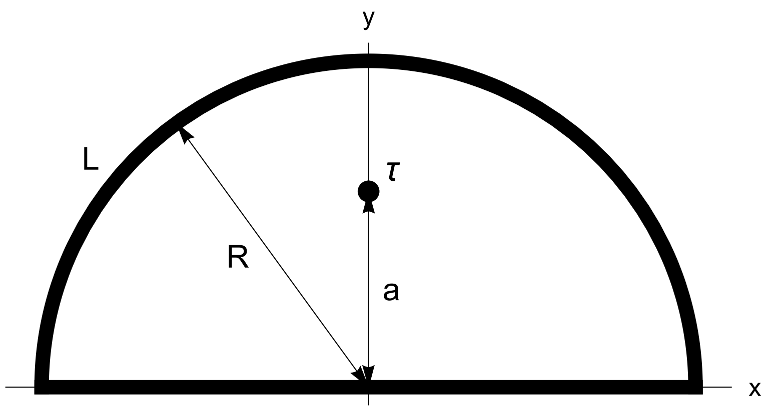
6. Tutorium **für 08.05.2020**

6.1 Teilchenzerfälle[1]

a) Überprüfen Sie durch eine explizite Rechnung, ob ein massives Teilchen ein einzelnes Photon aussenden kann ohne seine Masse zu ändern.
b) Ein Teilchen mit der Masse m zerfällt in zwei Teilchen mit den Massen m_1 und m_2. Berechnen Sie im Schwerpunktssystem wie sich die verfügbare Energie auf die zwei Teilchen aufteilt.
Welches der zwei Zerfallsprodukte hat die größere kinetische Energie für $m \neq 0$, $m_1 = 0$, $m_2 \neq 0$?
Ist der Zerfall in zwei Photonen, $m_1 = m_2 = 0$, möglich? Begründen Sie Ihre Antwort.
c) Überprüfen Sie durch eine explizite Rechnung, ob ein masseloses Teilchen in zwei massive Teilchen zerfallen kann.

6.2 Geladener Stab im halbzylindrischen Hohlleiter

Wir betrachten einen in z-Richtung unendlich ausgedehnten Stab mit der Linienladungsdichte τ. Dieser befinde sich im Inneren eines unendlich langen geerdeten Hohlleiters, L, mit halbkreis-förmigen Querschnitt (Radius R) an der Position $x = 0$ und $y = a$.

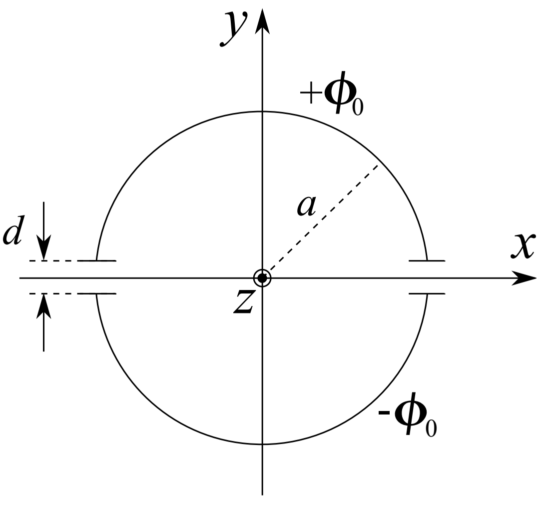


[1] 6.1 und 6.2 sind Beispiele eines früheren Tests.

a) Berechnen Sie das elektrostatische Potenzial, $\Phi(\vec{r})$, für den geladenen Stab an der Position $x = 0$ und $y = a$ <u>im Vakuum</u> (z.B. mittels des Gaußschen Satzes).
Hinweis - Gradient in Zylinderkoordinaten: $\vec{\nabla} f = \frac{\partial f}{\partial \rho}\vec{e}_\rho + \frac{1}{\rho}\frac{\partial f}{\partial \varphi}\vec{e}_\varphi + \frac{\partial f}{\partial z}\vec{e}_z$
b) Geben Sie die Feldstärke, $\vec{E}_A(\vec{r})$, außerhalb des Hohlleiters an und begründen Sie Ihre Antwort. Geben Sie die Formel zur Berechnung der Flächenladungsdichte am Leiter an. Wie groß ist die gesamte induzierte Ladung pro Längeneinheit am Hohlleiter?
c) Geben Sie die Randbedingungen, die das Potenzial erfüllen muss, an und begründen Sie Ihre Antwort. Bestimmen Sie das Potenzial für die gesamte Konfiguration und zeigen Sie, dass die Randbedingungen erfüllt sind.

6.3 Geteilter Kreiszylinder

Ein unendlich langer unendlich dünnwandiger leitender Kreiszylinder mit dem Radius a ist durch einen Schnitt längs seiner Achse in zwei Hälften geteilt, welche voneinander durch einen schmalen Spalt der Breite d, $d \ll a$, isoliert sind und auf den Potenzialen $+\phi_0$ bzw. $-\phi_0$ gehalten werden (siehe Abbildung).



a) Berechne das elektrostatische Potenzial $\phi(R, \varphi)$ für $R < a$ und $R > a$.
b) Berechne die Flächenladungsdichte $\sigma(\varphi)$ auf dem leitenden Zylinder.
c) Berechne die Ladung pro Längeneinheit auf den Kreiszylinderhälften sowie die Kapazität dieser Anordnung pro Längeneinheit.
Anleitung: Der Spalt soll nur bei Punkt (c) berücksichtigt werden, bei den Punkten (a) und (b) soll er ignoriert werden. Als Ansatz im Inneren kann verwendet werden $\phi(R, \varphi) = A_0 + \sum_{m=1}^{\infty} [A_m \cos m\varphi + B_m \sin m\varphi] \left(\frac{R}{a}\right)^m$.

Verwende ferner die Formel

$$\sum_{n=0}^{\infty} p^{2n+1} \frac{\sin\left[(2n+1)\,\varphi\right]}{2n+1} = \frac{1}{2} \arctan \frac{2p\sin\varphi}{1-p^2}, \quad 0 < \varphi < 2\pi,\ p^2 \leq 1.$$

Bei Punkt (c) soll der führende Term der Kapazität angegeben werden (Winkelfunktionen im Ergebnis für $d \ll a$ entwickeln). Hinweis: $\int \frac{d\varphi}{\sin\varphi} = \log\left|\tan\frac{\varphi}{2}\right|$.

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