

Из опыта подготовки обучающихся к сдаче ЕГЭ по химии учителя МБОУ «СОШ №50» г. Новокузнецка: разбор заданий №33

В 2016 – 2017 учебном году участникам ЕГЭ по химии придётся сдавать «обновлённый» экзамен.

На основании методических рекомендаций для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок при сдаче ЕГЭ 2016 года, размещённые на сайте www.fipi.ru, задания №39 из части 2 (в КИМ 2017 года – задание №33) вызывают у учащихся наибольшую трудность.

Средний процент выполнения данного задания у абитуриентов по всей России в 2015 году составил 12.75%, а в 2016 году составил 12,5% соответственно. Почему такой низкий показатель? Что представляет из себя это задание? Какие проверяемые элементы содержания в него входят?

Задание №33 – это задание с развёрнутым ответом «стоимостью» в 4 балла, которое предусматривает осуществление следующих действий:

- составление (согласно условию задания) уравнений химических реакций необходимых для проведения стехиометрических расчётов;
- расчёт количества вещества реагентов и продуктов реакций;
- определение (при необходимости) избытка какого-либо из заданных веществ;
- расчёт массовой доли вещества в полученном растворе с учётом выделяющегося из раствора газа или осадка.

Таким образом, задания подобного типа представляют собой комплекс разных типов задач.

Немаловажным фактором при проверке таких заданий имеет логически правильное выстроенное решение. Ведь задание №33 относится к заданиям части 2 и в КИМ помечено как задание высокого уровня сложности.

Дифференциация абитуриентов по уровню подготовленности к сдаче экзамена проверяется как раз за счёт заданий такого типа. Абитуриент во время экзамена должен показать свои глубокие и системные знания в области химии, чтобы набрать как можно больше количество баллов.

Решение подобных задач предусматривает проведение системного анализа условия задания, глубокое понимание химической сущности процессов, о которых шла речь в условии заданий, сформированность умения выстроить алгоритм проведения вычислений на основе выявления взаимосвязи различных физических величин.

К сожалению, не у каждого выпускника все вышеперечисленное сформировано в полной мере. Отсюда такой низкий процент выполнения.

Прежде чем приступить к решению заданий №33, рекомендую отработать навыки решения на простых однотипных задачах. Например, порешать 10 задач на «избыток» и «недостаток».

Ниже предлагаю подборку и решение заданий №33 из сборника Медведева Ю.Н. «ЕГЭ 2017. Химия. Типовые тестовые задания» (издательство «Экзамен»).

Задача 1. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в растворе, полученном смешением 200 мл 15%-ного раствора серной кислоты плотностью 1,2 г/мл и 150 мл 10%-ного раствора нитрата бария плотностью 1,04 г/мл.

Дано:	Решение:
$\omega_2(\text{H}_2\text{SO}_4)$ -? $V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=200$ мл $\omega_1(\text{H}_2\text{SO}_4)=15\%=0,15$ $\rho_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=1,2$ г/мл $V_{\text{р-ра}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=150$ мл $\omega(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=10\%=0,1$ $\rho_{\text{р-ра}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=1,04$ г/мл	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> 1 моль 1 моль 1 моль 2 моль </div> <p>1. Найдём массу раствора нитрата бария: $m_{\text{р-ра}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=1,04 \cdot 150=156$ г</p> <p>2. Найдём чистую массу нитрата бария: $m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=0,1 \cdot 156=15,6$ г</p> <p>3. Найдём количество нитрата бария: $\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)=15,6/261=0,06$ моль</p> <p>4. Найдём массу раствора серной кислоты: $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=1,2 \cdot 200=240$ г</p> <p>5. Найдём массу чистой серной кислоты: $m(\text{H}_2\text{SO}_4)=240 \cdot 0,15=36$ г</p> <p>6. Найдём количество серной кислоты: $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)=36/98=0,37$ моль</p> <p>7. Найдём количество сульфата бария: Как видно из уравнения реакции количество серной кислоты будет в избытке; мы решаем по недостатку (по нитрату бария): $\nu(\text{BaSO}_4)=\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)\Rightarrow \nu(\text{BaSO}_4)=0,06$ моль</p> <p>8. Найдём массу нерастворимого соединения – сульфата бария: $m(\text{BaSO}_4)=0,06 \cdot 233=13,98$ г</p> <p>9. Сколько количество серной кислоты потребуется на реакцию с нитратом бария: $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)=\nu(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)\Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,06$ моль</p> <p>10. Сколько количество серной кислоты останется непрореагировавшей: $\nu_{\text{непрор}}(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,37 \text{ моль} - 0,06 \text{ моль} = 0,31 \text{ моль}$</p> <p>11. Вычислим массу этого количества серной кислоты: $m(\text{H}_2\text{SO}_4)=0,31 \cdot 98=30,38$ г</p> <p>12. Найдём массу всего раствора: $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2)+m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4)-m(\text{BaSO}_4);$ $m_{\text{р-ра}}=156 \text{ г}+240 \text{ г}-13,98 \text{ г} = 382,02 \text{ г}$</p> <p>13. Найдём массовую долю серной кислоты: $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=30,38 \text{ г}/382,02 \text{ г} \cdot 100\% = 7,95\%$</p> <p>Ответ: $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)=7,95\%$</p>

Задача 2. Смешали 200 г 10%-ного раствора хлорида меди (II) и 200 г 5%-ного раствора сульфида калия. Определите массовую долю хлорида калия в растворе.

<p>Дано:</p> <p>$m_{\text{р-ра}}(\text{CuCl}_2) = 200 \text{ г}$</p> <p>$\omega(\text{CuCl}_2) = 10\% = 0,1$</p> <p>$m_{\text{р-ра}}(\text{K}_2\text{S}) = 200 \text{ г}$</p> <p>$\omega(\text{K}_2\text{S}) = 5\% = 0,05$</p> <p>$\omega(\text{KCl}) - ?$</p>	<p>Решение:</p> $\underset{1 \text{ моль}}{\text{CuCl}_2} + \underset{1 \text{ моль}}{\text{K}_2\text{S}} = \underset{1 \text{ моль}}{\text{CuS}} \downarrow + \underset{2 \text{ моль}}{2\text{KCl}}$ <p>1. Найдём массу хлорида меди (II):</p> <p>$m(\text{CuCl}_2) = 0,1 \cdot 200 = 20 \text{ г}$</p> <p>2. Найдём количество хлорида меди (II):</p> <p>$\nu(\text{CuCl}_2) = 20/135 = 0,15 \text{ моль}$</p> <p>3. Найдём массу сульфида калия:</p> <p>$m(\text{K}_2\text{S}) = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ г}$</p> <p>4. Найдём количество сульфида калия:</p> <p>$\nu(\text{K}_2\text{S}) = 10/110 = 0,09 \text{ моль}$</p> <p>5. Вычислим, какого вещества в избытке, а какого – в недостатке:</p> $\frac{\nu(\text{CuCl}_2)}{1} > \frac{\nu(\text{K}_2\text{S})}{1}$ $\frac{0,15}{1} > \frac{0,09}{1}$ <p>Таким образом, хлорида меди – в избытке, решаем по недостатку (сульфиду калия).</p> <p>6. Найдём количество хлорида калия:</p> <p>$\nu(\text{KCl}) = 2\nu(\text{K}_2\text{S}) = 0,18 \text{ моль}$</p> <p>7. Найдём массу хлорида калия:</p> <p>$m(\text{KCl}) = 74,5 \cdot 0,18 = 13,41 \text{ моль}$</p> <p>8. Найдём количество и массу, выпавшего из раствора, осадка. Его ищем тоже по количеству хлорида калия:</p> <p>$\nu(\text{CuS}) = \nu(\text{K}_2\text{S}) = 0,09 \text{ моль}$</p> <p>$m(\text{CuS}) = 96 \cdot 0,09 = 8,64 \text{ г}$</p> <p>9. Найдём массу всего раствора:</p> <p>$m_{\text{р-ра}} = 200 + 200 - 8,64 = 391,31 \text{ г}$</p> <p>10. Найдём массовую долю хлорида калия</p> $\omega = \frac{13,41}{391,31} \cdot 100 = 3,43$ <p>Ответ: $\omega(\text{KCl}) = 3,43\%$</p>
---	---

Задача 3. Рассчитайте массовую долю нитрата калия в растворе, полученном при растворении в 500 г 10%-ного раствора KOH всего оксида азота (IV), который выделится при нагревании 33,1 г нитрата свинца (II).

<p>Дано:</p> <p>$\omega(\text{KOH}) = 10\% = 0,1$</p> <p>$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 500 \text{ г}$</p> <p>$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 33,1 \text{ г}$</p>	<p>Решение:</p> $\underset{2 \text{ моль}}{2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2} = \underset{4 \text{ моль}}{2\text{PbO}} + \underset{4 \text{ моль}}{4\text{NO}_2} + \underset{1 \text{ моль}}{\text{O}_2} \uparrow$ <p>1. Найдём количество нитрата свинца (II):</p> $\nu(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m}{M} = \frac{33,1}{331} = 0,1 \text{ моль}$ <p>2. Найдём количество оксида азота (IV):</p> <p>$\nu(\text{NO}_2) = 2\nu(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,2 \text{ моль}$</p> $2\text{NO}_2 + 2\text{KOH} = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
---	---

	<div style="text-align: center;"> <div>2 моль 2 моль 1 моль</div> </div> <p>3. Найдём массу гидроксида калия: $m(\text{KOH}) = \omega \cdot m_{\text{р-ра}} = 0,1 \cdot 500 \text{ г} = 50 \text{ г}$</p> <p>4. Найдём количество гидроксида калия: $v(\text{KOH}) = \frac{m}{M} = \frac{50}{56} = 0,89 \text{ моль}$</p> <p>5. Вычислим, какого вещества в избытке, а какого – в недостатке: $\frac{v(\text{NO}_2)}{2} < \frac{v(\text{KOH})}{2}$ $\frac{0,2}{2} < \frac{0,89}{2}$</p> <p>Таким образом, KOH – в избытке, решаем по недостатку (NO₂)</p> <p>6. Найдём количество нитрата калия: $v(\text{KNO}_3) = \frac{v(\text{NO}_2)}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ моль}$</p> <p>7. Найдём массу нитрата калия: $m(\text{KNO}_3) = 0,1 \cdot 101 = 10,1 \text{ г}$</p> <p>8. Найдём массу всего раствора: $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) + m(\text{NO}_2) = 500 \text{ г} + 46 \text{ г} = 546 \text{ г}$</p> <p>9. Найдём массовую долю нитрата калия: $\omega = \frac{10,1}{546} \cdot 100 = 1,85$</p> <p>Ответ: $\omega(\text{KNO}_3) = 1,85 \%$</p>
--	---

Задача 4. Смесь железных и серебряных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 4,48 л (н.у.) водорода. Какой объём 20%-ной серной кислоты плотностью 1,14 г/мл понадобился бы для растворения всего железа, содержащегося в исходной смеси?

<p>Дано:</p> <p>$V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л}$</p> <p>$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 20\% = 0,2$</p> <p>$\rho_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,14 \frac{\text{г}}{\text{мл}}$</p> <p>$V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = ?$</p>	<p>Решение:</p> <p>$\text{Ag} + \text{HCl} \neq \text{нет реакции}$</p> <p>$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$</p> <div style="text-align: center;"> <div>1 моль 1 моль</div> </div> <p>1. Найдём количество железа в первой смеси:</p> <p>а) найдём количество водорода: $v(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$</p> <p>б) $v(\text{Fe}) = v(\text{H}_2) \Rightarrow v(\text{Fe}) = 0,2 \text{ моль}$</p> <p style="text-align: center;">$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{разб}} = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$</p> <div style="text-align: center;"> <div>1 моль 1 моль</div> </div> <p>2. Найдём количество серной кислоты: $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = v(\text{Fe}) \Rightarrow v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}$</p> <p>3. Найдём массу серной кислоты: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = v \cdot M = 0,2 \text{ моль} \cdot 98 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 19,6 \text{ г}$</p> <p>4. Найдём массу раствора серной кислоты: $m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{19,6 \text{ г}}{0,2} = 98 \text{ г}$</p> <p>5. Найдём объём раствора серной кислоты:</p>
---	--

	$V_{\text{р-ра}} = \frac{98 \text{ г}}{1,14 \frac{\text{г}}{\text{мл}}} = 85,96 \text{ мл}$ <p>Ответ: $V_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 85,96 \text{ мл}$</p>
--	--

Задача 5. Смесь алюминиевых и железных опилок обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л (н.у.) водорода. Если такую же массу смеси обработать избытком раствора гидроксида натрия, то выделится 6,72 л (н.у.) водорода. Рассчитайте массовую долю железа в исходной смеси.

<p>Дано:</p> <p>$V_1(\text{H}_2) = 8,96 \text{ л}$</p> <p>$V_2(\text{H}_2) = 6,72 \text{ л}$</p>	<p>Решение:</p> <p>а) $\text{Fe} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \neq$</p> <p>б) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow$</p> <p style="text-align: center;">2 моль 3 моль</p> <p>1. Найдём количество водорода:</p> $v(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,3 \text{ моль}$ <p>2. Найдём количество алюминия:</p> $v(\text{Al}) = \frac{2}{3} v(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$ <p>3. Найдём массу алюминия:</p> $m(\text{Al}) = vM = 0,2 \cdot 27 = 5,4 \text{ г}$ <p style="text-align: center;">$2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$</p> <p style="text-align: center;">2 моль 3 моль</p> <p>4. Найдём количество водорода:</p> $v(\text{H}_2) = \frac{3}{2} v(\text{Al}) = 0,3 \text{ моль}$ <p>5. Сколько выделилось всего водорода (в молях):</p> $v(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{8,96 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,4 \text{ моль}$ <p>6. Вычислим, сколько водорода выделилось в реакции железа с соляной кислотой:</p> $v(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль} - 0,3 \text{ моль} = 0,1 \text{ моль}$ <p style="text-align: center;">$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$</p> <p style="text-align: center;">1 моль 1 моль</p> <p>7. Найдём количество и массу железа:</p> $v(\text{Fe}) = v(\text{H}_2) \Rightarrow v(\text{Fe}) = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{Fe}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 5,6 \text{ г}$ <p>8. Найдём массовую долю железа в исходной смеси:</p> $\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{Fe}) + m(\text{Al})} \cdot 100 = \frac{5,6 \text{ г}}{5,6 \text{ г} + 5,4 \text{ г}} \cdot 100\% = 50,9\%$ <p>Ответ: $\omega(\text{Fe}) = 50,9\%$</p>
--	---

Указания по оцениванию задания №33:

Ответ правильный и полный:	Баллы:
----------------------------	--------

<ul style="list-style-type: none"> • в ответе правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания; • правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания; • продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты; • в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина 	4
Допущена ошибка только в одном из перечисленных выше элементов ответа	3
Допущены ошибки в двух из перечисленных выше элементах ответа	2
Допущены ошибки в трёх из перечисленных выше элементах ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	4

Примечание. В случае, когда в ответе содержится ошибка в вычислениях в одном из трёх элементов (втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

Список литературы и интернет-ресурсы:

1. Кочкаров, Ж.А. Химия в уравнениях реакций : учебное пособие / Ж.А. Кочкаров. – Ростов н/Д :Феникс, 2015. – 331 с.
2. Манкевич, Н.В. Неорганическая химия. Весь школьный курс в таблицах / сост. Н.В. Манкевич. – Минск : Букмастер : Кузьма, 2012. – 416 с.
3. Медведев, Ю.Н. ЕГЭ 2017. Химия. Типовые тестовые задания / Ю.Н. Медведев. – М. : Издательство «Экзамен», 2017. – 160 с.
4. <http://www.fipi.ru>
5. <https://chem-ege.sdangia.ru>