Lesson 9． Mathcadは高電圧工学を解くのに便利

内半径roで外径がその e 倍の同軸ケーブルの電界。

$\varepsilon_1 := \varepsilon_0 \cdot 2$ $\quad r_0 := 0.1\ m$ $\quad E(r) := \dfrac{V}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon_1 \cdot r}$ $\quad V := 10\ kV$

Q.9-1　上記同軸問題の解を用いて電界分布をグラフに示せ。

$\sqrt{(x)^2 + y^2} < r_0$ $\quad E(x,y) := 0$ $\quad \varepsilon_1 = \left(1.771 \cdot 10^{-11}\right) \dfrac{F}{m}$

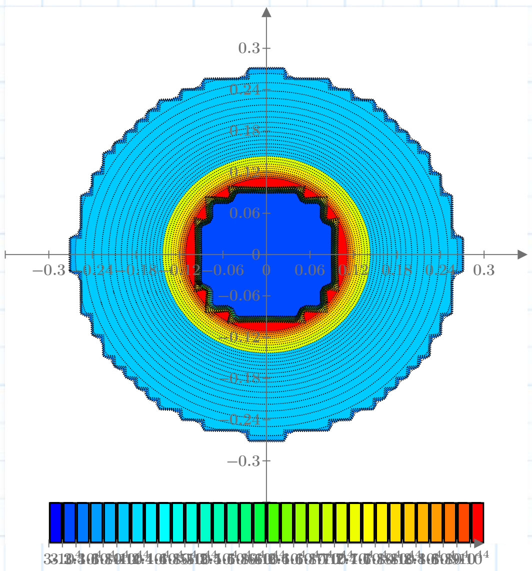
$\sqrt{(x)^2 + y^2} > r_0$ $\quad E(x,y) := \dfrac{V}{\sqrt{x^2 + y^2}}$

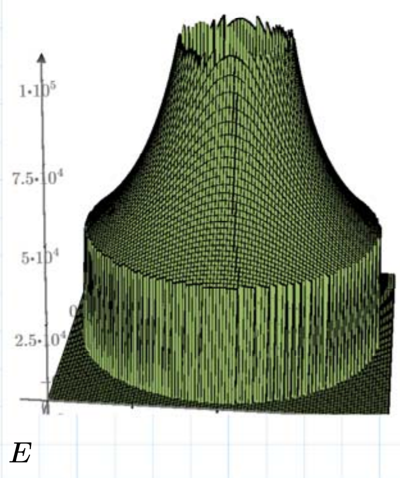
$\sqrt{(x)^2 + y^2} > e \cdot r_0$ $\quad E(x,y) := 0$

$E := \mathrm{CreateMesh}(E, -0.3, 0.3, -0.3, 0.3, 200, 200)$

$$E(x,y) := \begin{cases} 0 & \text{if } \left(\left(x^2 + y^2\right) < 0.01\right) \\ \dfrac{V}{\sqrt{x^2 + y^2} \cdot 1\ m} & \text{else if } \left(\left(x^2 + y^2\right) < 0.01 \cdot e^2\right) \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

$E(0.1, 0) = 100\ \dfrac{kV}{m}$





[redacted]

Q.9-2　上記同軸問題を 2 roまでの誘電率が 2 倍の 2 層同軸問題として電界分布をグラフに示せ。

$\sqrt{(x)^2+y^2}<r_0$ 　　$E(x,y):=0$ 　　$2\cdot\ln\left(\frac{e}{2}\right)+\ln(2)=1.307$

$\sqrt{(x)^2+y^2}>r_0$ 　　$E(x,y):=\dfrac{V}{\sqrt{x^2+y^2}\cdot 1.307}$ 　　$(0.1\cdot e)^2=0.074$

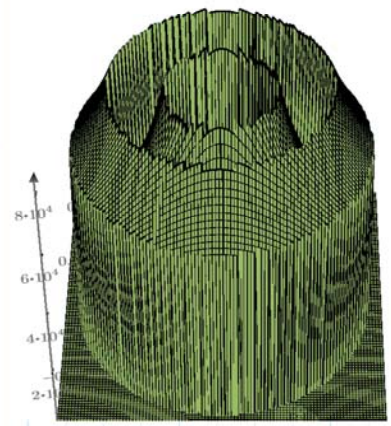
$\sqrt{(x)^2+y^2}>2\cdot r_0$ 　　$E(x,y):=\dfrac{2\cdot V}{\sqrt{x^2+y^2}\cdot 1.307}$

$E:=\text{CreateMesh}(E,-0.3,0.3,-0.3,0.3,100,100)$

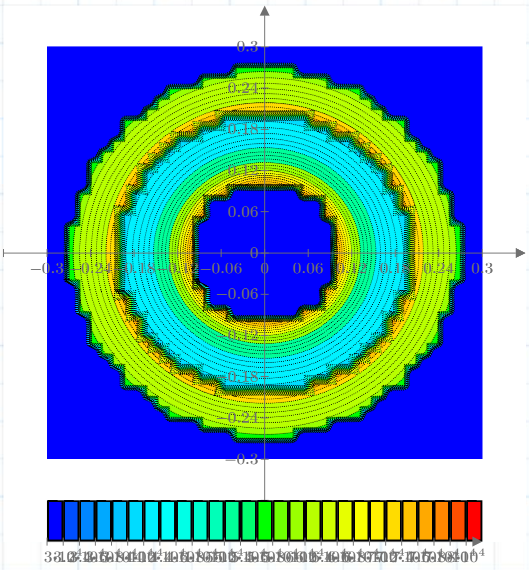
$$E(x,y):=\begin{cases}\text{if } ((x^2+y^2)<0.01) & 0\\ \text{else if } ((x^2+y^2)<0.04) & \dfrac{V}{1.307\cdot\sqrt{x^2+y^2}\cdot 1\ m}\\ \text{else if } ((x^2+y^2)<0.074) & \dfrac{2\cdot V}{1.307\cdot\sqrt{x^2+y^2}\cdot 1\ m}\\ \text{else} & 0\end{cases}$$

$E(0.1,0)=76.511\ \dfrac{kV}{m}$

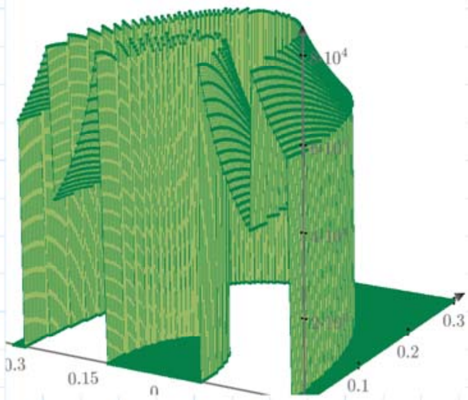
$E(0.2,0)=76.511\ \dfrac{kV}{m}$



E



E



E

[redacted]

Q.9-3　上記同軸問題を誘電率が半径に反比例する誘電体を用いたとして電界分布をグラフに示せ。

$\sqrt{(x)^2+y^2}<r_0$　　$E(x,y):=0$　　$Q:=\left(6.475\cdot 10^{-6}\right)\dfrac{C}{m}$

$\sqrt{(x)^2+y^2}>r_0$　　$E(x,y):=\dfrac{Q}{2\cdot\pi\cdot\dfrac{\varepsilon_1}{\sqrt{x^2+y^2}}\cdot\sqrt{x^2+y^2}}$

$\sqrt{(x)^2+y^2}>r_0\cdot e$　　$E(x,y):=0$　　$\left(r_0\cdot e\right)^2=0.074\ m^2$

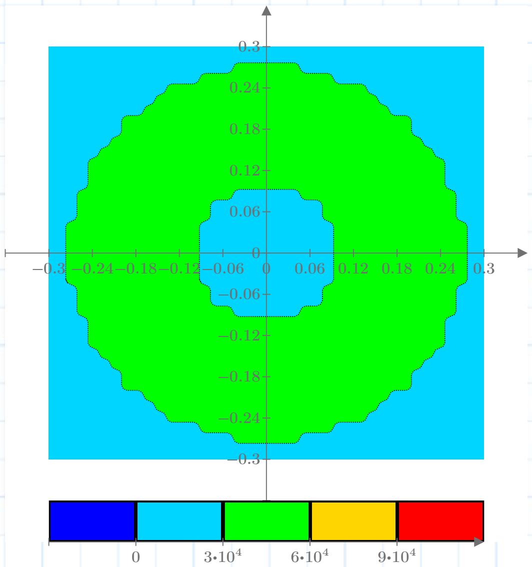
$E:=\mathrm{CreateMesh}(E,-0.3,0.3,-0.3,0.3,100,100)$

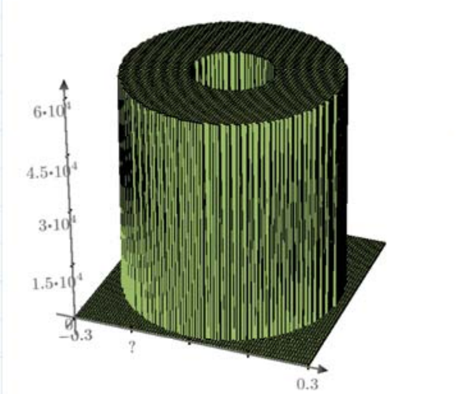
$$E(x,y):=\begin{array}{l}\text{if }\left(\left(x^2+y^2\right)<0.01\right)\\ \quad 0\\ \text{else if }\left(\left(x^2+y^2\right)<0.074\right)\\ \quad \dfrac{Q}{2\cdot\pi\cdot\varepsilon_1\cdot 1\ m}\\ \text{else}\\ \quad 0\end{array}$$

$E(0.18,0)=58.2\ \dfrac{kV}{m}$

$$\int_{r_0}^{r_0\cdot e}\frac{Q_0}{2\cdot\pi\cdot\varepsilon_1\cdot 1\ m}\,\mathrm{d}r=V\ \xrightarrow{solve,Q_0}\ 731.33349874442258103\cdot\varepsilon_0\cdot kV=\left(6.475\cdot 10^{-6}\right)\frac{C}{m}$$

$731.3\cdot kV\cdot\varepsilon_0=\left(6.475\cdot 10^{-6}\right)\dfrac{C}{m}$　　この電荷量を最初の式に代入している。





ところで、この平均電界は最初から分かっていた。つまり同軸系に対しても平行平板と同じ平等電界となる様に設計しているので、**電位差を距離で割れば平均電界**である。

$$E:=\frac{V}{r_0\cdot(e-1)}\ \xrightarrow{simplify\ \ float,3}\ \frac{58.2\cdot kV}{m}$$

[redacted]