

## 9 класс

### Задание. Соль (хлорид натрия)

Оборудование: Цилиндр измерительный объемом 100 мл, пробирка, стакан с водой, шприц, 2 комплекта порошка поваренной соли (в комплект входит три порции поваренной соли (NaCl) массой 5г, 10г, 20г.).

**Указание:** Перед началом работы тщательно продумайте последовательность ваших действий. При выполнении работы описывайте, что вы делали. Для выполнения задания используйте **только один комплект**. Второй комплект вам выдан для проведения пробного эксперимента. Дополнительные порции соли выдаваться не будут.

Плотность воды  $\rho_{\text{в}} = 1,0 \text{ г/см}^3$ .

1. Определите плотность  $\rho_{\text{п}}$  порошка хлорида натрия.
2. Определите соотношение масс соли и воды ( $\alpha = M_{\text{с}}/M_{\text{в}}$ ) в насыщенном растворе поваренной соли при комнатной температуре (известно, что  $\alpha < 0,5$ ).

**Примечание:** насыщенным раствором называется **жидкость** в которой перестает растворяться соль.

3. Определите плотность  $\rho_{\text{к}}$  кристаллов хлорида натрия.
4. Оцените погрешность в определении  $\alpha$ ,  $\rho_{\text{п}}$ ,  $\rho_{\text{к}}$ .

**Указание для организаторов:** рекомендуется использовать соль «экстра» мелкого помола.

Порции соли должны быть отмерены с точностью  $\pm 0,1$  г.

Шприц рекомендуем брать объемом 20 мл с ценой деления 1 мл.

Цилиндр измерительный объемом 100 мл, должен быть узким, с ценой деления 1 мл/дел.

Емкость стакана с водой 0,2 – 0,5 л.

**Возможное решение**

**Кармазин С., Чжан М.**

1. Для определения плотности порошка соли навеску массой 20 грамм следует высыпать в сухой мерный стакан или в шприц и измерить объем этого количества соли. Организаторам следует заранее определить плотность порошка той партии соли, которая используется в эксперименте. Ориентировочно,  $(1100 < \rho < 1200) \text{ кг/м}^3$ .
2. Для определения отношения  $\alpha$  масс соли и воды в насыщенном растворе высыпая навеску соли массой 5 грамм в пробирку и добавляем фиксируемые порции воды с помощью шприца. Дискретность (шаг) добавляемых порций воды выбирается участником олимпиады самостоятельно. После каждого добавления воды тщательно перемешиваем раствор. Теоретически процедура должна продолжаться до полного исчезновения кристалликов соли в воде. Однако, в соли может находиться некоторое небольшое количество посторонних нерастворимых примесей. Поэтому добиваться абсолютно полного исчезновения осадка не целесообразно. Эксперимент следует продолжать до тех пор, пока количество кристалликов в осадке не изменится при очередном добавлении 1 мл воды. Табличное значение  $\alpha = 0,36$ . Практически, удовлетворительным результатом следует считать  $0,32 < \alpha < 0,35$ .
3. Для определения плотности кристаллов хлорида натрия, находящуюся в измерительном цилиндре порцию соли следует залить небольшим количеством воды. Туда же можно вылить содержимое пробирки. В любом случае, необходимо обеспечить насыщенность раствора в мерном стакане, т.е. наличие в нем достаточного количества нерастворенной соли. В этом состоянии фиксируется объем содержимого в стакане. Затем в мерный стакан высыпается навеска соли массой 20 грамм и снова фиксируется объем содержимого. Необходимо, чтобы уровень воды в мерном цилиндре был выше уровня соли. Так как добавленная соль не может раствориться в насыщенном растворе, ее объем равен разности полученных объемов. Табличное значение плотности  $\text{NaCl } \rho = 2165 \text{ кг/м}^3$ .

**Критерии оценивания.**

- |  |                 |
|--|-----------------|
| 1. Определена плотность порошка поваренной соли                              | <b>3 балла</b>  |
| а) обоснование метода  | 0,5 балла       |
| б) результаты измерений  | 0,5 балла       |
| в) попадание в узкие ворота ( $1,1 - 1,2$ ) г/см <sup>3</sup>                | 2 балла         |
| широкие ворота ( $1,0 - 1,3$ ) г/см <sup>3</sup>                             | 1 балл          |
| 2. Определено отношение $\alpha$ масс соли и воды в насыщенном растворе NaCl | <b>5 балла</b>  |
| а) обоснование метода  | 2 балла         |
| б) результаты измерений  | 1 балл          |
| в) попадание в узкие ворота ( $0,32 - 0,35$ )                                | 2 балла         |
| широкие ворота ( $0,30 - 0,37$ )   | 1 балл          |
| 3. Определена плотность кристаллического NaCl                                | <b>6 баллов</b> |
| а) обоснование метода  | 2 балла         |
| б) результаты измерений  | 1 балл          |
| в) попадание в узкие ворота ( $2,1 - 2,2$ ) г/см <sup>3</sup>                | 3 балла         |
| средние ворота ( $2,0 - 2,3$ ) г/см <sup>3</sup>                             | 2 балла         |
| широкие ворота ( $1,8 - 2,5$ ) г/см <sup>3</sup>                             | 1 балл          |
| 4. Оценка погрешностей   | <b>1 балл</b>   |

**Примечание 1:** Числовые значения плотности соли зависят от степени очистки соли заводом изготовителем, поэтому организаторам олимпиады необходимо проделать эксперименты самостоятельно и получить **свои** значения.

**Примечание 2:** за отсутствие единиц измерений в ответе на любой вопрос снимается 1 балл.