

## Diélectrique dans condensateur à plaque

### DEFINITION DES CONSTANTES DE DIELECTRICITE DE DIFFERENTS MATERIAUX

- Mesure statique de la tension  $U$  sur un condensateur à plaque pour différents diélectriques avec écart de plaque fixe  $d$ .
- Définition des constantes de diélectricité  $\epsilon_r$  de différents matériaux.

UE3010850

09/15 UD

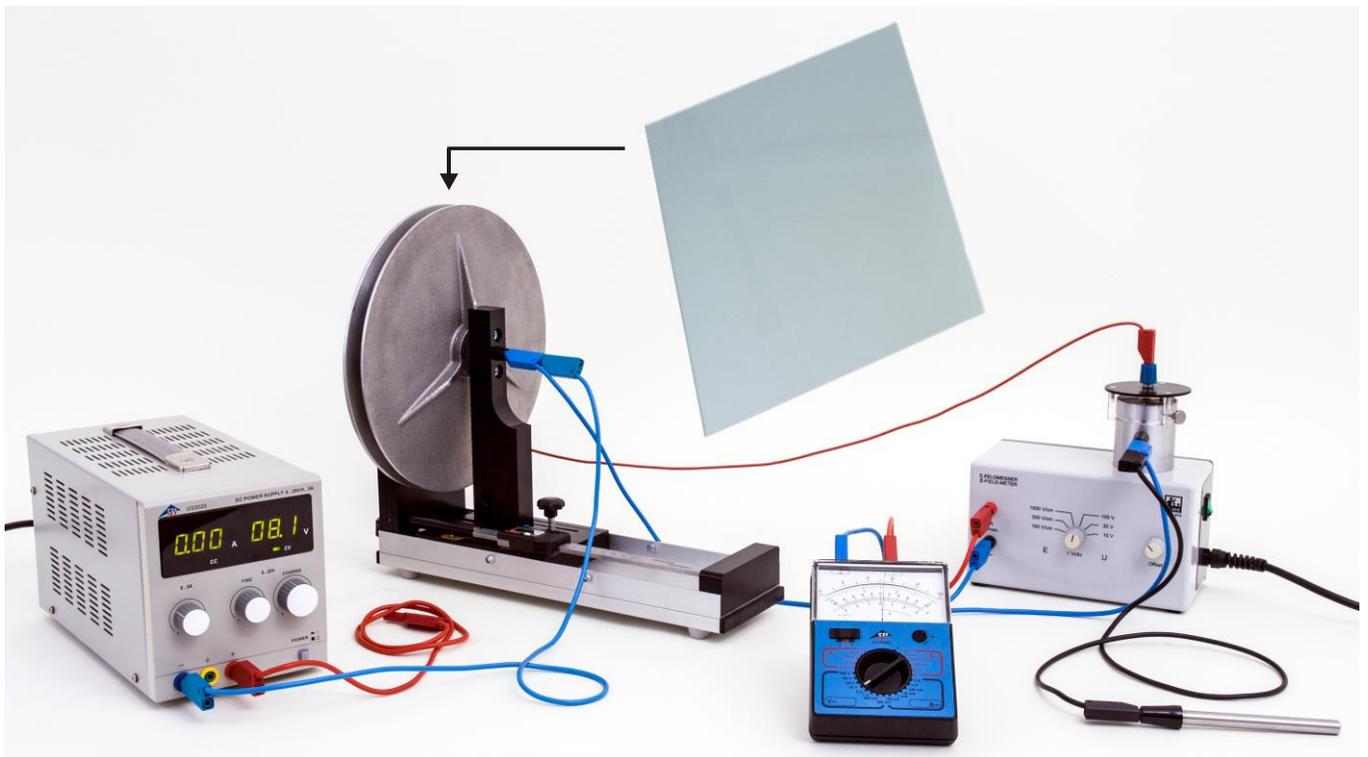


Fig. 1 : Disposition pour mesure

### NOTIONS DE BASE GENERALES

Un diélectrique est un matériau non conducteur ou faiblement conducteur, sans porteur de charge à déplacement libre, qui est traversé par un champ électrique. Il peut s'agir d'un gaz, d'un liquide ou d'un solide. Le diélectrique est polarisé par le champ électrique. Tout d'abord, les dipôles électriques peuvent être induits par un déplacement de la charge dans les atomes ou les molécules, ou entre des ions de charge différente dans le diélectrique (polarisation par déplacement). Des dipôles permanents disposés de manière aléatoire dans le diélectrique peuvent être orientés dans un champ électrique (polarisation par orientation).

La constante de diélectricité ou la permittivité relative  $\epsilon_r$  du diélectrique est indiquée par la relation entre le champ électrique  $E$  et le déplacement diélectrique  $D$  :

$$(1) \quad D = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot E$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} : \text{Constante de diélectricité du vide.}$$

Si un diélectrique est placé entre les plaques d'un condensateur à plaque, la capacité du condensateur à plaque augmente de  $\epsilon_r$  fois par rapport au vide, on retient :

$$(2) \quad C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$A$  : Surface de plaque  
 $d$  : Écart de plaque

Si le condensateur à plaque est chargé avec la tension  $U_0$  avant placement du diélectrique, c'est selon

$$(3) \quad Q = C_0 \cdot U_0 = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot U_0$$

que la charge  $Q$  s'accumule dans la plaque de condensateur. Cette charge reste constante lorsque le condensateur à plaque est déconnecté de la source de tension.

Lors du placement du diélectrique, aucun courant ne passe entre les plaques de condensateur, et à cause de (2) et de la charge  $Q$  restée constante, la tension  $U_0$  doit être réduite de  $\epsilon_r$  fois :

$$(4) \quad Q = C \cdot U = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot \frac{U_0}{\epsilon_r}$$

avec

$$(5) \quad U = \frac{U_0}{\epsilon_r} \Leftrightarrow \epsilon_r = \frac{U_0}{U}$$

À cause de

$$(6) \quad U_0 = E_0 \cdot d \Leftrightarrow U = E \cdot d$$

le champ électrique  $E_0$  diminue avec écart de plaque fixe  $d$ , en l'occurrence du facteur  $\epsilon_r$  :

$$(7) \quad E = \frac{E_0}{\epsilon_r} \Leftrightarrow \epsilon_r = \frac{E_0}{E}$$

Dans l'expérience, le mesureur de champ électrique comme voltmètre statique permet d'assurer qu'aucun courant ne puisse passer par le voltmètre entre les plaques de condensateur et que la charge  $Q$  reste contenue dans les plaques de condensateur.

## LISTE DES APPAREILS

1	Mesureur de champ électrique	U8533015	1001029/30
1	Condensateur à plaque	U8492355	1006798
1	Plaque de papier bakélinisé	U8492341	1000936
1	Plaque en verre acrylique	U8476371	1000880
1	Bloc d'alimentation CC 0-20 V, 0-5 A	U33020	1003311/2
1	Multimètre analogique Escola 100	U8557380	1013527
1	Set de 15 câbles d'expérimentation 2,5 mm <sup>2</sup>	U13801	1002841

## MONTAGE

- Installer l'expérience comme indiqué dans Fig. 2.

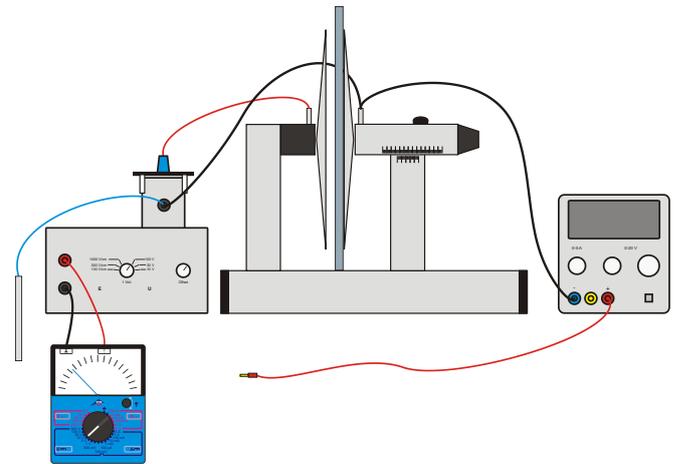


Fig. 2 : Montage pour expérience.

- Placer la plaque voltmètre avec plage de mesure 1x sur le cylindre de protection du mesureur de champ électrique de sorte que l'écart avec la plaque de protection soit aussi minimale que possible. Fixer la plaque voltmètre à l'aide de la vis moletée.
- Connecter la plaque de condensateur fixe avec la plaque voltmètre.
- Connecter la plaque de condensateur mobile à la douille de masse sur le cylindre de protection du mesureur de champ électrique et au pôle Moins de l'adaptateur secteur.
- Brancher la tige de maintien à la douille de masse sur le cylindre de protection du mesureur de champ électrique.
- Brancher une extrémité du câble au pôle Plus de l'adaptateur secteur. Poser l'autre extrémité du câble sur la table sans la brancher.
- Pour mesurer la tension, brancher le multimètre à la sortie de tension du mesureur de champ électrique.
- Régler l'interrupteur de sélection de la plage de mesure du mesureur de champ électrique sur 10 V, allumer le mesureur de champ électrique et attendre env. 3 minutes jusqu'à ce qu'il se soit stabilisé.
- Allumer le bloc d'alimentation et régler la tension sur  $U_0 = 10$  V.

## REALISATION

- Régler l'écart de la plaque  $d = 5$  mm à l'aide de la vis d'ajustement du condensateur à plaque.
- Pour décharger le condensateur à plaque, toucher la plaque de condensateur fixe avec la tige de maintien afin de court-circuiter les plaques. Régler simultanément le point zéro du mesureur de champ électrique à l'aide du régulateur offset.
- Retirer la tige de maintien de la plaque de condensateur fixe et la tenir en main pour équilibrer le potentiel.
- Garder la tige de maintien en main pendant toute la mesure.

- Pour charger le condensateur à plaque, toucher la plaque de condensateur fixe avec l'extrémité libre du câble qui est branché au pôle Plus de l'adaptateur secteur.
- Quand le condensateur à plaque est chargé, retirer le câble de la plaque de condensateur fixe, de sorte que le condensateur à plaque soit séparé du pôle Plus.
- Lire la tension  $U (= U_0)$  sur le multimètre et noter la valeur.
- Insérer la plaque en papier bakérisé entre les plaques de condensateur de sorte qu'elle touche la surface de la plaque mobile qui est branchée à la douille de masse du mesureur de champ électrique et au pôle Moins du bloc d'alimentation. Observer l'évolution de la tension sur le multimètre.
- Lire la tension  $U$  sur le multimètre après insertion de la plaque de papier bakérisé.
- Répéter l'expérience avec la plaque en verre acrylique.

## EXEMPLE DE MESURE

Sans diélectrique, tension $U = U_0$ :	10 V
Avec plaque en papier bakérisé, tension $U$ :	2,2 V
Avec plaque en verre acrylique, tension $U$ :	2,9 V

## ÉVALUATION

- Calculer les constantes de diélectricité selon (5).  
Avec plaque en papier bakérisé :

$$(8) \quad \varepsilon_r = \frac{U_0}{U} = \frac{10 \text{ V}}{2,2 \text{ V}} = 4,5$$

Avec plaque en verre acrylique :

$$(9) \quad \varepsilon_r = \frac{U_0}{U} = \frac{10 \text{ V}}{2,9 \text{ V}} = 3,4$$

Les valeurs mesurées sont très proches des valeurs de la littérature spécialisée pour le papier bakérisé ( $\varepsilon_r = 4,3 - 5,4$ ) et le verre acrylique ( $\varepsilon_r = 3,1 - 3,6$ ).

