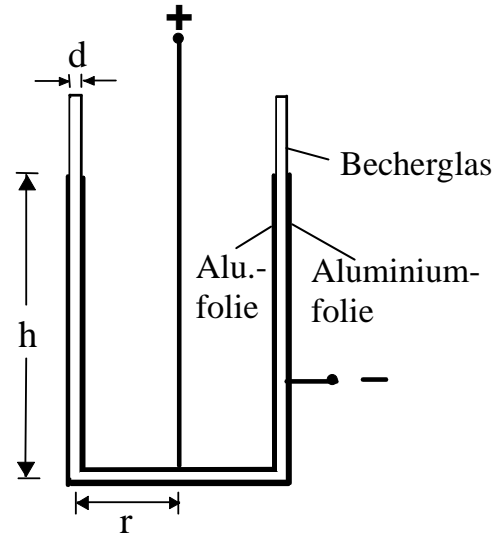


- 2.0 In der Frühzeit der Erforschung der Elektrizität (um 1750) konnte man elektrische Energie nur in so genannten "Leidener Flaschen" speichern. Eine Leidener Flasche ist ein zylindrisches Becherglas, das innen und außen mit Aluminiumfolie beklebt ist. Es stehen sich also wie bei einem Plattenkondensator zwei gegeneinander isolierte Metallflächen gegenüber; der "Plattenabstand" ist gleich der Dicke des Glases. Wegen der geringen Dicke des Glases sind die Flächeninhalte der inneren und der äußeren Aluminiumfolie als gleich groß anzusehen. Der kreisförmige Boden einer Leidener Flasche hat den Radius $r = 4,3\text{ cm}$. Der Boden ist vollständig, die zylindrische Wand bis zur Höhe $h = 20,0\text{ cm}$ innen und außen mit Aluminiumfolie beklebt. Die Glasdicke beträgt $d = 2,5\text{ mm}$, die Dielektrizitätszahl der Glassorte $\epsilon_r = 8,0$.



Siehe nebenstehende, nicht maßstabgetreue Skizze.

In allen Punkten des elektrischen Feldes zwischen den beiden Aluminiumfolien soll der Betrag der elektrischen Feldstärke gleich groß sein.

- 2.1 Berechnen Sie die Kapazität C dieser Leidener Flasche.

[Ergebnis: $C = 1,7\text{ nF}$]

- 2.2 Unter der "Durchschlagsfestigkeit" versteht man die maximale elektrische Feldstärke E_{\max} , bei der ein Dielektrikum gerade noch isoliert.

Für Glas wird die Durchschlagsfestigkeit mit $E_{\max} = 30 \cdot 10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ angesetzt.

Berechnen Sie die Spannung U_{\max} , die höchstens an die Leidener Flasche angelegt werden kann, und die Ladung Q_{\max} , welche die Leidener Flasche bei dieser Spannung

U_{\max} speichert.

- 2.3.0 Monozellen werden als Stromquellen für Gleichstromkreise verwendet. In den folgenden Teilaufgaben wird untersucht, ob sich eine Leidener Flasche ebenfalls als Stromquelle eignet. Die in 2.0 beschriebene Leidener Flasche wird auf die Spannung $U_0 = 6,0\text{ kV}$ aufgeladen.

- 2.3.1 Einer Monozelle mit der Spannung $U_M = 1,5\text{ V}$ entnimmt man während der Betriebsdauer $t_B = 25\text{ h}$ einen konstanten Strom der Stärke $I_M = 0,12\text{ A}$.

Bestimmen Sie, um welchen Faktor die aus der Monozelle entnommene Energie größer ist als die in der Leidener Flasche bei der Spannung $U_0 = 6,0\text{ kV}$ gespeicherte elektrische Energie.

- 2.3.2 Die Leidener Flasche wird ab dem Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ über einen ohmschen Widerstand $R = 80\ \Omega$ entladen. Vor dem Entladevorgang besitzt die Leidener Flasche bei der Spannung $U_0 = 6,0\text{ kV}$ die Ladung Q_0 . Die Abhängigkeit der Ladung Q der Leidener Flasche von der Zeit t wird durch die Gleichung $Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ für $t \geq 0\text{ s}$ beschrieben. Berechnen Sie den Betrag der Stromstärke I für den Zeitpunkt $t_0 = 0\text{ s}$ und den Zeitpunkt t_E , zu dem die Ladung der Leidener Flasche und somit auch die Stromstärke um 99% abgenommen hat.