

ZYGMUNT KLESZCZEWSKI

Katedra Fizyki A

## O PEWNYM ZWIĄZKU MIĘDZY PRĘDKOŚCIĄ DŹWIĘKU A DIELEKTRYCZNYMI CHARAKTERYSTYKAMI CIECZY

Streszczenie. Wyliczono promienie cząsteczek niektórych cieczy nową metodą akustyczną podaną przez F. Kuczerę. Otrzymane wyniki porównano z promieniami cząsteczek wyliczonymi innymi metodami. Stwierdzono bardzo dużą zgodność metody akustycznej i elektrycznej.

Prędkość dźwięku często uważana jest za stałą materiałową. Różne stałe materiałowe związane są ze sobą pewnymi zależnościami, które nie zawsze są znane. Między innymi poszukiwano związku między akustycznymi i dielektrycznymi cechami substancji, np. między prędkością dźwięku a stałą dielektryczną. Poszukiwania te nie zostały uwieńczone pozytywnym skutkiem.

W związku z tym pragnę zwrócić uwagę na wyniki pomiarów prowadzące do wyznaczenia średnicy cząsteczki.

Wartości wyznaczonych różnymi metodami promieni cząsteczek są oczywiście nieco różne, jako że średnica cząsteczki zdefiniowane jest przez metodę pomiaru.

Poniższa tabela ilustruje ten stan rzeczy. Zawiera ona promienie cząsteczek niektórych cieczy wyliczone czterema metodami.

$R_E$  - promień elektryczny

$R_{LO}$  - promień Lenarda-Jonesa

$R_G$  - promień gazokinetyczny

$R_D$  - promień wyliczony w oparciu o współczynnik dyfuzji.

Tablica 1

| Lp. | Substancja             | Symbol      | $R_E$ [Å] | $R_{LO}$ [Å] | $R_G$ [Å] | $R_D$ [Å] |
|-----|------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------|-----------|
| 1.  | n. Pentan              | $C_5H_{12}$ | 2,14      | 2,81         | 3,86      | -         |
| 2.  | Cykloheksan            | $C_6H_{12}$ | 2,21      | 2,55         | 2,97      | 3,35      |
| 3.  | n-Hektan               | $C_7H_{16}$ | 2,37      | 3,26         | 4,45      | -         |
| 4.  | n-Oktan                | $C_8H_{18}$ | 2,48      | 2,43         | 4,82      | -         |
| 5.  | Benzen                 | $C_6H_6$    | 2,16      | 2,58         | 3,75      | 3,20      |
| 6.  | Czterochlorek<br>węgla | $CCl_4$     | 2,19      | 2,75         | 3,85      | 3,10      |
| 7.  | Toluen                 | $C_7H_8$    | 2,28      | 2,84         | 4,08      | -         |
| 8.  | Alkohol metylowy       | $CH_3OH$    | 1,47      | 1,94         | 2,65      | 2,37      |
| 9.  | Alkohol etylowy        | $C_2H_5OH$  | 1,70      | 2,16         | 3,05      | 2,82      |
| 10. | Aceton                 | $C_3H_6O$   | 1,90      | 2,49         | 3,35      | 2,55      |

Ostatnio ukazała się praca F. Kuczery [1], w której opisana jest nowa akustyczna metoda pomiaru średnicy cząsteczki.

F. Kuczera w swoich rozważaniach traktuje cząsteczki jako doskonale sprężyste kulki. Szybkość transmisji impulsu w cząsteczkach jest bardzo duża w stosunku do prędkości fali w przestrzeni międzycząsteczkowej. Jeżeli przyjąć w pierwszym przybliżeniu, że studnia potencjału międzycząsteczkowego jest prostokątna, to szybkość transmisji impulsu od cząsteczki do cząsteczki jest niewielka. Za termiczne zmiany prędkości odpowiedzialna jest jedynie zmiana odległości międzycząsteczkowych.

Po przyjęciu tych założeń dochodzi się do następnego wyrażenia na promień molekuly.

$$R_A = \frac{1}{2} \frac{3\beta}{3\beta - \alpha} \left( \frac{M}{\rho N} \right)^{1/3}$$

$M$  - masa molowa

$\rho$  - gęstość

$N$  - liczba Avogadro

$\beta$  - względny współczynnik termiczny prędkości dźwięku.

$\alpha$  - względny współczynnik rozszerzalności objętościowej

Wyliczono wg tego wzoru promienie cząsteczek podano w tabeli 2.

Tablica 2

| Lp. | Substancja          | Symbol      | $R_A$ [Å] |
|-----|---------------------|-------------|-----------|
| 1.  | n-Pentan            | $C_5H_{12}$ | 2,55      |
| 2.  | Cykloheksan         | $C_6H_{12}$ | 2,50      |
| 3.  | n-Heptan            | $C_7H_{16}$ | 2,91      |
| 4.  | n-Oktan             | $C_8H_{18}$ | 2,93      |
| 5.  | Benzen              | $C_6H_6$    | 2,40      |
| 6.  | Czterochlorek węgla | $CCL_4$     | 2,42      |
| 7.  | Toluen              | $C_7H_8$    | 2,89      |
| 8.  | Alkohol metylowy    | $CH_3OH$    | 1,78      |
| 9.  | Alkohol etylowy     | $C_2H_5OH$  | 2,03      |
| 10. | Aceton              | $C_3H_6O$   | 2,17      |

Jest zadziwiające, że o ile stosunki promieni wyznaczonych różnymi metodami wahają się w znacznych granicach, przy czym rozrzut tych wartości jest dość duży, to stosunek promienia  $R_A$  do promienia  $R_E$  wyznaczonego z równania Clausiusa-Mosottiego [2] jest prawie stały. Bezwzględne wartości tych promieni różnią się około 10%.

Z porównania promienia akustycznego  $R_A$  z promieniami wyliczonymi innymi metodami wynika następujące zestawienie

Tablica 3

| Lp. | Substancja          | Symbol      | $\frac{R_A}{R_E}$ | $\frac{R_A}{R_{LD}}$ | $\frac{R_A}{R_G}$ | $\frac{R_A}{R_D}$ |
|-----|---------------------|-------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| 1.  | n-Pentan            | $C_5H_{12}$ | 1,16              | 0,90                 | 0,68              | -                 |
| 2.  | Cykloheksan         | $C_6H_{12}$ | 1,13              | 0,98                 | 0,62              | 0,79              |
| 3.  | n-Heptan            | $C_7H_{16}$ | 1,17              | 0,89                 | 0,65              | -                 |
| 4.  | n-Oktan             | $C_8H_{18}$ | 1,10              | 1,12                 | 0,64              | -                 |
| 5.  | Benzen              | $C_6H_6$    | 1,14              | 0,93                 | 0,59              | 0,73              |
| 6.  | Czterochlorek węgla | $CCl_4$     | 1,19              | 0,83                 | 0,63              | 0,78              |
| 7.  | Toluen              | $C_7H_8$    | 1,18              | 1,05                 | 0,73              | -                 |
| 8.  | Alkohol metylowy    | $CH_3OH$    | 1,18              | 0,90                 | 0,70              | 0,75              |
| 9.  | Alkohol etylowy     | $C_2H_5OH$  | 1,18              | 0,94                 | 0,65              | 0,72              |
| 10. | Aceton              | $C_3H_6O$   | 1,17              | 0,85                 | 0,55              | 0,83              |

Nie jest jasne czemu przypisywać tak wyjątkowo dużą zgodność metody akustycznej wg F. Kuczery i metody elektrycznej. W obu wypadkach przyjmuje się wprawdzie, że cząsteczki są kulkami sprężystymi, nie jest jednak pewne czy założenie to wystarcza, by uzasadnić tak dużą zgodność. Sądzić należy, że jest to jednak pierwsza droga poszukiwania związku między własnościami akustycznymi a dielektrycznymi prowadząca do pozytywnych rezultatów.

Wpłynęło do Redakcji w lipcu 1968 r.

LITERATURA

- [1] Kuczera F. - Sound velocity and molecule size. Proc. of Vibr. Probl. Warszawa 1965.  
[2] Debye P. - Polare Molekel., Lipsk 1929.

О НЕКОТОРОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ЗВУКА  
С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЖИДКОСТЕЙ

Р е з ю м е

Вычислены радиусы частиц некоторых жидкостей новым акустическим методом, установленным Ф. КУЧЕРОЙ. Полученные данные сравнены с радиусами частиц, вычисленными другими методами. Установлено отличное согласие акустического и электрического методов.

ON SOME CONNECTION BETWEEN THE SOUND RATE  
AND THE DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF LIQUIDS

S u m m a r y

Radia of some liquids particles have been calculated by means of the new acoustic method given by F. Kuczera. The received results have been compared with the radia of computed particles by means of other methods. A great conformity between the acoustic and electric methods has been stated.