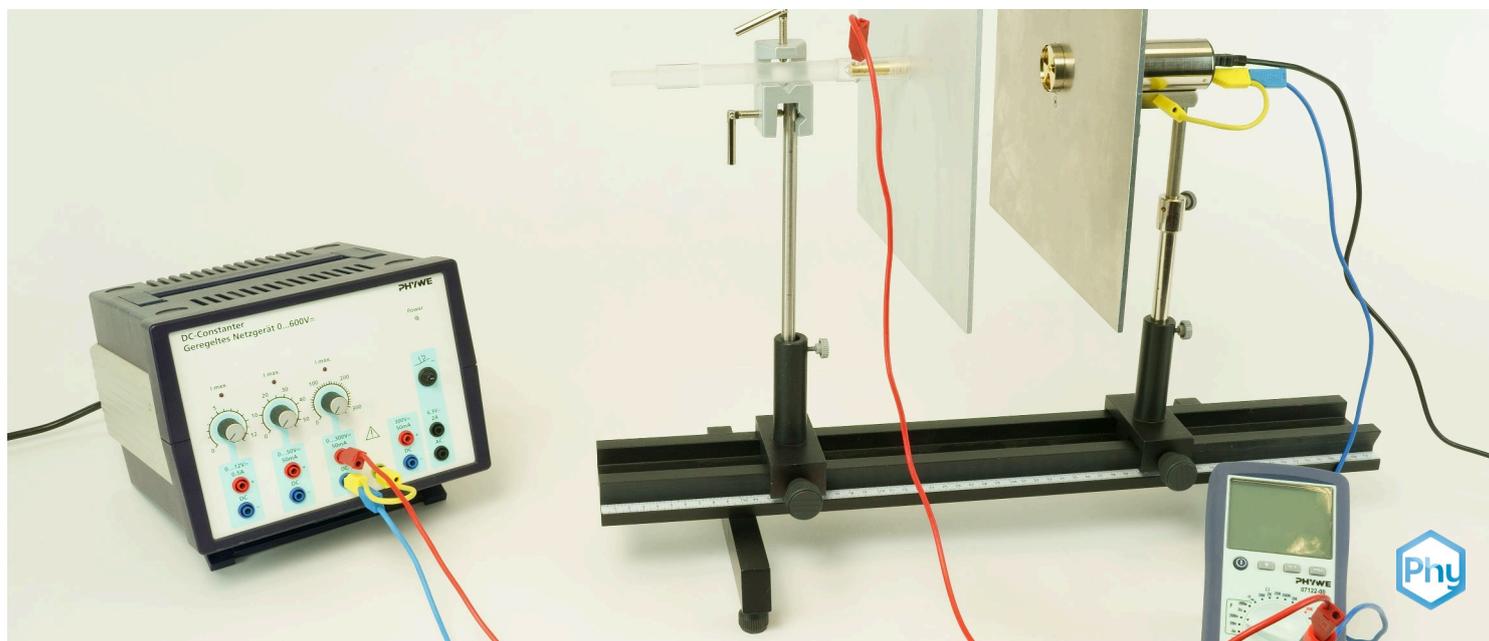


Champs électriques et potentiels dans le condensateur à plaques



Les champs électriques et les potentiels dans le condensateur à plaques sont mesurés en fonction de l'espacement des plaques et de la tension.

Physique

Électricité et magnétisme

Électrostatique et champ électrique



Niveau de difficulté

moyen



Taille du groupe

2



Temps de préparation

10 procès-verbal



Délai d'exécution

20 procès-verbal

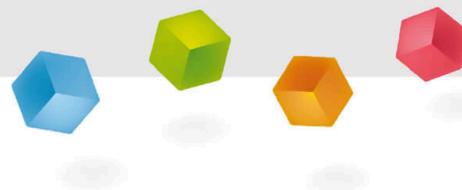
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/65dc5808bfa3f70002ac9045>

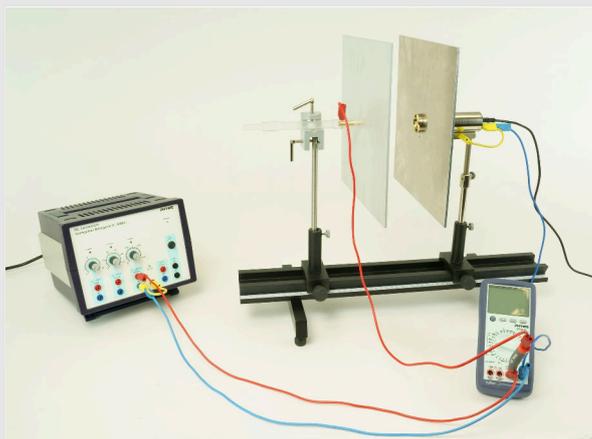
PHYWE

Informations générales



Application

PHYWE



Dispositif expérimental pour la mesure de l'intensité du champ électrique

Les champs électriques sont à l'origine de nombreux phénomènes, notamment en physique des particules.

Le champ électrique et le potentiel du condensateur à plaques sont idéaux pour étudier les principes de base des champs homogènes.

Dans cette expérience, le champ est étudié en fonction de la tension appliquée au condensateur et en fonction de la distance entre les plaques.

Le potentiel électrique entre les plaques est mesuré à l'aide de la sonde à flamme. Selon ce principe, l'air autour de la pointe de la sonde est ionisé par une flamme afin d'éviter l'induction électrostatique.

Autres informations (1/2)

PHYWE

Connaissances

préalables



Principe scientifique



Pour la dérivation théorique des principes fondamentaux de cette expérience, les équations de Maxwell peuvent être utilisées. Des connaissances de base sur les champs électriques et la compréhension fondamentale d'un condensateur doivent être disponibles.

Le condensateur à plaques est l'exemple de base d'un champ électrique homogène. Le potentiel entre les plaques augmente linéairement de la plaque mise à la terre à la plaque chargée. Le champ électrique entre les plaques est uniforme et peut être modifié par la tension appliquée et la distance entre les plaques.

Autres informations (2/2)

PHYWE

Objectif

d



Tâches



Dans cette expérience, les élèves apprennent que l'intensité du champ électrique dans le condensateur à plaques dépend de la tension appliquée et de la distance entre les plaques.

En outre, l'évolution linéaire du potentiel entre les plaques du condensateur est démontrée expérimentalement.

- La relation entre la tension et l'intensité du champ électrique est étudiée, avec un espacement constant entre les plaques.
- La relation entre l'intensité du champ électrique et l'espacement des plaques est étudiée, à tension constante.
- Dans le condensateur à plaques, le potentiel est mesuré à l'aide d'une sonde, en fonction de la position.

Consignes de sécurité

PHYWE



Les instructions générales pour une expérimentation sûre dans les cours de sciences s'appliquent à cette expérience.

Travailler avec de la haute tension est toujours dangereux et requiert une prudence accrue. Veillez à ce que ni vous ni d'autres personnes ne puissiez toucher accidentellement les pièces connectées à la source de haute tension. Pour votre sécurité et celle de l'équipement, assurez-vous que la mise à la terre est connectée.

Théorie (1/3)

PHYWE

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\Delta}{\Delta t} \vec{B} \quad \operatorname{rot}$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = \rho_{\text{ext}}$$

découlent des équations de Maxwell pour le champ électrique \vec{E} dans le condensateur à plaques.

Si l'on prend en compte le cas de l'état stable dans l'espace sans charge, on obtient les résultats suivants :

$$\operatorname{rot} \vec{E} = 0 \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \vec{D} = 0 \quad (2)$$

En ce qui concerne les plaques de condensateur parallèles, l'équation (2) implique que le champ est perpendiculaire aux plaques.

Théorie (2/3)

PHYWE

Comme le champ est irrotationnel (cf. éq. (1)), il peut être représenté comme le gradient d'un champ scalaire :

$$\vec{E} = -\text{grad}\varphi = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

alors que \vec{E} en raison de son uniformité, peut également être exprimée comme le quotient des différences

$$|\vec{E}| = \frac{\varphi_1 - \varphi_0}{x_1 - x_0} = \frac{U}{d} \quad (3)$$

où la différence de potentiel est égale à la tension appliquée U et d est la distance entre les plaques.

Théorie (3/3)

PHYWE

Avec une tension constante U l'intensité du champ E varie de manière inversement proportionnelle à l'espacement d .

Si les valeurs mesurées sont reportées sur une double échelle logarithmique, alors parce que

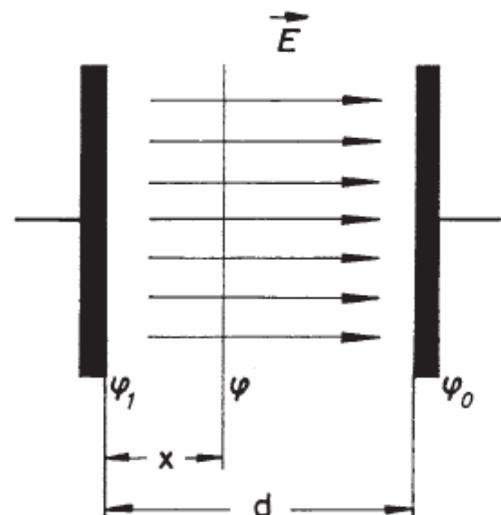
$$\log E = \log \frac{U}{d} = \log U - \log d$$

on obtient une droite dont la pente est $m = -1$.

Avec $x_1 = 0$ et $\varphi_1 = U$ découle de (3)

$$\varphi = U - E \cdot x$$

correspondant à l'illustration de droite.



Equipement

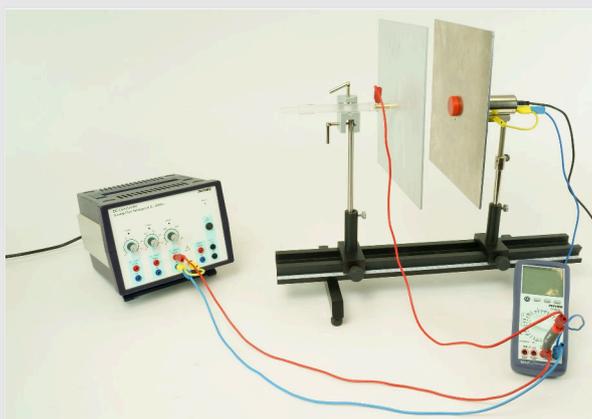
Position	Matériau	Numéro d'article	Quantité
1	PHYWE Alimentation électrique, régulée DC : 0...12 V, 0,5 A ; 0...650 V, 50 mA / AC : 6,3 V, 2 A	13672-93	1
2	Condensateur à plaques, 283x283 mm	06233-02	2
3	Plaque de condensateur avec trou	11500-05	1
4	Sonde potentielle	11501-00	1
5	Résistance de haute valeur, 10 MOhm	07160-00	1
6	Lampe à incandescence, cartouche de butane, X2000	46930-00	1
7	Cartouche de butane C206, sans valve, 190 g	47535-01	1
8	Tuyau en caoutchouc, diamètre intérieur 6 mm	39282-00	1
9	Multimètre numérique, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 M Ω , 200 μ F, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	1
10	Cordon de raccordement, 100 mm, vert-jaune	07359-15	1
11	Cordon de raccordement, 32 A, 750 mm, rouge	07362-01	3
12	Cordon de raccordement, 32 A, 750 mm, bleu	07362-04	3
13	Banc optique expert l = 600 mm	08283-00	1
14	Base pour banc optique expert, réglable	08284-00	2
15	Support coulissant pour banc optique expert, h = 80 mm	08286-02	2
16	Tige de support, acier inoxydable, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	2
17	Expert en serrage à angle droit	02054-00	2
18	Expert en embase de canon	02004-00	2
19	Règle, plastique, 200 mm	09937-01	1
20	Tube de support	02060-00	1
21	Compteur de champ électrique	11500-30	1

PHYWE

Mise en place et procédure

Configuration (1/3)

PHYWE



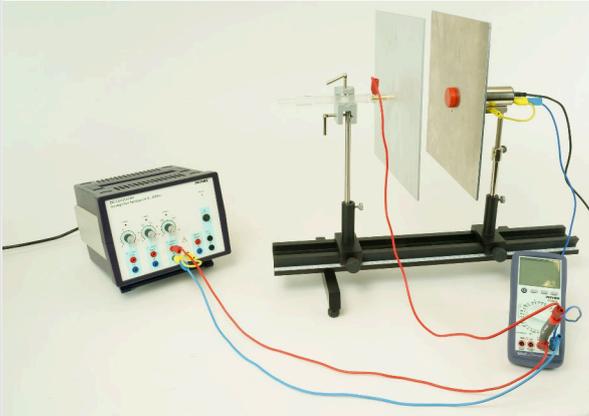
Dispositif expérimental avec capuchon de protection pour l'étalonnage

Mise en place pour **mesures 1** et **2**:

- Fixer le mesureur de champ électrique à la plaque / au support du condensateur et le monter sur le banc optique.
- Montez la deuxième plaque de condensateur également sur le banc optique et connectez l'alimentation et le multimètre comme indiqué sur la figure.
- Placez le capuchon de protection sur le mesureur de champ électrique et connectez-le par USB à un ordinateur.
- Lancer le programme EFMXX5_ReadOut. Cliquez sur "Device info" et "Continue". Lancer le réglage du zéro et suivre les instructions.

Configuration (2/3)

PHYWE



Dispositif expérimental avec capuchon de protection pour l'étalonnage

Mise en place pour **mesures 1 et 2:**

- Retirer le capuchon et cliquer sur "Start measurement display".
- Choisissez "Mode de mesure" \E-Fieldmeter".
- Appuyer sur \N "Start" pour l'acquisition des données.
- Ajuster la plage de mesure si nécessaire.

Mise en place (3/3)

PHYWE



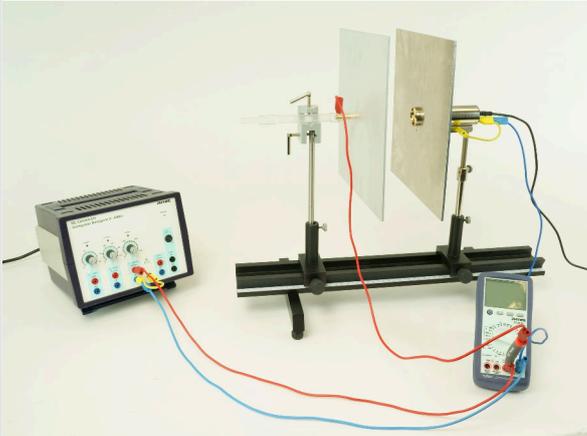
installation pour la mesure du potentiel électrique

Mise en place pour **mesure 3:**

- Montez l'accessoire de mesure de la tension sur le compteur de champ électrique, et connectez-le comme indiqué sur la figure de gauche.
- Avec l'accessoire de mesure de la tension, le mesureur de champ électrique est capable de mesurer des tensions dans les plages suivantes 50 V, 250 V, 500 V et 2500 V.
- Choisissez "Mode de mesure" \N- "Voltmeter MK 11".
- Appuyer sur \N "Start" pour l'acquisition des données.

Procédure (1/3)

PHYWE



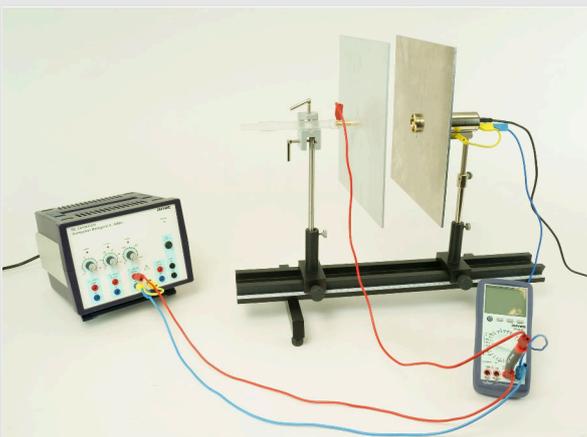
Mesure du champ électrique en fonction de la tension

Mesure 1 : Champ électrique du condensateur à plaques en fonction de la distance entre les plaques

- Placer la deuxième plaque de condensateur 10 cm de la plaque au compteur de champ électrique.
- Appliquer différentes tensions conformément au tableau 1 de la section d'évaluation.
- Notez dans le tableau les valeurs obtenues pour l'intensité du champ électrique mesuré.

Procédure (2/3)

PHYWE



Mesure du champ électrique en fonction de la distance entre les plaques

Mesure 2 : Champ électrique du condensateur à plaques en fonction de la distance entre les plaques du condensateur

- Appliquer une tension de 200 V au condensateur de plaque.
- Mesurez la distance entre les plaques du condensateur conformément au tableau 2 de la section d'évaluation.
- Notez vos mesures dans le tableau.

Procédure (3/3)

PHYWE



Mesure du potentiel en fonction de l'emplacement entre les plaques

Mesure 3 : Potentiel électrique du condensateur à plaques en fonction de la distance entre les plaques

- Effectuez le montage pour la mesure du potentiel électrique et placez les plaques du condensateur à une distance de 10 cm.
- Allumez une flamme d'environ 1 cm à l'extrémité du tube de verre, en englobant l'extrémité de la sonde.
- Appliquez une tension de 250 V au condensateur.
- Mesurez le potentiel électrique par pas de 1 cm entre les plaques.
- Notez les valeurs obtenues dans le tableau 3 de la section sur l'évaluation.

Évaluation (1/3) Tableau 1

PHYWE

Noter les valeurs mesurées pour l'intensité du champ électrique E en fonction de la tension appliquée au condensateur à plaques à distance fixe $d = 10 \text{ cm}$ entre les plaques.

$U \text{ [V]}$ 10 25 50 75 100 125 150 200 250

$E \text{ [kV/m]}$

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Créez un graphique à partir de votre série de mesures.

Depuis $E = \frac{1}{d} \cdot U$ la pente m de la régression linéaire $E = m \cdot U$ doit correspondre à la distance réciproque des plaques $1/d$.



Évaluation (2/3) Tableau 2

PHYWE

Noter les valeurs mesurées pour l'intensité du champ électrique E en fonction de la distance entre les plaques du condensateur à tension fixe $U = 200 \text{ V}$.

$d [\text{cm}]$ 2 3 4 5 6 7 8 10 12

$E [\text{kV/m}]$

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Créez des graphiques à partir de vos séries de mesures à l'aide d'échelles linéaires et d'une double échelle logarithmique. Vérifiez la pente de la double échelle logarithmique conformément à la théorie.



Vous pouvez aussi simplement tracer les intensités de champ électrique résultantes en fonction de la distance réciproque $1/d [1/\text{m}]$ (à noter que les distances ont été mesurées en cm). Puisque $E = U \cdot \frac{1}{d}$ la pente m de la régression linéaire $E = m \cdot \frac{1}{d}$ doit alors correspondre à la tension appliquée U .

Évaluation (3/3) Tableau 3

PHYWE

Notez les valeurs mesurées pour le potentiel électrique φ en fonction de l'emplacement x entre les plaques du condensateur à tension fixe $U = 250 \text{ V}$ et la distance $d = 10 \text{ cm}$.

$d [\text{cm}]$ 1 2 3 4 5 6 7 8 9

$E [\text{kV/m}]$

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Créez un graphique à partir de votre série de mesures.



Selon la théorie, le graphique résultant devrait correspondre à

$N- [\text{Nvarphi} = U - E \cdot x]$

 Montrer les solutions

 Réessayer

 Exporter le texte