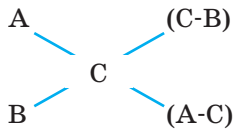
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА СМЕШИВАНИЕ И РАЗБАВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

О. А. Ушакова, г. Иркутск

При подготовке старшеклассников к экзамену в формате ЕГЭ возникают вопросы по решению задач на смешивание и разбавление растворов. Предлагаю разработанные мною методические рекомендации по решению типичных задач по данной теме. Решение каждой задачи рассмотрено двумя способами. Ученик может выбрать способ решения в зависимости от своих предпочтений. При этом следует учесть, что алгебраический способ решения задач на смешивание растворов учит детей строить цепочку логических рассуждений. «Конверт Пирсона» — это механический способ, который позволяет рационально и экономно проводить вычисления при решении задач на ЕГЭ.

При решении задач на смешивание и разбавление растворов широко применяют такие известные приемы, как «правило креста», решение квадрата Пирсона, решение посредством диагональных схем и т. д.

Практически применяют схемы:



При этом по диагоналям из большей величины вычитают меньшую (A — большая, B — меньшая, C — искомая массовая доля растворенного вещества в растворе).

Задачи на смешивание и разбавление растворов (по массе) можно разделить на следующие типы:

1. ***Задачи, связанные со смешиванием растворов***, решаемые по формуле:

$$w_3 = \frac{m_1(\text{р.в.}) + m_2(\text{р.в.})}{m_1(\text{р}-\text{ра}) + m_2(\text{р}-\text{ра})}, \qquad (1)$$

где w_3 — массовая доля растворенного вещества в конечном растворе;

m_1(р.в.) — масса растворенного вещества в растворе с большей концентрацией;

m_2(р.в.) — масса растворенного вещества в растворе с меньшей концентрацией;

m_1(р-ра) — масса раствора с большей массовой долей растворенного вещества;

m_2(р-ра) — масса раствора с меньшей массовой долей растворенного вещества.

2. ***Задачи на разбавление***, решаемые по формуле:

$$w_3 = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р-ра}) + m(\text{H}_2\text{O})}. \qquad (2)$$

3. ***Задачи, связанные с выпариванием раствора***, которые можно решить, используя формулу:

$$w_3 = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р-ра}) - m(\text{H}_2\text{O})}. \qquad (3)$$

Кроме того, для решения задач на смешивание растворов, можно вывести следующую формулу:

$$m_1w_1 + m_2w_2 = m_3w_3;$$
$$m_1w_1 + m_2w_2 = (m_1 + m_2)w_3;$$
$$m_1w_1 + m_2w_2 = m_1w_3 + m_2w_3;$$
$$m_1w_1 - m_1w_3 = m_2w_3 - m_2w_2;$$
$$m_1(w_1 - w_3) = m_2(w_3 - w_2).$$
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(w_3 - w_2)}{(w_1 - w_3)}, \qquad (4)$$

где m_1 и m_2 массы исходных растворов, w_1 и w_2 — соответствующие им массовые доли растворенного вещества; m_3 — масса конечного раствора; w_3 — массовая доля растворенного вещества в конечном растворе.

Вывод. Отношение массы первого раствора к массе второго равно отношению разности массовых долей смеси и второго раствора к разности массовых долей первого раствора и смеси.

Задача 1. Смешаны 100 г раствора с массовой долей некоторого вещества 20 % и 50 г раствора с массовой долей этого вещества 32 %. Вычислите массовую долю растворённого вещества во вновь полученном растворе.

Дано:
$m_1 = 100$ г
$w_1 = 20\,\% = 0{,}2$
$m_2 = 50$ г
$w_2 = 32\,\% = 0{,}32$

w_3 — ?

Решение.

Способ 1. Решим задачу, используя правило смешивания:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(w_3 - w_2)}{(w_1 - w_3)};\ \frac{100}{50} = \frac{w_3 - 0{,}32}{0{,}2 - w_3};$$
$$100(0{,}2 - w_3) = 50(w_3 - 0{,}32);$$
$$20 - 100w_3 = 50w_3 - 16;\ 36 = 150 \cdot w_3\ w_3 = 0{,}24.$$

Способ 2

$$m_1(\text{р.в.}) = 100 \cdot 0{,}2 = 20\text{ г};\ m_2(\text{р.в.}) = 50 \cdot 0{,}32 = 16\text{ г};$$
$$m_3(\text{р.в.}) = 20 + 16 = 36\text{ г};$$
$$m_3(\text{р-ра}) = 100 + 50 = 150\text{ г};$$
$$w_3 = \frac{m_3(\text{р.в.})}{m_3(\text{р-ра})}\ w_3 = \frac{36}{150} = 0{,}24.$$

Ответ: массовая доля растворенного вещества в полученном растворе равна 24 %.

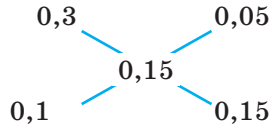
Задача 2. Смешали 30 %-й раствор соляной кислоты с 10%-ным раствором этой же кислоты и получили 600 г 15 %-го раствора. Сколько грамм каждого раствора было взято?

Дано:
$w_1 = 0{,}3$
$w_2 = 0{,}1$
$w_3 = 0{,}15$
$m_3(\text{р-ра}) = 600$ г

$m_1(\text{р-ра})$ — ?
$m_1(\text{р-ра})$ — ?

Решение.

Способ 1. Решение с помощью «конверта Пирсона».



$0{,}05 + 0{,}15 = 0{,}2$

$$m_2(\text{р-ра}) = \frac{600 \cdot 0{,}05}{0{,}2} = 150 \text{ г};$$

$$m_1(\text{р-ра}) = \frac{600 \cdot 0{,}15}{0{,}2} = 450 \text{ г}.$$

Способ 2. Алгебраический

Пусть $m_1(\text{р-ра}) = x$; $m_2(\text{р-ра}) = y$, тогда

$$\begin{cases} x + y = 600 \\ 0{,}3x + 0{,}1y = 600 \cdot 0{,}15 \end{cases} \quad \begin{cases} x + y = 600 \\ 0{,}3x + 0{,}1y = 90 \end{cases}$$

$$x = 600 - y; \quad 0{,}3(600 - y) + 0{,}1y = 90;$$

$$180 - 0{,}3y + 0{,}1y = 90; \quad 90 = 0{,}2y;$$

$$y = 450 \text{ г}, \quad x = 600 - 450 = 150 \text{ г}$$

Ответ: для приготовления 600 г 15 % раствора необходимо взять 150 г 30 %-го раствора и 450 г 10 %-го раствора.

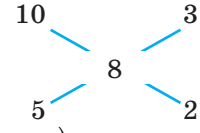
Задача 3. К 15 г 10 %-го раствора соли добавили 5%-й раствор соли и получили 8 %-й раствор. Какое количество граммов 5 %-го раствора добавили?

Дано:
$w_1 = 10\,\%$
$w_2 = 5\,\%$
$w_3 = 8\,\%$
$m_1(\text{р-ра}) = 15$ г

$m_2(\text{р-ра}) = ?$

Решение.

Способ 1



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(w_3 - w_2)}{(w_1 - w_3)}; \quad \frac{15}{x} = \frac{3}{2}; \quad x = 10 \text{ г}$$

Способ 2

Пусть: $m_2(\text{р-ра}) = x$; тогда $m_3(\text{р-ра}) = 15 + x$;

$$m_1(\text{р.в.}) + m_2(\text{р.в.}) = m_3(\text{р.в.}); \quad m_3(\text{р.в.}) = m_3(\text{р-ра})w.$$

$$15 \cdot 0{,}1 + 0{,}05x = (15 + x)0{,}08; \; 1{,}5 + 0{,}05x = 1{,}2 + 0{,}08x;$$

$$0{,}3 = 0{,}03x; \quad x = 10 \text{ г}.$$

Ответ: добавили 10 г 5 % раствора соли.

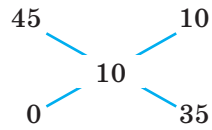
Задача 4. Сколько воды нужно добавить к 250 г раствора соли для понижения его процентной концентрации с 45 % до 10 %?

Дано:
$w_1 = 0{,}45$
$w_3 = 0{,}1$
$m_1(\text{р-ра}) = 250$ г

$m(H_2O) = ?$

Решение

Способ 1



$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(w_3 - w_2)}{(w_1 - w_3)}; \quad \frac{250}{x} = \frac{10}{35}; \quad x = \frac{250 \cdot 35}{10};$$

$$x = 875 \text{ г}.$$

Способ 2

$$m(\text{р.в.}) = m_1(\text{р-ра})w_1;$$

$$m(\text{р.в.}) = 250 \cdot 0{,}45 = 112{,}5 \text{ г};$$

$$w_3 = \frac{m(\text{р.в.})}{m_3(\text{р-ра})}; \quad 0{,}1 = \frac{112{,}5}{250 + x};$$

$$25 + 0{,}1x = 112{,}5; \; 0{,}1x = 112{,}5 - 25 = 87{,}5;$$

$$x = 875 \text{ г}.$$

Ответ: 875 г H_2O.

Задача 5. Сколько воды в г следует выпаривать из 500 г раствора серной кислоты с массовой долей 0,6, чтобы получить раствор серной кислоты с массовой долей ее 0,96?

Дано:
$w_1 = 0{,}6$
$w_3 = 0{,}96$
$m_1(\text{р-ра}) = 500$ г

$m(H_2O) = ?$

Решение.

Способ 1

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{(w_3 - w_2)}{(w_1 - w_3)}; \quad \frac{m(H_2O)}{m(\text{р-ра})} = \frac{0{,}36}{0{,}96} = \frac{3}{8};$$

$$\frac{x}{500} = \frac{3}{8}; \quad x = 187{,}5 \text{ г}.$$

Способ 2

$$m(\text{р.в.}) = m_1(\text{р-ра})w_1;$$

$$m(\text{р.в.}) = 500 \cdot 0{,}6 = 300 \text{ г};$$

$m(\text{р-ра}) = \dfrac{m(\text{р.в.})}{w}$, вычисляем по этой формуле массу серной кислоты с массовой долей 0,96.

$$m(\text{р-ра}) = \frac{300}{0{,}96} = 312{,}5 \text{ г};$$

$$m(H_2O) = 500 - 312{,}5 = 187{,}5 \text{ г}.$$

Ответ: 187,5 г H_2O.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузнецова Л. В.* и др. Сборник заданий для проведения письменного экзамена по алгебре за курс основной школы. — М.: Дрофа, 2002.
2. *Химия.* Решение задач: Учеб. пособие для уч. сред. и ст. шк. возраста / Авт.-сост. А. Е. Хасанов. — Мн.: Литература, 1998. — 448 с.
3. *Штремплер Г. И., Хохлова А. И.* Методика решения расчетных задач по химии: Пособие для учителя. — М.: Просвещение, 2001. — 207 с.