

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 11 класс

(группа № 1)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Смесь карбонатов натрия и цезия общей массой 50 г обработали избытком соляной кислоты. При этом выделилось 6,29 л (н.у.) газа. Рассчитайте массовые доли (в %) компонентов исходной смеси. Ответ округлите до целых.

Условие:

Массовая доля карбоната натрия

Правильный ответ: 40 (принимается значение в интервале [39; 41])

Условие:

Массовая доля карбоната цезия

Правильный ответ: 60 (принимается значение в интервале [59; 61])

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Пусть было x моль карбоната натрия и y моль карбоната цезия. Составим систему уравнений относительно массы смеси и объема углекислого газа:

$$\begin{cases} 106x + 326y = 50 \\ 22.4 \cdot (x + y) = 6.29 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, находим $x = 0,189$ моль, $y = 0,092$ моль.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.189 \cdot 106 = 20 \text{ г}$$

$$m(\text{Cs}_2\text{CO}_3) = 0.092 \cdot 326 = 30 \text{ г}$$

Следовательно, массовая доля карбоната натрия составляет 40%, а массовая доля карбоната цезия 60%.

Задание № 2

Условие:

Выберите все группы веществ, которые могут являться межклассовыми изомерами насыщенных ациклических карбоновых кислот.

Варианты ответов:

- Насыщенные ациклические сложные эфиры
- Ненасыщенные ациклические карбоновые кислоты
- Насыщенные ациклические гидроксикислоты
- Ненасыщенные ациклические гидроксикетоны
- Насыщенные ациклические гидроксиальдегиды
- Ненасыщенные ациклические двухатомные спирты
- Насыщенные циклические сложные эфиры
- Насыщенные циклические дикетоны

Правильный ответ:

- Насыщенные ациклические сложные эфиры
- Насыщенные ациклические гидроксиальдегиды
- Ненасыщенные ациклические двухатомные спирты.

Каждый верный ответ — 1 балл, штраф за каждый неверный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3, не меньше 0 баллов за задание

Решение:

Общая формула насыщенных ациклических карбоновых кислот $C_nH_{2n}O_2$. Данной общей формуле удовлетворяют насыщенные ациклические сложные эфиры, насыщенные ациклические гидроксиальдегиды и ненасыщенные ациклические двухатомные спирты, содержащие одну двойную связь.

Задание № 3

Условие:

Выберите все элементы, атомы которых в основном состоянии содержат 3 неспаренных электрона:

Варианты ответов:

- Li
- P
- Sc
- V
- Bi
- Se
- Co
- Pt

Правильный ответ:

- P
- V
- Bi
- Co

Каждый верный ответ — 1 балл, штраф за каждый неверный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4, не меньше 0 баллов за задание

Решение:

Три неспаренных электрона в основном состоянии имеют атомы элементов с электронной конфигурацией s^2p^3 (P, Bi), s^2d^3 (V) и s^2d^7 (Co).

Задание № 4

Условие:

Выберите все вещества, которые растворяются в соляной кислоте:

Варианты ответов:

- BaSO₄
- ZnS
- BaCO₃
- HgS
- Hg
- Fe₂O₃

Правильный ответ:

- ZnS
- BaCO₃
- Fe₂O₃

Каждый верный ответ — 1 балл, штраф за каждый неверный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3, не меньше 0 баллов за задание

Решение:

Сульфат бария не растворяется в соляной кислоте, т.к. является солью сильной кислоты.

Сульфат цинка растворяется в соляной кислоте с выделением сероводорода.

Карбонат бария растворяется в соляной кислоте, т.к. является солью слабой угольной кислоты.

Сульфид ртути (II) не растворяется из-за высокой прочности кристаллической решетки, вызванной высокой степенью ковалентности связи ртуть—сера.

Ртуть не растворяется в соляной кислоте, т.к. стоит в ряду активности металлов правее водорода.

Оксид железа (III) является амфотерным оксидом и растворяется в соляной кислоте с образованием хлорида железа (III).

Задание № 5

Общее условие:

Теплоты сгорания α -D-глюкозы, β -D-фруктозы и сахарозы равны 2802, 2810 и 5644 кДж/моль соответственно.

Условие:

Рассчитайте, сколько теплоты (в кДж) выделится при гидролизе 68.4 г сахарозы. Ответ приведите с точностью до десятых.

Правильный ответ: 6,4 (принимается значение в интервале [6.3; 6.5])

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

126 г глюкозы превратилось во фруктозу. Выделилась или поглотилась при этом теплота?

Варианты ответа:

- Теплота выделилась
- Теплота поглотилась

Правильный ответ:

- Теплота выделилась

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Рассчитайте тепловой эффект (по модулю) для превращения, описанного в вопросе выше. Ответ приведите с точностью до десятых.

Правильный ответ: 5,6 (принимается значение в интервале [5.5; 5.7])

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5

Решение:

Тепловой эффект реакции равен разности теплот сгорания реагентов и продуктов. Для реакции гидролиза сахарозы:



тепловой эффект будет равен $5644 - 2802 - 2810 = 32$ кДж/моль

Количество вещества сахарозы:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 68.4/342 = 0.2 \text{ моль}$$

$$\text{Количество теплоты} = 0,2 * 32 = \mathbf{6,4} \text{ кДж}$$

Поскольку при сгорании 1 моль фруктозы выделяется на 8 кДж больше тепла, чем при сгорании 1 моль глюкозы, можно сделать вывод, что глюкоза является более стабильным (низким по энергии) соединением (т.к. продукты сгорания глюкозы и фруктозы идентичны). Следовательно, превращение глюкозы во фруктозу является эндотермическим процессом, т.е. **теплота поглощается.**

Количество вещества глюкозы:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 126/180 = 0.7 \text{ моль}$$

$$\text{Тепловой эффект} = 0,7 * 8 = \mathbf{5,6} \text{ кДж}$$

Задание № 6

Условие:

Установите соответствие между продуктами и реагентами, с помощью которых эти продукты можно получить из ацетофенона (фенилметилкетона).

Варианты для соотнесения:

- | | |
|----------------------|---|
| 1. 1-Фенилэтанол | А. Zn(Hg), HCl (конц.) |
| 2. Бензойная кислота | Б. HNO ₃ (конц.), H ₂ SO ₄ (конц.) |
| 3. Этилбензол | Г. CH ₃ MgBr, затем H ₂ O |
| 4. 2-Фенилпропанол-2 | Д. LiAlH ₄ , затем H ₂ O |
| 5. м-Нитроацетофенон | Е. KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , t ° |

Правильный ответ:

1—Г, 2—Д, 3—А, 4—В, 5—Б

Каждое верное соотнесение — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение:

- 1) 1-Фенилэтанол образуется при восстановлении ацетофенона гидридным восстановителем (Г).
- 2) Бензойная кислота образуется при окислении ацетофенона в жестких условиях (Д).
- 3) Этилбензол образуется при восстановлении ацетофенона по Клеменсену (А)
- 4) 2-Фенилпропанол-2 образуется при присоединении к ацетофенону реактива Гриньяра и последующей водной обработке (В).
- 5) м-Нитроацетофенон образуется при нитровании ацетофенона нитрующей смесью (Б).

Задание № 7

Общее условие:

Хлористый тионил (SOCl_2) используют для получения безводных хлоридов из кристаллогидратов. При взаимодействии 2,00 г кристаллогидрата хлорида иттрия $\text{YCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ с избытком хлористого тионила выделились бесцветные газы **А** и **В**. При взаимодействии выделившегося газа **А** с избытком водного раствора нитрата серебра выпало 11,35 г белого творожистого осадка, нерастворимого в азотной кислоте. Определите количество кристаллизационной воды в кристаллогидрате, а также формулы газов **А** и **В**.

Для ввода формул используйте английскую раскладку клавиатуры.

Условие:

х:

Правильный ответ: 6

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Формула А:

Правильный ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула В:

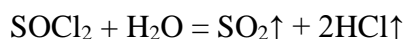
Правильный ответ: SO₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

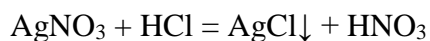
Максимальный балл за задание — 5

Решение:

При гидролизе хлористого тионила образуются сернистый газ и хлороводород:



Из этих газов белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте, с нитратом серебра дает только хлороводород:



Следовательно, газ А – HCl, газ В – SO₂.

Установим формулу кристаллогидрата.

$$n(\text{AgCl}) = m/M = 11.35/143.5 = 0.0791 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0.5n(\text{HCl}) = 0.5n(\text{AgCl}) = 0.5 * 0.0791 = 0.0395 \text{ моль}$$

Составим уравнение относительно количества кристаллизационной воды в кристаллогидрате:

$$x \cdot \frac{m(\text{YCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O})}{M(\text{YCl}_3) + x \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = n(\text{H}_2\text{O})$$

$$x \cdot \frac{2.00}{195.5 + 18x} = 0.0395$$

Откуда находим, что $x = \mathbf{6}$.

Задание № 8

Общее условие:

Расположите следующие фенолы в порядке увеличения ОН-кислотности.

- А. Фенол
- Б. 4-Нитрофенол
- В. 4-Хлорфенол
- Г. 4-Метилфенол
- Д. 4-Метоксифенол

Условие:

Выберете фенол с наименьшей кислотностью:

Варианты ответов:

- А
- Б
- В
- Г
- Д

Правильный ответ: Д

Условие:

Выберете фенол с наибольшей кислотностью:

Варианты ответов:

- А
- Б
- В
- Г
- Д

Правильный ответ: Б

Каждый правильный ответ — 1.5 балла

Максимальный балл за задание — 3

Решение:

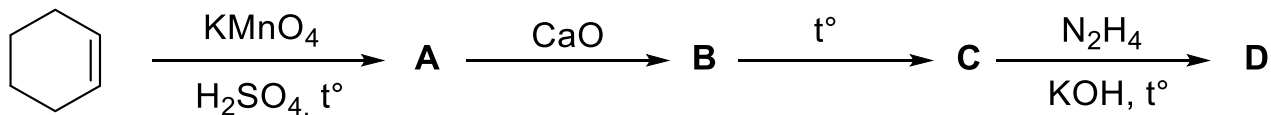
Донорные заместители уменьшают кислотность фенолов, а акцепторные – увеличивают. Наибольшим донорным эффектом среди представленных заместителей обладает метоксигруппа, поэтому 4-метоксифенол (Д) будет обладать наименьшей кислотностью. Наибольшими акцепторными свойствами обладает нитрогруппа, поэтому 4-нитрофенол (Б) будет обладать наибольшей кислотностью.

Задание № 9

Условие:

Ниже представлена цепочка превращений. Определите неизвестные вещества.

В качестве ответа приведите молярную массу вещества **D** (углеводород) с точностью до целых.



Правильный ответ: 70

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение:

Жесткое окисление циклогексена дает адипиновую (гександиовую) кислоту (A).

Взаимодействие адипиновой кислоты с оксидом кальция дает адипинат кальция (B).

Пиролиз адипината кальция дает циклопентанон (C). Восстановление циклопентанона по Кижнеру-Вольфу дает циклопентан (D). Молярная масса циклопентана 70 г/моль.

Задание № 10

Условие:

При сжигании 20 г некоторого металла было получено 33.37 г оксида. Запишите формулу оксида, используя английскую раскладку клавиатуры.

Правильный ответ: TiO2 (также принимается MgO)

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Запишем формулу оксида как $\text{MeO}_{0.5x}$, где x – валентность металла.

Массовая доля металла в оксиде $\omega(\text{Me}) = 20/33.37 = 0.5993 = 59.93\%$

Составим уравнение:

$$\omega(\text{Me}) = M(\text{Me}) / (M(\text{Me}) + 0.5xM(\text{O}))$$

$$0.5993 = M(\text{Me}) / (M(\text{Me}) + 8x)$$

$$0.6689M(\text{Me}) = 8x$$

$$M(\text{Me}) = 11.96x$$

Перебирая валентности, находим, что условию задачи удовлетворяют магний (при $x = 2$) и титан (при $x = 4$). Засчитываются оба варианта решения.

Задание № 11

Общее условие:

К черному порошку вещества **A** добавили концентрированную соляную кислоту и нагрели. При этом выделился желто-зеленый газ **B** и образовался раствор соли **B**. Упаривание раствора приводит к образования бледно-розовых кристаллов соли **B**. Если через суспензию **A** в концентрированном растворе гидроксида калия пропускать газ **B**, то можно получить ярко-окрашенное вещество **Г**, используемое в качестве антисептика. Определите все неизвестные вещества, в ответ запишите их формулы, используя английскую раскладку клавиатуры.

Условие:

A:

Правильный ответ: MnO₂

Условие:

B:

Правильный ответ: Cl₂

Условие:

B:

Правильный ответ: MnCl₂

Условие:

Г:

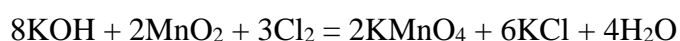
Правильный ответ: KMnO₄

Точное совпадение ответа A — 2 балла, точное совпадение ответов B–Г — по 1 баллу

Максимальный балл за задание — 5

Решение:

Желто-зеленый газ B – хлор. Образование бледно-розовой соли, образующейся под действием соляной кислоты на черный порошок, указывает на соединения марганца. Тогда соединение A – оксид марганца (IV), а соль B – хлорид марганца (II). Окисление оксида марганца (IV) хлором в щелочной среде приводит к образованию перманганата калия Г.



Задание № 12

Общее условие:

Через раствор нитрата меди (II) в течение 2 часов пропускали ток силой 0.5 А. При этом масса катода увеличилась на 1 г. Рассчитайте выход по току (в %). Ответ округлите до целых

Постоянная Фарадея $F = 96500$ Кл/моль.

Правильный ответ: принимается значение в диапазоне [83; 85]

Точный ответ: 84

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Запишите формулу газа, который выделялся на инертном аноде. Используйте английскую раскладку клавиатуры.

Правильный ответ: O2

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение:

Поскольку в растворе нет анионов, способных разряжаться на аноде, происходит окисление воды с выделением кислорода.

Рассчитаем теоретически возможную массу меди по закону Фарадея (время необходимо перевести в секунды):

$$m(\text{Cu}) = \frac{M(\text{Cu}) \cdot I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{64 \cdot 0.5 \cdot 7200}{2 \cdot 96485} = 1,19 \text{ г}$$

Таким образом, выход по току составил $1/1,19 = 0,84 = 84\%$