

FRANCISZEK KUCZERA
STANISŁAW HANZEL

LEPKOŚĆ FONONOWA, A STAŁA RAO

Streszczenie. Praca zawiera dowód, że wyrażenia na tzw. regułę Rao jest prostą funkcją objętości własnej cząsteczek. W taki sposób wątpliwości co do fizykalnego sensu tej wielkości uważać można za nieuzasadnione.

1. Istnieją dość rozpowszechnione poglądy, że stała Rao nie jest żadną wielkością fizykalną [1], zaś reguła Rao jest bardzo przybliżonym wyrazem pewnych, niezbyt ściśle spełnionych zależności. Warto w związku z tym przypomnieć pracę S. Szymy i K. Woźniaczka pt. "Akustyczne aspekty równania Grüeisena-Debye'a" [2], w której - między innymi - wykazano, że stała Rao jest indywidualną, a nie uniwersalną stałą. Poniżej pokażemy, że współczynnik lepkości cieczy, który niewątpliwie jest tzw. stałą materiałową, zależy w prosty sposób od stałej Rao. W rozważaniach naszych oprzemy się o wyniki dwóch prac: pracy Boswortha [3], dotyczącej fononowej teorii lepkości cieczy oraz pracy F. Kuczery, zawierającej opis akustycznej metody wyznaczania średnicy cząsteczek.

2. Z porównania współczynników lepkości i dyfuzji dla cieczy łatwo wywnioskować, że w cieczach istnieje bardziej wydajny mechanizm transportu pędu od mechanizmu transportu masy niż

to ma miejsce w przypadku gazów. Wprowadzając koncepcję gazu fononowego unika Bosworth poszukiwania tego mechanizmu. Wiadomo, że fale poprzeczne w cieczach są silnie absorbowane i zanikają na odległościach rzędu odległości międzycząsteczkowych. Zjawisko to można wyjaśnić w sposób następujący: Załóżmy, że określona cząsteczka jest źródłem fali poprzecznej. Uśredniając strukturę cieczy przyjmujemy, że sąsiednie cząsteczki ułożone są na kulach koncentrycznych, w których środku znajduje się źródło fali. Jeśli teraz wziąć określony kierunek rozchodzenia się fali poprzecznej, to fala ta zaniknie w tym miejscu w którym natrafi na "dziurę". Jeśli to zjawisko opisać w formalizmie fononowym, to powiemy, że fonony zanikną w tym miejscu, w którym natrafią na dziurę. Dla gazu fononowego stosujemy teraz wyniki teorii kinetycznej gazu, z której otrzymujemy między innymi

$$\eta = \frac{1}{3} \rho c \lambda \quad (1)$$

gdzie:

ρ - gęstość fononów,

c - odpowiadająca fonono prędkość fali,

λ - średnia droga swobodna fononów.

Szczegółowy rachunek Boswortha [3], którego tu nie możemy podać, prowadzi do następującego wyrażenia:

$$\eta = \frac{1,047 \cdot 0,2068}{N} \frac{R}{w} \frac{T}{V - b} v^{1/3} \quad (2)$$

w którym:

T - temperatura absolutna,

N - stała Avogarda,

w - prędkość głosu,

V - objętość przypadająca na jedną cząsteczkę,

b - objętość własna cząsteczki.

3. Praca Kuczery stanowi rozwinięcie i pewne sprostowanie idei Eyringa - Kincaida [4]. Z rachunku przedstawionego w pracy Kuczery wynika, że prędkość propagacji fali na odległościach międzycząsteczkowych jest mała w stosunku do mierzonej prędkości głosu i nie jest ona równa prędkości w odpowiednim gazie, jak to zakładali Eyring i Kincaid. Dół potencjalny potencjału wzajemnego oddziaływania cząstek przyjmuje Kuczera co prawda też za płaski, lecz podkreśla, że głębokość tego dołu jest różna od zera i zależna od temperatury. Szczegółowy rachunek prowadzi do następującego przybliżonego związku

$$\frac{\frac{1}{w} \frac{\partial w}{\partial T}}{\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial T}} = - \frac{1}{3} \frac{b}{S} \quad (3)$$

LITERATURA

- [1] Michajłow I.G., Sołowiew W.A., Syrnikow J.P. - Osnowy molekularnoj akustiki. 1964, 102.
- [2] Szyma S., Woźniczak K. - Primienienije ultraakustiki k is-sledowaniju wieszczestwa. XIV. 1961.
- [3] Bosworth R.C.L. - Trans. Rar. Soc. 1948, 303.
- [4] Kincaid J.F., Eyring H. - Journ. Chem. Phys. VI, 1938 620.

ФОНОННАЯ ВЯЗКОСТЬ И ПОСТОЯННАЯ РАО

Р е з ю м е

В работе доказано что выражение на т.н. правило Рао является прямой функцией собственного объема частиц.

Таким образом сомнения касающиеся физического смысла этой величины можно принять за необоснованные.

FONON VISCOSITY AND THE RAO'S CONSTANT

S u m m a r y

The paper contains a proof that the expression for the so called "Rao" - rule is a simple function of the own volume of the particles. Thus any doubts as to the physical sense of this magnitude may be considered to be ungrounded.