

Matériaux diélectriques, Série de TD : 02

Exercice 01 :

Soit une région (la figure ci-dessous) composée des matériaux diélectriques suivants :

Verres : $E \approx 7 \text{ kV/mm}$; $\tan\delta = 0,02 \text{ à } 0,04$; $\epsilon_r = 7$.

Céramiques :

$E \approx 10 \text{ à } 20 \text{ kV/mm}$; $\tan\delta = 5.10^{-4} \text{ à } 1,2.10^{-2}$; $\epsilon_r = 10 \text{ à } 3000$.

Papiers :

$E \approx 50 \text{ à } 80 \text{ kV/mm}$ (papier sec) ;

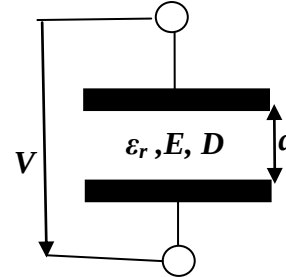
$E \approx 100 \text{ kV/mm}$ (papier imprégné d'huile)

$\tan\delta = 2.10^{-3} \text{ à } 4.10^{-3}$; $\epsilon_r = 4 \text{ à } 6$.

PVC : $E \approx 15 \text{ à } 50 \text{ kV/mm}$; $\tan\delta = 50.10^{-3} \text{ à } 80.10^{-3}$; $\epsilon_r = 4 \text{ à } 5$.

Caoutchouc : $E \approx 20 \text{ à } 30 \text{ kV/mm}$; $\tan\delta = 2.10^{-3} \text{ à } 6.10^{-3}$; $\epsilon_r = 3$.

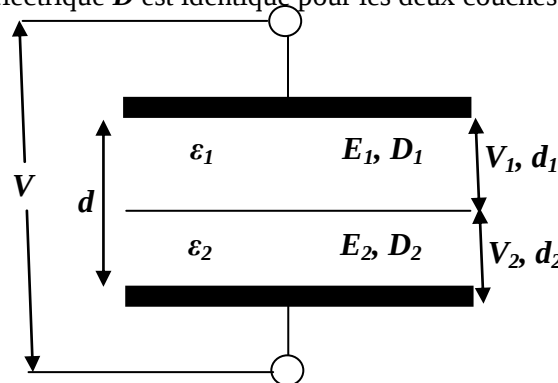
Huiles minérales : $E \approx 9 \text{ à } 10 \text{ kV/mm}$; $\tan\delta = 4.10^{-4}$; $\epsilon_r = 4 \text{ à } 6$.



1. Calculer la tension appliquée V pour que l'espace inter-électrodes $d=1\text{cm}$. Donner votre conclusion ;
2. Calculer les capacités des diélectriques de section 2.10^{-4}m^2 et déduire leurs résistances d'isollements à 50Hz ;
3. Calculer la charge électrique Q des deux conducteurs ;
4. Donner leurs utilisations industrielles.

Exercice 02 :

L'utilisation de diélectriques différents est souvent nécessaire pour des raisons constructives mécaniques. Admettons une région composée de deux diélectriques soumis à un champ uniforme E , figure ci-dessous. Cette configuration représente deux capacités en série dont les caractéristiques ϵ_1 , d_1 et ϵ_2 , d_2 . Le déplacement électrique D est identique pour les deux couches.



1. Trouver les expressions des champs électriques E_1 et E_2 .
2. Examiner l'influence des différents paramètres de ce système et donner deux exemples d'applications industrielles.

Exercice 03 :

Le pont de Schering est un montage classique utilisé pour la mesure des condensateurs en haute tension et pour déterminer les pertes diélectriques dans les isolants en général (mesure sur éprouvettes d'isolants solides, liquides ou gazeux). Un isolant placé entre deux conducteurs peut être modélisé de manière simplifiée par le circuit équivalent en courant alternatif. Le condensateur à mesurer est figuré par la capacité C_x et la résistance représentative des pertes par R_x .

1. Donner les deux circuits équivalents d'une isolation en courant alternatif ainsi que leurs diagrammes vectoriels.
2. Déterminer le facteur de dissipation diélectrique des deux modélisations.
3. Expliquer la différence entre un bon isolant et un mauvais isolant.

4. Tracer le montage du pont de Schering.
5. Déterminer R_x , C_x et $\tan \delta_x$ du condensateur en fonction des paramètres du pont de Schering.
6. Donner l'influence de l'humidité et de la température sur l'isolant.

Exercice 04 :

Les isolants habituellement utilisés en haute tension ne sont jamais parfaitement homogènes. Il existe dans le matériau des cavités de formes et dimensions diverses. Elles sont la cause principale de vieillissement et de destruction des isolations solides à moyen et à long terme. Considérons une plaque diélectrique de permittivité relative du diélectrique $\epsilon_r=4$ d'épaisseur $d=10\text{mm}$, à l'intérieur de laquelle se trouve une cavité en forme de disque plat de hauteur $d_1=0.1\text{mm}$ et de surface S .

1. Donner le schéma équivalent et le circuit électrique équivalent d'une plaque diélectrique contenant une cavité gazeuse.
2. La tension appliquée sur les armatures de la plaque diélectrique est **20kV** à **50 Hz**.
 - a. Calculer la tension et le champ électrique moyen à l'intérieur de la cavité.
 - b. Nous savons que, dans l'air à la pression atmosphérique, le champ critique de claquage est de l'ordre de **21 kV/cm** en valeur efficace et **30 kV/cm** en valeur crête. Interpréter le résultat de la question 2.