

## Лабораторная работа 4

### Определение парциальных мольных объёмов компонентов раствора

#### 4.1 Цель работы

Определить парциальные мольные объёмы компонентов бинарного раствора.

#### 4.2 Теоретическое введение

Парциальным мольным объёмом  $i$ -го компонента в растворе ( $\bar{V}_i$ ) называется частная производная от общего объёма раствора ( $V$ ) по числу молей  $i$ -го компонента ( $n_i$ ) при постоянном давлении ( $p$ ), температуре ( $T$ ) и числе молей остальных компонентов ( $n_j$ ):

$$\bar{V}_i = \left( \frac{\partial V}{\partial n_i} \right)_{p, T, n_{j \neq i}} \quad (4.1)$$

Согласно первому уравнению Гиббса – Дюгема, общий объём бинарного раствора, состоящего из  $n_1$  молей растворителя и  $n_2$  молей растворённого вещества, может быть выражен через парциальные мольные объёмы компонентов:

$$V = n_1 \cdot \bar{V}_1 + n_2 \cdot \bar{V}_2 \quad (4.2)$$

Парциальный мольный объём растворённого вещества может быть определен графически, если есть зависимость объёма раствора, содержащего постоянное количество растворителя, от числа молей растворённого вещества. В этом случае тангенс угла наклона касательной в любой точке кривой к положительному направлению оси абсцисс дает значение парциального мольного объёма растворённого вещества.

**Определение плотности растворов проводится пикнометрическим методом, поочередно взвешивая пикнометр пустой, с водой и растворами на прецизионных электронных весах серии HR.**



#### 4.3 Порядок выполнения работы

1. Включить дисплей весов клавишей [ON:OFF]. Через некоторое время на дисплее появится индикация “0.0000 g”.
2. Поставить пикнометр на чашу весов и закрыть дверцу ветрозащитного колпака. Дисплей покажет вес пикнометра. Взвешивание повторить 2 раза.



Рис. 4.3. Пикнометр

3. Заполнить пикнометр дистиллированной водой, следя за отсутствием внутри пикнометра пузырьков воздуха. Аккуратно закрыть крышкой, так чтобы вода поднялась по капилляру и вышла сверху капелькой. Тщательно вытереть воду с внешней стороны пикнометра с помощью фильтровальной бумаги.

4. Поставить пикнометр с жидкостью на чашку весов и закрыть дверцу.

5. Дождаться появления на дисплее индикатора стабильности и считать вес.

6. Снять пикнометр с чашки весов.

7. Слить часть воды из пикнометра. Заполнить его снова и снова взвесить.

Повторить операцию еще раз.

8. Аналогично взвешиванию пикнометра с водой провести взвешивание четырех растворов NaCl различных концентраций (начиная с наименьшей). Каждое взвешивание провести 3 раза.

## 9. Результаты взвешиваний занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.11

Температура $T, K$	Масса пустого пикнометра $g_0, г.$	Масса пикнометра с водой $g_1, г.$	Масса пикнометра с раствором, в зависимости от моляльности $m$ (g2), г.			
			$m_1 = 0,1$	$m_2 = 0,2$	$m_3 = 0,3$	$m_4 = 0,4$

Видео: [Часть 1](#)

По результатам измерений:

1. Зная массу воды в пикнометре и её плотность при температуре опыта (табл. 4.2), найти объём пикнометра  $\left( V_{\text{пик}} = \frac{g_1 - g_0}{\rho_{H_2O}} \right)$ . Имея значения массы раствора в пикнометре и его объём, рассчитать плотность каждого раствора  $\left( \rho_{\text{р-ра}} = \frac{g_2 - g_0}{V_{\text{пик}}} \right)$ .

2. Вычислить массу растворов, содержащих 1000 г воды для всех концентраций, она равна  $1000 + mM$ , где  $M$  – молекулярная масса растворенной соли, а  $m$  – моляльность раствора.

3. Разделив полученные массы растворов на соответствующие плотности, найти объёмы растворов, содержащих 1000 г воды.

Таблица 6.2 Температурная зависимость плотности воды

$t, ^\circ C$	Плотность воды, г/см <sup>3</sup>	$t, ^\circ C$	Плотность воды, г/см <sup>3</sup>
10	0,99973	21	0,99802
11	0,99963	22	0,99780
12	0,99952	23	0,99756
13	0,99940	24	0,99732
14	0,99927	25	0,99707
15	0,99913	26	0,99681
16	0,99897	27	0,99654
17	0,99880	28	0,99626
18	0,99862	29	0,99597
19	0,99843	30	0,99567
20	0,99823	35	0,99406

4. Сделав расчёты, построить график, откладывая по оси абсцисс моляльности растворов, а по оси ординат объём соответствующего раствора, содержащего 1000 г воды. По графику определяют парциальные молярные объёмы соли для всех концентраций и парциальные молярные объёмы воды по уравнению (4.2). Результаты вычислений представить в виде табл. 4.3.

Таблица 6.3

Моляльность раствора, $m$	Масса раствора в пикнометре, г	Плотность раствора,	Масса раствора, содержащего 1000 г	Парциальный молярный объём
------------------------------	-----------------------------------	------------------------	---------------------------------------	-------------------------------

		$\text{г/см}^3$	$\text{H}_2\text{O, г}$	$\overline{V}_2, \text{см}^3/\text{МОЛЬ}$	$\overline{V}_1, \text{см}^3/\text{МОЛЬ}$
--	--	-----------------	-------------------------	---	---