

Substância dielétrica no capacitor de placas

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES DIELÉTRICAS DE DIFERENTES MATERIAIS

- Medição estática da tensão U em um capacitor de placas para diferentes substâncias dielétricas com distância fixa entre as placas d .
- Determinação das constantes dielétricas ϵ_r de diferentes materiais

UE3010850

09/15 UD

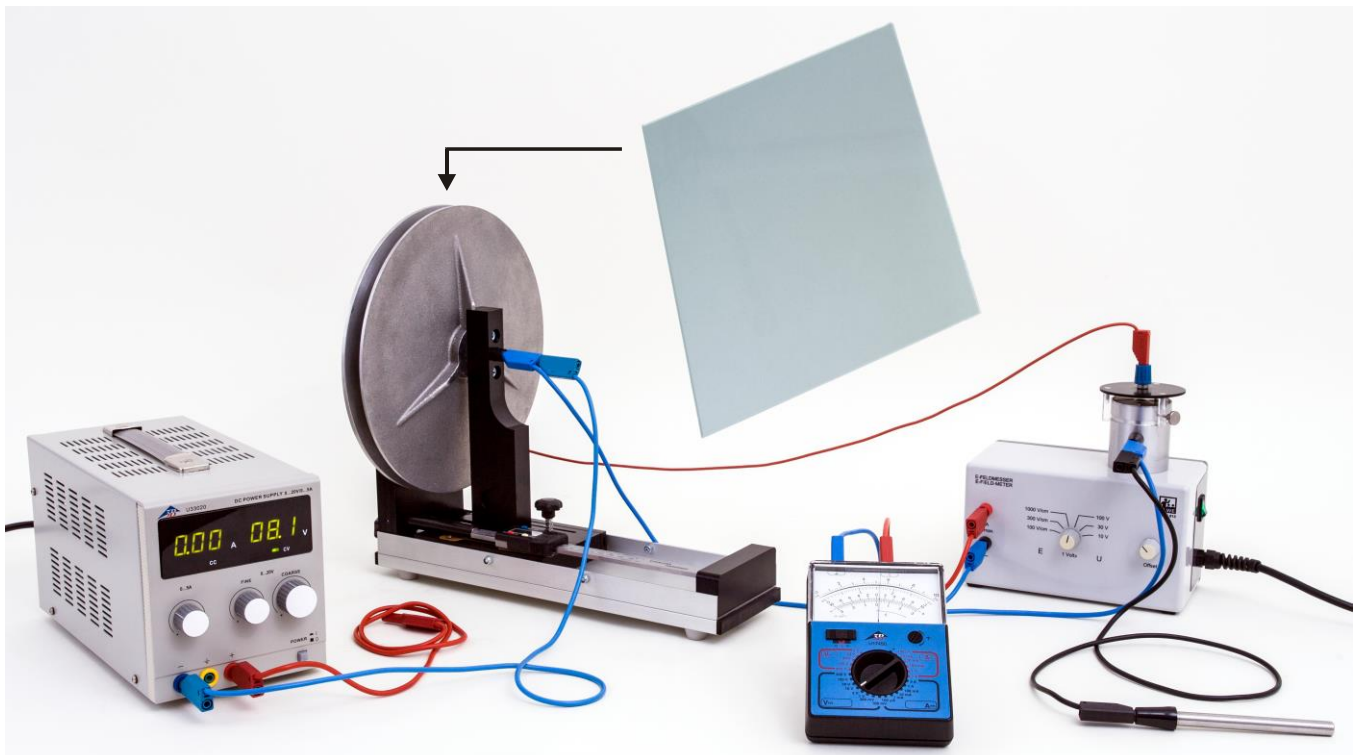


Fig. 1: Disposição de medição.

FUNDAMENTOS GERAIS

Todo material não condutor ou apenas fracamente condutor sem portadores de carga livres que é permeado por um campo elétrico é uma substância dielétrica. Pode tratar-se aí de um gás, um líquido ou um sólido. A substância dielétrica é polarizada pelo campo elétrico. Por um lado, podem ser induzidos dipolos elétricos por um deslocamento de carga nos átomos ou moléculas ou entre íons de cargas diferentes na substância dielétrica (polarização por deslocamento). Por outro, podem ser dispostos dipolos permanentes dispostos ao acaso na

substância dielétrica no campo elétrico (polarização por orientação).

A constante de dieletricidade ou também permissividade relativa ϵ_r da substância dielétrica é dada pela relação entre o campo elétrico E e do deslocamento dielétrico D :

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

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A} \cdot \text{m}} : \text{constante de dieletricidade do vácuo.}$$

Quando uma substância dielétrica é inserida entre as placas de um capacitor de placas, a capacidade do capacitor de placas é aumentada em ϵ_r vezes relativamente ao vácuo, vale:

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

A: área das placas
d: distância entre as placas

Se o capacitor de placas é carregado antes da inserção da substância dielétrica com a tensão U_0 , acumula-se, conforme

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

a carga Q nas placas do capacitor. Esta carga permanece constante, quando o capacitor de placas é separado da fonte de tensão.

Na inserção da substância dielétrica, não passa corrente entre as placas do capacitor, e, por conta de (2) e da carga Q que permaneceu constante, a tensão U_0 precisa reduzir em ϵ_r vezes:

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

com

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

Por conta de

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

o campo elétrico E_0 é reduzido, com distância fixa d entre as placas, também pelo fator ϵ_r :

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

Na experiência, é assegurado, com o medidor de campo elétrico como voltímetro estático, que não possa haver passagem de corrente pelo voltímetro entre as placas do capacitor é que a carga Q nas placas do capacitor seja mantida.

LISTA DE APARELHOS

Medidor de campo E	U8533015	1001029/30
1 Capacitor de placas D	U8492355	1006798
1 Placa de papel rígido	U8492341	1000936
1 Placa de acrílico	U8476371	1000880
1 Fonte de alimentação 20 V, 5 A	U33020	1003311/2
1 Multímetro analógico ESCOLA 100	U8557380	1013527
1 Conjunto de 15 cabos de experiência 2,5 mm ²	U13801	1002841

MONTAGEM

- Montar a experiência conforme mostrado na Fig. 2.

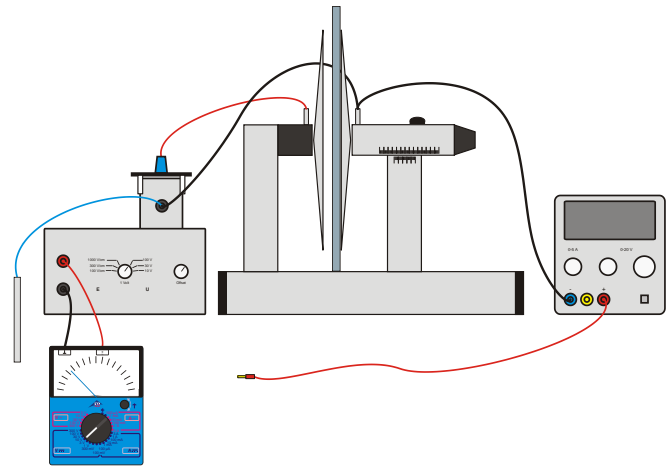


Fig. 2: Montagem da experiência.

- A placa de medição de tensão na faixa de medição 1x deve ser colocada sobre o cilindro de blindagem do medidor de campo elétrico de forma que a distância para a placa de medição seja a menor possível. Fixar a placa de medição de tensão com auxílio da porca borboleta.
- Conectar a placa fixa do capacitor à placa de medição de tensão.
- Conectar a placa móvel do capacitor ao conector de massa no cilindro de blindagem do medidor de campo elétrico e ao polo negativo da fonte.
- Conectar o cabo no conector de massa no cilindro de blindagem do medidor de campo elétrico.
- Conectar uma extremidade de um cabo no polo positivo da fonte. Colocar a outra extremidade do cabo na mesa, sem conectar.
- Conectar o multímetro na saída de tensão do medidor de campo elétrico para medição da tensão.
- Ajustar o seletor de faixa de medição do medidor de campo elétrico para 10 V, ligar o medidor de campo elétrico e aguardar aprox. 3 minutos, até que tenha estabilizado.
- Ligar a fonte e ajustar a tensão para $U_0 = 10$ V Volt.

EXECUÇÃO

- Com auxílio do ajuste fino do capacitor de placas, ajustar a distância entre as placas para $d = 5$ mm.
- Para o descarregamento do capacitor de placas, tocar a placa fixa do capacitor com o cabo de suporte e, com isto, provocar um curto-circuito entre as placas. AO mesmo tempo, ajustar o ponto zero no medidor de campo elétrico com auxílio do regulador de deslocamento.
- Remover o cabo de suporte da placa fixa do capacitor e colocá-lo na mão para compensação do potencial.
- Durante toda a medição, não remover mais o cabo de suporte da mão.

- Para o carregamento do capacitor de placas tocar, com a extremidade livre do cabo que está conectado ao polo positivo da fonte de alimentação, a placa fixa do capacitor.
- Quando o capacitor estiver carregado, remover novamente o cabo da placa fixa do capacitor, de forma que o capacitor de placas seja separado do polo positivo.
- Ler a tensão $U (= U_0)$ no multímetro e anotar o valor.
- Inserir a placa de papel rígido entre as placas do capacitor de forma que toque toda a área da placa do capacitor móvel conectada no conector de massa do medidor de campo elétrico e no polo negativo da fonte. Observar o percurso da tensão no multímetro.
- Ler a tensão U no multímetro após inserção da placa de papel rígido.
- Repetir a experiência com a placa de acrílico.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Sem substância dielétrica, tensão $U = U_0$:	10 V
Com placa de papel rígido, tensão U :	2,2 V
Com placa de acrílico, tensão U :	2,9 V

AVALIAÇÃO

- Calcular as constantes de dieletricidade conforme (5).

Com placa de papel rígido:

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

Com placa de acrílico:

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

Os valores medidos conferem com os valores de literatura para o papel rígido ($\varepsilon_r = 4,3 - 5,4$) e acrílico ($\varepsilon_r = 3,1 - 3,6$)

