Corrigé type

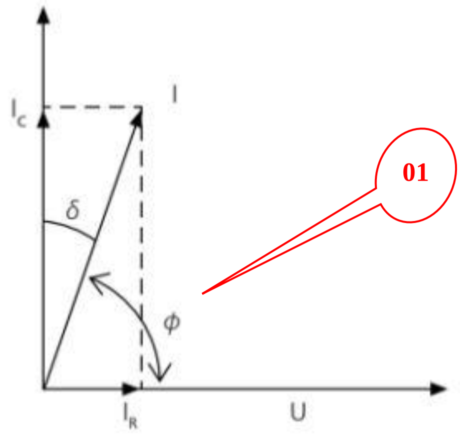
Compréhensions (04 pts)

En haute tension expliquer brièvement les phénomènes suivants :

- 01 **Claquage de l'air** : Phénomène où l'air, normalement isolant, devient conducteur sous un champ électrique suffisamment intense, provoquant une décharge disruptive.
- 01 **Contournement** : Création d'un arc électrique entre deux conducteurs en raison de charges accélérées.
- 01 **Effet de Pointe** : Accumulation de charges sur les zones pointues, augmentant le champ électrique.
- 01 **Effet de Couronne** : Ionisation de l'air autour d'un conducteur en haute tension, créant une luminescence.

Exercice 1 (05 pts)

1- Diagramme vectoriel de tension et des courants



01

2- Déterminer :

a- Le facteur de perte diélectrique tgδ.

$$\text{tg}\delta = \frac{I_R}{I_C} = \frac{\frac{U}{R_p}}{\frac{U}{\frac{1}{C_p \times \omega}}} = \frac{1}{R_p \times C_p \times \omega}$$ 0.5

b- La puissance dissipée Δp dans le diélectrique (Δp perte par effet joule).

$$\Delta p = I_R{}^2 \times R_p = I_R{}^2 = \left(\frac{U}{R_p}\right)^2 \times R_p = \frac{(U)^2}{R_p}$$ 0.5

$$\text{tg}\delta = \frac{1}{R_p \times C_p \times \omega} \Rightarrow R_p = \frac{1}{\text{tg}\delta \times C_p \times \omega}$$ 0.5

$$\Delta p = U^2 \times \text{tg}\delta \times C_p \times \omega$$ 0.5

3- Calcul de C_p et R_p

0.5 0.5

$$C_p = \frac{\Delta p}{U^2 \times tg\delta \times \omega} = \frac{20}{(5000)^2 \times 0.025 \times 2 \times 3.14 \times 50} = 1.02 \times 10^{-7}\ F = 102\ nF$$ 0.5

$$R_p = \frac{1}{tg\delta \times C_p \times \omega} = \frac{1}{0.025 \times 1.02 \times 10^{-7} \times 2 \times 3.14 \times 50} = 1.25 \times 10^{6}\ \Omega = 1.25\ M\Omega$$

0.5

$$R_p = \frac{(U)^2}{\Delta p} = \frac{(5000)^2}{20} = 1.25 \times 10^{6}\ \Omega = 1.25\ M\Omega$$

Exercice 2 (04 pts)

Pour calculer la perméabilité relative des deux matériaux, on utilise la formule : $\mu_r = \frac{B}{\mu_0 \times H}$

Où B est l'induction magnétique (en teslas), μ_0 est la perméabilité magnétique du vide ($4\pi \times 10^{-7}$ H/m), et H est le champ magnétique (en A/m).

01

Pour le fer doux, B=1 T et H=600 A/m :

$\mu_{r(fer)} = \frac{B}{\mu_0 \times H_{fer}}$ 0,5 $\mu_r = \frac{1.2}{4\pi \times 10^{-7} \times 600} = 1592.35$ 01

Pour la fonte, B=1 T et H=955 A/m :

$\mu_{r(fonte)} = \frac{B}{\mu_0 \times H_{fonte}}$ 0,5 $\mu_r = \frac{1.2}{4\pi \times 10^{-7} \times 955} = 1000.43$ 01

Exercice 3 (07 pts)

1. Capacité du condensateur plan sans diélectrique

La capacité C d'un condensateur plan est donnée par la formule : $C = \frac{\varepsilon_0 \times S}{d}$

0.5

Où :

- ε_0 est la permittivité du vide (ε_0 =8.85×10^{-12} F/m) :
- S est l'aire des plaques (S=πr^2, avec r=3 cm=0.03 m) ;
- d est la distance entre les plaques (d=10 mm=0.01 m).

Calcul de l'aire des plaques :

$S = \pi\ (0.04)^2 = 5.02 \times 10^{-3}\ m^2$ 0.5

Calcul de la capacité :

$$C = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 5.02 \times 10^{-3}}{0.01} = 4.44 \times 10^{-12} F = 4.44\ pF$$ 0.5

2. Capacité avec une lame de polyamide

Une lame de polyamide d'une épaisseur de 5 mm est positionnée selon un plan médian, formant ainsi trois condensateurs en série : deux condensateurs à air et un condensateur à diélectrique polyamide (figure 1).

Lorsqu'un diélectrique est inséré entre les armatures, la capacité devient : $C_{\text{diéle}} = \frac{\varepsilon_0 \times \varepsilon_r \times S}{d_{\text{diéle}}}$ 0.5

Cependant, si le diélectrique ne remplit pas tout l'espace entre les armatures, la formule générale est :

$$\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_{\text{air}}} + \frac{1}{C_{\text{diéle}}} + \frac{1}{C_{\text{air}}} = \frac{2}{C_{\text{air}}} + \frac{1}{C_{\text{diéle}}}$$

0.25

Chaque condensateur a une capacité donnée par :

$$C_{air} = \frac{\varepsilon_0 \times S}{d_{air}}$$ 0.5

$$C_{diéle} = \frac{\varepsilon_0 \times \varepsilon_r \times S}{d_{diéle}}$$ 0.5

Où d_{air} est la distance entre le diélectrique et chaque armature et $d_{diéle}$ est l'épaisseur du diélectrique ($d_{diéle}$=0.005 m).

$$d_{\text{air}} = \frac{\text{d} - d_{\text{diéle}}}{2}$$ 0.5

$$d_{\text{air}} = \frac{0.01 - 0.005}{2} = 0.0025\, m$$ 0.5

Calcul des capacités individuelles :

$$C_{\text{air}} = \frac{\varepsilon_0 \times S}{d_{\text{air}}} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 5.02 \times 10^{-3}}{0.0025} = 17.77 \times 10^{-12}\text{F} = 17.77\ \text{pF}$$ 0.5

$$C_{\text{diéle}} = \frac{\varepsilon_0 \times \varepsilon_{\text{r}} \times S}{d_{\text{diéle}}} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 3.5 \times 5.02 \times 10^{-3}}{0.005} = 31.10 \times 10^{-12}\text{F} = 31.10\ \text{pF}$$ 0.5

La capacité équivalente $C_{\text{éq}}$ de trois condensateurs en série est donnée par :

$$\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{2}{17.77} + \frac{1}{31.10} = \frac{1}{6.91}$$ 0.25

$$C_{\text{éq}} = 6.91 \times 10^{-12}\text{F} = 6.91\ pF$$ 0.5

3. Capacité avec une lame de cuivre

Le cuivre est un conducteur parfait, donc le champ électrique est nul à l'intérieur. Lorsque la lame de cuivre est insérée entre les armatures, elle divise le condensateur en deux condensateurs en série de capacité égale.

La capacité équivalente $C_{\text{éq}}$ de trois condensateurs en série est donnée par :

$$\frac{1}{C_{\text{éq}}} = \frac{1}{C_{\text{air}}} + \frac{1}{C_{\text{air}}} = \frac{2}{C_{\text{air}}} = \frac{1}{8.88}$$ 0.5

$$C_{\text{éq}} = 8.88 \times 10^{-12}\text{F} = 8.88\ pF$$ 0.5