5. Tutorium **für 24.04.2020**

5.1 Minkowski-Diagramme

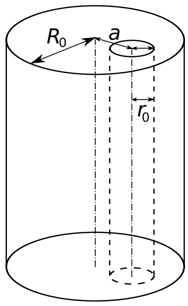
Veranschauliche mit Hilfe von Minkowski-Diagrammen die Relativität der Gleichzeitigkeit, die Zeitdilatation und die Längenkontraktion.

5.2 Punktladung zwischen gewinkelten Leiterebenen

Zwei geerdete Leiterebenen treffen sich in einem Winkel von 60° im Ursprung. Eine Punktladung q befinde sich im Abstand r_0 vom Ursprung entlang der x-Achse, sodass der Winkel zwischen der x-Achse und den beiden Platten jeweils 30° beträgt.
a) Welche Anordnung von Spiegelladungen löst das Randwertproblem? Skizziere die Anordnung, bestimme die Ortsvektoren der Spielgelladungen und schreibe die Poissongleichung und die Randbedingungen an.
b) Bestimme das elektrostatische Potenzial und zeige, dass die Randbedingungen erfüllt sind.
c) Bestimme die Oberflächenladungsdichte auf der oberen Leiterebene.

5.3 Zylinder mit exzentrischer Längsbohrung

a) Gegeben sei ein unendlich langer Zylinder mit Radius R_0 mit homogener Raumladungsdichte ρ_0. Berechne das elektrostatische Potential $\phi(\vec{r})$ und das davon abgeleitete elektrostatische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ im Inneren und Äußeren des Zylinders durch Lösen der Poisson-Gleichung $\Delta\phi(\vec{r}) = -4\pi\rho(\vec{r})$. Das Potential kann hierbei so gewählt werden, dass es entlang der Zylinderachse endlich ist. Weitere Integrationskonstanten sind geeignet zu wählen, dass das Resultat *jeder* Integration im gesamten Raum stetig ist.

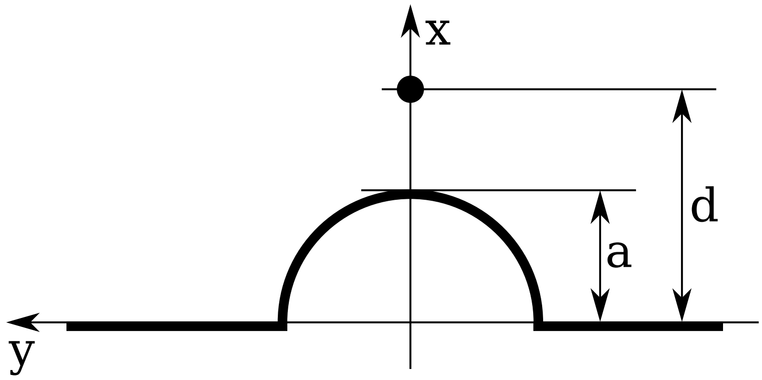


b) In diesen unendlich langen Zylinder wird nun ein unendlich langes achsenparalleles aber exzentrisches Loch mit

Radius r_0 gebohrt (siehe nebenstehende Skizze). Der Abstand der Achse des Zylinders zur Achse der Bohrung sei a, wobei $a + r_0 < R_0$ gelte (d.h., die Bohrung befindet sich zur Gänze innerhalb des Zylinders). Berechne für den (ladungsfreien) Innenraum der Bohrung das elektrostatische Potential und das elektrostatische Feld.

5.4 Zylindermantelförmige Ausbuchtung auf leitender Ebene

Eine Leiterebene hat eine zylindermantelförmige Ausbuchtung, wobei der Querschnitt des Zylinders ein Halbkreis vom Radius a ist. Ein unendlich langer unendlich dünner geladener Stab mit der Ladung τ pro Längeneinheit befindet sich gegenüber der Ausbuchtung im Abstand $d > a$ von der Ebene. Der Leiter befindet sich auf dem Potential $\phi = 0$.
a) Berechne das Potential im Raum oberhalb der leitenden Oberfläche mit Hilfe der Bildladungsmethode, und überprüfe, dass das Potential überall auf der Leiteroberfläche verschwindet und auch asymptotisch regulär ist.
b) Berechne die auf der Ausbuchtung A und der Leiterebene E influenzierten Flächenladungsverteilungen $\sigma_A(\varphi)$ und $\sigma_E(y)$ sowie die zugehörigen Gesamtladungen pro Längeneinheit in z-Richtung und deren Summe.
Hinweis zum Integral: $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{1 \pm A \cos\varphi} = \frac{\frac{\pi}{2} \mp \arcsin A}{\sqrt{1-A^2}}$ für $0 < A < 1$.
Weiterer Hinweis: $\arcsin A = \arctan \frac{A}{\sqrt{1-A^2}}$.



Ankreuzbar: 1, 2ab, 2c, 3ab, 4ab