

## Задания экспериментального тура

### Восьмой класс

Приготовление 100 мл раствора NaCl заданной концентрации ( $\omega$  теор.) двумя способами из возможных:

- А) NaCl (крист.) + дистиллированная вода,
- Б) 14% масс. раствор NaCl + дистиллированная вода,
- В) 2% масс. раствор NaCl + 14% масс. раствор NaCl,
- Г) NaCl (крист.) + 2% масс. раствор NaCl.

#### Задания:

1. Пользуясь справочными данными (зависимость плотности раствора NaCl от массовой концентрации), рассчитайте методом интерполяции плотность раствора ( $\rho$  теор.) концентрации, заданной индивидуально преподавателем ( $\omega$  теор.).

$$\rho_{\text{теор.}} = \rho_1 + \frac{(\rho_2 - \rho_1)(\omega_{\text{теор.}} - \omega_1)}{(\omega_2 - \omega_1)}$$

где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – ближайšie к  $\omega$  теор. табличные значения,

$\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответствующие табличные значения плотности.

Плотность рассчитать с точностью до 4-го знака после запятой.

2. Методом материального баланса рассчитайте объёмы воды/растворов и массу NaCl, необходимых для приготовления заданного раствора двумя способами, отмеченными преподавателем.

$$\begin{cases} m_{\text{р.в.1}} + m_{\text{р.в.2}} = m_{\text{р.в.3}} \text{ (по растворенному веществу)} \\ m_{\text{р.1}} + m_{\text{р.2}} = m_{\text{р.3}} \text{ (по раствору)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega_1 \rho_1 V_1 + \omega_2 \rho_2 V_2 = \omega_3 \rho_3 V_3 \\ \rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 = \rho_3 V_3 \end{cases}$$

Цифрами 1 и 2 обозначены исходные компоненты, цифрой 3 – конечный раствор.

Заполните таблицу 1 (кроме последнего столбца, который заполняется преподавателем):

| Способ | $m \text{ NaCl,}$<br><i>г</i> | $V \text{ H}_2\text{O,}$<br><i>мл</i> | $V \text{ 2%,}$<br><i>мл</i> | $V \text{ 14%,}$<br><i>мл</i> | $\rho \text{ теор.,}$<br><i>г/мл</i> | $\rho \text{ практ.,}$<br><i>г/мл</i> |
|--------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
|        |                               |                                       |                              |                               |                                      |                                       |
|        |                               |                                       |                              |                               |                                      |                                       |

Объемы округляйте до целых, массы – до сотых.

3. Приготовьте раствор концентрации  $\omega$  теор. двумя заданными способами.
4. Пользуясь справочными данными, рассчитайте методом обратной интерполяции массовую концентрацию приготовленных растворов ( $\omega$  практ.), абсолютную и относительную погрешности. Заполните таблицу 2:

| Способ | $\rho \text{ практ.,}$<br><i>г/мл</i> | $\omega \text{ практ.,}$<br><i>% масс.</i> | $\omega \text{ теор.,}$<br><i>% масс.</i> | $\Delta\omega \text{ абс.,}$<br><i>% масс.</i> | $\Delta\omega \text{ отн.,}$<br><i>%</i> |
|--------|---------------------------------------|--|---|--|--|
|        |                                       |  |   |  |  |
|        |                                       |  |   |  |  |

**Реактивы:** NaCl (крист.), дистиллированная вода, 2% масс. раствор NaCl, 14% масс. раствор NaCl.

**Оборудование:** мерные цилиндры 250 мл, 100 мл и 50 мл, электронные весы, стеклянная палочка, ареометр.

## Решения задач экспериментального тура

Восьмой класс (автор: Ахапкина Т.Е.)

5. Рассчитанная участником по методу интерполяции плотность сверяется с данными преподавателя. В случае неправильного ответа участнику сообщается правильный ответ для дальнейших расчетов.

$$\rho_{\text{теор.}} = \rho_1 + \frac{(\rho_2 - \rho_1)(\omega_{\text{теор.}} - \omega_1)}{(\omega_2 - \omega_1)}$$

где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – ближайšie к  $\omega_{\text{теор.}}$  табличные значения,

$\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответствующие табличные значения плотности.

6. Рассчитанные и записанные участником в таблицу 1 данные сверяются с данными преподавателя. В случае выявления ошибок участнику сообщаются правильные ответы для приготовления раствора заданной ему концентрации.

Способ А: искомые  $m_{\text{соли}}$  и  $V_{\text{H}_2\text{O}}$

$$\begin{cases} m_{\text{соли}} + 0 = \omega_3 \rho_3 V_3 \\ m_{\text{соли}} + \rho_{\text{H}_2\text{O}} V_{\text{H}_2\text{O}} = \rho_3 V_3 \end{cases}$$

Способ Б: искомые  $V_{14\%}$  и  $V_{\text{H}_2\text{O}}$

$$\begin{cases} \omega_{14\%} \rho_{14\%} V_{14\%} + 0 = \omega_3 \rho_3 V_3 \\ \rho_{14\%} V_{14\%} + \rho_{\text{H}_2\text{O}} V_{\text{H}_2\text{O}} = \rho_3 V_3 \end{cases}$$

Способ В: искомые  $V_{2\%}$  и  $V_{14\%}$

$$\begin{cases} \omega_{2\%} \rho_{2\%} V_{2\%} + \omega_{14\%} \rho_{14\%} V_{14\%} = \omega_3 \rho_3 V_3 \\ \rho_{2\%} V_{2\%} + \rho_{14\%} V_{14\%} = \rho_3 V_3 \end{cases}$$

Способ Г: искомые  $m_{\text{соли}}$  и  $V_{2\%}$

$$\begin{cases} m_{\text{соли}} + \omega_{2\%} \rho_{2\%} V_{2\%} = \omega_3 \rho_3 V_3 \\ m_{\text{соли}} + \rho_{2\%} V_{2\%} = \rho_3 V_3 \end{cases}$$

7. Приготовленные участником растворы проверяются на точность по значению плотности  $\rho$  практ., которую измеряет ареометром преподаватель и записывает участнику в соответствующий столбец таблицы 1.

8. Расчет участником по методу обратной интерполяции  $\omega$  практ., а также значений абсолютной и относительной погрешностей проверяется преподавателем.

$$\omega \text{ практ.} = \omega_1 + \frac{(\omega_2 - \omega_1)(\rho \text{ практ.} - \rho_1)}{(\rho_2 - \rho_1)}$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – ближайšie к  $\rho$  практ. табличные значения,

$\omega_1$  и  $\omega_2$  – соответствующие табличные значения массовой концентрации.

$$\Delta\omega \text{ абс.} = |\omega \text{ теор.} - \omega \text{ практ.}|$$

$$\Delta\omega \text{ отн.} = \frac{|\omega \text{ теор.} - \omega \text{ практ.}|}{\omega \text{ теор.}} \cdot 100\%$$

**Система оценивания:**

Расчет плотности методом интерполяции 1 балл

Заполнение таблицы 1 – каждый способ по 2 балла 4 балла

Приготовление растворов – каждый способ по 2 балла 4 балла

Точность приготовления каждого раствора оценивается, исходя из абсолютной погрешности ( $\Delta\rho$ , г/мл), то есть разницы между величиной, полученной участником, и теоретическим значением, в соответствии со следующей таблицей:

| $\Delta\rho$ , г/мл | Баллы |
|---------------------|-------|
| $\leq 0.004$        | 2     |
| $> 0.004$           | 1     |

Расчет  $\omega$  практ. и погрешностей 1 балл

**ИТОГО**

**10 баллов**