

Fragenkatalog Laborübung Dielektrische Werkstoffe

1) eine Kondensatoranordnung mit 2 Luftspalten (siehe Laborskript) war gegeben.

--> Cs berechnen

--> scheinbare Dielektrizitätszahl ϵ_r' berechnen

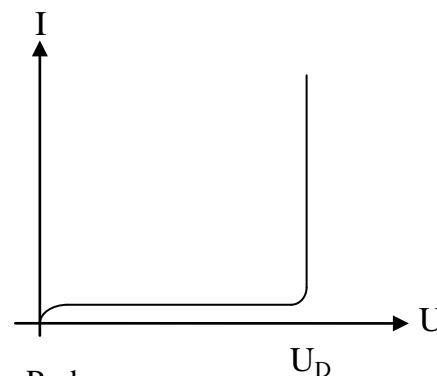
$$\epsilon_r' = \frac{\epsilon_r * (1 + \frac{d_l}{d_x})}{1 + \epsilon_r * \frac{d_l}{d_x}} \quad C_S = \epsilon_0 * \epsilon_r' * \frac{A}{d_E}$$

2) Welche elektrischen Werkstoffkenngrößen sind für ein Dielektrikum wichtig, und geben sie alle Einheiten an

Oberflächenwiderstand ρ_S	[Ω]
Spez. Durchgangswiderstand ρ_D	[Ωm]
dielektrischer Verlustfaktor $\tan \delta$	[1]
relative Dielektrizitätszahl ϵ_r	[1]
Durchschlagsfestigkeit ED	[kV/mm]

3) Definieren sie die Begriffe Durchschlagsspannung und Durchschlagsfestigkeit.

Von welchen Kriterien ist die Durchschlagsspannung abhängig. Skizzieren sie einen typischen Spannungs/Stromverlauf.



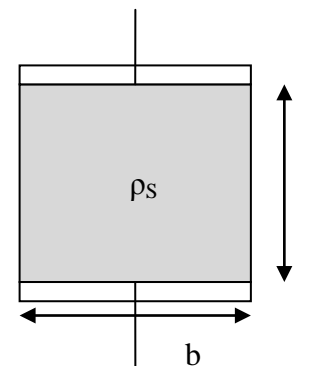
Durchschlagsspannung $U_D \rightarrow$ Spannung, bei der der Isolator sein Isolationsvermögen verliert; Zerstörung an Durchschlagsstelle hängt von Kurvenform der Prüfspannung, Geschwindigkeit, Spannungssteigerung, Zeitdauer der Spannungsbeanspruchung, Umgebungstemperatur, Luftdruck, relative Luftfeuchte, Zustand der Probe

Durchschlagsfestigkeit E_D ist Quotient aus der Durchschlagsspannung U_D und dem Abstand s der beiden Elektroden, zwischen denen die Spannung angelegt wird (Voraussetzung: gleichförmiges Feld zwischen Elektroden)

4) Wie berechnet man den Durchgangs-/Oberflächenwiderstand? Geben Sie eine Skizze mit Formel und Einheit an!

Oberflächenwiderstand $\rho_S = R_S * b/l$ [Ω]
 R_S .. gemessener Widerstand, b ... Breite, l ... Länge

Durchgangswiderstand $\rho_D = R_D * A/d$ [Ωm]
 R_D ... gemessener Widerstand, A ... Fläche der Messelektrode, d ... Dicke der Probe



5) Wie misst man die Permittivität eines Materials (+ Skizze)?

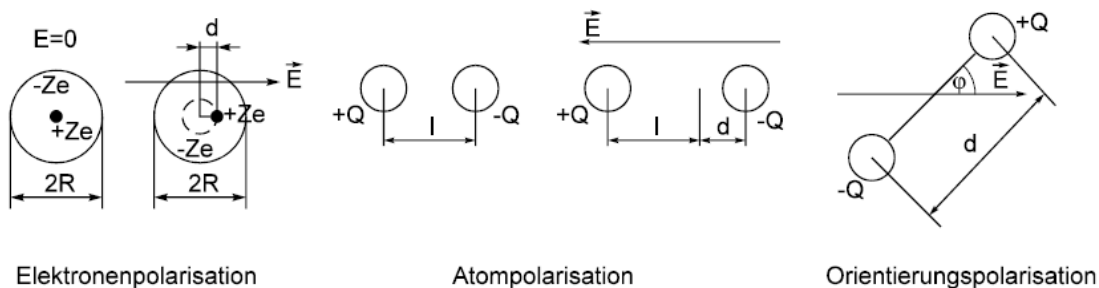
Plattenförmige Proben werden zwischen die Elektroden eines Stoffmesskondensators gebracht und die Kapazität gemessen. Aufgrund der bekannten Geometrie kann die relative Dielektrizitätszahl berechnet werden. Messelektroden sollten möglichst homogenes elektrisches Feld erzeugen. Problem: kein idealer Kontakt möglich \rightarrow Luftspalt \rightarrow Ersatzschaltbild und Luftspalteinfluss wegrechnen

6) Polarisationsarten

Elektronenpolarisation: im elektrischen Feld verschiebt sich bei allen Atomen die negativ geladene Elektronenhülle gegen den positiv geladenen Atomkern → Dipolmomente, deren Summe die Elektronenpolarisation eines Stoffes ausmachen, Einstellzeit $10^{-14} - 10^{-15}$ s

Atompolarisation (Ionen- oder Gitterpolarisation): bei Molekülen mit Ionenbindung kommt es aufgrund der unterschiedlichen Ladungen zu unterschiedlichen Verrückungen der Atome aus ihren Gleichgewichtslagen, wodurch in jedem Molekül ein Dipolmoment induziert wird, Einstellzeit $10^{-12} - 10^{-13}$ s

Orientierungspolarisation: wenn Moleküle bereits durch unsymmetrische Ladungsverteilung permanente elektrische Dipolmomente besitzen, resultierendes Dipolmoment verschwindet jedoch durch Wärmebewegung. Durch elektrisches Feld kommt es zu Gleichgewicht zwischen dem durch das Feld verursachten Ordnungszustand und der thermisch bedingten Unordnung → charakteristische Temperaturabhängigkeit, Beeinflussung von Druck und Dichte. Relaxationszeiten $10^{-9} - 10^{-11}$ s



7) Durchschlagsarten

Lawinendurchschlag: Elektron wird durch Feldstärke beschleunigt, ist kinetische Energie groß genug, wird getroffenes Atom ionisiert und es entstehen zusätzliche freie Elektronen → lawinenartiges Anwachsen von Leitungselektronen

thermischer Durchschlag: lokale Überhitzung und dadurch initiierte Freisetzung von Ladungsträgern

elektrolytischer Durchschlag: schon bei sehr kleinen Leckströme können sich Metallionen baumartig an den Elektroden anlagern und so Stromleitpfade bilden

Gasentladungsdurchschlag: Innenseite der Einschlussstelle wird von Ionen und Elektronen beschossen. Dadurch wird die Oberfläche zersetzt und Elektronenlochpaare im Dielektrikum generiert, was den Durchschlag einleitet.

8) Oberflächenwiderstand (Messschaltung, Formel + Herleitung)

$$\rho_s = R_s \frac{2\pi \left(\frac{d_1}{2} + \frac{\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2}}{2} \right)}{\frac{d_2}{2} - \frac{d_1}{2}} = R_s \frac{4\pi \left(\frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{4} - \frac{d_1}{4} \right)}{d_2 - d_1} = R_s \pi \frac{d_1 + d_2}{d_2 - d_1}$$

R_s ... gemessener Widerstand

d_1 ... Durchmesser der Messelektrode

d_2 ... Innendurchmesser des Schutzringes

