Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 9 (1956)
Heft: 5: Colloque Ampère

Artikel: La constante diélectrique des mélanges
Autor: Hough, J.M. / Reynolds, J.A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738997

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

La constante diélectrique des mélanges

par J. M. Hough et J. A. Reynolds
Institut de Physique de l'Université de Hull

Nous nous sommes occupés de la comparaison des valeurs expérimentales et théoriques de la constante diélectrique des mélanges de particules isotropes distribuées au hasard. Les formules bien connues, à l'exception de la formule de Lichtenecker [1], sont des cas particuliers des formules de Wiener [2]:

$$E = E_1 \delta_1 + E_2 \delta_2 \; ; \quad \varepsilon = \varepsilon_1 \frac{E_1}{E} \delta_1 + \varepsilon_2 \frac{E_2}{E} \delta_2 \; ; \quad 1 = \delta_1 + \delta_2$$

Ici, ε, ε_1 et ε sont les constantes diélectriques, E, E_1 et E_2 les champs électriques moyens et 1, δ_1 et δ_2 les fractions de volume occupées par le mélange et les constituants (nous étudions ici seulement le cas de deux constituants). Pour utiliser ces formules, il faut déterminer les proportions E_1/E et E_2/E et la possibilité n'existe que pour le cas de lamelles parallèles; en général, il faut faire une approximation dans le rapport des champs.

Par élimination de E_2/E des équations de Wiener, on obtient:

$$\varepsilon = \varepsilon_2 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{E_1}{E} \delta_1$$

Cette équation contient seulement le rapport des champs E_1/E, mais les calculs montrent que la valeur de ε n'est pas identique à celle donnée par l'équation originale de Wiener quand dans les deux cas on fait une approximation pour les rapports des champs. Il est possible de distinguer deux types de mélanges: les dispersions et les mélanges statistiques; pour les dispersions, il faut utiliser l'équation avec un seul rapport des champs, mais pour les mélanges statistiques, il vaut mieux utiliser la formule originale de Wiener. Dans un mélange statistique, les deux constituants ont les particules du même ordre de grandeur mais dans une dispersion les particules d'un constituant sont plus petites que celles de l'autre. (Un constituant est un fluide.)

Pour estimer la proportion E_1/E, on considère une particule du constituant 1 dans un milieu uniforme de constante diélectrique ε^* avec champ électrique E. Il est seulement possible de faire le calcul pour les ellipsoïdes et on considère ordinairement des sphéroïdes. Trois valeurs de ε^* ont été proposées; Wagner [3] a donné la valeur $\varepsilon^* = \varepsilon_2$ si $\delta_2 > \delta_1$; Bruggeman [4] et Böttcher [5] ont donné la valeur $\varepsilon^* = \varepsilon$ et Bruggeman a donné une valeur de ε^* pour les dispersions qu'il a obtenues par une méthode d'intégration.

Nous avons fait les expériences avec des dispersions de particules de verre dans l'air, le trétrachlorure de carbone et le nitrobenzène. Nous avons préparé quatre formes de particules, des sphères, des bâtonnets, des lamelles et une poudre sans forme particulière; les particules, sous toutes ces formes, ont une grandeur de moins de 100 microns. Les mesures ont été faites pour 1 MHz dans un pont et les échantillons ont été placés dans des condensateurs cylindriques; pour les suspensions avec les petites concentrations de poudre, nous avons utilisé un condensateur avec un agitateur dans l'armature intérieure même. Nous avons mesuré la constante diélectrique des spécimens par la variante de Reynolds [6] de la méthode de Starke.

Nous avons déterminé le facteur de forme (A) par la méthode de de Loor [7]: avec des petites concentrations de poudre dans CCl_4 et $C_6H_5NO_2$, les expériences ont donné 0,33 (sphères et poudre), 0,49 (bâtonnets) et 0,05 (lamelles) comme facteurs-A moyens. Les expériences avec un microscope ont donné les facteurs-A 0,49 (bâtonnets) et 0,05 (lamelles).

Nous avons remarqué que le test le plus sensible du rapport entre la théorie et l'expérience est le calcul de la constante diélectrique de la poudre, ε_1, d'après les mesures expérimentales de ε, constante diélectrique du mélange. De nombreuses formules donnent une valeur constante de ε_1 lorsque le volume des particules, δ_1, change, mais il est nécessaire que cette valeur soit la valeur observée de la poudre pour un bon accord de l'expérience avec la théorie. Les mesures ont montré que les formules du type Böttcher ($\varepsilon^* = \varepsilon$), et Bruggeman (méthode d'intégration) sont les seules qui donnent un accord modéré; mais il est essentiel d'utiliser les facteurs-A mesurés et non pas les facteurs-A pour des bâtonnets parfaits (0,5) et des lamelles idéales (0). On trouve les valeurs moyennes de ε_1 suivantes:

		Air	CCl_4	$C_6H_5NO_2$
Sphères (= 4,59) . . .	Brug.	4,77	4,67	4,48
	Bött.	4,36	4,64	5,08
Poudre (= 4,68)	Brug.	4,97	4,77	3,18
	Bött.	4,51	4,73	4,13
Bâtonnets (= 7,03) . .	Brug.	6,57	6,97	6,29
	Bött.	6,13	6,85	6,89
Lamelles (= 7,25) . . .	Brug.	6,27	7,14	8,02
	Bött.	6,06	7,09	7,83

On a calculé aussi ε^* par la méthode de de Loor et on a trouvé dans tous les cas que ε^* est compris entre ε_2 et ε.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à M. le professeur L. S. Palmer pour l'intérêt qu'il a porté à la réalisation de ce travail.

1. Lichtenecker, *K. Phys. Zeit*, *27*, 115, 1926.
2. Wiener, O., *Abh. Math. Phys. Klasse-Sachs Akad. Wiss.*, *32*, 509, 1912.
3. Wagner, K. W., *Archiv für Elektrotechnik*, *2*, 371, 1914.
4. Bruggeman, D. A. G., *Ann. der Physik* (5), *24*, 636, 1935.
5. Böttcher, C. J. F., *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, *64*, 47, 1945.
6. Reynolds, J. A., *Proc. Phys. Soc.*, B *57*, 267, 1954.
7. de Loor, G. P., *All. Sci. Res.*, B *3*, 479, 1953.