by scalar products.

(1 point)