Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 9 (1956)

Heft: 5: Colloque Ampère

Artikel: Le choix d'une formule pour la détermination de la constante diélectrique des mélanges hétérogènes

Autor: Loor, G.P. de

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738998

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: 13.06.2025

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

Le choix d'une formule pour la détermination de la constante diélectrique des mélanges hétérogènes

par G. P. DE LOOR

Laboratoire de Physique R.V.O.-T.N.O., La Haye.

Dans la littérature on utilise souvent, avec les relations empiriques, des formules établies d'abord pour des particules sphériques, comme la formule de Maxwell-Rayleigh [1, 2], Böttcher [3] et Bruggeman [4, 5], pour calculer la constante diélectrique (CD) d'un mélange formé de particules de CD ε_i baignant dans un milieu continu de CD ε_0 en fonction du volume v_i occupé par les particules.

D'abord Fricke [6] a étendu la théorie de Maxwell pour les particules non-sphériques et plus récemment Polder et van Santen [7] ont fait la même chose pour la théorie de Böttcher, montrant l'influence de la forme des particules à la CD du mélange ε_m.

Une analyse plus approfondie de toutes les mesures qui étaient à sa disposition a amené l'auteur à la conclusion qu'il y a deux limites pour la CD ε_m du mélange examiné. Elles sont pour les deux cas $\varepsilon_i/\varepsilon_0 > 1$ et $\varepsilon_i/\varepsilon_0 < 1$:

1. $\varepsilon_i/\varepsilon_0 > 1$: comme limite inférieure la formule de Maxwell et comme limite supérieure la formule de Polder et van Santen [7] pour les particules en forme de disques (facteur de dépolarisation $A_j = 0, 0, 1$).
2. Pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0 < 1$ l'inverse est valable.

Il se trouve alors que pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0 = 2$ la variation maximale de $\varepsilon_m/\varepsilon_0$ est 1,8% (± 0,9%) pour toutes les valeurs de v_i possibles. Quand la forme des particules est connue, on peut déterminer $\varepsilon_m/\varepsilon_0$ encore plus précisément 1% (± 0,5%) jusqu'à $v_i = 30\%$. Pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0 = 3$ c'est 6% (± 3%), resp. 2% (± 1%) jusqu'à $v_i = 30\%$. Pour les valeurs plus basses de v_i, cette dispersion théoriquement possible diminue rapidement. Ceci montre qu'à cause des mesures le choix d'une certaine formule de mélange devient très discutable dans ce cas, à moins que la précision des mesures ne soit encore préférable à la dispersion donnée ici.

Pour les valeurs de $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ plus élevées, la forme des particules est très importante pour une détermination précise de $\varepsilon_m/\varepsilon_0$.

Une analyse montre que pour les valeurs très élevées de $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ les équations nommées s'écrivent:

$$\varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 + \frac{S\,v_i}{1 - q\,v_i} \tag{1}$$

avec $S = \frac{1}{3}\sum_1^3 j\,\frac{1}{A_j}$ alors seulement dépendant de la forme des particules, et q: une constante qui est différente pour chaque formule utilisée ($q = 1$ pour l'équation de Maxwell et $q = S$ pour l'équation de Polder et van Santen). Alors comme approximation du premier ordre on peut écrire:

$$\varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 + S\,v_i \tag{2}$$

Les mêmes considérations donnent pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0 \longrightarrow O$:

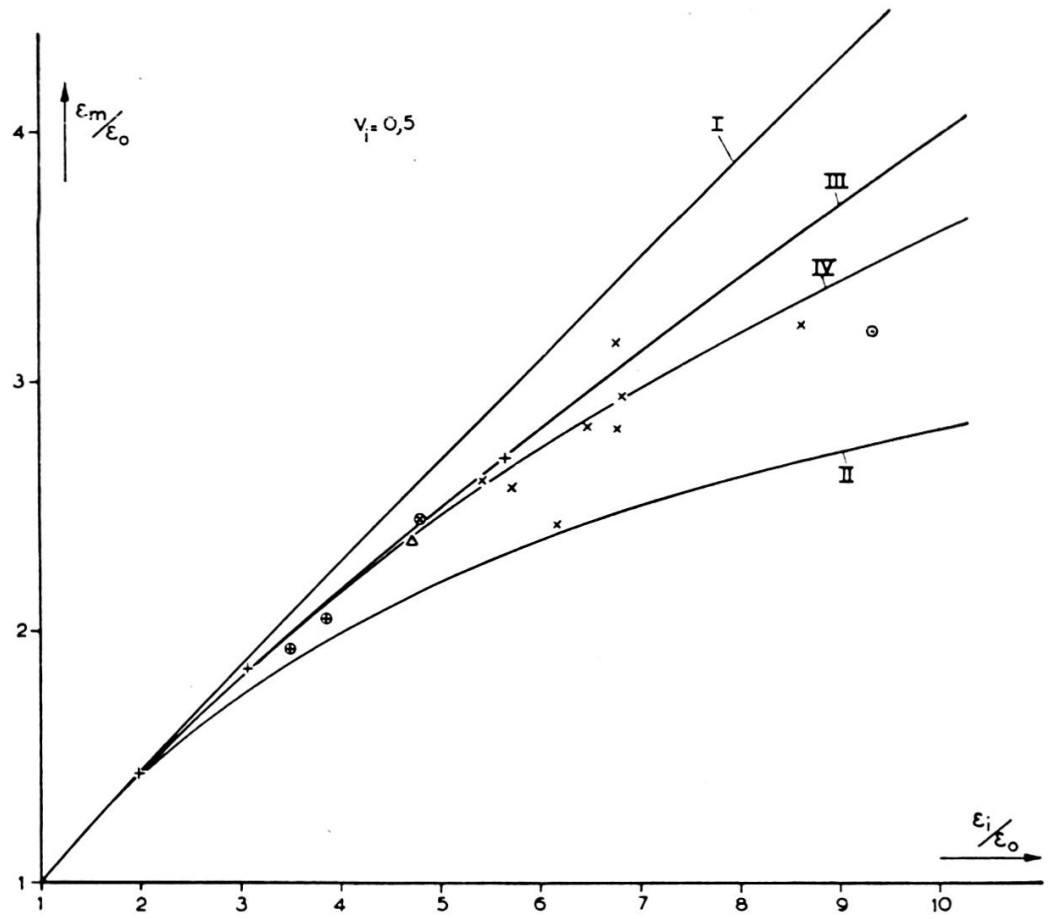
$$\varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 - T\,v_i\,, \text{ avec } T = \frac{1}{3}\sum_1^3 j\,\frac{1}{1 - A_j} \tag{3}$$

Les formules (2) et (3) montrent que la forme est ici un effet du premier ordre. Comme exemple, nous avons les différentes mesures avec des poudres de NaCl faites par Kamiyoshi [10], qui donnent des valeurs plus basses que celles obtenues par van Vessem [11] pour le même cas. Probablement la forme des particules est la raison du désaccord parce qu'il s'agit ici d'échantillons différents. Cette influence de la forme est montrée plus clairement dans les mesures de Guillien [12] en particulier dans ses mesures avec des poudres de $PbCl_2$, où les poudres avec des particules sphériques donnent des autres résultats que les poudres formées de particules polyédriques.

Avec une méthode donnée par l'auteur [8] on peut déterminer la forme des particules par les mesures diélectriques.

Pour les v_i plus élevées l'interaction des particules devient également importante. Dans les formules diverses citées ici, cette interaction est introduite dans les calculs comme suit: Maxwell-Rayleigh par un ordre régulier des particules; Böttcher analogue à Onsager [9] avec l'introduction de la constante diélectrique des environs immédiats d'une particule, égale à ε_m; Bruggeman et Niesel par une méthode d'intégration.

Pour $v_i = 0{,}5$, la figure 1 montre les deux limites (courbes I et II) et la fonction: $\varepsilon_m/\varepsilon_0 = f(\varepsilon_i/\varepsilon_0)$ pour l'équation de Böttcher (courbe III) et de Kamiyoshi [10] (courbe IV) accompagnée de quelques mesures. Ces mesures montrent une grande dispersion entre les deux limites. Ceci rend le choix d'une équation impossible.



Alors on peut conclure qu'un choix d'une formule pour la détermination de la CD des mélanges hétérogènes est impossible:

a) Pour les valeurs basses de v_i et pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ près de 1 à cause de la petite dispersion possible.

b) Pour les valeurs plus élevées de $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ et $\varepsilon_0/\varepsilon_i$ (et v_i) à cause de l'influence inconnue de l'interaction mutuelle des particules.

Quand en outre la forme des particules n'est pas mise en ligne de compte le choix n'a alors aucun sens.

Un article plus détaillé sur ce sujet est en préparation.

BIBLIOGRAPHIE

1. MAXWELL, C., *Treatise on electricity and magnetism*, I, Oxford, 1873, p. 365.
2. RAYLEIGH, W. R., *Phil. Mag.*, V, *34*, 481, 1892.
3. BÖTTCHER, C. J. F., *Rec. Trav. Chim.*, *64*, 47, 1945.
4. BRUGGEMAN, D. A. G., *Ann. Physik*, V, *24*, 636 et 665, 1935.
5. NIESEL, W., *Ann. Physik*, VI, *10*, 336, 1952.
6. FRICKE, H., *Phys. Rev.*, *24*, 575, 1924.
7. POLDER, D. et J. M. VAN SANTEN, *Physica*, *12*, 257, 1946.
8. LOOR, G. P. de, *Appl. Sc. Res.*, B, *3*, 479, 1954.
9. ONSAGER, L., *J. Am. Chem. Soc.*, *58*, 1486, 1936.
10. KAMIYOSHI, K., *Sc. Rep. Res. Inst. Tok. Un.*, A, *1*, 305, 1949.
11. VESSEM, J. C. van, thèse, Utrecht, 1947.
12. GUILLIEN, R., *Ann. Phys.*, *16*, 14, 1941.