

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

Autor(en): **Loor, G.P. de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences [1948-1980]**

Band (Jahr): **9 (1956)**

Heft 5: **Colloque Ampère**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-738998>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 ν_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 $\epsilon_i/\epsilon_0 > 1$ et $\epsilon_i/\epsilon_0 < 1$:

1. $\epsilon_i/\epsilon_0 > 1$: 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 $\epsilon_i/\epsilon_0 < 1$ l'inverse est valable.

Il se trouve alors que pour $\epsilon_i/\epsilon_0 = 2$ la variation maximale de ϵ_m/ϵ_0 est 1,8% ($\pm 0,9\%$) pour toutes les valeurs de ν_i possibles. Quand la forme des particules est connue, on peut déterminer ϵ_m/ϵ_0 encore plus précisément 1% ($\pm 0,5\%$) jusqu'à $\nu_i = 30\%$. Pour $\epsilon_i/\epsilon_0 = 3$ c'est 6% ($\pm 3\%$), resp. 2% ($\pm 1\%$) jusqu'à $\nu_i = 30\%$. Pour les valeurs plus basses de ν_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:

$$(1) \quad \varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 + \frac{S v_i}{1 - q v_i}$$

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:

$$(2) \quad \varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 + S v_i$$

Les mêmes considérations donnent pour $\varepsilon_i/\varepsilon_0 \rightarrow 0$:

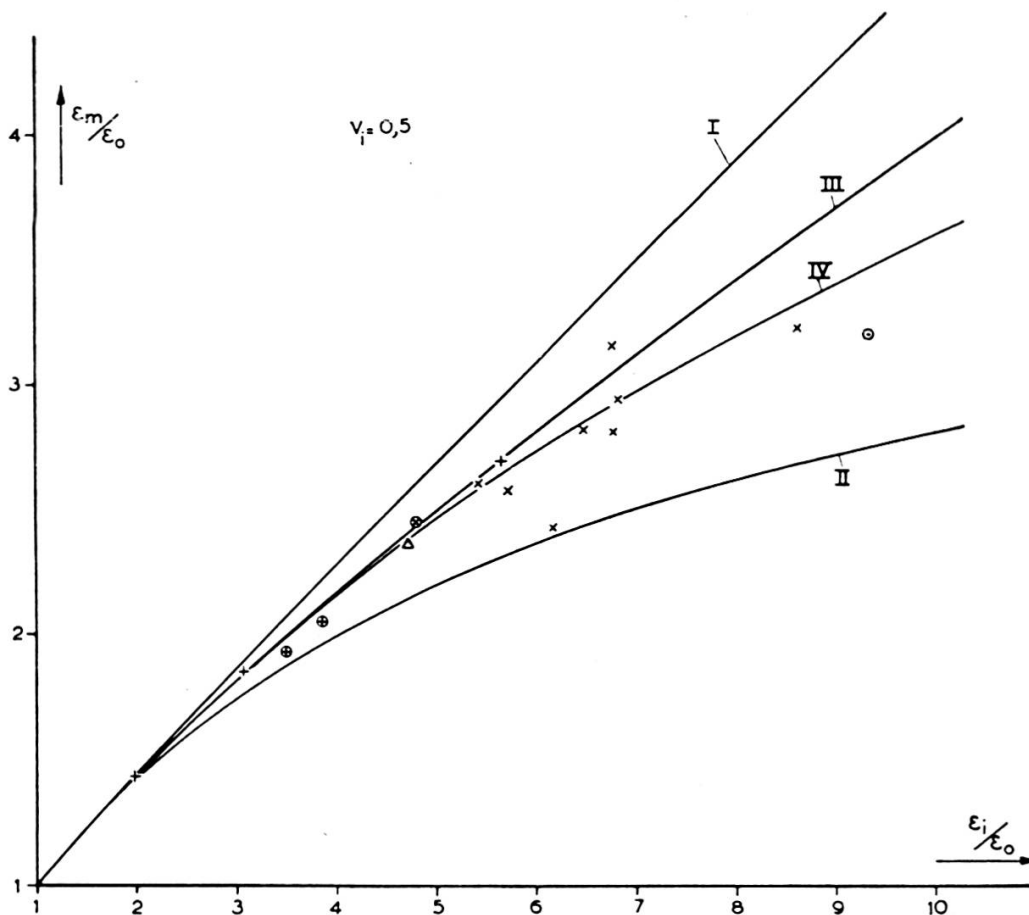
$$(3) \quad \varepsilon_m/\varepsilon_0 = 1 - T v_i, \text{ avec } T = \frac{1}{3} \sum_1^3 j \frac{1}{1 - A_j}$$

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 $\nu_i = 0,5$, 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 ν_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 ν_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.
-