

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

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)
------------------------------	---------------------------------	---	-----------------	---------------------------	----------------------------------	---

39	<p>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.</p> <p>Расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.</p> <p>Расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси</p>	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	<p>Выявить наличие в ответе экзаменуемого логически обоснованной <i>взаимосвязи физических величин</i>, на основании которых проводятся расчёты.</p>	1 балл	<p>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.</p>
4	<p>Выявить <i>правильность всех математических действий</i>, которые необходимы для нахождения неизвестной физической величины.</p>	1 балл	<p>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.</p>

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:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

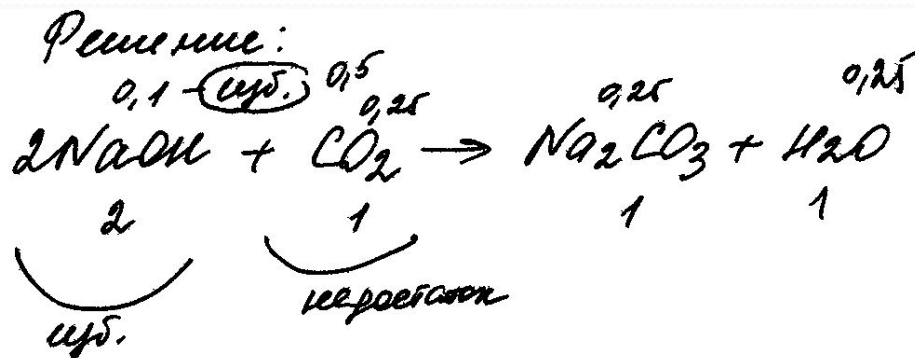
$$V(\text{NaOH}) = 164 \text{ мл}$$

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

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

ω - ?

состав



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

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

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

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

?

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

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

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

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

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

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:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

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

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

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

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

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

$$m(\text{NaOH}) = \frac{40}{100} \cdot 200,08 = 80,032 \text{ (г)}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{80,032}{40} = 2,0008 \text{ (моль)}$$

$$n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5004 \text{ (моль)}$$

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

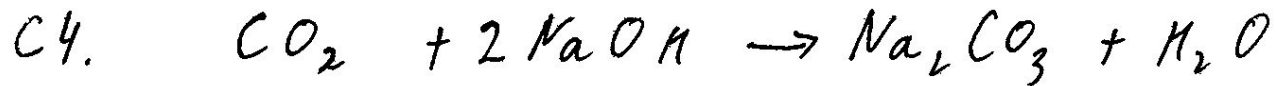
$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5004 \cdot 40 = 20,016 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 200,08 + 26,5 - 20,016 = 206,564 \text{ (г)}$$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{26,5}{206,564} \cdot 100\% = 12,83\%$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{20,016}{206,564} \cdot 100\% = 9,69\%$$

Ответ: в полученном растворе содержится Na_2CO_3 ($w=12,83\%$)
и NaOH ($w=9,69\%$)



Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

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

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

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

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

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

$$m(\text{NaOH}) = \frac{40}{100} \cdot 200,08 \cdot 0,2 = 40,016 \text{ (г)}$$

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

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

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,205 \cdot 106 = 19,68 \text{ (г)}$$

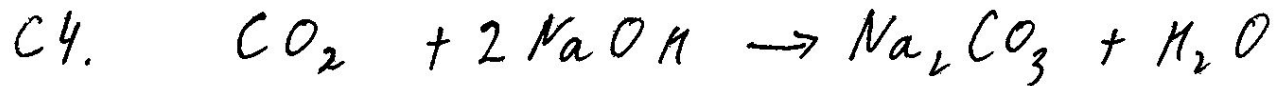
$$m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5904 \cdot 40 = 23,616 \text{ (г)}$$

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

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

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

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



Дано:

$$V(\text{CO}_2) = 5,6 \text{ л}$$

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

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

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

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

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

$$m(\text{NaOH}) = \frac{40}{100} \cdot 200,08 \cdot 0,2 = 40,016 \text{ (г)}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Решение: 1) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
 $0,04 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 0,04 \text{ моль}$

2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 \uparrow$
 $0,04 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad 0,04 \text{ моль} \qquad \qquad \qquad \underline{2,6}$

$m(\text{CuSO}_4) = 160 \times 0,05 = 8 \text{ г}$
 $m(\text{HNO}_3) = 20 \times 1,055 = 21,1 \text{ г}$
 $n(\text{Cu(NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ моль}$
 $n(\text{Cu}) = n(\text{Zn}) = \frac{2,6}{65} = 0,04 \text{ моль}$
 $n(\text{Cu}) = n(\text{HNO}_3) = 0,04$
 $m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \cdot (63,5 + 142 + 16 \cdot 6) = 8,3 \text{ г}$
 $m(\text{ком. р-ра}) = 0,04 \cdot 63,5 + 21,1 = 23,64 \text{ г} - 3,68 = 19,96 \text{ г}$
 $w(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{8,3}{19,96} \approx 0,42 \text{ или } 42\%$ Ответ: $\frac{8,3}{19,96} = 42\%$



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

Решение: 1) $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
 $0,04 \text{ моль}$ $0,04 \text{ моль}$

2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 \uparrow$
 $0,04 \text{ моль}$ $0,04 \text{ моль}$ $\frac{2,6}{65} = 0,04 \text{ моль}$

$m(\text{CuSO}_4) = 160 \times 0,05 = 8 \text{ г}$
 $m(\text{HNO}_3) = 20 \times 1,055 = 21,1 \text{ г}$
 $n(\text{Cu(NO}_3)_2) = n(\text{Cu}) = 0,04 \text{ моль}$
 $m(\text{Cu(NO}_3)_2) = 0,04 \cdot (63,5 + 142 + 16 \cdot 6) = 8,3 \text{ г}$
 $m(\text{ком. р-ра}) = 0,04 \cdot 63,5 + 21,1 = 23,64 \text{ г} - 3,68 = 19,96 \text{ г}$
 $\omega(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{8,3}{19,96} \approx 0,42 \text{ или } 42\%$ Ответ: 42%

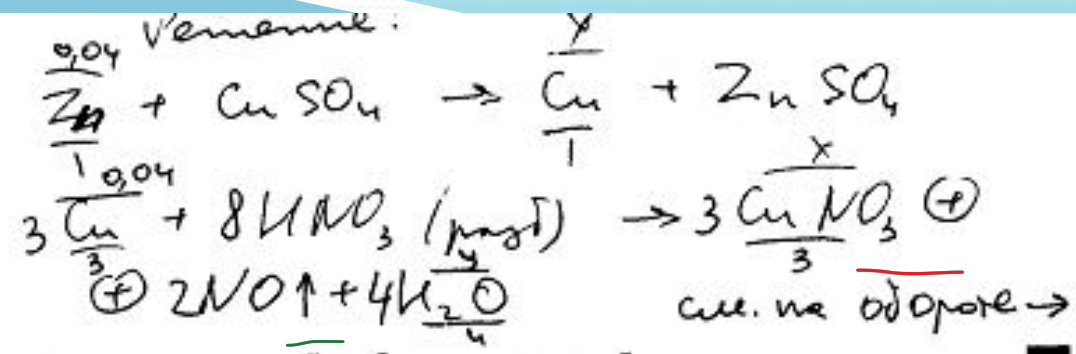
35

Dano:

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

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

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



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

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

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

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

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

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

CuSO₄ b vydsutke => smotat na Zn.

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

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

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{21,1}{63} \approx 0,335 \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ b vydsutke} \Rightarrow \text{smotat na Cu}$$

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

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

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

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

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

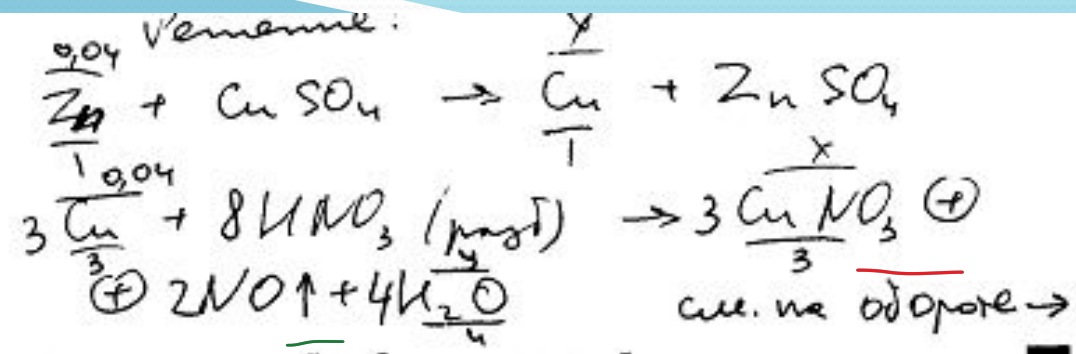


Dano:

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

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

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



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

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

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

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

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

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

CuSO₄ b hydričke => crnolaka no Zn.

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

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

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{21,1}{63} \approx 0,335 \Rightarrow \text{HNO}_3 \text{ b hydričke} \Rightarrow \text{crnolaka no Cu}$$

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

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

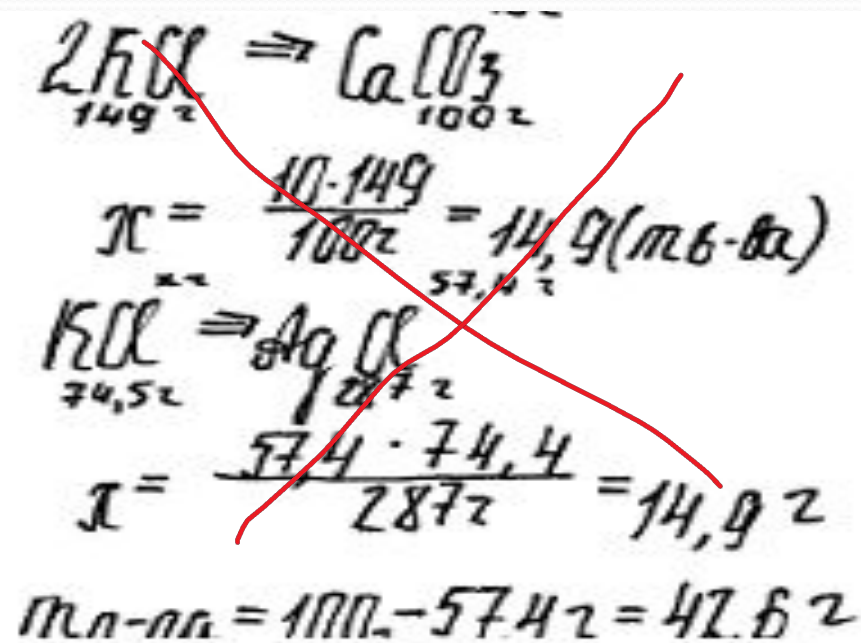
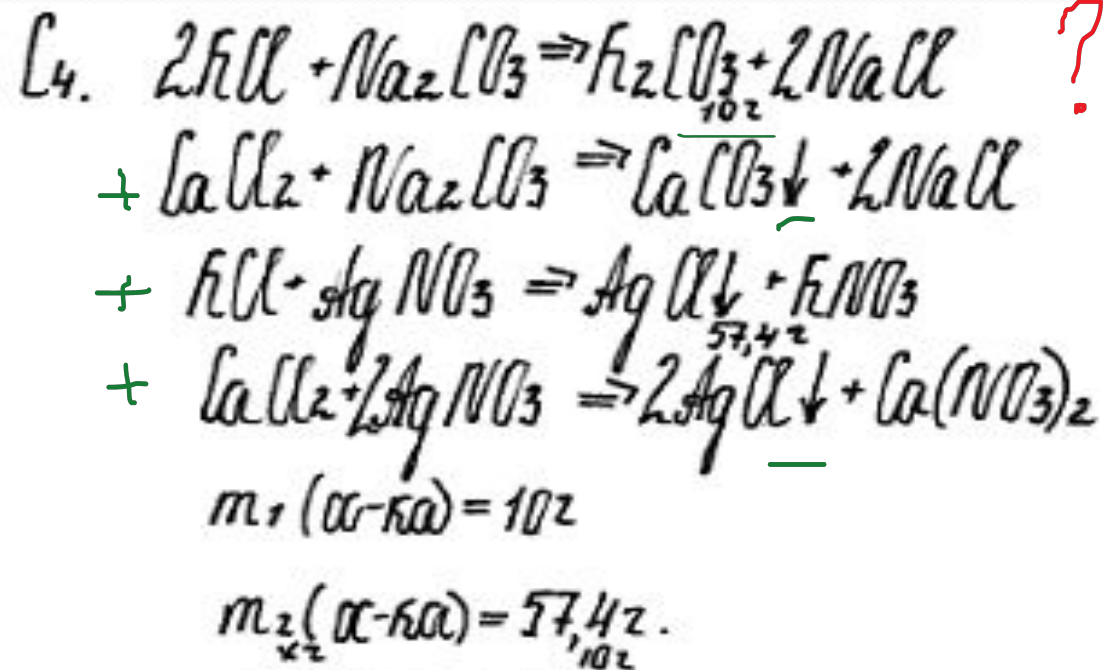
$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 0,053 = 0,954 \approx 0,96 \text{ g}$$

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

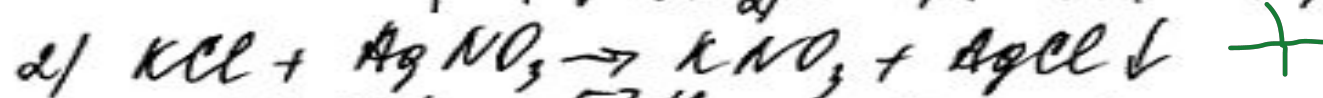
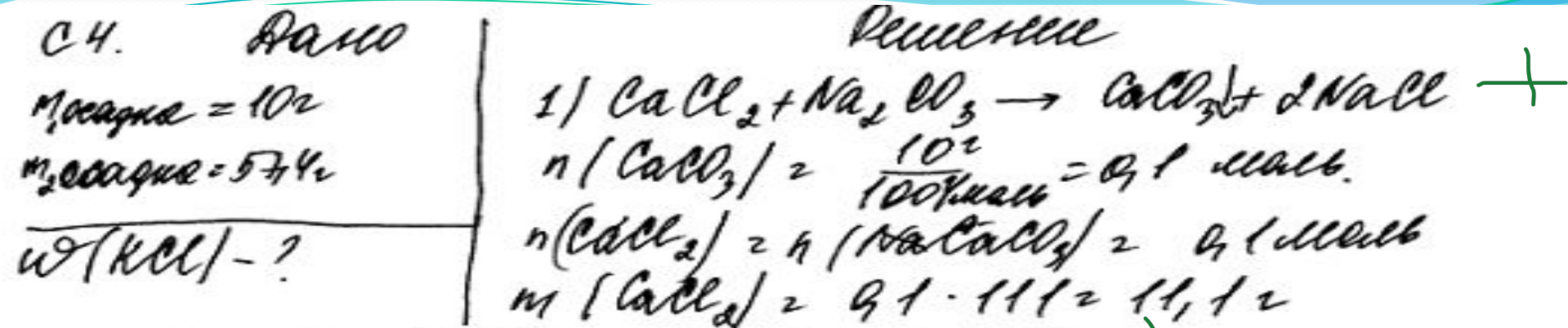
$$w(\text{Cu(NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Cu(NO}_3)_2)}{m_{p.m.}} = \frac{7,52}{21,1 + 0,96 + 7,52} =$$

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



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

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

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

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

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

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

Ответ: 72,86 %.

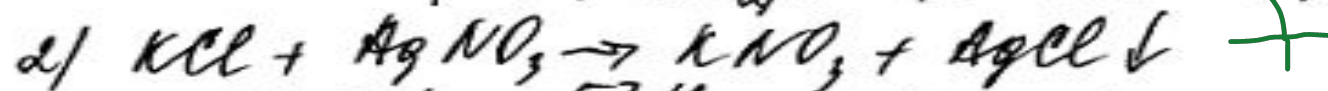
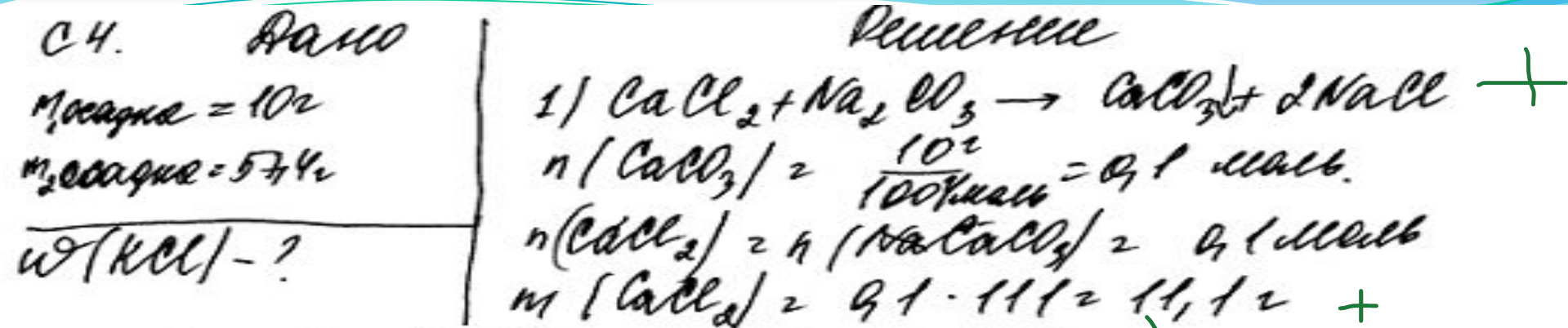
Элементы ответа:

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	<p>Выявить наличие в ответе экзаменуемого логически обоснованной <i>взаимосвязи физических величин</i>, на основании которых проводятся расчёты.</p>	1 балл	<p>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.</p>
4	<p>Выявить <i>правильность всех математических действий</i>, которые необходимы для нахождения неизвестной физической величины.</p>	1 балл	<p>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.</p>



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

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

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

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

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

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

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.

Р.ч.

Дано:

$$V = 4,48 \text{ л}$$

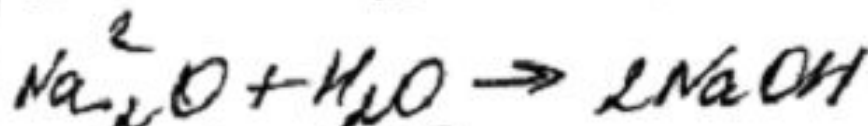
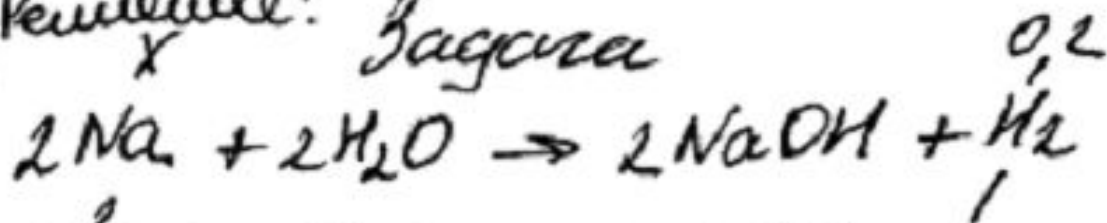
$$m_{\text{р}} = 240 \text{ г}$$

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

Найти

$$\omega(\text{р.р}) = ?$$

Решение: Задача



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

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

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

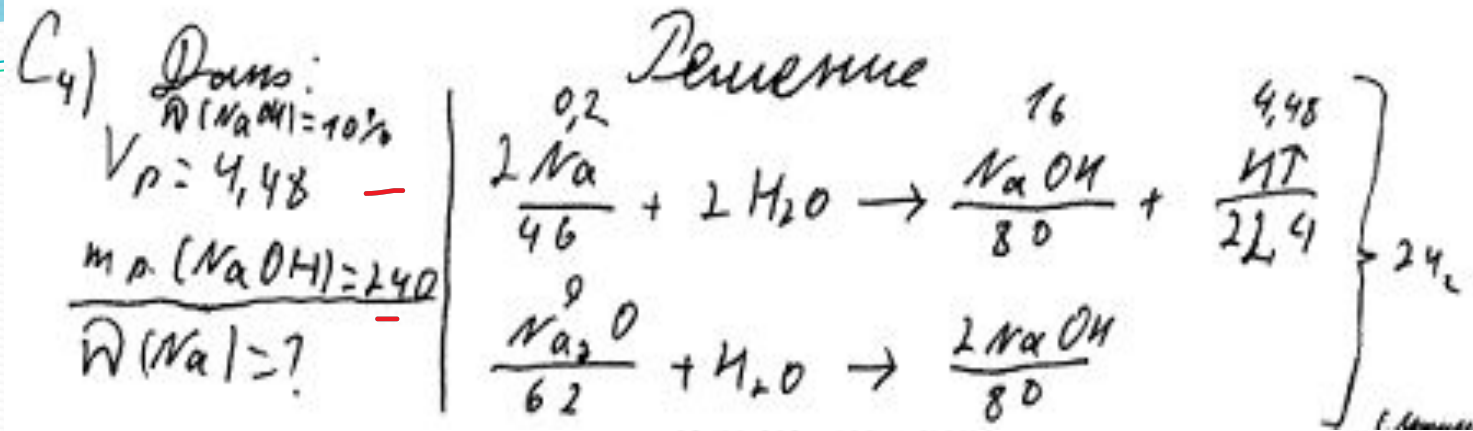
$$n(\text{NaOH}) = 0,4$$

$$n_2 = 0,1 \text{ моль.}$$

$$m = 0,1 \cdot 62 = 6,2 \text{ г}$$

Ответ: 6,2%.

18



$$1) m(\text{Na}) = \frac{46 \cdot 4,48}{22,4} = 9,2 \text{ —}$$

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

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

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

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

$$6) m_{\text{salina}} = 6,2 + 9,2 = 15,4 \text{ —}$$

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

Resultado: 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



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

$$n(C) = 0,8 \text{ моль}$$

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

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

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

$$n(C_x H_y O_z) = 14,8 / 74 = 0,2 \text{ моль};$$

$$x = n(C) / n(C_x H_y O_z);$$

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

$$y = n(H) / n(C_x H_y O_z);$$

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

$$M(C_4 H_{10} O_z) = 4 \cdot 12 + 10 + z \cdot 16 = 74;$$

$$z = 1;$$

Молекулярная формула исходного вещества $C_4 H_{10} O$.

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 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

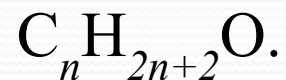
Решение 4.

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

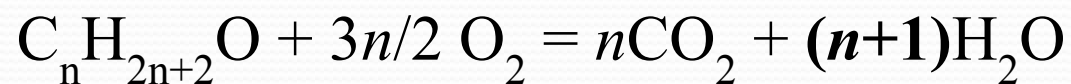
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 / 18 = 1,0 \text{ моль};$$

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.

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

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

$$12x + y = 58 \text{ г/моль}$$

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 или алкены). Данное вещество быть не может, т.к. алканы не реагируют с Br_2 (присоединение).

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

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

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

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

$$12n + 2n = 54$$

$$14n = 54$$

$$n = 3,85$$

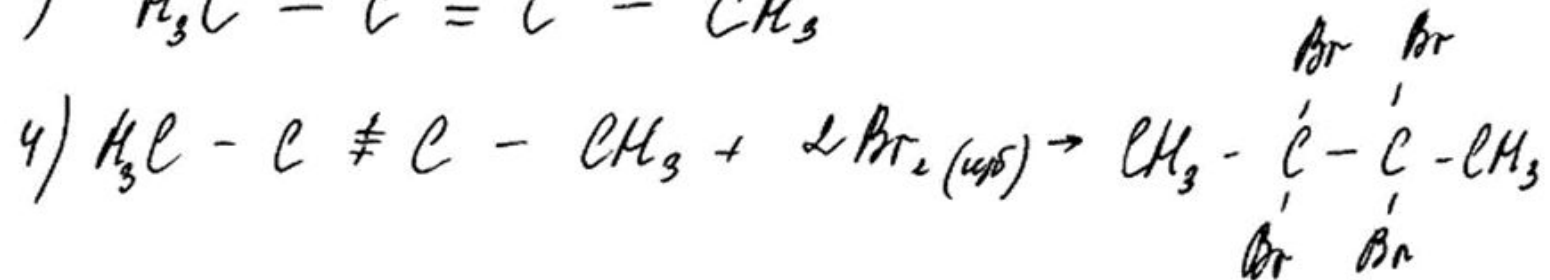
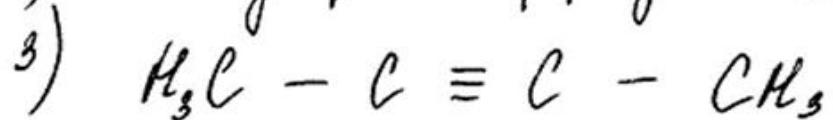
$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 54$$

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

$$14n = 56$$

$$n = 4 \Rightarrow$$

2) Молекулярная формула вещества - C_4H_6



48

~ 40.

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 $n(\text{O})$

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

7) Найдем соотношение.

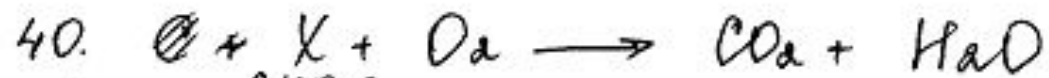
$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O})$$

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

$$6 : 5 : 1$$

08

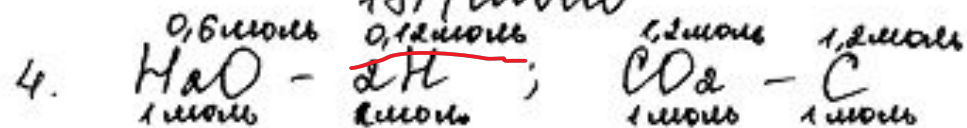
$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}$ - молекулярная формула



$$1. \nu_r = \frac{V_r}{V_m}; \quad \nu(\text{CO}_2) = \frac{26,88 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

$$2. \rho = \frac{m}{V}; \quad m(\text{H}_2\text{O}) = 10,8 \text{ г} \cdot 1 \text{ г/мл} = 10,8 \text{ г}$$

$$3. \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{10,8 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}; \quad \nu = \frac{m}{M}$$



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

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

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

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

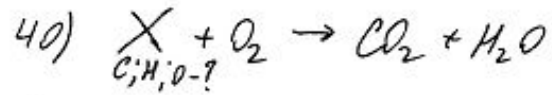
$$7. n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 1,2 \text{ моль} : 0,12 \text{ моль} : 0,2675 \text{ моль} =$$

$$= \frac{4,486}{4,486} : \frac{0,446}{4,486} : \frac{1}{4,486} = 10 : 1 : 2,3$$

8. $\text{C}_{10}\text{H}\text{O}_2$ - 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.
---	---	--------	---

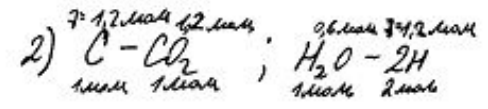


$\gamma = \frac{m}{M}; \gamma = \frac{M}{V_m}; \rho = \frac{m}{V}$

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

$m(H_2O) = 10,8 \text{ mol} \cdot 1 \frac{\text{mole}}{\text{mole}} = 10,8 \text{ g}$

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



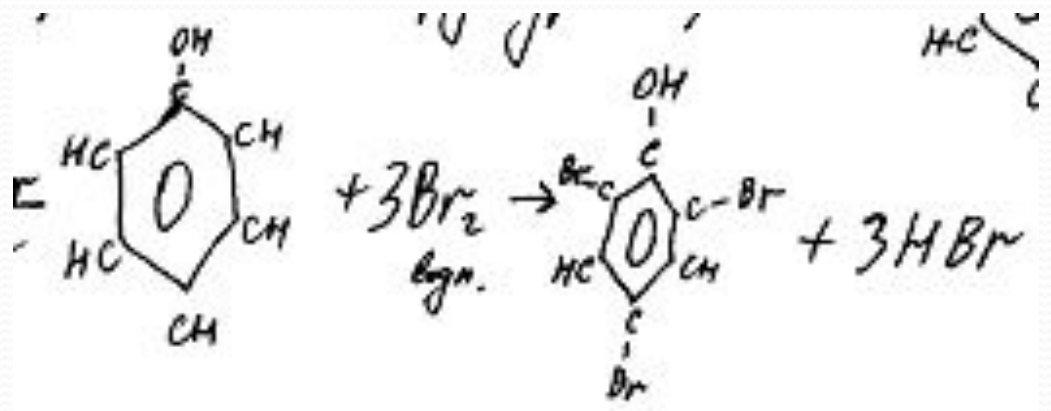
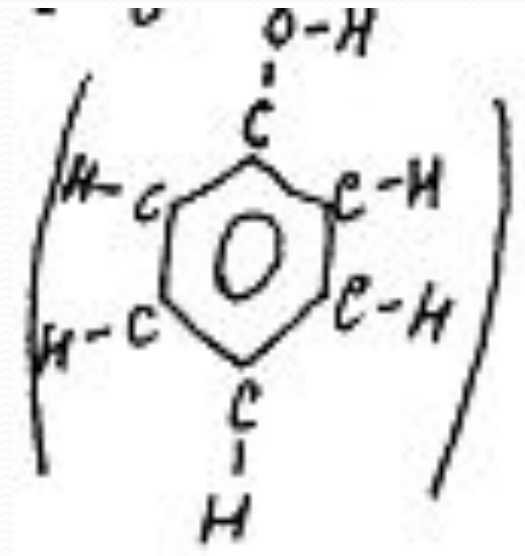
3) $m(C) = 1,2 \text{ mole} \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mole}} = 14,4 \text{ g}$

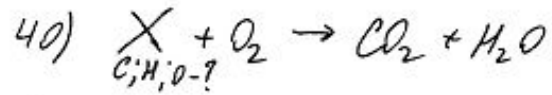
$m(H) = 1,2 \text{ mole} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mole}} = 1,2 \text{ g}$

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

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

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



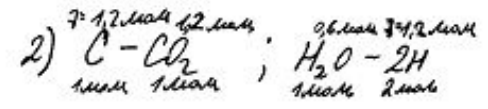


$\gamma = \frac{m}{M}; \gamma = \frac{M}{V_m}; \rho = \frac{m}{V}$

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

$m(H_2O) = 10,8 \text{ mol} \cdot 1 \frac{\text{mol}}{\text{mol}} = 10,8 \text{ g}$

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



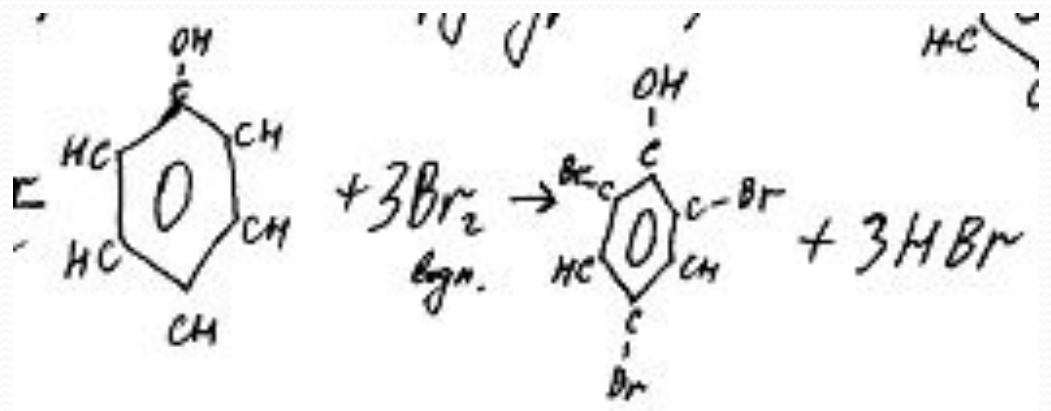
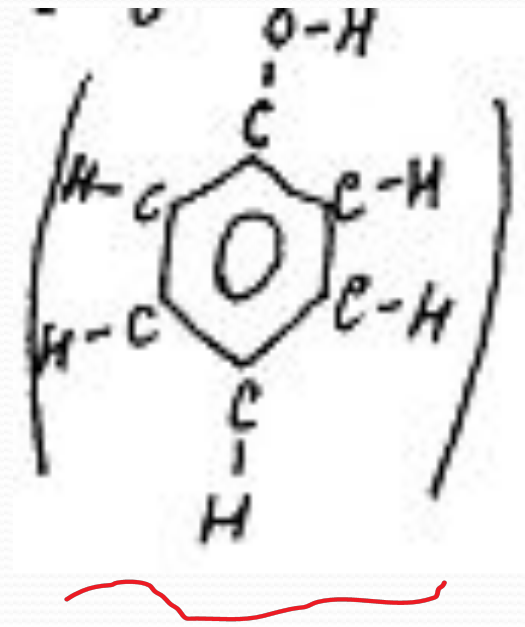
3) $m(C) = 1,2 \text{ mole} \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mole}} = 14,4 \text{ g}$

$m(H) = 1,2 \text{ mole} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mole}} = 1,2 \text{ g}$

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

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

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



4	<p>Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи уравнения реакции, на которую даётся указание в условии задания, с использованием структурной формулы органического вещества.</p>	1 балл	<p>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.</p>
---	--	--------	--

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

РЕШЕНИЕ.



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

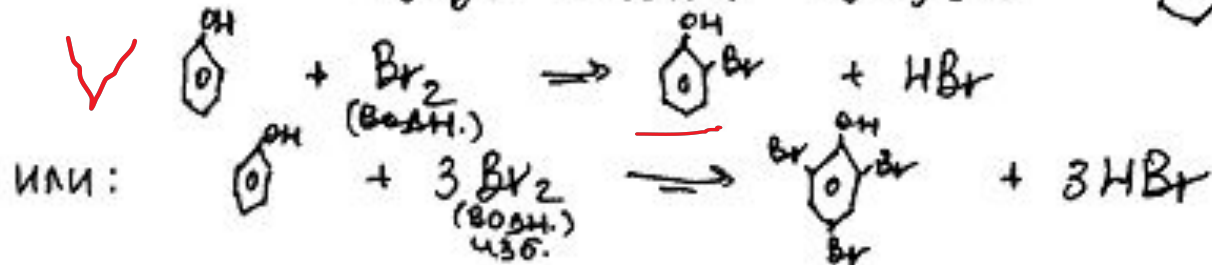
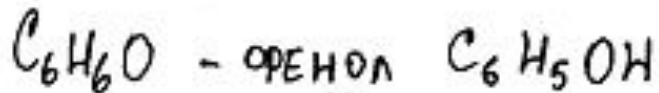
$$n_H = 2n_{H_2O} = 2 \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{10,8 \cdot 1}{18} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} m_C &= n_C \cdot M_C = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ г} \\ m_H &= n_H \cdot M_H = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ г} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} m_C \\ m_H \end{aligned}} \right\} 15,6 \text{ г}$$

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

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

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



ОТВЕТ: C_6H_5OH (ФЕНОЛ).



4	<p>Выявить наличие в ответе экзаменуемого записи уравнения реакции, на которую даётся указание в условии задания, с использованием структурной формулы органического вещества.</p>	1 балл	<p>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.</p>
---	--	--------	--

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

РЕШЕНИЕ.



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

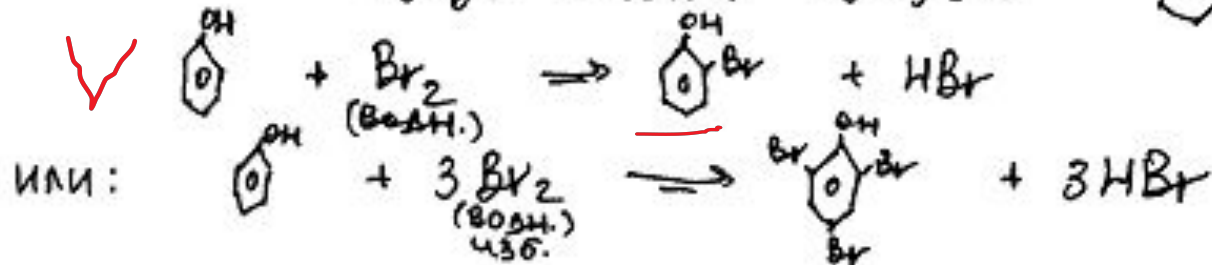
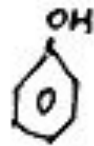
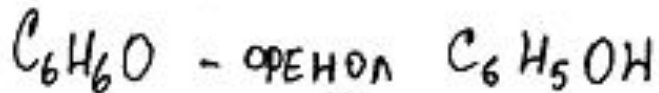
$$n_H = 2n_{H_2O} = 2 \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{V_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}}{M_{H_2O}} = 2 \frac{10,8 \cdot 1}{18} = 1,2 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} m_C &= n_C \cdot M_C = 1,2 \cdot 12 = 14,4 \text{ г} \\ m_H &= n_H \cdot M_H = 1,2 \cdot 1 = 1,2 \text{ г} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} m_C \\ m_H \end{aligned}} \right\} 15,6 \text{ г}$$

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

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

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



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

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

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

+



Спасибо за внимание!