

**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. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**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,  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$  sont les constantes diélectriques,  $E$ ,  $E_1$  et  $E_2$  les champs électriques moyens et  $\delta_1$  et  $\delta_2$  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  $\varepsilon$  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  $\epsilon^*$  avec champ électrique  $E$ . Il est seulement possible de faire le calcul pour les ellipsoïdes et on considère ordinairement des sphéroïdes. Trois valeurs de  $\epsilon^*$  ont été proposées; Wagner [3] a donné la valeur  $\epsilon^* = \epsilon_2$  si  $\delta_2 > \delta_1$ ; Bruggeman [4] et Böttcher [5] ont donné la valeur  $\epsilon^* = \epsilon$  et Bruggeman a donné une valeur de  $\epsilon^*$  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 tétrachlorure 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 Loor [7]: avec des petites concentrations de poudre dans  $\text{CCl}_4$  et  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ , 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,  $\epsilon_1$ , d'après les mesures expérimentales de  $\epsilon$ , constante diélectrique du mélange. De nombreuses formules donnent une valeur constante de  $\epsilon_1$  lorsque le volume des particules,  $\delta_1$ , 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 ( $\epsilon^* = \epsilon$ ), 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  $\epsilon_1$  suivantes:

		Air	CCl <sub>4</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NO <sub>2</sub>
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  $\epsilon^*$  par la méthode de de Loor et on a trouvé dans tous les cas que  $\epsilon^*$  est compris entre  $\epsilon_2$  et  $\epsilon$ .

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.