

Всероссийская олимпиада школьников 2025-2026 учебный год
Муниципальный этап
Химия
7,8 класс

Экспериментальный тур
Продолжительность – 180 минут
Максимальный балл – 30

Ключи, критерии оценивания заданий

1. Методом растворения твердого вещества в воде приготовьте 50 мл водного раствора _____
(название вещества)
- с массовой долей _____ % и плотностью _____ г · см⁻³.
(формула вещества) (значение) (значение)
2. Методом денсиметрии (при помощи ареометра) определите концентрацию приготовленного раствора.
3. Выразите состав приготовленного раствора разными способами.

Выполнение эксперимента

1. В соответствии с Вашим вариантом задания рассчитайте массу соли, необходимую для приготовления раствора заданного количественного состава.
2. Приготовьте раствор заданного количественного состава и заданного объема (выполните операции 2.1 – 2.4)
- 2.1. Получите навеску соли у преподавателя и количественно перенесите ее в мерную колбу на 50 мл, используя воронку (рис.1а).

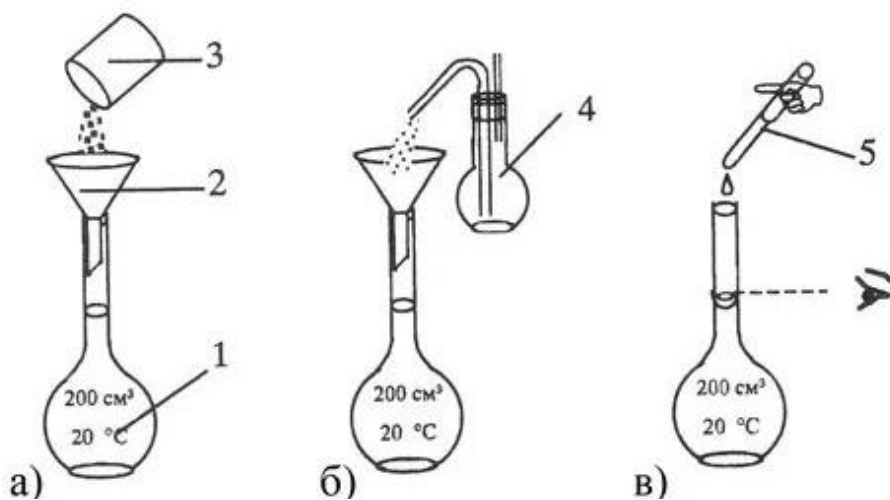


Рис. 1 Приготовление раствора заданного состава:

1 – мерная колба; 2 – воронка; 3 – стаканчик или бюкс с навеской; 4 – промывалка с дистиллированной водой; 5 – капельная (глазная) пипетка

2.2. Растворите соль, приливая дистиллированную воду порциями при перемешивании круговыми движениями кисти руки (рис. 1,б). *Обратите внимание:* объем первой порции воды должен быть не больше половины объема расширенной части мерной колбы. Старайтесь полностью растворить соль до того, как раствор начнет заполнять горло колбы.

2.3. После полного растворения соли добавьте такую порцию воды, чтобы уровень жидкости не доходил до круговой отметки на горле колбы немного (около 1 см по высоте горла колбы). После этого добавляйте воду малыми порциями с помощью глазной пипетки (рис. 1,в), при постоянном наблюдении за установлением мениска жидкости относительно круговой отметки. *Обратите внимание:* объем приготовленного раствора равен заданному, если при строго горизонтальном взгляде на круговую отметку наблюдается совпадение нижней стороны мениска жидкости с круговой отметкой (рис.2):

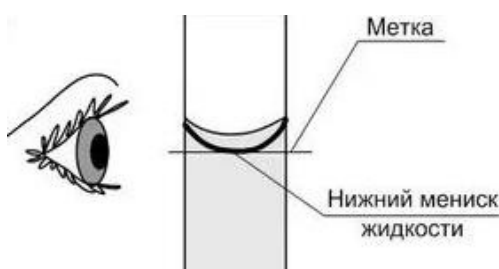


Рис. 2. Правильная фиксация достижения заданного объема приготовленного раствора

2.4. Приготовленный раствор тщательно перемешайте, для этого колбу закройте пробкой и несколько раз переверните вверх дном.

3. Измерьте плотность приготовленного раствора с помощью ареометра. Для этого раствор перелейте в цилиндр. Выберите подходящий ареометр, осторожно опустите ареометр в раствор и по шкале ареометра определите значение плотности ($\rho_{\text{эсп.}}$) приготовленного раствора (рис.3).



Рис.3. Определение плотности раствора с помощью ареометра

Отметьте значение плотности приготовленного раствора ($\rho_{\text{эсп.}}$).

Оформление результатов

1. Приведите расчет массы соли, необходимой для приготовления раствора заданного количественного состава.

2. Изобразите фиксацию достижения заданного объема приготовленного раствора.

3. Приведите значение плотности приготовленного раствора $\rho_{\text{эксп.}}$.

4. По значению плотности приготовленного раствора определите массовую долю соли в растворе.

Если плотность ($\rho_{\text{эксп.}}$) приготовленного раствора совпала с плотностью заданного раствора, значит, совпала и массовая доля соли ($\omega_{\%,\text{эксп.}}$) в приготовленном растворе с массовой долей соли в заданном растворе.

Если плотность ($\rho_{\text{эксп.}}$) приготовленного раствора не совпала с плотностью заданного раствора, то необходимо определить массовую долю соли ($\omega_{\%,\text{эксп.}}$) в приготовленном растворе по справочнику.

Если значение плотности ($\rho_{\text{эксп.}}$) приготовленного раствора отсутствует среди справочных данных, то значение массовой доли соли в растворе следует определить методом *аналитической интерполяции*.

Для этого следует по данным справочника определить значения плотности раствора, ближайшие к измеренному, и установить соответствие значений этих значений плотности раствора значениям массовой доли растворенного вещества в нем:

$\rho_{\text{теор.1}} = \text{_____}$, ему соответствует $\omega_{\%,\text{теор.1}} = \text{_____}$;

$\rho_{\text{эксп.}} = \text{_____}$, ему соответствует $\omega_{\%,\text{эксп.}} = \text{_____}$;

$\rho_{\text{теор.2}} = \text{_____}$, ему соответствует $\omega_{\%,\text{теор.2}} = \text{_____}$.

Значения $\rho_{\text{теор.1}}$ и $\rho_{\text{теор.2}}$ — это ближайшие к $\rho_{\text{эксп.}}$ значения из справочника, при этом $\rho_{\text{теор.1}} < \rho_{\text{эксп.}}$, а $\rho_{\text{теор.2}} > \rho_{\text{эксп.}}$. Необходимо составить и решить пропорцию:

$$(\rho_{\text{теор.2}} - \rho_{\text{теор.1}}) : (\rho_{\text{эксп.}} - \rho_{\text{теор.1}}) = (\omega_{\%,\text{теор.2}} - \omega_{\%,\text{теор.1}}) : (\omega_{\%,\text{эксп.}} - \omega_{\%,\text{теор.1}})$$

Приведите рассуждения и расчеты массовой доли соли ($\omega_{\%,\text{эксп.}}$) в приготовленном растворе по плотности ($\rho_{\text{эксп.}}$) этого раствора.

5. Заполните таблицу «Результаты опыта приготовления раствора заданного состава» значениями характеристик приготовленного раствора:

Характеристики приготовленного раствора						
Формула соли	$\rho_{\text{эксп.}}$	$V_{\text{р-ра}}$	$m_{\text{р-ра}}$	$m_{\text{соли}}$	$m_{\text{воды}}$	$\omega_{\%,\text{эксп.}}$

где: $\rho_{\text{эксп.}}$ — экспериментально определенная плотность приготовленного раствора, г/мл; $V_{\text{р-ра}}$ — объем раствора соли в воде, мл; $m_{\text{р-ра}}$ — масса раствора соли в воде, г; $m_{\text{соли}}$ — масса навески соли, г; $m_{\text{воды}}$ — масса воды, г; $\omega_{\%,\text{эксп.}}$ — массовая доля соли, %.

Расчеты приведите.

6. Рассчитайте абсолютную и относительную погрешность. Расчеты приведите.

Реактивы: навеска соли (на стаканчике написана формула, теоретическая плотность и массовая доля), вода дистиллированная.

Оборудование на одно рабочее место: мерная колба на 50 мл, воронка, химический стаканчик, глазная пипетка, резиновая пробка, емкость с навеской соли.

Оборудование на общее рабочее место: ареометр для интервала плотности 1,060-1,120 г/мл, цилиндр на 50 мл.

30 баллов

Решение

1. Расчет массы навески соли

$$m_{\text{соли}} = \rho_{\text{теорет}} \cdot V_{\text{раствора}} \cdot \omega_{\text{соли}}$$

где: $\rho_{\text{теорет}}$ – заданная плотность раствора, г/мл; $V_{\text{р-ра}}$ – объем раствора, равный 50 мл, $\omega_{\%, \text{теорет.}}$ – массовая доля соли. **(5 баллов)**

2. Определение экспериментальной плотности, работа с ареометром

(5 баллов)

3. Заполнение таблицы «Результаты опыта приготовления раствора заданного состава» **(10 баллов)**

3.1. Массовая доля вещества в растворе или процентная концентрация

$\omega(x)$ – это величина, измеряемая отношением массы растворенного вещества $m(x)$ к массе раствора m_p :

$$\omega(x) = \frac{m(x)}{m_p} \quad \text{или} \quad \omega = \frac{m(x)}{m_p} \cdot 100\%$$

4. Расчет погрешности

(10 баллов)