

ÜBUNGSAUFGABEN (III)

(Besprechung am Mittwoch, 9.05.2012)

Aufgabe 1: (3 Punkte)

Das elektrische Feld im Inneren eines langen und dünnen homogen geladenen Zylinders mit Symmetrieachse in z -Richtung sei gegeben durch

$$\vec{E}(\vec{r}) = a (x \hat{e}_x + y \hat{e}_y) ,$$

mit $a = -2 \text{ V/m}^2$. Skizzieren Sie die zugehörigen elektrischen Feldlinien in der xy -Ebene. Berechnen Sie weiterhin das elektrostatische Potential $\Phi(\vec{r})$ und skizzieren Sie dessen Äquipotentiallinien für $\Phi(\vec{r}) - \Phi(0) = 0 \text{ V}, 2 \text{ V}, 4 \text{ V}$ und 6 V in der xy -Ebene.

Aufgabe 2: (3 Punkte)

Gegeben sei ein homogenes elektrisches Feld $\vec{E} = (E_x, E_y, E_z)$. Berechnen Sie das Integral $\oint_A \vec{D} d\vec{A}$ über die geschlossene Oberfläche A eines Würfels mit der Kantenlänge L , dessen Mittelpunkt im Ursprung des Koordinatensystems liegt und dessen Kanten entlang den Raumrichtungen x , y und z verlaufen. Wie ändert sich das Ergebnis, wenn über die nicht geschlossene Oberfläche des halben Würfels (oberhalb der x - y -Ebene) integriert wird?

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Berechnen und skizzieren Sie den Potential- und Feldstärkeverlauf $\varphi(r)$ und $\vec{E}(r)$ für eine Hohlkugel vernachlässigbarer Wandstärke und homogener Oberflächenladung (Radius R , Ladung Q) sowohl für $r \leq R$ als auch für $r > R$. Wie groß ist die Arbeit, die man aufwenden muss, um eine Ladung q von $r=0$ bis $r=R$ sowie von $r=R$ bis $r \rightarrow \infty$ zu bringen, wenn $\varphi(\infty)=0$ sein soll?

Tipp: Verwenden Sie die erste Maxwellsche Gleichung.

Aufgabe 4: (4 Punkte)

Eine Kugel (Masse $m = 0.01 \text{ kg}$, Ladung $Q = 10^{-8} \text{ C}$) hängt an einem Faden (Länge l), der an einer senkrecht stehenden, leitenden Platte vernachlässigbarer Dicke mit Oberflächenladung $\sigma = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ C/m}^2$ befestigt ist (vgl. Skizze). Berechnen Sie das elektrische Feld $\vec{E}$ der unendlich ausgedehnten Platte sowie die aus dem Gleichgewicht von Erdanziehungs- und Coulombkraft resultierende Winkelauslenkung α des Fadens.

