

*Методика проверки и оценки заданий
с развернутым ответом:
типы расчетных задач, способы их решения.*

Обо- значе- ние зада- ния в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды прове- ряемых элементов содержа- ния по кодифи- катору	Коды требо- ваний	Уро- вень слож- ности зада- ния	Макс. балл за вы- пол- нение зада- ния	При- мерное время выпол- нения зада- ния (мин.)
---	------------------------------------	--	-------------------------	--	--	--

39	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси), если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества. Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного. Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси	4.3.5 4.3.6 4.3.8 4.3.9	2.5.2	В	4	10
40	Нахождение молекулярной формулы вещества	4.3.7	2.5.2	В	4	10

Код контролируемого элемента	Элементы содержания, проверяемые заданиями КИМ
4.3.5	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси)
4.3.6	Расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества
4.3.7	Нахождение молекулярной формулы вещества
4.3.8	Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного
4.3.9	Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси
Код контролируемого умения	Умения и виды деятельности, проверяемые заданиями КИМ
2.5	<i>Планировать/проводить:</i>
2.5.2	Вычисления по химическим формулам и уравнениям

Расчетные задачи проверяют:

- знание законов химии, понимание химической сущности явлений и реакций, свойств веществ, характера их взаимодействия и закономерностей количественных отношений.
- сформированность универсальных учебных умений и наличие межпредметных компетенций, таких как умение работать с текстом, проводить анализ содержания задачи, определять физические величины, выполнять математические действия.

Умение решать расчетные задачи является основным показателем творческого усвоения предмета.

Задание 39

1. Инструкции по оцениванию

№ п/п	Выявление элемента ответа (шаги оценивания)	Оценка	Примечание
1	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи <i>уравнений реакций</i> , соответствующих условию задания.	1 балл	Если допущена ошибка хотя бы в одном уравнении реакции, даже при условии, что это не влияет на ход дальнейших вычислений, выставляется 0 баллов за этот элемент ответа.
2	Выявить наличие в ответе экзаменуемого расчётов, в которых используются <i>все физические величины</i> , заданные в условии задания.	1 балл	Ответ должен учитывать <i>все данные</i> условия задачи. Обязательно должно быть указание на <i>избыток</i> какого-либо реагента, если это соответствует условию задачи.

3	Выявить наличие в ответе экзаменуемого логически обоснованной <i>взаимосвязи физических величин</i> , на основании которых проводятся расчёты.	1 балл	Ответ должен содержать все необходимые этапы расчётов, с указанием <i>пропорциональной зависимости</i> между количеством или массой реагирующих веществ. Вычисление молярной массы веществ можно не приводить.
4	Выявить <i>правильность всех математических действий</i> , которые необходимы для нахождения неизвестной физической величины.	1 балл	В случае, когда в ответе содержится <i>ошибка в вычислениях</i> в одном из элементов (во втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

Углекислый газ объёмом 5,6 л (н.у.) пропустили через 164 мл 20%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,22$ г/мл). Определите состав и массовые доли веществ в полученном растворе.

С4) Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

$$V(\text{NaOH}) = 164 \text{ мл}$$

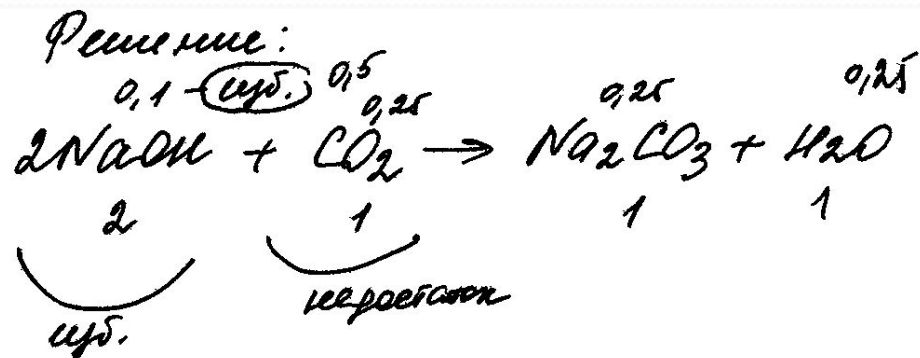
$$\omega(\text{NaOH}) = 20\% \text{ или}$$

$$\rho(\text{NaOH}) = 1,22 \text{ г/мл}$$

ω - ?

состав

Решение:



$$1) \nu(\text{CO}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{5,6 \text{ л}}{22,4 \text{ л}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$2) m_{\text{р.}}(\text{NaOH}) = V\rho = 164 \text{ мл} \cdot 1,22 \text{ г/мл} = 200,08 \text{ г}$$

$$3) m(\text{NaOH}) = 200,08 \text{ г} \cdot 0,2 = 40,016 \text{ г}$$

$$4) \nu(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{40,016 \text{ г}}{40} = 1 \text{ моль}$$

8) $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{26,5}{211,08} =$
 $= 0,125$ или $12,5\%$.

9) $\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4,52}{211,08} = 0,213$
или $21,3\%$.

Ответ: $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 12,5\%$, $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 21,3\%$.

6) $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,25 \cdot 18 = \underline{4,52}$

8.4) $m_{\text{общ.}} = 200,082 + 11,2 = \underline{211,08}$

Элементы ответа:

1) рассчитаны количества веществ реагентов:

2) составлены уравнения возможных реакций между оксидом углерода (IV) и гидроксидом натрия, определено соотношение количеств веществ, участвующих в реакции;

3) определены массы соли, щёлочи и масса

раствора;

4) определены массовые доли веществ в растворе:

$$8) \omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{26,5}{211,08} = 0,125 \text{ или } 12,5\%$$

$$9) \omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{4,52}{211,08} = 0,213 \text{ или } 21,3\%$$

Ответ: $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 12,5\%$, $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 21,3\%$.

$$6) m(\text{H}_2\text{O}) = 0,25 \cdot 18 = \underline{4,52}$$

$$8.4) m_{\text{общ.}} = 200,082 + 112 = \underline{211,08}$$

25

Элементы ответа:

1) рассчитаны количества веществ реагентов: +

2) составлены уравнения возможных реакций между оксидом углерода (IV) и гидроксидом натрия, определено соотношение количеств веществ, участвующих в реакции: —

3) определены массы соли, щёлочи и масса

раствора: —

4) определены массовые доли веществ в растворе:



Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \text{ мл}$$

$$w(\text{NaOH}) = 20\%$$

$$\rho_{\text{р-ра}} = 1,22 \text{ г/мл}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \cdot 1,22 = 200,08 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH}) = \overset{40}{200,08} \cdot 0,2 = 40,016 \text{ (г)}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{40,016}{40} = 1,0004 \text{ (моль)}$$

$$n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \cdot 106 = 26,5 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \cdot 40 = 23,616 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200,08 + 26,5 = 226,58 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{26,5}{226,58} \cdot 100\% = 11,7\%$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{23,616}{226,58} \cdot 100\% = 10,4\%$$

Ответ: в полученном растворе содержится Na_2CO_3 ($w=11,7\%$)
и NaOH ($w=10,4\%$)



Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \text{ мл}$$

$$w(\text{NaOH}) = 20\%$$

$$\rho_{\text{р-ра}} = 1,22 \text{ г/мл}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{5,6}{22,4} = \underline{0,205} \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \cdot 1,22 = 200,08 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH}) = \overset{40}{200,08} \cdot 0,2 = 40,016 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{40,016}{40} = 1,0004 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,205 \cdot 96 = 19,68 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \cdot 40 = 23,616 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200,08 + 0,205 \cdot 44 = 209,1 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{19,68}{209,1} \cdot 100\% = \underline{9,41\%}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{23,616}{209,1} \cdot 100\% = \underline{11,29\%}$$

Ответ: в полученном растворе содержится Na_2CO_3 ($w=9,41\%$)
и NaOH ($w=11,29\%$)



Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \text{ мл}$$

$$w(\text{NaOH}) = 20\%$$

$$\rho_{\text{р-ра}} = 1,22 \text{ г/мл}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \frac{5,6}{22,4} = \underline{0,205} \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 164 \cdot 1,22 = 200,08 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH}) = \overset{40}{200,08} \cdot 0,2 = 40,016 \text{ (г)}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{40,016}{40} = 1,0004 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,205 \cdot 96 = 19,68 \text{ (г)}$$

$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \cdot 40 = 23,616 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200,08 + 0,205 \cdot 44 = 209,1 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{19,68}{209,1} \cdot 100\% = \underline{9,41\%}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{23,616}{209,1} \cdot 100\% = \underline{11,29\%}$$

Ответ: в полученном растворе содержится Na_2CO_3 ($w=9,41\%$)
и NaOH ($w=11,29\%$)

Медь, выделившаяся в результате взаимодействия 2,6 г цинка с 160 г 5% р-ра сульфата меди, полностью прореагировала с 20 мл разбавленного р-ра HNO_3 (плотность 1,055 г/мл). Определить массовую долю нитрата меди в полученном растворе.

39. Дано:

$$m(\text{Zn}) = 2,6 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра } \text{CuSO}_4) = 160 \text{ г}$$

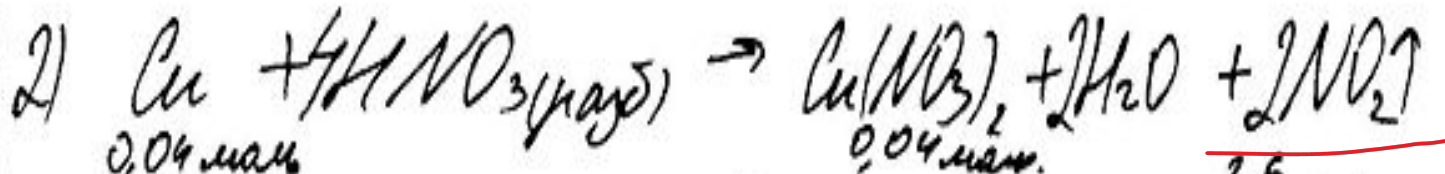
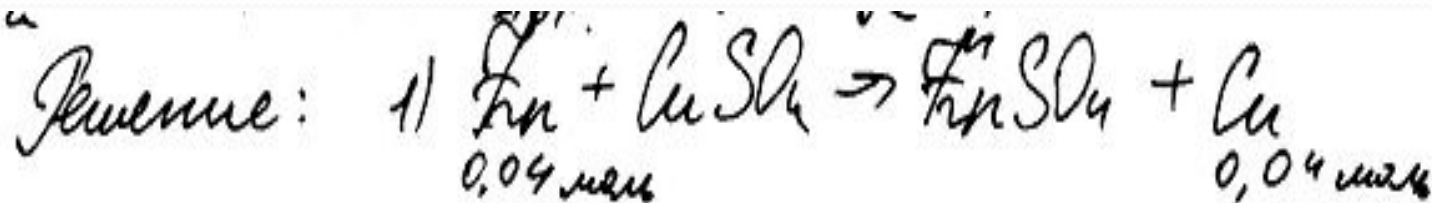
$$w(\text{CuSO}_4) = 0,05$$

$$V(\text{HNO}_3) = 20 \text{ мл}$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,055 \text{ г/мл}$$

Найти:

$$w(\text{Cu(NO}_3)_2) = ?$$



$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \times 0,05 = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 20 \times 1,055 = 21,1 \text{ г}$$

$$n(\text{Cu(NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \cdot (63,5 + 142 + 16 \cdot 6) = 8,3 \text{ г}$$

$$m(\text{кон. р-ра}) = 0,04 \cdot 63,5 + 21,1 = 23,64 \text{ г} - 3,68 = 19,96 \text{ г}$$

$$w(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{8,3}{19,96} \approx 0,42 \text{ или } 42\% \text{ Ответ: } 42\%$$



Медь, выделившаяся в результате взаимодействия 2,6 г цинка с 160 г 5% р-ра сульфата меди, полностью прореагировала с 20 мл разбавленного р-ра HNO_3 (плотность 1,055 г/мл). Определить массовую долю нитрата меди в полученном растворе.

39. Дано:

$$m(\text{Zn}) = 2,6 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ра } \text{CuSO}_4) = 160 \text{ г}$$

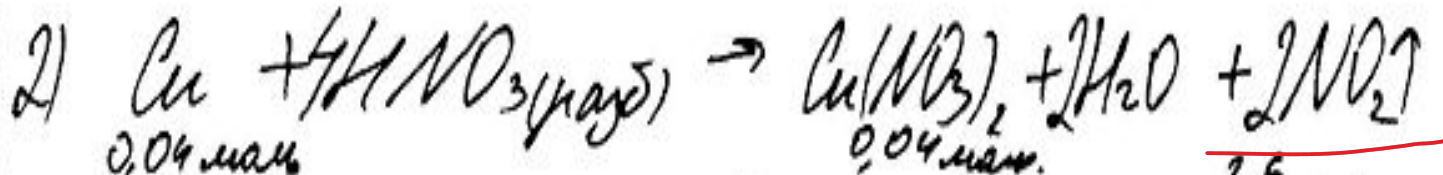
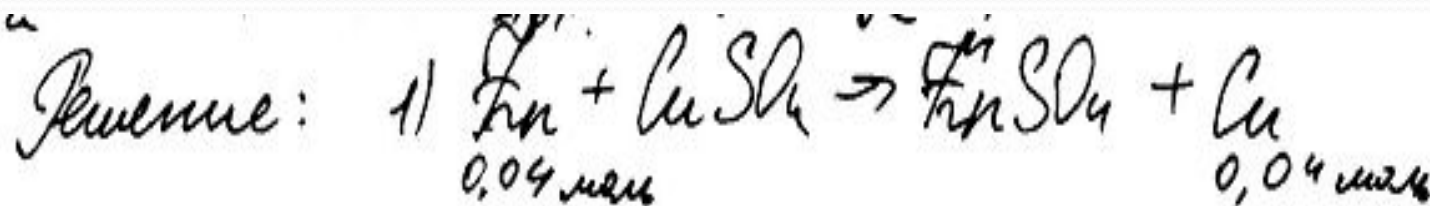
$$\omega(\text{CuSO}_4) = 0,05$$

$$V(\text{HNO}_3) = 20 \text{ мл}$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,055 \text{ г/мл}$$

Найти:

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = ?$$



$$m(\text{CuSO}_4) = 160 \times 0,05 = 8 \text{ г}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 20 \times 1,055 = 21,1 \text{ г}$$

$$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,04 \cdot (63,5 + 142 + 16 \cdot 6) = 8,3 \text{ г}$$

$$m(\text{кон. р-ра}) = 0,04 \cdot 63,5 + 21,1 = 23,64 \text{ г} - 3,68 = 19,96 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{8,3}{19,96} \approx 0,42 \text{ или } 42\% \text{ Ответ: } 42\%$$

35

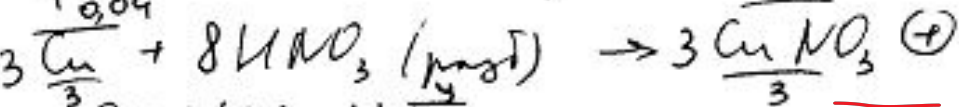
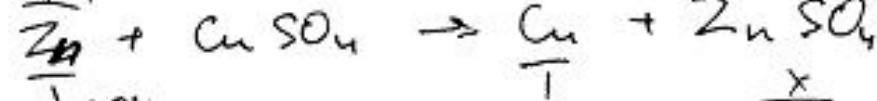
Dano:

$$m(\text{Zn}) = 2,62.$$

$$m_p(\text{CuSO}_4) = 160.$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 5\%.$$

9,04 Vemennel:



суд. на одопоре →

$$V(\text{HNO}_3) = 20 \text{ ml.}$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,055 \text{ g/ml}$$

$$w(\text{Cu(NO}_3)_2) = ?$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{2,6}{65} = 0,04 \text{ mola}$$

$$m_b(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,05 = 8 \text{ g.}$$

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{8}{160} = 0,05 \text{ mola}$$

CuSO_4 b. yzduvke $\Rightarrow$ cruvak
no Zn.

$$n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ mola.}$$

$$m(\text{HNO}_3) = \rho \cdot V = 21,1 \text{ g.}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{21,1}{63} \approx 0,335 \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ b. yzduvke} \Rightarrow$$

cruvak no Cu

$$n(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \text{ mola}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \cdot 188 = 7,52 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,053 = 0,954 \approx 0,96 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,053 \text{ mola}$$

$$w(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu(NO}_3)_2)}{m_{\text{p.p.}}} = \frac{7,52}{21,1 + 0,96 + 7,52} =$$



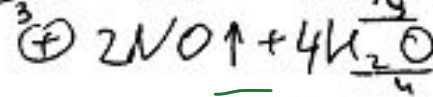
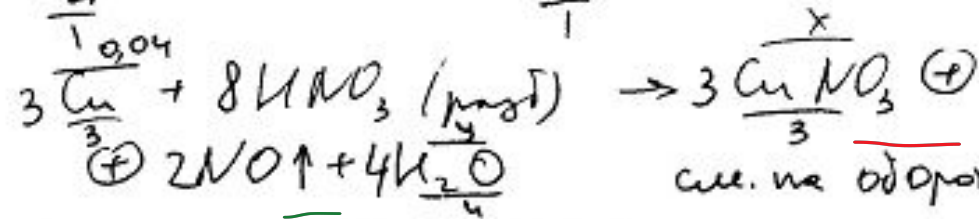
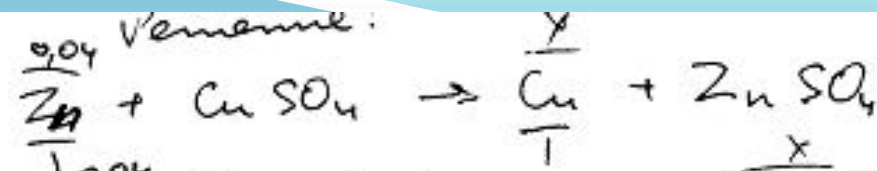
Dano:

$$m(\text{Zn}) = 2,62.$$

$$m_p(\text{CuSO}_4) = 160.$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = 5\%.$$

0,04 Vemennel:



all. na odopore $\rightarrow$

$$V(\text{HNO}_3) = 20 \text{ ml.}$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,055 \text{ g/ml}$$

$$\omega(\text{Cu(NO}_3)_2) = ?$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{2,6}{65} = 0,04 \text{ mole}$$

$$m_b(\text{CuSO}_4) = 160 \cdot 0,05 = 8.$$

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{8}{160} = 0,05 \text{ mole}$$

CuSO_4 b. ydsurke $\Rightarrow$ crnolam
no Zn.

$$n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ mole.}$$

$$m(\text{HNO}_3) = \rho \cdot V = 21,12.$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{21,1}{63} \approx 0,335 \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ b. ydsurke} \Rightarrow$$

crnolam no Cu

$$n(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \text{ mole}$$

$$m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \cdot 188 = 7,52$$

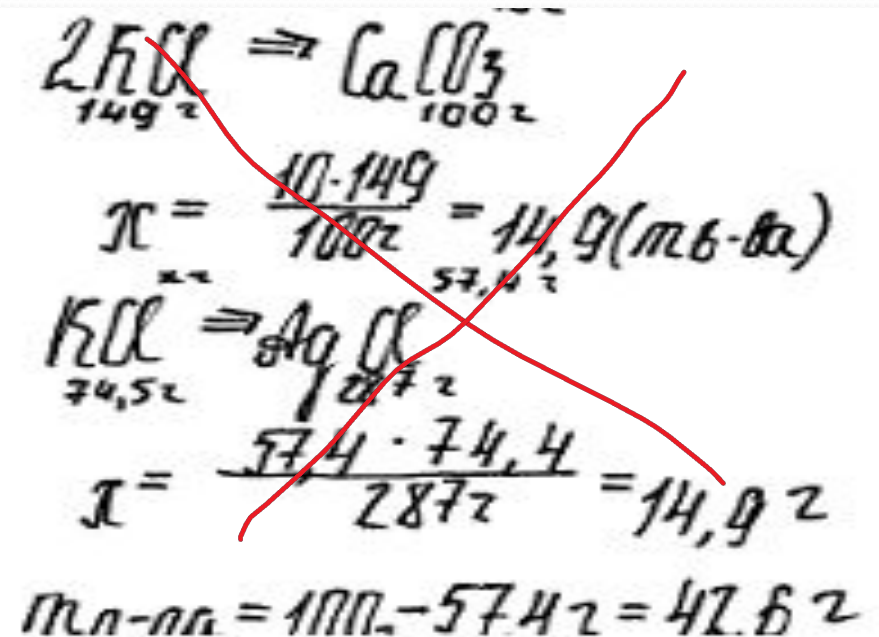
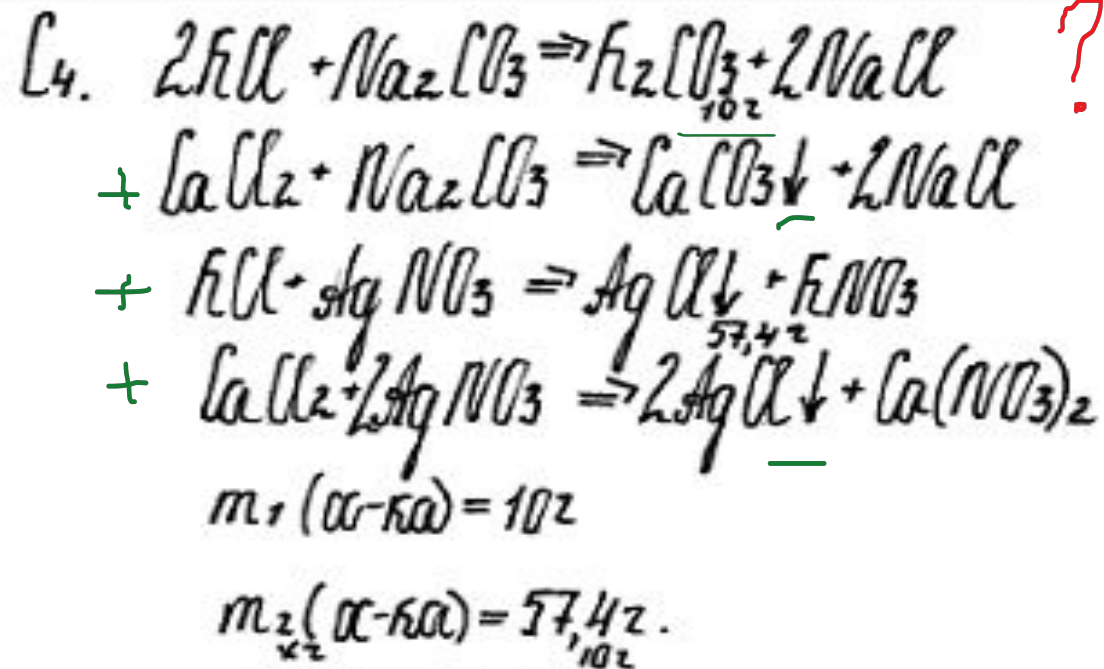
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,053 = 0,954 \approx 0,96$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,053 \text{ mole}$$

$$\omega(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu(NO}_3)_2)}{m.p.m} = \frac{7,52}{21,1 + 0,96 + 7,52} =$$

28

Если смесь хлоридов калия и кальция добавить к раствору карбоната натрия, то образуется 10 г осадка. Если ту же смесь добавить к раствору нитрата серебра, то образуется 57,4 г осадка. Определите массовую долю хлорида калия в исходной смеси.



18

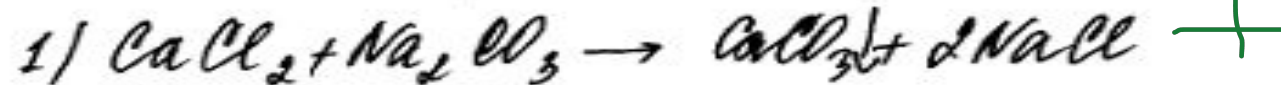
С 4. Дано

$$m_{\text{осадка}} = 102$$

$$m_{\text{осадка}} = 57,4$$

$$w(\text{KCl}) = ?$$

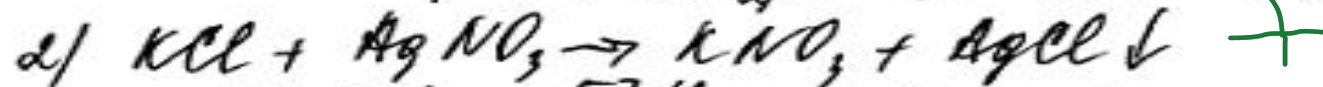
Решение



$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{102}{100,09} = 0,1 \text{ моль.}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 0,1 \cdot 111 = 11,1 \text{ г}$$



$$n(\text{AgCl}) = \frac{57,4}{143,5} = 0,4 \text{ моль.}$$

$$n(\text{KCl}) = n(\text{AgCl}) = 0,4 \text{ моль.}$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,4 \cdot 143,5 = 57,4$$

$$m(\text{KCl}) = 0,4 \cdot 74,5 = 29,8 \text{ г}$$

$$3) m_{\text{смеси}} = 29,8 + 11,1 = 40,9 \text{ г.}$$

$$w(\text{KCl}) = \frac{29,8}{40,9} = 0,7286 \text{ или } 72,86\% \quad +$$

Ответ: 72,86 %.

Элементы ответа:

1) записаны уравнения реакций:

3) вычислены массы веществ и их смеси:

2) рассчитано количество вещества реагентов: 4) вычислена массовая доля хлорида калия в смеси:

3	Выявить наличие в ответе экзаменуемого логически обоснованной <i>взаимосвязи физических величин</i> , на основании которых проводятся расчёты.	1 балл	Ответ должен содержать все необходимые этапы расчётов, с указанием <i>пропорциональной зависимости</i> между количеством или массой реагирующих веществ. Вычисление молярной массы веществ можно не приводить.
4	Выявить <i>правильность всех математических действий</i> , которые необходимы для нахождения неизвестной физической величины.	1 балл	В случае, когда в ответе содержится <i>ошибка в вычислениях</i> в одном из элементов (во втором, третьем или четвёртом), которая привела к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на 1 балл.

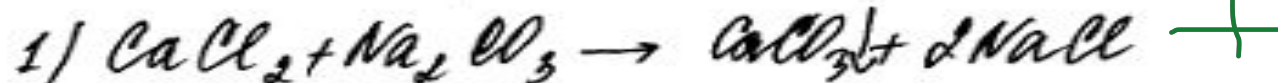
С 4. Дано

$$m_{\text{осадка}} = 102$$

$$m_{\text{осадка}} = 57,4$$

$$w(\text{KCl}) = ?$$

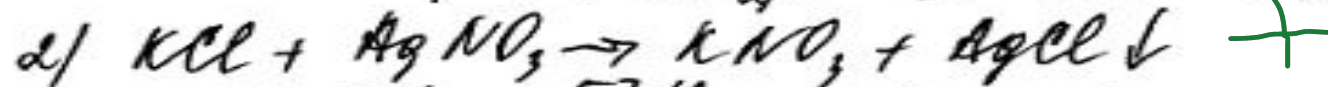
Решение



$$n(\text{CaCO}_3) = \frac{102}{100,09} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 0,1 \cdot 111 = 11,1 \text{ г} \quad +$$



$$n(\text{AgCl}) = \frac{57,4}{143,5} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{KCl}) = n(\text{AgCl}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{AgCl}) = 0,4 \cdot 143,5 = 57,4$$

$$m(\text{KCl}) = 0,4 \cdot 74,5 = 29,8 \text{ г}$$

$$3) m_{\text{смеси}} = 29,8 + 11,1 = 40,9 \text{ г}$$

$$w(\text{KCl}) = \frac{29,8}{40,9} = 0,7286 \text{ или } 72,86\% \quad +$$

Ответ: 72,86%

Элементы ответа:

1) записаны уравнения реакций: —

3) вычислены массы веществ и их смеси: +

2) рассчитано количество вещества реагентов: — 4) вычислена массовая доля хлорида калия в смеси: +

Смесь натрия и оксида натрия растворили в воде. При этом выделилось 4,48 л (н.у.) газа и образовалось 240 г раствора с массовой долей гидроксида натрия 10%. Определите массовую долю натрия в исходной смеси.

Решение:

Дано:

$$V = 4,48 \text{ л}$$

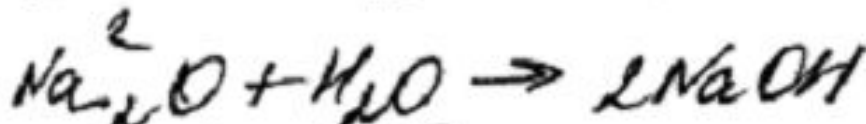
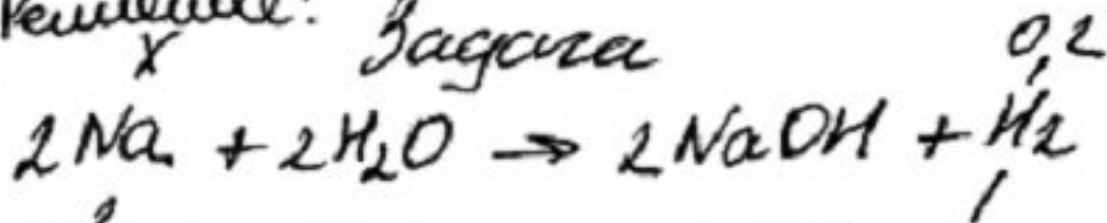
$$m_{\text{р}} = 240 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 10\%$$

Найти

$$\omega(\text{п.р.}) = ?$$

Решение: Задача



$$n(\text{H}_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль.}$$

$$m(\text{NaOH}) = \frac{240 \cdot 10}{100} = 24 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}) = 0,4 \cdot 23 = 9,2 \text{ г}$$

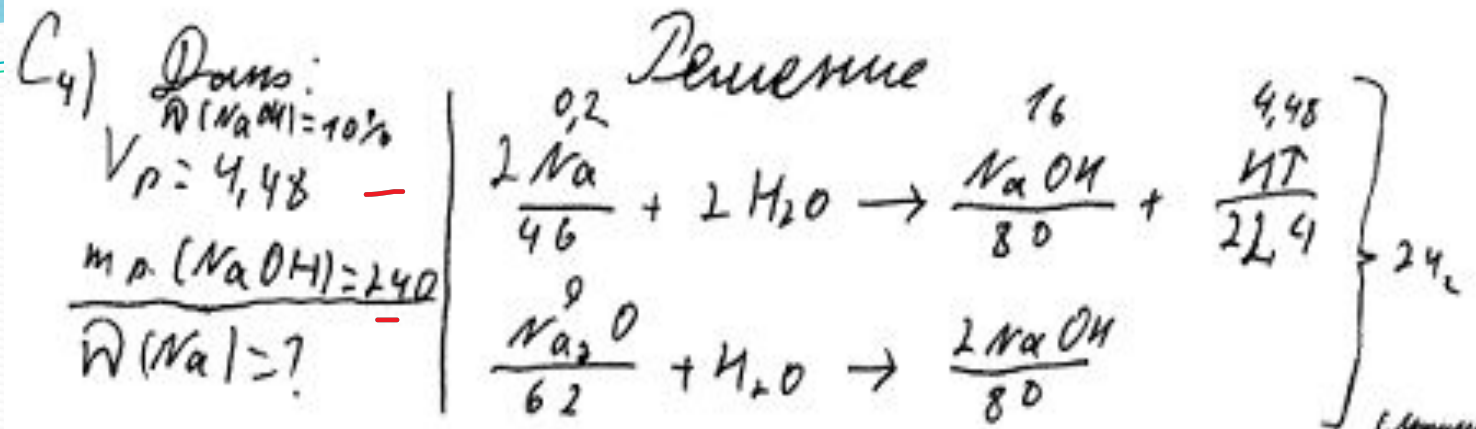
$$n(\text{NaOH}) = 0,6$$

$$n_2 = 0,1 \text{ моль.}$$

$$m = 0,1 \cdot 62 = 6,2 \text{ г}$$

Ответ: 6,2 %.

18



$$1) m(\text{Na}) = \frac{46 \cdot 4,48}{22,4} = 0,2 \quad \sim$$

$$2) m(\text{NaOH}) = \frac{240 \cdot 10}{100} = 24 \quad \sim$$

$$3) m_1(\text{NaOH}) = \frac{0,2 \cdot 80}{40} = 16 \quad \sim ?$$

$$4) m_2(\text{NaOH}) = 24 - 16 = 8 \quad \sim$$

$$5) m(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{62 \cdot 8}{80} = 6,2 \quad \sim$$

$$6) m_{\text{соед}} = 6,2 + 9,2 = 15,4 \quad \sim$$

$$7) \bar{W}(\text{Na}) = \frac{9,2}{15,4 \cdot 100} = 59,7\% \quad \sim$$

Ответ: 59,7%

08

40. (Демоверсия ЕГЭ 2016).

При сжигании образца некоторого органического соединения массой 14,8 г получено 35,2 г углекислого газа и 18,0 г воды.

Известно, что относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 37. В ходе исследования химических свойств этого вещества установлено, что при взаимодействии этого вещества с оксидом меди(II) образуется кетон.

На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле.

Решение 1.

Содержание верного ответа:

(допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)

Элементы ответа.

1) Найдено количество вещества продуктов сгорания:

общая формула вещества – $C_xH_yO_z$

$$n(CO_2) = 35,2 / 44 = 0,8 \text{ моль}; n(C) = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = 18,0 / 18 = 1,0 \text{ моль}; n(H) = 1,0 \cdot 2 = 2,0 \text{ моль}$$

$$m(O) = 14,8 - 0,8 \cdot 12 - 2 = 3,2 \text{ г}; n(O) = 3,2 / 16 = 0,2 \text{ моль}$$

2) Определена молекулярная формула вещества:

$$M_{\text{ист}}(C_xH_yO_z) = 37 \cdot 2 = 74 \text{ г/моль}$$

$$x : y : z = 0,8 : 2 : 0,2 = 4 : 10 : 1$$

вычисленная формула – $C_4H_{10}O$

$$M_{\text{выч}}(C_xH_yO_z) = 74 \text{ г/моль};$$

молекулярная формула исходного вещества $C_4H_{10}O$

3) Составлена структурная формула вещества:



Решение 2.

Общая формула вещества



$$n(\text{CO}_2) = 35,2 / 44 = 0,8 \text{ моль};$$

$$n(\text{C}) = 0,8 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 / 18 = 1,0 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}) = 1,0 \cdot 2 = 2,0 \text{ моль};$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 37 \cdot 2 = 74 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 14,8 / 74 = 0,2 \text{ моль};$$

$$x = n(\text{C}) / n(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z);$$

$$x = 0,8 / 0,2 = 4;$$

$$y = n(\text{H}) / n(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z);$$

$$y = 2,0 / 0,2 = 10;$$

$$M(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_z) = 4 \cdot 12 + 10 + z \cdot 16 = 74;$$

$$z = 1;$$

Молекулярная формула исходного вещества $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

Решение 3.

Если при взаимодействии органического вещества с оксидом меди(II) образуется кетон, то это вещество – вторичный спирт.

Общая формула вещества:



$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) = 37 \cdot 2 = 74 \text{ г/моль};$$

$$14n + 18 = 74;$$

$$n = 4.$$

Молекулярная формула исходного вещества $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

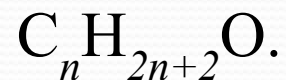
Решение 4.

$$n(\text{CO}_2) = 35,2 / 44 = 0,8 \text{ моль};$$

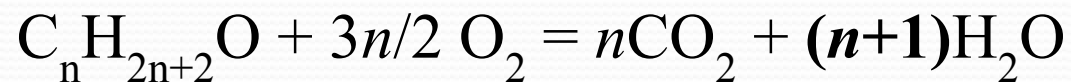
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 / 18 = 1,0 \text{ моль};$$

Если при взаимодействии органического вещества с оксидом меди(II) образуется кетон, то это вещество – вторичный спирт.

Общая формула вещества:



Уравнение реакции горения спирта:



Согласно уравнению реакции

$$n / 0,8 = (n+1) / 1$$

$$n = 0,8n + 0,8$$

$$n=4$$

Молекулярная формула исходного вещества $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

Решение 5.

Если при взаимодействии органического вещества с оксидом меди(II) образуется кетон, то это вещество – вторичный спирт (мы не знаем, насыщенный или нет).

В молекуле спирта содержится один атом кислорода.

$$M(C_xH_yO) = 37 \cdot 2 = 74 \text{ г/моль};$$

$$M(C_xH_yO) = 12x + y + 16 = 74 \text{ г/моль}$$

$$12x + y = 58 \text{ г/моль}$$

Решаем уравнение в целых числах подбором:

x	1	2	3	4
y	46	34	22	10

Первые три варианта не подходят, т.к. в этом случае число атомов водорода превышает максимально допустимое $2x+2$. Четвертый вариант подходит.

Молекулярная формула исходного вещества $C_4H_{10}O$

Задание 40

1. Инструкции по оцениванию

№ п/п	Выявление элемента ответа (шаги оценивания)	Оценка	Примечание
1	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи правильных вычислений, необходимых для установления молекулярной формулы вещества.	1 балл	Ответ должен содержать расчеты, подтверждающие соответствие между приведенной молекулярной формулой и условием задачи.
2	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи молекулярной формулы вещества.	1 балл	

При сгорании 4,48 л (н.у.) газообразного органического вещества получили 35,2 г углекислого газа и 10,8 мл воды. Плотность этого вещества составляет 2,41 г/л (н.у.). Известно также, что это вещество не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при реакции его с избытком бромной воды происходит присоединение атомов брома только ко вторичным атомам углерода.

40 1) П.к. данное вещ-во газообразное, то можно предположить, что его молекулярная формула C_nH_{2n} или C_nH_{2n-2} (алканы данное вещество быть не может, т.к. алканы не реагируют с Br_2 (присоединение)).

$$n(\text{вещ} - \text{ва}) = \frac{4,48 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{вещ} - \text{ва}) = 2,41 \text{ г/моль} \cdot 4,48 \text{ л} = 10,7968 \approx 10,8 \text{ г}$$

$$\underline{M(\text{вещ} - \text{ва}) = \frac{10,8}{0,2} = 54 \text{ г/моль.}}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 54 \quad \text{мм}$$

$$12n + 2n = 54$$

$$14n = 54$$

$$n = 3,85$$

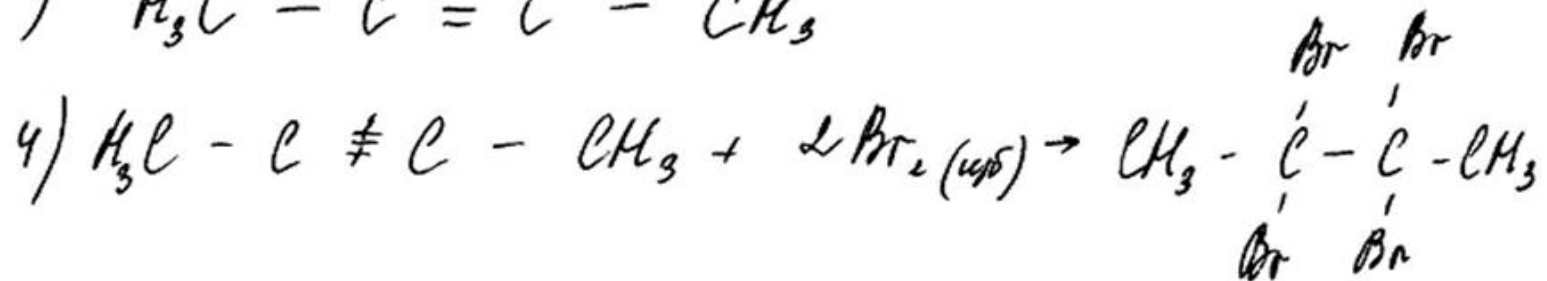
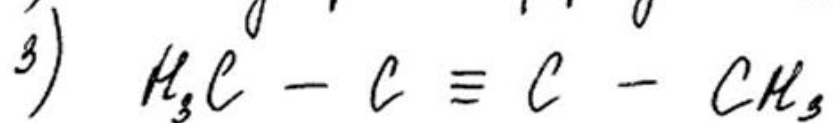
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 54$$

$$12n + 2n - 2 = 54$$

$$14n = 56$$

$$n = 4 \Rightarrow$$

2) Молекулярная формула вещества - C_4H_6



45

~ H₂O.

Дано:

$$m(\text{в-ва}) = 18,8 \text{ г}$$

$$V(\text{CO}_2) = 26,88 \text{ л}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 10,8 \text{ мл}$$

Ф-?

Решение:

1) Найдем $n(\text{CO}_2)$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{26,88 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

2) Найдем $n(\text{C})$ и $m(\text{C})$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 1,2 \text{ (моль)}$$

$$m(\text{C}) = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ (г)}$$

3) Найдем $n(\text{H}_2\text{O})$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,8 \text{ мл}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,48 \text{ моль}$$

6) Найдем $n(\text{O})$

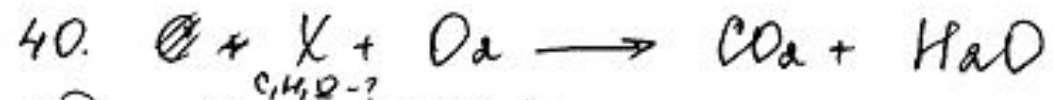
$$n(\text{O}) = \frac{3,42 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

7) Найдем соотношение.

$$\begin{array}{l} n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) \\ 1,2 : 1 : 0,2 \\ 6 : 5 : 1 \end{array}$$

ОС

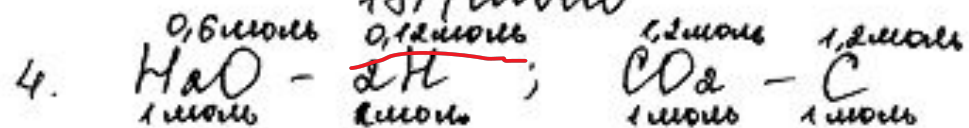
$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}$ - молекулярная формула



1. $\nu_r = \frac{V_r}{V_m}$; $\nu(CO_2) = \frac{26,88 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,2 \text{ моль}$

2. $\rho = \frac{m}{V}$; $m(H_2O) = 10,8 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 10,8 \text{ г}$

3. $\nu(H_2O) = \frac{10,8 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}$; $\nu = \frac{m}{M}$



5. $m(H) = 0,12 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,12 \text{ г}$

$m(C) = 1,2 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 14,4 \text{ г}$

$m(O) = 18,8 \text{ г} - (14,4 + 0,12) = 4,28 \text{ г}$

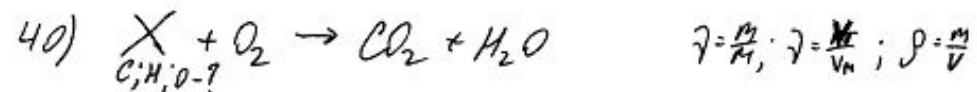
6. $\nu(O) = \frac{4,28 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,2675 \text{ моль}$

7. $n(C):n(H):n(O) = 1,2 \text{ моль} : 0,12 \text{ моль} : 0,2675 \text{ моль} =$
 $= \cancel{4,486} : \cancel{0,446} : 1 = 10 : 1 : 2,3$

8. $C_{10}HDO_2$ - истинная молек. формула

05

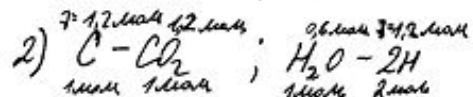
3	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи структурной формулы вещества, которая отражает порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества в соответствии с условием задания.	1 балл	В случае если структурная формула органического вещества не записана как отдельный элемент ответа, а присутствует в уравнении реакции (в последнем элементе ответа) и записана правильно, то балл за «структурную формулу» засчитывается.
---	--	--------	--



1) $\gamma(CO_2) = \frac{26,88 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 1,2 \text{ моль}$

$m(H_2O) = 10,8 \text{ г} \cdot 1\%_{\text{масс}} = 10,8 \text{ г}$

$\gamma(H_2O) = \frac{10,8 \text{ г}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,6 \text{ моль}$



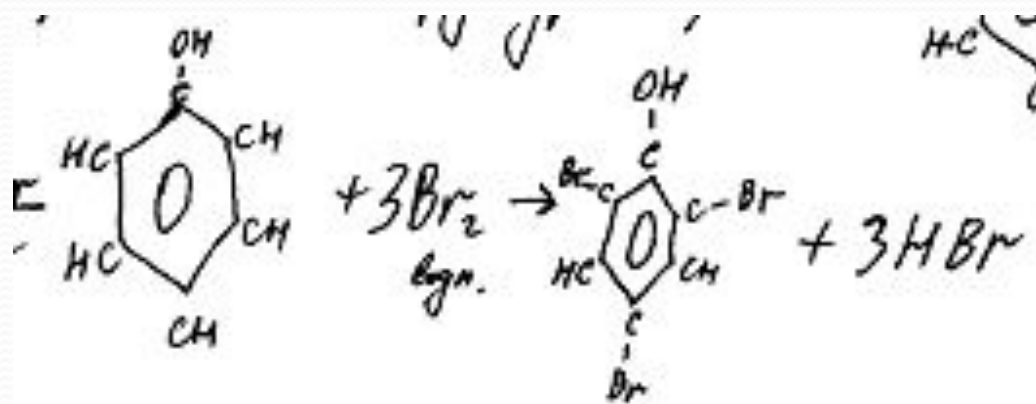
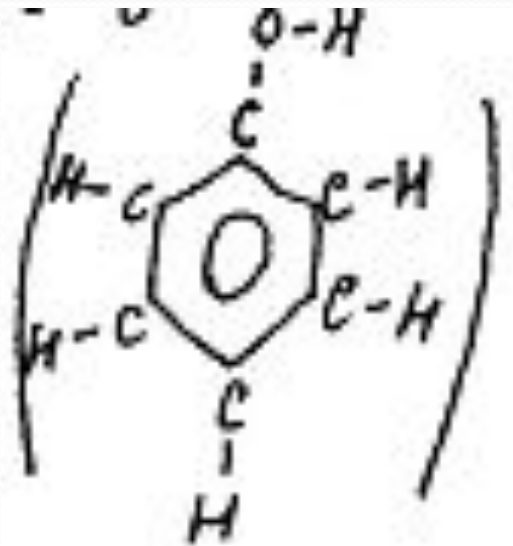
3) $m(C) = 1,2 \text{ моль} \cdot 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 14,4 \text{ г}$

$m(H) = 1,2 \text{ моль} \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 1,2 \text{ г}$

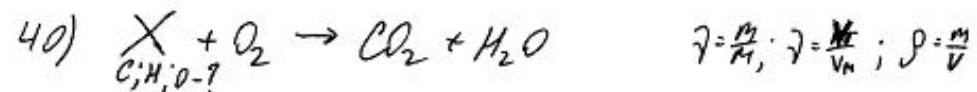
4) $m(O) = 18,8 \text{ г} - (14,4 \text{ г} + 1,2 \text{ г}) = 3,2 \text{ г}$

5) $\gamma(O) = \frac{3,2 \text{ г}}{16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль}$

6) $n(C):n(H):n(O) = \frac{1,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} : \frac{1,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} : \frac{0,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} = 6:6:1 \Rightarrow \text{ф-ла } C_6H_6O$



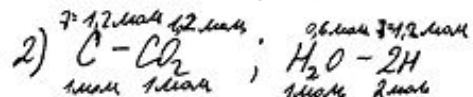
?



1) $\gamma(CO_2) = \frac{26,88 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 1,2 \text{ моль}$

$m(H_2O) = 10,8 \text{ г} \cdot 1\%_{\text{масс}} = 10,8 \text{ г}$

$\gamma(H_2O) = \frac{10,8 \text{ г}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,6 \text{ моль}$



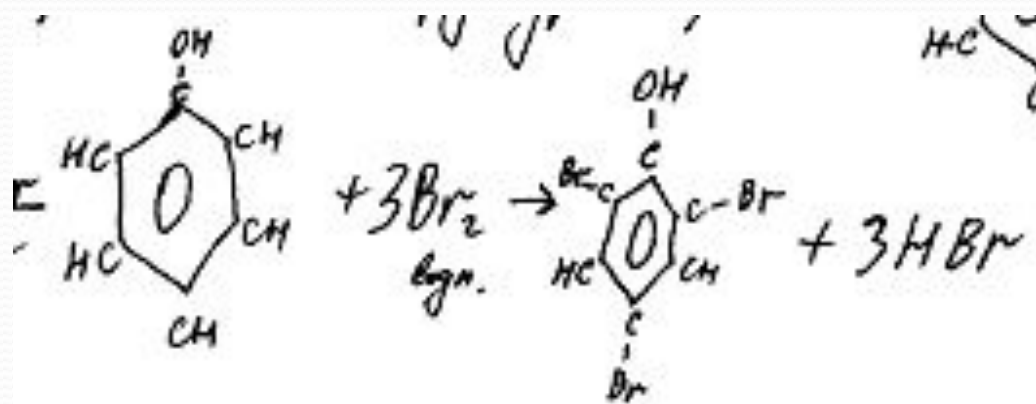
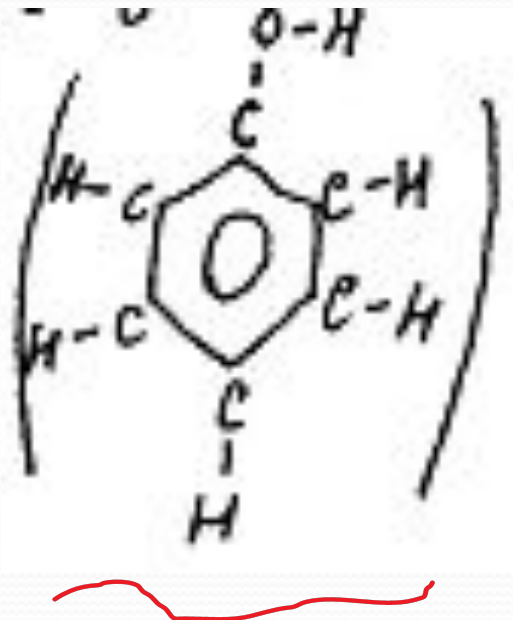
3) $m(C) = 1,2 \text{ моль} \cdot 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 14,4 \text{ г}$

$m(H) = 1,2 \text{ моль} \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 1,2 \text{ г}$

4) $m(O) = 18,8 \text{ г} - (14,4 \text{ г} + 1,2 \text{ г}) = 3,2 \text{ г}$

5) $\gamma(O) = \frac{3,2 \text{ г}}{16 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль}$

6) $n(C):n(H):n(O) = \frac{1,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} : \frac{1,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} : \frac{0,2 \text{ моль}}{0,2 \text{ моль}} = 6:6:1 \Rightarrow \text{формула } C_6H_6O$



35

4	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи уравнения реакции, на которую даётся указание в условии задания, с использованием структурной формулы органического вещества.	1 балл	В ответе экзаменуемого допустимо использование <i>структурных формул разного вида</i> (развёрнутой, сокращённой, скелетной), которые однозначно отражают порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.
---	---	--------	---

40. Дано:
 $m_B = 18,8 \text{ г}$
 $V_{CO_2} = 26,88 \text{ л}$
 $V_{H_2O} = 10,8 \text{ мл}$
 Вещество-?

Решение.

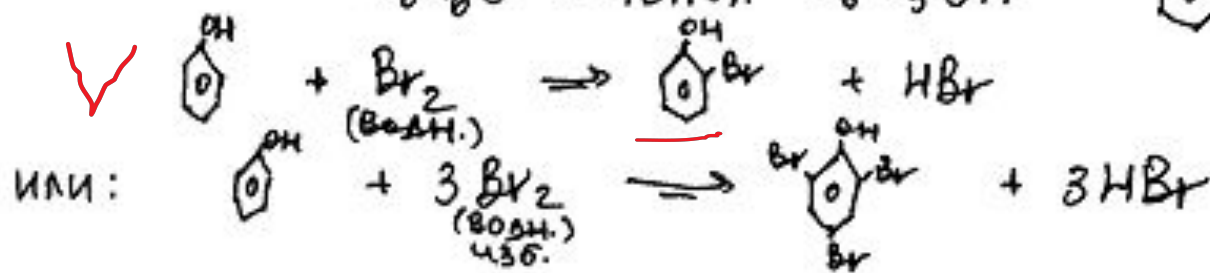
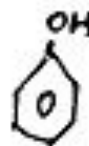
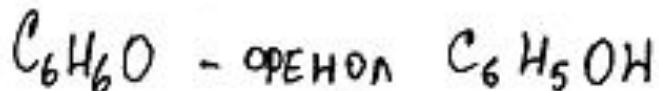


$$n_C = n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m} = \frac{26,88}{22,4} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n_H = 2n_{H_2O} = 2 \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{10,8 \cdot 1}{18} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} m_C &= n_C \cdot M_C = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ г} \\ m_H &= n_H \cdot M_H = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ г} \\ m_O &= m_B - m_C - m_H = 18,8 - 15,6 = 3,2 \text{ г} \\ n_O &= \frac{m_O}{M_O} = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 15,6 \text{ г}$$

$$\begin{aligned} n_C : n_H : n_O \\ 1,2 : 1,2 : 0,2 \\ 6 : 6 : 1 \end{aligned}$$



Ответ: C_6H_5OH (фенол).

4	Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи уравнения реакции, на которую даётся указание в условии задания, с использованием структурной формулы органического вещества.	1 балл	В ответе экзаменуемого допустимо использование <i>структурных формул разного вида</i> (развёрнутой, сокращённой, скелетной), которые однозначно отражают порядок связи и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.
---	---	--------	---

40. Дано:
 $m_B = 18,8 \text{ г}$
 $V_{CO_2} = 26,88 \text{ л}$
 $V_{H_2O} = 10,8 \text{ мл}$
 Вещество-?

Решение.



$$n_C = n_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_m} = \frac{26,88}{22,4} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n_H = 2n_{H_2O} = 2 \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{10,8 \cdot 1}{18} = 1,2 \text{ моль}$$

$$m_C = n_C \cdot M_C = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ г}$$

$$m_H = n_H \cdot M_H = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ г}$$

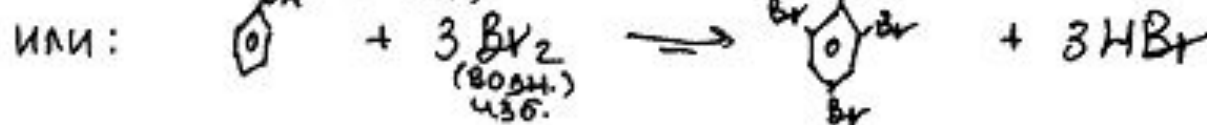
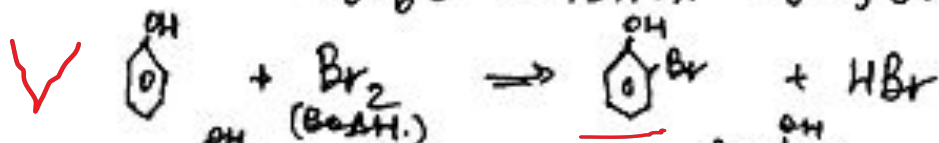
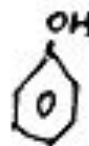
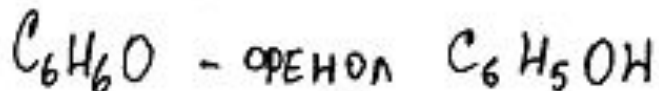
$$m_O = m_B - m_C - m_H = 18,8 - 15,6 = 3,2 \text{ г}$$

$$n_O = \frac{m_O}{M_O} = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_C : n_H : n_O$$

$$1,2 : 1,2 : 0,2$$

$$6 : 6 : 1$$



ОТВЕТ: C_6H_5OH (ФЕНОЛ).

45

Некоторое органическое соединение содержит 40,0% углерода и 53,3% кислорода по массе.

40. Решение.

Пусть $m = 100$ г, тогда $m(C) = 40$ г, $m(O) = 53,3$ г.

$$m(H) = 100 - 40 - 53,3 = 6,7 \text{ г.}$$

$$n(C) = \frac{40}{12} = 3,33 \text{ моль}$$

$$n(O) = \frac{53,3}{16} = 3,33 \text{ моль}$$

$$n(H) = \frac{6,7}{1} = 6,7 \text{ моль}$$

$$n(C) : n(O) : n(H) = 3,33 : 3,33 : 6,7 = 1 : 1 : 2 = 2 : 2 : 4.$$

1) Найдено соотношение атомов углерода, водорода и кислорода в соединении:

$$w(\text{H}) = 100 - 40,0 - 53,3 = 6,7\%$$

$$x : y : z = 40 / 12 : 6,7 / 1 : 53,3 / 16 = 3,33 : 6,7 : 3,33 = 1 : 2 : 1$$

40. $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$

$\begin{matrix} 40,0\%(\text{C}) \\ 53,3\%(\text{O}) \end{matrix} \Rightarrow 6,7\%(\text{H})$

+

$$x : y : z = \frac{40,0}{12} : \frac{6,7}{1} : \frac{53,3}{16} = 3,3 : 6,7 : 3,3 = 1 : 2 : 1$$



Спасибо за внимание!