

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии
для 10 класса**

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Условие:

Эквимольная смесь газообразных при нормальных условиях алканов **X** и **Y** имеет относительную плотность по алкану **X** — 0.682, а по алкану **Y** — 1.875. Определите алканы. В ответ запишите число атомов углерода в каждом из них.

Ответ:

Число атомов углерода в **X**: 3

Число атомов углерода в **Y**: 1

За каждый верный пункт — 2 балла, всего — 4 балла

Решение.

Запишем уравнения для относительной плотности эквимольной смеси по газам **X** и **Y**.

$$\begin{cases} 0.5M_x + 0.5M_y = 0.682M_x \\ 0.5M_x + 0.5M_y = 1.875M_y \end{cases}$$

$$0.682M_x = 1.875M_y$$

$$M_x = 2.75M_y$$

Так как алканы представляют собой газы при н.у., то под данное соотношение подходит пара метан CH_4 (**Y**) и пропан C_3H_8 (**X**).

Задание № 2

Условие:

Установите соответствие между описанием углеводорода и общей формулой класса соединений, к которому этот углеводород относится.

Ответ:

Три π -связи	C_nH_{2n-4}
Две π -связи и один цикл	C_nH_{2n-4}
Два цикла	C_nH_{2n-2}
Два цикла и две π -связи	C_nH_{2n-6}
	C_nH_{2n-8}
	C_nH_{2n-10}
	C_nH_{2n}

За каждую верную пару — 1 балл, всего — 4 балла

Решение.

Введение одной π -связи или одного цикла уменьшает количество атомов водорода на 2. Максимально возможное количество атомов водорода в углеводороде определяется общей формулой алканов C_nH_{2n+2} . К примеру, в углеводороде три π -связи, тогда общая формула будет $C_nH_{2n+2-2\cdot 3} = C_nH_{2n-4}$.

Аналогично:

Две π -связи и один цикл — C_nH_{2n-4}

Два цикла — C_nH_{2n-2}

Два цикла и две π -связи — C_nH_{2n-6}

Задание № 3

Условие:

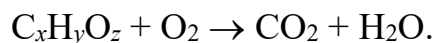
Неизвестное органическое соединение X массой 18.4 г сожгли в избытке кислорода. Образовавшуюся смесь газов привели к комнатной температуре, при этом образовалось 14.4 мл жидкости. Оставшийся газ полностью растворился в 600 мл 1.5 М раствора гидроксида натрия, при этом образовался раствор двух солей с равными молярными концентрациями. Определите молекулярную формулу вещества X. В ответ запишите количество атомов углерода, водорода и кислорода (если данный атом отсутствует, запишите 0).

Ответ: C₃H₈O₃

За каждый верный пункт — 1.5 балла, всего — 4.5 балла

Решение.

Схема полного сгорания органического вещества:



Образовавшаяся жидкость – это вода, тогда

$$\nu(H_2O) = 14.4 : 18 = 0.8 \text{ моль}; \nu(H) = 1.6 \text{ моль}.$$

Образование равных количеств средней и кислой соли можно описать единым уравнением:



$$\nu(NaOH) = 0.6 \cdot 1.5 = 0.9 \text{ моль}$$

$$\nu(CO_2) = 0.6 \text{ моль}; \nu(C) = 0.6 \text{ моль}$$

Проверка на кислород:

$$m(O) = 18.4 - 1.6 - 12 \cdot 0.6 = 9.6 \text{ г}$$

$$\nu(O) = 9.6/16 = 0.6 \text{ моль}$$

$$x : y : z = \nu(C) : \nu(H) : \nu(O) = 0.6 : 1.6 : 0.6 = 3 : 8 : 3.$$

Молекулярная формула вещества — C₃H₈O₃.

Задание № 4

Условие:

Смесь хлорметана, хлорэтана и 2-хлорпропана обработали избытком натрия. Сколько различных алканов будет содержаться в полученной смеси? Протеканием побочных реакций нужно пренебречь.

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Определите наименьшую и наибольшую молярные массы среди всех алканов в полученной смеси. Ответы выразите в г/моль, округлите до целых

Ответ:

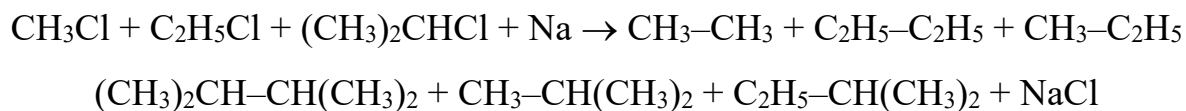
Наименьшая молярная масса: 30 г/моль

Наибольшая молярная масса: 86 г/моль

За каждый верный пункт — 1.5 балла, всего — 3 балла

Решение.

Общая схема реакции будет иметь следующий вид:



Число продуктов — 6.

Наименьшую молярную массу имеет этан $\text{CH}_3\text{—CH}_3$ (30 г/моль).

Наибольшую молярную массу имеет 2,3-диметилбутан $(\text{CH}_3)_2\text{CH—CH}(\text{CH}_3)_2$ (86 г/моль).

Задание № 5.1

Условие:

Установите соответствие между алканом и количеством монохлорпроизводных, которые образуются при его хлорировании; учитывайте только структурные изомеры.

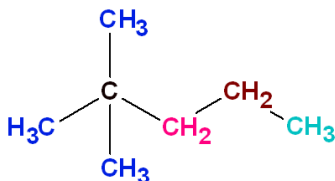
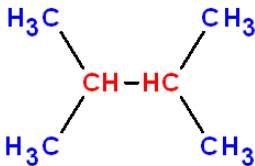
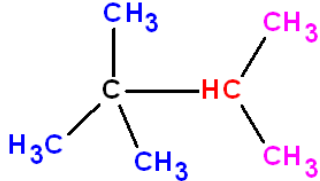
Ответ:

2,2-диметилпентан	4
2,3-диметилбутан	2
2,2,3-триметилбутан	3
	5
	6

За каждую верную пару — 1.5 балла, всего — 4.5 балла

Решение.

Количество монохлорпроизводных определяется числом типов атомов водорода в молекуле. В представленных ниже структурах одинаковым цветом выделены группы, замещение водорода в которых приводит к образованию одного и того же структурного изомера.

2,2-диметилпентан	2,3-диметилбутан	2,2,3-триметилбутан
		
4 монохлорпроизв.	2 монохлорпроизв.	3 монохлорпроизв.

Задание № 5.2

Условие:

Установите соответствие между углеводородом и количеством монохлорпроизводных, которые образуются при его хлорировании; учитывайте только структурные изомеры.

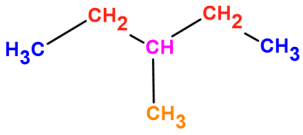
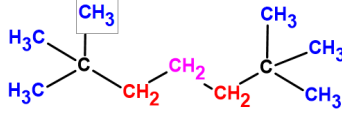
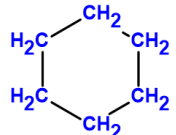
Ответ:

3-метилпентан	4
2,2,6,6-тетраметилгептан	3
Циклогексан	1
	2
	5

За каждую верную пару — 1.5 балла, всего — 4.5 балла

Решение.

Количество монохлорпроизводных определяется числом типов атомов водорода в молекуле. В представленных ниже структурах одинаковым цветом выделены группы, замещение водорода в которых приводит к образованию одного и того же структурного изомера.

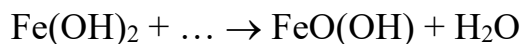
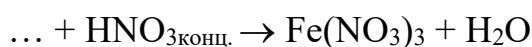
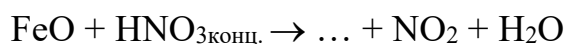
3-метилпентан	2,2,6,6-тетраметилгептан	циклогексан
		
4 монохлорпроизв.	3 монохлорпроизв.	1 монохлорпроизв.

Задание № 6

Условие:

Заполните пропуски в схемах реакций следующими веществами:

Cl₂, KCl, FeCl₃, FeCl₂, Fe₂O₃, Fe₃O₄, FeO, Fe(NO₃)₃, O₂, H₂, H₂O, Fe(NO₃)₂, K₂FeO₄, KOH.

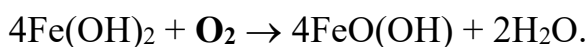
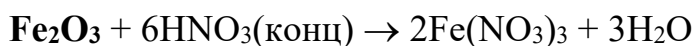
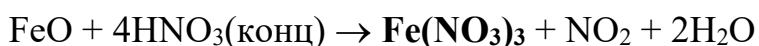


Ответ:

- ✓ FeCl₃
- ✓ Fe(NO₃)₃
- ✓ Fe₂O₃
- ✓ Fe₃O₄
- ✓ O₂

За каждый верный пункт — 1 балл, всего — 5 баллов

Решение.



Задание № 7

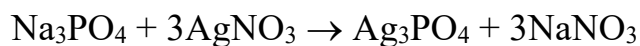
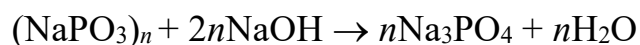
Условие:

Полифосфаты натрия $(\text{NaPO}_3)_n$ нашли широкое применение в качестве смягчающих воду реагентов. Их также используют для удержания влаги. В лабораторию для анализа поступил образец полифосфата натрия количеством вещества 0.015 моль. Образец прокипятили в избытке раствора гидроксида натрия до полного гидролиза до ортофосфата натрия. Если образовавшийся раствор подкислить до слабокислой среды и добавить избыток нитрата серебра, то выпадает 37.71 г жёлтого осадка. Определите формулу полифосфата. В ответ запишите значение n .

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.



$$\nu(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 37.71/419 = 0.09 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0.09 \text{ моль}$$

$$n = 0.09/0.015 = 6.$$

Задание № 8

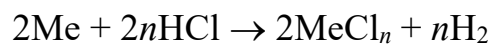
Условие:

Кусочек металла массой 14 г полностью растворили в 90 г соляной кислоты. Определите металл, если известно, что масса конечного раствора в 1.15 раз больше массы исходного раствора кислоты. В ответ запишите молярную массу металла (г/моль), округлите до целых.

Ответ: 56

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.



$$m(\text{конечн. р-ра}) = 1.15 \cdot 90 = 103.5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 14 + 90 - 103.5 = 0.5 \text{ г}$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0.5/2 = 0.25 \text{ моль}$$

$$M(\text{Me}) = 14n/0.5 = 28n \text{ г/моль}$$

При $n = 2$ $M(\text{Me}) = 56 \text{ г/моль}$, что соответствует железу (Fe).

Задание № 9

Условие:

На чашах весов стоят растворы солей в одинаковых стаканах: на первой — 260 г 10 %-го раствора сульфата меди (II), на второй — 259 г раствора нитрата серебра. Пластинку из неизвестного металла на некоторое время поместили в раствор сульфата меди (II). После того как пластинку вынули, чаши весов выровнялись. Какие это могли быть металлы?

Ответ:

- ✓ Железо
- Цинк
- Кадмий
- ✓ Хром
- Золото

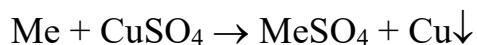
За каждый верный ответ — 1.5 балла

Штраф за каждый неверный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

Металл вытесняет медь из её сульфата, ион металла переходит в раствор, а медь осаждается на пластинке:

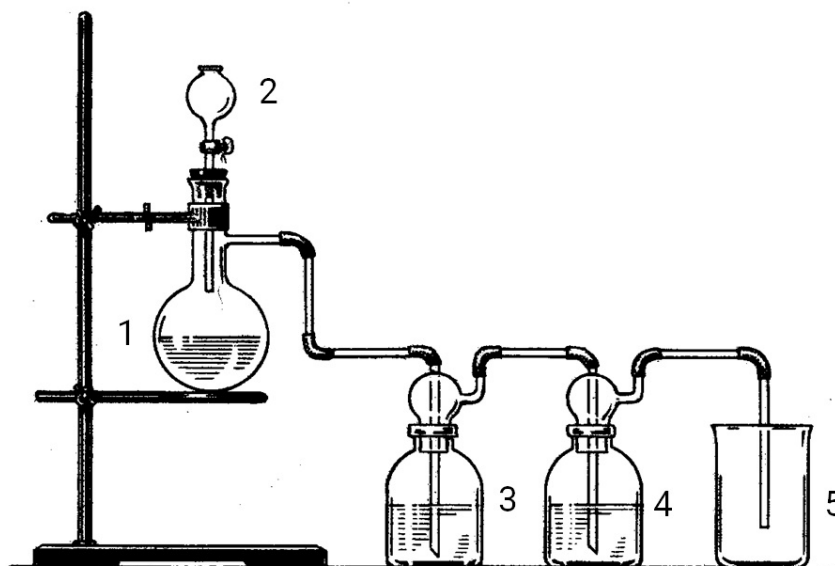


Масса стакана с раствором сульфата меди (II) больше массы стакана с раствором нитрата серебра. Поэтому, чтобы чаши весов выровнялись, молярная масса реагирующего металла должна быть меньше молярной массы меди. Под это условие подходят два металла — железо и хром.

Задание № 10

Общее условие:

На рисунке представлен прибор для получения газа **G**.



Для этого в круглодонную колбу помещается оксид марганца (IV), к которому медленно прикапывают концентрированную соляную кислоту.

Условие:

Запишите формулу газа **G**.

Ответ: Cl_2

Точное совпадение ответа — 1.5 балла

Условие:

Промывные колбы 3 и 4 используются для очистки газа **G**. В колбу 3 обычно добавляют дистиллированную воду для поглощения хлороводорода. Какая жидкость подойдет для колбы 4? Выберите все подходящие варианты:

Ответ:

- ☐ Известковая вода
- ✓ ☒ H₂SO_{4(конц)}
- ☐ Аммиачная вода
- ☐ CCl₄
- ☐ *n*-Гексан
- ☐ Бромная вода

Точное совпадение ответа — 2 балла

Штраф за каждый неверный ответ — 0.5 балла

Максимальный балл за задание — 3.5 балла

Решение.

Газ **G** представляет собой хлор, который получается по уравнению:



Промывная колба 4 необходима для осушения выделившегося хлора. Для этого из предложенных веществ подойдёт только концентрированная серная кислота. Остальные вещества или сами реагируют с хлором, или вообще не обладают свойствами хорошего осушителя.

Задание № 11.1

Условие:

Благодаря способности серы к катенации (возможности образовывать цепочки из атомов одного и того же элемента) удалось выделить соли состава $K_2S_nO_6$, которые называют политионатами. При растворении навески некоторого политионата калия в растворе хлорной кислоты при $0^\circ C$ наблюдается выпадение белого осадка хлората калия. Если выпавший осадок отфильтровать, а фильтрат аккуратно нагреть, то выпадет 16 г жёлтого осадка и выделится 2.24 л (н.у) газа с резким запахом.

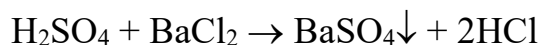
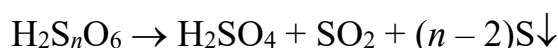
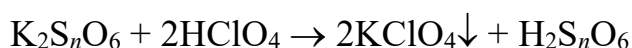
При добавлении в образовавшийся раствор избытка хлорида бария наблюдается выпадение белого кристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах.

Определите формулу политионата калия, в ответ запишите значение n .

Ответ: 7

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.



$$\nu(S) = 16/32 = 0.5 \text{ моль}; \nu(SO_2) = 2.24/22.4 = 0.1 \text{ моль, тогда}$$

$$\nu(S) : \nu(SO_2) = 1 : 5$$

Следовательно, формула политионата — $K_2S_7O_6$, $n = 7$.

Задание № 11.2

Условие:

Благодаря способности серы к катенации (возможности образовывать цепочки из атомов одного и того же элемента) удалось выделить соли состава $K_2S_nO_6$, которые называют политионатами. При растворении навески некоторого политионата калия в растворе хлорной кислоты при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ наблюдается выпадение белого осадка хлората калия. Если выпавший осадок отфильтровать, а фильтрат аккуратно нагреть, то выпадет 8 г жёлтого осадка и выделится 0.56 л (н.у) газа с резким запахом.

При добавлении в образовавшийся раствор избытка хлорида бария наблюдается выпадение белого кристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах.

Определите формулу политионата калия, в ответ запишите значение n .

Ответ: 12

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием № 11.1

Задание № 11.3

Условие:

Благодаря способности серы к катенации (возможности образовывать цепочки из атомов одного и того же элемента) удалось выделить соли состава $K_2S_nO_6$, которые называют политионатами. При растворении навески некоторого политионата калия в растворе хлорной кислоты при 0°C наблюдается выпадение белого осадка хлората калия. Если выпавший осадок отфильтровать, а фильтрат аккуратно нагреть, то выпадет 76.8 г жёлтого осадка и выделится 6.72 л (н.у) газа с резким запахом.

При добавлении в образовавшийся раствор избытка хлорида бария наблюдается выпадение белого кристаллического осадка, нерастворимого в кислотах и щелочах.

Определите формулу политионата калия, в ответ запишите значение n .

Ответ: 10

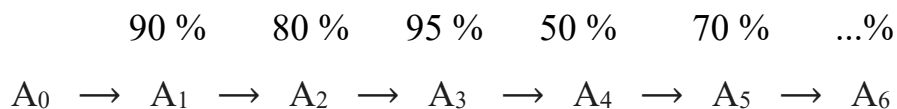
Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием № 11.1

Задание № 12.1

Условие:

В органической химии получение какого-либо сложного вещества чаще всего представляет собой многостадийный синтез. Каждая из стадий характеризуется выходом продукта. Ниже представлена гипотетическая схема получения вещества A_6 из A_0 . Определите выход реакции в последней стадии, если известно, что из A_0 теоретически можно получить 50.000 г A_6 , но в результате было получено только 7.182 г. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.



Ответ: 60

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Общий выход реакции представляет собой произведение выходов реакций отдельных стадий.

Тогда можно составить уравнение:

$$m_{\text{практ}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot x \cdot m_{\text{теор}}$$

где x – выход реакции на последней стадии.

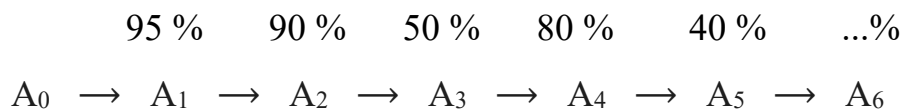
Подставляя данные по условию значения, находим, что

$$x = 0.6 \text{ или } 60 \%$$

Задание № 12.2

Условие:

В органической химии получение какого-либо сложного вещества чаще всего представляет собой многостадийный синтез. Каждая из стадий характеризуется выходом продукта. Ниже представлена гипотетическая схема получения вещества A_6 из A_0 . Определите выход реакции в последней стадии, если известно, что из A_0 теоретически можно получить 40.000 г A_6 , но в результате было получено только 4.925 г. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.



Ответ: 90

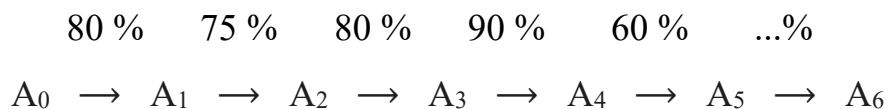
Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 12.1

Задание № 12.3

Условие:

В органической химии получение какого-либо сложного вещества чаще всего представляет собой многостадийный синтез. Каждая из стадий характеризуется выходом продукта. Ниже представлена гипотетическая схема получения вещества A_6 из A_0 . Определите выход реакции в последней стадии, если известно, что из A_0 теоретически можно получить 5.000 г A_6 , но в результате было получено только 1.037 г. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.



Ответ: 80

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 12.1