

# Übungsblatt 6

für das Tutorium am 05.05.2017

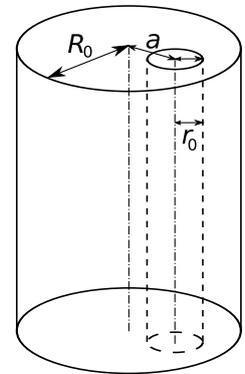
## 1. Energie- und Impulserhaltung und relativistischer Doppler-Effekt

Ein Elektron  $e^-$  und ein Positron  $e^+$ , jeweils mit der Ruhemasse  $m_e$  und mit der Bindungsenergie  $E_B$  zu einem Positronium gebunden, vernichten sich gegenseitig unter Abstrahlung zweier Photonen.

- Berechne die Energie, den Impuls und die Frequenz der Photonen im Ruhesystem des Positroniums.
- Das Positronium bewege sich mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}$  vom Beobachter weg und zerfalle in zwei Photonen, die sich parallel und antiparallel zu  $\vec{v}$  bewegen. Welche Energie, welchen Impuls und welche Frequenz  $\nu'$  misst ein Beobachter für das Photon, welches sich auf ihn zu bewegt? Gib die Frequenz  $\nu'$  in Abhängigkeit von der Frequenz  $\nu$ , die das Photon im Ruhesystem des Positrons hat, an.

## 2. Zylinder mit exzentrischer Längsbohrung

- Gegeben sei ein unendlich langer Zylinder mit Radius  $R_0$  und homogener Raumladungsdichte  $\rho_0$ . Berechne das elektrostatische Potenzial  $\phi(\vec{r})$  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 Potenzial kann hierbei so gewählt werden, dass es entlang der Zylinderachse endlich ist. Weitere Integrationskonstanten sind geeignet zu wählen, so dass das Resultat *jeder* Integration im gesamten Raum stetig ist.
- 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 Potenzial und das elektrostatische Feld.

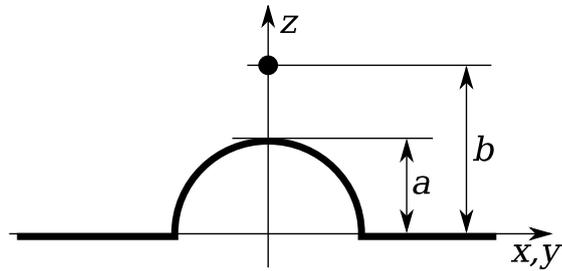


## 3. Leitende Ebene mit kugelförmiger Ausbuchtung

Betrachte eine unendlich ausgedehnte geerdete Ebene mit einer Ausbuchtung in Form einer Halbkugel mit Radius  $a$ . Eine Punktladung  $q$  befindet sich auf der Symmetrieachse im Abstand  $b > a$  vom Mittelpunkt der Halbkugel (siehe Bild unten).

- Berechne das elektrostatische Potenzial  $\phi$  mit Hilfe der Methode der Bildladung und überprüfe, dass es die richtigen Randbedingungen erfüllt.

(b) Berechne die auf der Halbkugel influenzierte Gesamtladung.



Ankreuzbar: 1a, 1b, 2ab, 3a, 3b

F r o h e   O s t e r n !