

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА
 возрастной группы (11 класс) муниципального этапа
 всероссийской олимпиады школьников по химии

2022-2023 учебный год

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (11 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 100 баллов.

Задание 1

| № | Содержание ответа | Число баллов |
|---|---|---|
| 1 | <p>Пусть $m(\mathbf{D}) = 100$ г.</p> <p>Тогда $m(\mathbf{C}) = 6,09$ г, $m(\mathbf{O}) = 24,37$ г, $m(\mathbf{Э}) = 69,54$ г; $n(\mathbf{C}) = 6,09/12 = 0,5075$ моль, $n(\mathbf{O}) = 24,37/16 = 1,5231$ моль;</p> <p>$n(\mathbf{C}) : n(\mathbf{O}) = 0,5075 : 1,5231 = 1 : 3$, откуда следует, что вещество \mathbf{D} – карбонат какого-то металла.</p> <p>Пусть металл – одновалентный: Me_2CO_3.</p> <p>Тогда $n(\text{Me}) = 2n(\mathbf{C}) = 2 \cdot 0,5075 = 1,015$ моль; $M(\text{Me}) = 69,54/1,015 = 68,5$ г/моль. Такого металла нет.</p> <p>Пусть металл – двухвалентный: MeCO_3.</p> <p>Тогда $n(\text{Me}) = n(\mathbf{C}) = 0,5075$ моль; $M(\text{Me}) = 69,54/0,5075 = 137$ г/моль. Это барий. Вещество \mathbf{D} – BaCO_3.</p> | <p>8 баллов – определение расчетом молекулярной формулы \mathbf{D} (частичное решение не принимается)</p> |
| 2 | <p>Если \mathbf{D} – BaCO_3, то одно из исходных веществ (\mathbf{A} или \mathbf{B}) содержит барий. Так как вещество \mathbf{B} является реагентом в первой реакции и продуктом, наряду с веществом \mathbf{D}, – во второй, логично предположить, что оно не содержит атомы бария (барий содержится в веществе \mathbf{D}). Таким образом, атомы бария содержит</p> | <p>2 балла – BaO 2 балла – H_2O 2 балла – $\text{Ba}(\text{OH})_2$</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>вещество А. Логично предположить, что А – оксид бария, а В – вода. Действительно, оксиды щелочноземельных металлов энергично реагируют с водой, а образующиеся при этом гидроксиды вступают в реакцию с углекислым газом с выделением воды.</p> <p>А – ВаО, В – Н₂О, С – Ва(ОН)₂.</p> | |
| 3 | <p>Приведены уравнения реакций:</p> <p>1) ВаО + Н₂О = Ва(ОН)₂</p> <p>2) Ва(ОН)₂ + СО₂ = ВаСО₃ + Н₂О</p> <p><i>Порядок расчета может быть иным, но результат должен быть тем же.</i></p> | <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> |
| | Итого | 18 баллов |

Задание 2

| № | Содержание ответа | Число баллов |
|---|--|---|
| 1 | <p>При нагревании кристаллогидратов сульфатов сначала происходит их обезвоживание, а затем, при более высокой температуре, разложение сульфатов. Первое уменьшение массы (при 200⁰) – удаление воды), второе (при 900⁰) – разложение сульфата (удаление сернистого газа и кислорода).</p> | <p>По 2 балла за каждый процесс, всего 4 балла</p> |
| 2 | <p>Следовательно, потеря массы на 48,65% при температуре приблизительно 200⁰ связана с удалением воды.</p> <p>Пусть масса кристаллогидрата – 100 г, тогда масса воды $m(\text{H}_2\text{O}) = 48,65$ г.</p> <p>Масса безводного сульфата</p> $m(\text{Me}_x(\text{SO}_4)_y) = 100 - 48,65 = 51,35 \text{ г.}$ <p>Количество воды:</p> $n(\text{H}_2\text{O}) = 48,65/18 = 2,7 \text{ моль.}$ | <p>6 баллов – определение расчетом алюминия (частичное решение не принимается)</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>Т.к. $n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{Me}_x(\text{SO}_4)_y) = 18 : 1$, следовательно $n(\text{Me}_x(\text{SO}_4)_y) = 2,7/18 = 0,15$ моль.</p> <p>$M(\text{Me}_x(\text{SO}_4)_y) = m/n = 51,35/0,15 = 342$ г/моль.</p> <p>Пусть валентность металла = 1. Тогда формула Me_2SO_4.</p> <p>$M(\text{Me}) = [M(\text{Me}_2\text{SO}_4) - M(\text{SO}_4)] : 2 = (342 - 96) : 2 = 123$. Одновалентного металла с такой атомной массой нет.</p> <p>Пусть валентность металла = 2. Тогда формула MeSO_4.</p> <p>$M(\text{Me}) = M(\text{MeSO}_4) - M(\text{SO}_4) = 342 - 96 = 246$.</p> <p>Двухвалентного металла с такой атомной массой нет.</p> <p>Пусть валентность металла = 3. Тогда формула $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3$.</p> <p>$M(\text{Me}) = [M(\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3) - 3M(\text{SO}_4)] : 2 = (342 - 288) : 2 = 27$. Это алюминий.</p> | |
| 3 | <p>Уравнения реакций:</p> <p>1) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ при температуре примерно 200°C</p> <p>2) $2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 + 3\text{O}_2$ при температуре примерно 900°C</p> | <p>2 балла</p> <p>2 балла <i>без указания температуры - по 1,5 балла за уравнение</i></p> |
| 4 | <p>Расчет убыли массы при 900°C по уравнению (2): Убыль массы при 900°C связана с удалением сернистого газа и кислорода. Если масса кристаллогидрата была 100 г, то масса безводного сульфата алюминия, как установлено ранее - 51,35 г. Количество сульфата алюминия</p> | <p>4 балла (частичное решение не принимается)</p> |

| | |
|--|------------------|
| $n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = m/M = 51,35/342 = 0,15$ моль. Количество оксида алюминия $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,15$ моль. Масса оксида алюминия $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = n \cdot M = 0,15 \cdot 102 = 15,3$ г. Общее изменение относительной массы $100 - 15,3 = 84,7\%$, что соответствует условию. <i>Порядок расчета может быть иным, но результат должен быть тем же.</i> | |
| Итого | 18 баллов |

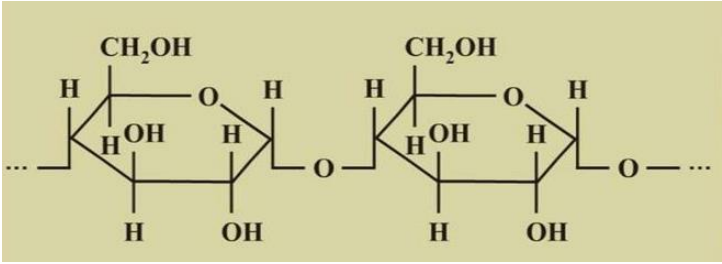
Задание 3

| № | Содержание ответа | Число баллов |
|---|--|---|
| 1 | <p>Жидкость – соляная кислота (раствор хлороводорода в воде), т.к. HCl реагирует с щелочью.</p> <p>Газ, оставшийся после реакции, – водород, т.к. водород – единственный из газов, фигурирующих в задаче, способный восстанавливать оксид меди.</p> <p>Уравнения реакций:</p> <p>1) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$</p> <p>2) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>3) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>4) $\text{CuO} + \text{H}_2 = \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$</p> | <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> |
| 2 | <p>Рассчитано количество гидроксида натрия:</p> $n(\text{NaOH}) = 0,8/40 = 0,02$ моль. <p>Рассчитано количество хлороводорода:</p> <p>По уравнению (3) $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH}) = 0,02$ моль.</p> <p>Рассчитано количество хлора и водорода, вступивших в реакцию (1):</p> $n(\text{H}_2)_1 = n(\text{Cl}_2)_1 = 1/2n(\text{HCl}) = 0,01$ моль. | <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | <p>Рассчитано количество водорода, вступившего в реакцию (4).</p> <p>Уменьшение массы в ходе реакции равно массе кислорода, входящего в состав оксида меди: $m(\text{O}) = 0,48 \text{ г}$; $n(\text{O})_4 = 0,48/16 = 0,03 \text{ моль}$;</p> $n(\text{H}_2)_4 = n(\text{CuO}) = n(\text{O})_4 = 0,03 \text{ моль}$ | 2 балла |
| 3 | <p>Рассчитаны количества газов в исходной смеси.</p> <p>Общее количество газов в исходной смеси:</p> $n(\text{газов})_{\text{исх}} = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ моль}$ $0,5 = n(\text{H}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{Cl}_2)$ $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2)_1 + n(\text{H}_2)_2 + n(\text{H}_2)_4$ <p>Пусть $n(\text{H}_2)_2 = x \text{ моль}$, тогда $n(\text{O}_2) = x/2$ (по уравнению 2).</p> $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2)_1 + n(\text{H}_2)_2 + n(\text{H}_2)_4 = 0,01 + x + 0,03 = 0,04 + x.$ <p>Общее количество газов в исходной смеси:</p> $0,5 = 0,04 + x + x/2 + 0,01$ $0,5 = 0,05 + 1,5x$ $x = 0,3 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2) = 0,04 + x = 0,34 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2) = x/2 = 0,15 \text{ моль}$ | 3 балла 3 балла (частичное решение не принимается) |
| 4 | <p>Объемные (мольные) доли газов в исходной смеси:</p> $\varphi(\text{H}_2) = 0,34/0,5 = 0,68 \text{ (68\%)}$ $\varphi(\text{O}_2) = 0,15/0,5 = 0,3 \text{ (30\%)}$ $\varphi(\text{Cl}_2) = 0,01/0,5 = 0,02 \text{ (2\%)}$ | 1 балл 1 балл 1 балл |

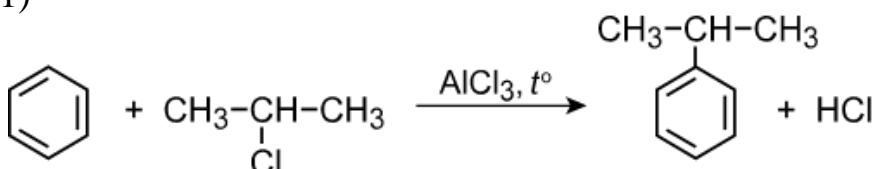
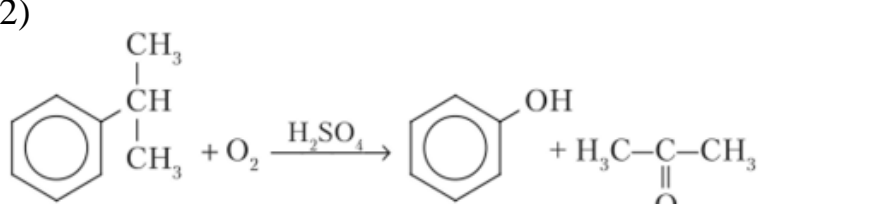
| | | |
|--|--|------------------|
| | <i>Порядок расчета может быть иным, но результат должен быть тем же.</i> | |
| | Итого | 26 баллов |

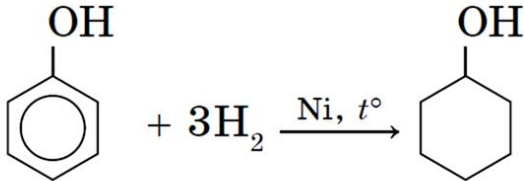

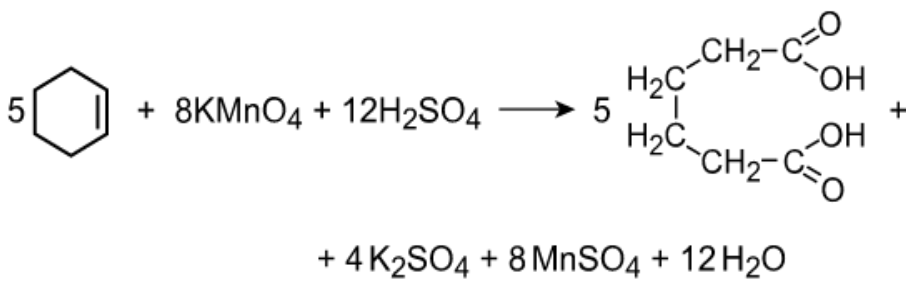
Задание 4

| № | Содержание ответа | Число баллов |
|---|--|---|
| 1 | <p>Для установления молекулярной формулы используем реакцию сгорания. Тот факт, что объем газов до и после сгорания не изменяется, свидетельствует о том, что $n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2)$, т.к. вещество A – твердое, а вода – жидкость. Следовательно, коэффициенты в уравнении реакции горения перед кислородом и углекислым газом равны.</p> $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ <p>Откуда $x = 6$, $y = 10$, $z = 5$.</p> <p>Простейшая формула $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$, молекулярная $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$.</p> <p>Это крахмал.</p> <p><i>Клетчатка (целлюлоза) – НЕ подходит, так как она не растворяется в воде.</i></p> <p>Структурная формула (можно только одно структурное звено):</p>  | <p>4 балла за расчет молекулярной (или простейшей) формулы (частичное решение не принимается)</p> <p>2 балл за название – крахмал.</p> <p><i>Если не приведен расчет, ставится 1 балл.</i></p> <p>3 балла за структурную формулу (можно одно структурное звено).</p> |

| | | |
|--------------|---|--|
| 2 | <p>Уравнения реакций:</p> <p>1) Сгорание:</p> $(C_6H_{10}O_5)_n + 6nO_2 \rightarrow 6nCO_2 + 5nH_2O$ <p>2) Гидролиз при нагревании в присутствии каталитических количеств соляной кислоты:</p> $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$ <p>3) Конечный продукт гидролиза – глюкоза – вступает в реакцию серебряного зеркала:</p> $C_6H_{12}O_6 + Ag_2O \xrightarrow{NH_3} C_6H_{12}O_7 + 2Ag$ | <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> <p>2 балла</p> |
| 3 | <p>Крахмал в природе содержится в злаковых растениях (рисе, пшенице), кукурузе, картофеле.</p> | <p>2 балла (1 балл, если указано нахождение крахмала хотя бы в одном объекте)</p> |
| Итого | | 17 баллов |

Задание 5

| № | Содержание ответа | Число баллов |
|---|---|---|
| 1 | <p>1)</p>  <p style="text-align: center;">изопропилбензол (кумол), класс - углеводороды (арены)</p> <p>2)</p>  <p style="text-align: center;">фенол, класс - фенолы</p> | <p>2 балла – уравнение, 1 балл – название 1 балл – класс</p> <p>2 балла – уравнение, 1 балл – название 1 балл – класс</p> |

| | | |
|--------------|--|--|
| 3) |  <p style="text-align: center;">циклогексанол класс - спирты</p> | <p>2 балла – уравнение, 1 балл – название 1 балл – класс</p> |
| 4) |  <p style="text-align: center;">циклогексен, класс - циклоалкены</p> | <p>2 балла – уравнение, 1 балл – название 1 балл – класс</p> |
| 5) | <p style="text-align: center;">гександиовая (адипиновая) кислота, класс дикарбоновые кислоты</p>  <p style="text-align: center;">+ 4 K₂SO₄ + 8 MnSO₄ + 12 H₂O</p> | <p>3 балла – уравнение, 1 балл – название 1 балл – класс <i>За уравнения без коэффициентов (если требуются) - 1 балл.</i></p> |
| Итого | | 21 балл |