

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 11 класса

(группа № 4)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Элементы **A** и **B** являются соседями в одной подгруппе Периодической системы и образуют между собой бинарное соединение состава **BA**. При нормальных условиях высший оксид элемента **A** – газ без запаха, а высший оксид элемента **B** – тугоплавкое твердое вещество, не реагирующее с водой.

Определите элементы **A** и **B**, в ответ запишите их химические символы.

Условие:

Элемент **A**:

Правильный ответ: C

Условие:

Элемент **B**:

Правильный ответ: Si

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

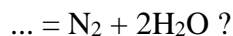
Решение:

Газообразный высший оксид образует только углерод (высшие оксиды хлора и серы – жидкости, высший оксид азота – твердый). Его соседом по подгруппе является кремний, оксид которого является тугоплавким веществом. Таким образом соединение **BA** – это карбид кремния SiC.

Задание № 2

Общее условие:

Определите вещество, которое вступило в реакцию с кислородом, если правая часть уравнения реакции горения выглядит следующим образом (в левой части все коэффициенты — целочисленные):



Условие:

В качестве ответа введите молекулярную формулу вещества, используя английскую раскладку клавиатуры (пример: Na2SO4).

Правильный ответ: N2H4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

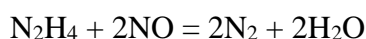
Это вещество может гореть и в атмосфере оксида азота (II), давая те же продукты, что и в случае реакции с кислородом. Сколько литров азота (при н.у.) образуется при сжигании 40 г этого вещества в оксиде азота (II)? Ответ приведите с точностью до целых.

Правильный ответ: 56, принимаются значения в интервале [55; 57]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение:

Если формально «вычистить» из правой части уравнения O_2 , то останется N_2H_4 – гидразин. Гидразин является сильным восстановителем и способен гореть не только в кислороде, но и в атмосфере других газов-окислителей, в частности – в оксиде азота (II):



Произведем расчет по уравнению реакции:

$$n(\text{N}_2\text{H}_4) = m/M = 40/32 = 1.25 \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 2n(\text{N}_2\text{H}_4) = 2 \cdot 1.25 = 2.5 \text{ моль}$$

$$V(\text{N}_2) = n \cdot V_M = 2.5 \cdot 22.4 = \mathbf{56 \text{ л}}$$

Задание № 3

Условие:

Выберите вещества, из которых в одну стадию можно получить *n*-бутан.

Варианты ответов:

- Пропионат натрия
- Бутин-1
- Фенол
- Бутанон-2
- Бромэтан
- Уксусная кислота

Правильный ответ:

- Пропионат натрия
- Бутин-1
- Бутанон-2
- Бромэтан

Каждый правильный выбор — 1 балл, штраф за каждый неправильный выбор — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Реакция Кольбе (электролиз водного раствор соли):



Гидрирование: $\text{C}_4\text{H}_6 + 2\text{H}_2 = \text{C}_4\text{H}_{10}$

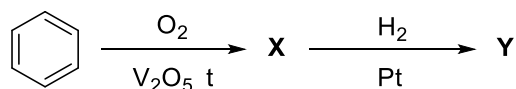
Восстановление по Кижнеру-Вольфу: $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{C}_2\text{H}_5 + \text{N}_2\text{H}_4 = \text{C}_4\text{H}_{10} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Реакция Вюрца: $2\text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + 2\text{Na} = \text{C}_4\text{H}_{10} + 2\text{NaBr}$

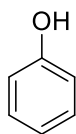
Задание № 4

Общее условие:

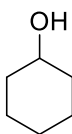
Выберите вещества **X** и **Y**, зашифрованные в цепочке превращений:



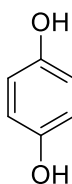
1



2



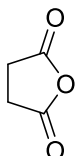
3



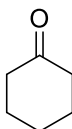
4



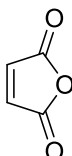
5



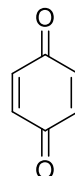
6



7



8



Запишите номера соединений, соответствующих **X** и **Y** без пробела.

Условие:

Номер соединения **X**:

Правильный ответ: 7

Условие:

Номер соединения **Y**:

Правильный ответ: 5

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

При каталитическом окислении бензола образуется малеиновый ангидрид (7). Гидрирование малеинового ангидрида дает янтарный ангидрид (5).

Задание № 5

Условие:

Выберите все вещества, способные реагировать с гидроксидом натрия (в растворе или расплаве):

Варианты ответов:

- Аммиак
- Глицин
- Уксусная кислота
- Оксид хрома (VI)
- Этилен
- Оксид углерода (II)
- Кремний
- Фенол

Правильный ответ:

- Глицин
- Уксусная кислота
- Оксид хрома (VI)
- Оксид углерода (II)
- Кремний
- Фенол

Каждый правильный выбор — 1 балл, штраф за каждый неправильный выбор — 3 балла

Максимальный балл за задание — 6, не меньше 0 баллов за задание

Решение:

Гидроксид натрия будет реагировать с глицином (аминокислота – амфотерное соединение), оксидом хрома (VI) (кислотный оксид), оксидом углерода (II) (синтез формиата натрия в жестких условиях), кремнием (неметалл) и фенолом (соединение с повышенной ОН-кислотностью).

Задание № 6

Условие:

Водный раствор медного купороса подвергали электролизу в электролизере с инертными электродами до исчезновения голубой окраски раствора. К полученному раствору добавили избыток водного раствора аммиака и аккуратно упарили. Получились бесцветные кристаллы вещества X. Определите вещество X, в ответ запишите его относительную молекулярную массу с точностью до целых.

Правильный ответ: 132

Точное совпадение ответа — 4 балла

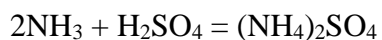
(2 балла за ответ 115 (NH₄HSO₄))

Решение:

При электролизе водного раствора медного купороса образуется серная кислота:



Нейтрализация серной кислоты избытком аммиака дает сульфат аммония:



Молярная масса сульфата аммония 132 г/моль

Задание № 7

Условие:

Кристаллогидрат хлорида цинка $ZnCl_2 \cdot xH_2O$ содержит 25.22% кислорода (по массе).
Найдите x . В ответ запишите целое число.

Правильный ответ: 3

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение:

Составим уравнение для расчета массовой доли кислорода в кристаллогидрате:

$$\omega(O) = \frac{x \cdot M(O)}{M(ZnCl_2) + x \cdot M(H_2O)};$$
$$0.2522 = \frac{16x}{136 + 18x}$$

Решая уравнение, находим $x = 3$.

Задание № 8

Условие:

Теплоты сгорания бензола, кумола (изопропилбензола) и пропена равны 3268 кДж/моль, 4513 кДж/моль и 2051 кДж/моль, соответственно. Рассчитайте количество теплоты, которое выделится при получении 12 г кумола из бензола и пропена. Ответ приведите в килоджоулях с точностью до целых.

Правильный ответ: принимается в диапазоне [80; 81]

Точное совпадение ответа — 3 балла

(1.5 балла за ответ 806)

Решение:

Тепловой эффект реакции равен разности теплот сгорания реагентов и продуктов.

В нашем случае величина теплового эффекта для реакции: бензол + пропен = кумол составит $3268 + 2051 - 4513 = 806$ кДж/моль

Найдем количество вещества кумола:

$$n(\text{C}_9\text{H}_{12}) = m/M = 12/120 = 0.1 \text{ моль}$$

$$Q = 0.1 \text{ моль} * 806 \text{ кДж/моль} = 80,6 \text{ кДж} \approx 81 \text{ кДж}$$

Задание № 9

Общее условие:

Сложный эфир **X** подвергли кислотному гидролизу и получили соединения **Y** и **Z**. Если полученную смесь веществ **Y** и **Z** обработать избытком LiAlH_4 , а затем водой, то вещество **Z** исчезнет, а количество вещества **Y** удвоится. Определите молярные массы веществ **X**, **Y** и **Z** (в г/моль, с точностью до целых), если известно, что вещество **Y** образуется из глюкозы под действием дрожжей. В качестве ответа введите целое число.

Условие:

Молярная масса **X**:

Правильный ответ: 88

Условие:

Молярная масса **Y**:

Правильный ответ: 46

Условие:

Молярная масса **Z**:

Правильный ответ: 60

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6

Решение:

При брожении глюкозы образуется этанол (соединение **Y**). Кислотный гидролиз сложного эфира дает карбоновую кислоту и спирт. Поскольку при восстановлении карбоновой кислоты алюмогидридом лития количество спирта удвоилось, можно сделать вывод, что карбоновая кислота содержала такое же количество атомов углерода, т.е. вещество **Z** – уксусная кислота. Таким образом, исходный сложный эфир **X** – этилацетат.

Молярные массы этилацетата, этанола и уксусной кислоты равны соответственно 88, 46 и 60 г/моль.

Задание № 10

Общее условие:

Смесь этилена и ацетилена общим объемом 50 л (при н.у.) в присутствии платинового катализатора способна вступить в реакцию с 70 л (при н.у.) водорода. Рассчитайте объемные доли газов (в %) в исходной смеси. Ответ приведите в процентах с точностью до целых. Какой объем кислорода (при н.у.) потребуется для полного сжигания 10 л исходной смеси? Ответ приведите в литрах с точностью до целых.

Условие:

Объемная доля этилена (%):

Правильный ответ: 60

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Объемная доля ацетилена (%):

Правильный ответ: 40

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Объем кислорода (л):

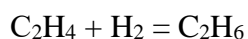
Правильный ответ: 28

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 5

Решение:

Запишем уравнения гидрирования

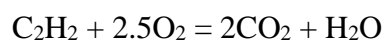
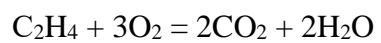


Обозначим объем этилена за x , а объем ацетилена за y . Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} x + y = 50 \\ x + 2y = 70 \end{cases}$$

Решая систему уравнений, находим, что $x = 30$ л, а $y = 20$ л. Таким образом, объемная доля этилена – 60%, а ацетилена – 40%.

Запишем уравнения горения этилена и ацетилена в кислороде:



В 10 л смеси будет содержаться 6 л этилена и 4 л ацетилена.

$$V(\text{O}_2) = 3V(\text{C}_2\text{H}_4) + 2.5V(\text{C}_2\text{H}_2) = 3 \cdot 6 + 2,5 \cdot 4 = 18 + 10 = 28 \text{ л}$$

Задание № 11

Условие:

Выберите все элементы, у атомов которых в основном состоянии 2 неспаренных электрона.

Варианты ответов:

- Be
- Ni
- Zn
- Si
- Zr
- Mg
- S
- He

Правильный ответ:

- Ni
- Si
- Zr
- S

За каждый правильно выбранный и правильно невыбранный вариант — 0.5 баллов

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Два неспаренных электрона будут иметь элементы с электронной конфигурацией s^2p^2 (Si), s^2d^2 (Zr), s^2p^4 (S), s^2d^8 (Ni).

Задание № 12

Условие:

Установите соответствие между веществами и реагентами, с помощью которых эти вещества можно получить из пропина.

Варианты для соотнесения:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Ацетон | А. KMnO_4 , H_2SO_4 , нагревание |
| 2. Уксусная кислота | Б. H_2 , Pt |
| 3. Пропан | В. NaNH_2 , CH_3I |
| 4. Бутин-2 | Г. HgSO_4 , H_2SO_4 , H_2O |

Правильный ответ: 1 — Г, 2 — А, 3 — Б, 4 — В

Каждое правильное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение:

Ацетон из пропина можно получить по реакции Кучерова (Г).

Уксусная кислота образуется при окислении пропина в жестких условиях (А).

Пропан образуется при каталитическом гидрировании пропина (Б).

Бутин-2 образуется при алкилировании аниона пропина, образующегося под действием сильного основания (В).