

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Д. С. Циклис \*

**СЖИМАЕМОСТЬ АЗОТА ПРИ ДАВЛЕНИЯХ ДО 10 000 АТМ.**

(Представлено академиком А. Н. Фрумкиным 19 IV 1951)

Сжимаемость многих газов исследована в широком интервале температур при давлениях до 1000 атм. В литературе имеются также данные по сжимаемости некоторых газов при давлениях до 3000 атм. Для давлений больших, чем 3000 атм., имеются только отдельные работы. Между тем, накопление систематических данных по сжимаемости в интервале до 10 000—20 000 атм. представило бы большой интерес.

В настоящей работе автор ставил себе целью определить сжимаемость азота в интервале от 6000 до 10 000 атм. при температурах 50, 100 и 150°, воспользовавшись ранее описанной методикой<sup>(1)</sup>. Полученные данные сглаживались по кривым  $p\upsilon - p$  (см. табл. 1).

Таблица 1

Объем азота (см<sup>3</sup>/моль)

$p$ , атм.	50°		100°		150°	
	эксп.	выч.	эксп.	выч.	эксп.	выч.
6500	28,50	28,60	29,45	29,47	30,26	30,29
7000	27,93	28,07	28,88	28,90	29,62	29,68
7500	27,42	27,59	28,37	28,38	29,05	29,13
8000	26,96	27,15	27,85	27,85	28,63	28,66
8500	26,56	26,73	27,42	27,46	28,06	28,15
9000	26,18	26,35	27,01	27,05	27,64	27,72
9500	25,83	25,99	26,66	26,67	27,26	27,31
10000	25,65	25,65	26,31	26,31	26,92	26,93

Мы попытались, основываясь на предположении о близости свойств сильно сжатого газа и жидкости, применить уравнение Тэта<sup>(2)</sup> к полученным нами экспериментальным данным:

$$\frac{v - v_0}{v_0} = C \ln \frac{B + p}{B + p_0},$$

где  $v_0$  — начальный объем, служащий нулем отсчета;  $p_0$  — давление, соответствующее этому объему, в атм.;  $v$  — объем при давлении  $p$ ,  $B$  и  $C$  — константы.  $B$  зависит только от температуры, а  $C$  не зависит ни от температуры, ни от давления. Это уравнение было проверено<sup>(3)</sup> для ряда жидкостей, сжимаемость которых известна до 10 000 атм. В частности, для воды было получено прекрасное совпадение опыта с расчетом (ошибка не превышала 0,001%).

\* Работа выполнена при участии А. Н. Кофман.

Приняв за нуль отсчета значение объема для азота при 3000 атм., мы нашли значения констант  $B$  и  $C$  для интервала давлений от 3000 до 6000 атм., вычислили объемы азота в этом интервале давлений и сравнили с экспериментальными данными <sup>(4)</sup> (см. табл. 2).

Таблица 2

Объемы азота, экспериментально определенные и вычисленные по уравнению Тэта (см<sup>3</sup>/моль)

$p$ , атм.	50°		100°		150°	
	эксп.	расч.	эксп.	расч.	эксп.	расч.
3000	35,16	—	36,79	—	38,35	—
3500	33,63	33,62	35,09	35,01	36,46	36,34
4000	32,41	32,40	33,73	33,65	34,96	34,83
4500	31,42	31,41	32,60	32,54	33,73	33,79
5000	30,60	30,56	31,60	31,61	32,68	32,78
5500	29,88	29,83	30,84	30,80	31,78	31,91
6000	29,18	29,18	30,09	31,10	30,98	31,15

Константы уравнения для этого интервала температур и давлений, соответственно, равны:  $C = 0,3678$  и  $B = -1421$  для 50°,  $-1587$  для 100° и  $-1716$  для 150° (давление в атм.). Максимальное расхождение не превышает 0,2 см<sup>3</sup>, или 0,6%, наименьшее отклонение 0,01 см<sup>3</sup>, или 0,03%.

Таблица 3

Объемы азота при 68° (см<sup>3</sup>/моль)

$p$ , атм.	Данные Бриджмена	Данные автора и <sup>(4)</sup>
3000	35,75	35,75
4000	33,25	32,48
5000	31,50	30,96
6000	30,21	29,51
7000	29,20	28,27
8000	28,41	27,30
9000	27,76	26,48
10000	27,19	25,89

Мы экстраполировали по полученному уравнению значения объемов азота при 50, 100 и 150° до 10 000 атм. и сравнили их с определенными нами (см. табл. 1). Расхождение между экспериментально определенными и вычисленными значениями объемов невелико и не превышает точности определения <sup>(1)</sup>.

Бриджмен <sup>(5)</sup> определил сжимаемость азота при 68° и давлении до 15 000 атм. Он принял в качестве нуля объем азота при 3000 атм. и выразил экспериментальные данные в виде изменения объема  $\Delta v$ .

Используя значение объема азота при 3000 атм. и 68° из литературы <sup>(4)</sup>, мы вычислили объемы азота по данным Бриджмена и сравнили их с нашими данными (см. табл. 3). Из таблицы видно, что данные Бриджмена преувеличены.

В заключение автор выражает благодарность И. Р. Кричевскому за советы при проведении данной работы.

Государственный научно-исследовательский и проектный институт азотной промышленности

Поступило  
16 IV 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. Р. Кричевский и Д. С. Циклис, ДАН, 78, № 6 (1951). <sup>2</sup> Tait, Report on some of the Physical Properties of Water, 1888, p. 47 (цит. по G. Tammann, Ueber die Beziehungen zwischen den inneren Kräften und Eigenschaften der Lösungen, Leipzig, 1907, S. 38). <sup>3</sup> R. Gibson, Journ. Am. Chem. Soc., 56, 4 (1934); Am. Journ. Sci., 35, A, 49 (1938). <sup>4</sup> M. Benedict, Journ. Am. Chem. Soc., 59, 2233 (1937). <sup>5</sup> P. W. Bridgman, Proc. Am. Acad. of Arts and Sci., 59, 8, 173 (1924).