# Dielettrico in condensatore a piastre

## DETERMINAZIONE DELLA COSTANTE DIELETTRICA DI DIVERSI MATERIALI

- **Misurazione statica della tensione *U* su un condensatore a piastre per diversi dielettrici con distanza tra le piastre fissa *d*.**
- **Determinazione della costante dielettrica $\varepsilon_r$ di diversi materiali.**


UE3010850

09/15 UD


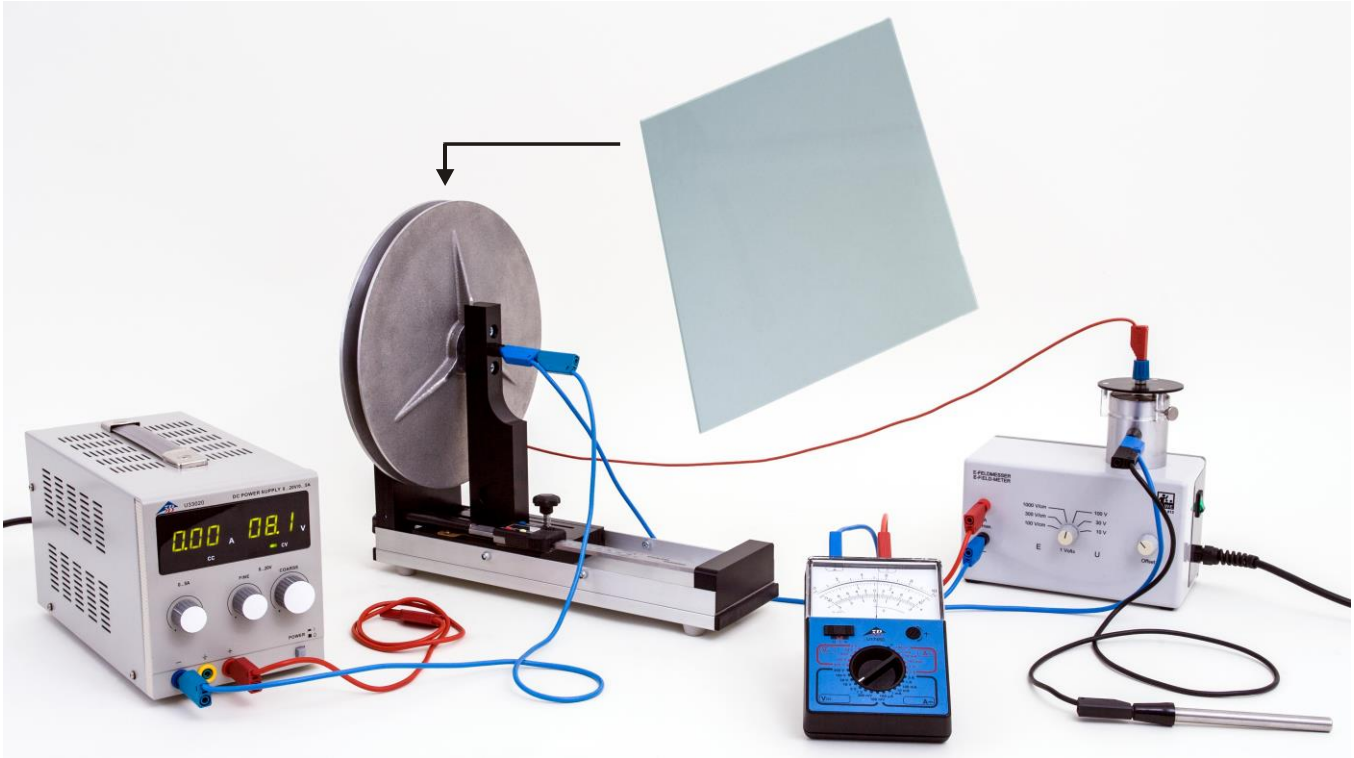

Fig. 1: Disposizione per la misurazione.

## BASI GENERALI

**Con il termine dielettrico s'intende qualsiasi sostanza non conduttrice o con una bassa conduttività elettrica senza portatori di carica liberi, attraversata da un campo elettrico. Può trattarsi di un gas, un liquido o un corpo solido. Quando il dielettrico viene posto in un campo elettrico, esso si polarizza. Da un lato, lo spostamento della carica in atomi o molecole o fra ioni caricati diversamente nel dielettrico stesso può indurre dipoli elettrici (polarizzazione per spostamento). Dall'altro, dipoli permanenti ordinati casualmente nel dielettrico possono venire a disporsi nel campo elettrico (polarizzazione per orientamento).**

La costante dielettrica o anche la permettività relativa $\varepsilon_r$ del dielettrico è data dalla relazione fra il campo elettrico *E* e lo spostamento dielettrico *D*:

(1) $D = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot E$

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{\mathrm{V \cdot s}}{\mathrm{A \cdot m}}$ : costante dielettrica nel vuoto.

Inserendo un dielettrico fra le piastre di un condensatore a piastre, la capacità di quest'ultimo aumenta di $\varepsilon_r$ volte rispetto al vuoto, vale:

$$(2)\quad C = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}.$$

*A*: superficie piastre
*d*: distanza piastre

Caricando il condensatore a piastre prima dell'inserimento del dielettrico con la tensione $U_0$, in base a

$$(3)\quad Q = C_0 \cdot U_0 = \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot U_0$$

la carica *Q* si accumula sulle piastre del condensatore stesso. Tale carica rimane costante quando il condensatore a piastre viene staccato dalla sorgente di tensione.

Inserendo il dielettrico, nessuna corrente passa fra le piastre del condensatore e, per via di (2) e della carica *Q* rimasta costante, la tensione $U_0$ deve ridursi di $\varepsilon_r$ volte:

$$(4)\quad Q = C \cdot U = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \cdot \frac{U_0}{\varepsilon_r}$$

con

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

A causa di

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

anche il campo elettrico $E_0$ si riduce, con distanza tra le piastre fissa *d*, del fattore $\varepsilon_r$:

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

Nell'esperimento, con il misuratore di campo elettrico come utilizzato come voltmetro statico si accerta che nessuna corrente possa passare attraverso il voltmetro fra le piastre del condensatore e che la carica *Q* sulle piastre del condensatore si conservi.

## ELENCO DEGLI STRUMENTI

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Misuratore di campo elettrico | U8533015 | 1001029/30 |
| 1 | Condensatore a piastre | U8492355 | 1006798 |
| 1 | Piastra di carta rigida | U8492341 | 1000936 |
| 1 | Piastra in vetro acrilico | U8476371 | 1000880 |
| 1 | Alimentatore CC 0-20 V, 0-5 A | U33020 | 1003311/2 |
| 1 | Multimetro analogico Escola 100 | U8557380 | 1013527 |
| 1 | Set di 15 cavi per esperimenti 2,5 mm² | U13801 | 1002841 |

## MONTAGGIO

- Preparare l'esperimento come mostrato in Fig. 2.

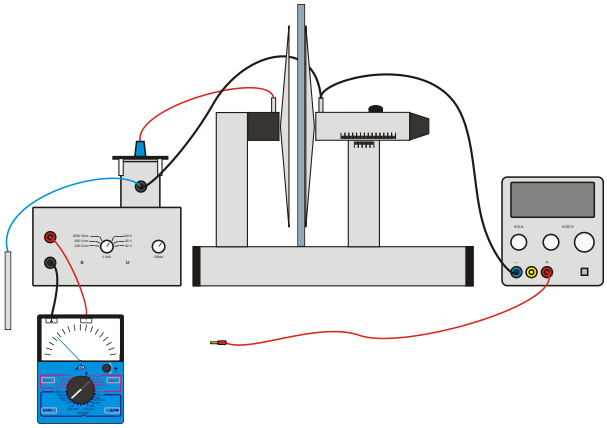

Fig. 2: Struttura sperimentale.

- Posizionare la piastra di misurazione della tensione con range di misura 1x sul cilindro di schermatura del misuratore di campo elettrico di modo che la distanza dalla piastra di schermatura sia il più possibile ridotta al minimo. Fissare la piastra di misurazione della tensione con l'ausilio della vite a testa zigrinata.
- Collegare la piastra condensatore fissa con la piastra di misurazione della tensione.
- Collegare la piastra condensatore mobile alla presa di terra del cilindro di schermatura del misuratore di campo elettrico e al polo negativo dell'alimentatore.
- Collegare l'asta di supporto alla presa di terra del cilindro di schermatura del misuratore di campo elettrico.
- Collegare un'estremità del cavo al polo positivo dell'alimentatore. Lasciare l'altra estremità del cavo libera sul tavolo senza collegarla.
- Collegare il multimetro per la misurazione della tensione all'uscita di tensione del misuratore di campo elettrico.
- Impostare il selettore del range di misura del misuratore di campo elettrico a 10 V, accendere il misuratore di campo elettrico e attendere circa 3 minuti finché non si è stabilizzato.
- Accendere l'alimentatore e impostare una tensione $U_0$ = 10 V.

## ESECUZIONE

- Con l'ausilio della vite di regolazione di precisione del condensatore a piastre, impostare una distanza piastre *d* = 5 mm.
- Per scaricare il condensatore a piastre, toccare la piastra fissa con l'asta di supporto cortocircuitando così le piastre. Contemporaneamente, impostare il punto zero del misuratore di campo elettrico mediante il regolatore di offset.
- Allontanare l'asta di supporto dalla piastra condensatore fissa e prenderla in mano per collegamento equipotenziale.
- Per tutta la durata della misurazione, non togliere dalla mano l'asta di supporto.
- Per caricare il condensatore a piastre, toccare la piastra fissa con l'estremità libera del cavo collegata al polo positivo dell'alimentatore.

- Una volta caricata la piastra condensatore, allontanare il cavo dalla piastra condensatore fissa in modo da staccare il condensatore dal polo positivo.
- Leggere la tensione $U$ (= $U_0$) sul multimetro e annotare il valore.
- Inserire la piastra di carta rigida fra le piastre del condensatore in modo tale che la piastra mobile collegata alla presa di terra del misuratore di campo elettrico e al polo negativo dell'alimentatore aderisca alla superficie. Osservare sul multimetro l'andamento della tensione.
- Leggere la tensione $U$ sul multimetro dopo l'introduzione della piastra di carta rigida.
- Ripetere l'esperimento con la piastra in vetro acrilico.

## ESEMPIO DI MISURAZIONE

| | |
|---|---|
| Senza dielettrico, tensione $U = U_0$: | 10 V |
| Con piastra di carta rigida, tensione $U$: | 2,2 V |
| Con piastra in vetro acrilico, tensione $U$: | 2,9 V |

## ANALISI

- Calcolare la costante dielettrica in base a (5).

Con piastra di carta rigida:

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

Con piastra in vetro acrilico:

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

I valori misurati coincidono con i valori di letteratura per la carta rigida ($\varepsilon_r$ = 4,3 – 5,4) e per il vetro acrilico ($\varepsilon_r$ = 3,1 – 3,6).



© Copyright 2015 3B Scientific GmbH