Prof. Dr. H. Engel
Valentin Flunkert, MSc
Dipl.-Phys. Frank Milde

Tutoren: Sibylle Anderl, Sebastian Brandstetter, Christopher Wollin

2. Übungsblatt zur Einführung in die Theoretische Physik II

Abgabe: bis Dienstag 7.11.2006 14:00 Uhr im Briefkasten im Physik Altbau/Ernst-Ruska Bau.

Aufgabe 3 (10 Punkte): *mathematische Übungen*

(a) Berechne die Divergenz der folgenden Vektorfelder

$$\begin{array}{lrcll} \text{(i)} & \underline{r} & = & (x, y, z) & \text{(Ortsvektor)} \\ \text{(ii)} & \underline{D}(\underline{r}) & = & (xy, yz, zz) & \\ \text{(iii)} & \underline{E}(\underline{r}) & = & (x^2, y^2, z^2) & \\ \text{(iv)} & \underline{F}(\underline{r}) & = & \underline{a}(\underline{r}) \times \underline{b}(\underline{r}). & \end{array}$$

(b) (i) Berechne das Flussintegral

$$\Phi = \int_S \underline{df} \cdot \underline{A},$$

wobei $\underline{A} = (-x, -y, -z)$ ist und die Fläche S durch die Gleichung $x^2 + y^2 + (z-2)^2 = 1$ beschrieben ist.

(ii) Berechne das selbe Flussintegral mit dem Satz von Gauss.

Tipp: Zum berechnen der Intgerale muss zuerst die Fläche bzw. das Volumen parametrisiert werden.

(c) Berechne folgende Ausdrücke

(i) $$\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x \sin(x)\, e^{\cos(x)}\, \delta(x - \frac{\pi}{2})$$

(ii) $$\int_{-\infty}^{\infty} dx \int_{-\infty}^{\infty} dy \int_{-a}^{a} dz\, \delta(x - x_0)\, \delta(y - y_0)\, e^{-(x-x_0)^2 + y}\, z^2$$

(iii) $$\int_{-\infty}^{\infty} dx\, x^2\, \delta(\alpha(x-1))$$ (durch Substitution für $\alpha > 0$).

(iv) Wann ergibt das Integral

$$\int_{-\infty}^{a} dx\, \delta(x - b)$$

eins bzw. null?

Aufgabe 4 (10 Punkte): *Geladene Kugelsphären*
Auf zwei konzentrischen Kugeloberflächen mit den Radien R_1 und R_2 mit $R_1 < R_2$ befinden sich die homogen verteilten Ladungen Q bzw. $-Q$.

(a) Geben Sie die Ladungsdichte in Abhängigkeit von $|\underline{\mathbf{r}}| = r$ an.

(b) Berechnen Sie das elektrische Feld $\underline{\mathbf{E}}$ und das skalare Potenzial ϕ für die Bereiche $r \leq R_1$, $R_1 \leq r \leq R_2$ und $R_2 \leq r$. Bestimmen Sie die auftretenden Konstanten durch die Stetigkeitsbedingungen bei $r = R_1$ und $r = R_2$. Außerdem soll gelten $\phi(r \to \infty) = 0$.

(c) Skizzieren Sie den Verlauf des skalaren Potenzials ϕ.