

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2015–2016 г.
ШКОЛЬНЫЙ ЭТАП

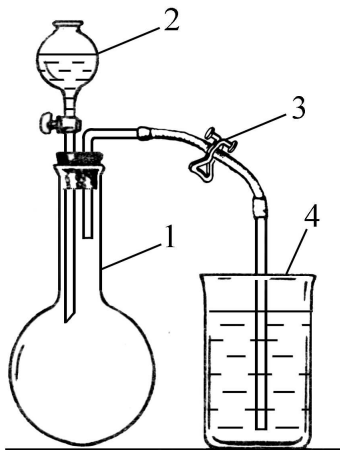
11 класс

Решения и критерии оценивания

В итоговую оценку из шести задач засчитываются пять решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается. Максимальное количество баллов – 50.

Задача 1. Реакция с бромом.

В круглодонной колбе (на рисунке обозначена цифрой 1) собран бесцветный газ X , относительная плотность которого по водороду равна 14. В капельной воронке (2) находится бром, в стакане (4) – вода. В колбу (1) постепенно, по каплям, при охлаждении добавляют бром и встряхивают её содержимое, при этом окраска брома исчезает. Прибавление брома продолжают до тех пор, пока с ним не прореагирует весь газ X , т. е. пока новые капли брома не будут оставаться без изменений. На стенках колбы наблюдают образование маслянистых капель нового вещества. Затем открывают зажим (3), и вода с силой устремляется в колбу, заполняя её почти целиком.



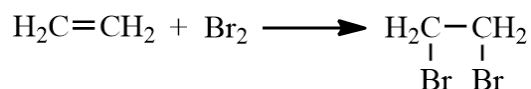
- А.** Каким газом X была заполнена колба до опыта? Ответ обоснуйте.
- Б.** Что происходит при взаимодействии X с бромом? Капли какого вещества появлялись на стенках колбы? Ответ подтвердите соответствующим уравнением реакции.
- В.** Почему после реакции при открытии зажима (3) вода устремляется из стакана (4) в колбу (1)?
- Г.** Возможно ли вещество, образующееся в колбе (1), снова превратить в газ X ? Если да, то как?
- Д.** Приведите ещё два способа получения газа X в лаборатории.

Ответ.

А. Колба была заполнена этиленом, это бесцветный газ *X*. Молярная масса этилена равна 28 г/моль ($14 \cdot 2 = 28$). Для реакции этилена с бромом не требуется создавать специальные условия.

1 балл за верное определение этилена и 1 балл за обоснование

Б. Этилен реагирует с бромом, при этом образуется 1,2-дибромэтан, бесцветная жидкость, образование капель которой наблюдается на стенках колбы.

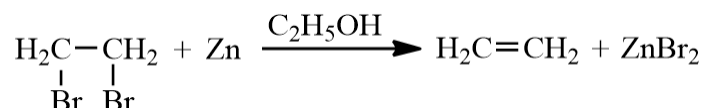


2 балла

В. После реакции в колбе (1) практически не остаётся газообразных веществ, создаётся сильное разрежение, поэтому вода с силой переливается из стакана, если открыть зажим (3).

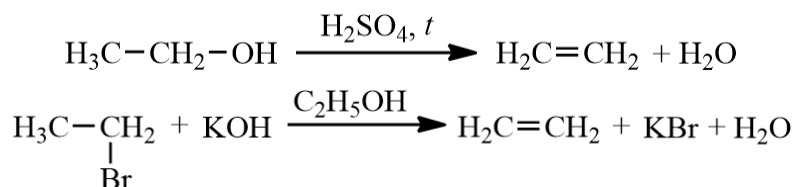
2 балла

Г. 1,2-дибромэтан можно превратить снова в этилен, если нагреть его с цинком:



2 балла

Д. Могут быть приведены различные варианты получения этилена, например:



По 1 баллу за каждый разумный способ получения.

Всего 10 баллов.

Задача 2. Правые части с коэффициентами.

Восстановите левую часть уравнений

- ... + ... = Li(HCOO)
- ... + ... = Al(OH)₃↓ + 3NaNO₃ + 3CO₂↑
- ... + ... + ... = 2MnSO₄ + K₂SO₄ + 8H₂O + 5O₂↑
- ... + ... + ... = 2Na₂CrO₄ + 3NaNO₂ + 2CO₂↑
- ... + ... = KCl + N₂↑ + 2H₂O

Ответ.

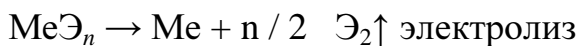
- $\text{LiH} + \text{CO}_2 = \text{LiHCOO}$ (принимается также уравнение $\text{LiOH} + \text{CO} = \text{LiHCOO}$)
- $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NaHCO}_3 = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaNO}_3 + 3\text{CO}_2\uparrow$
- $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2\uparrow$
- $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{NaNO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{NaNO}_2 + 2\text{CO}_2\uparrow$
- $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_2 = \text{KCl} + \text{N}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

**Каждое уравнение – 2 балла.
Всего – 10 баллов.**

Задача 3. Электролиз расплава.

При пропускании постоянного электрического тока через расплав некоторой соли, состоящей из двух элементов, на катоде выделилось 8,0 г металла, а на аноде 4,48 л (н. у.) газа, относительная плотность по водороду которого равна 35,5. Какая была соль?

Ответ.



Газы в данном случае будут иметь формулу $\text{Э}_2\uparrow$, так как газом должно быть простое вещество, что следует из условия **2 балла**

Определим количество вещества газа

$$v(\text{газа}) = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль} \quad \text{1 балл}$$

Определим молярную массу газа и газ

$$M(\text{газа}) = 2 \times 35,5 = 71 \text{ г/моль, это хлор } \text{Cl}_2 \quad \text{2 балла}$$

Найдём металл. По уравнению электролиза

$$v(\text{Me}) = 0,2 / (n / 2) = 0,4 / n,$$

$$M(\text{Me}) = 8,0 / (0,4 / n) = 20 n.$$

При $n = 2$ получаем $M(\text{Me}) = 40$ г/моль, соль – CaCl_2 .

**5 баллов
Всего 10 баллов.**

Задача 4. Структуры разные, продукт – один.

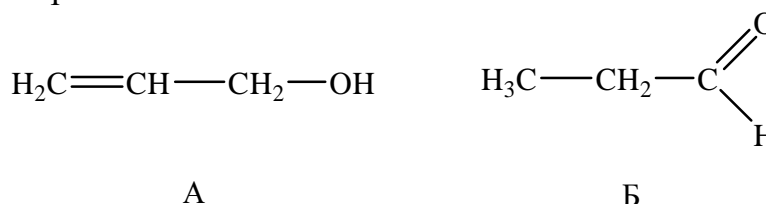
При гидрировании соединений А и Б состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ образуется один и тот же спирт. Соединение Б, в отличие от соединения А, реагирует с аммиачным раствором оксида серебра. Приведите структурные формулы обоих соединений. Напишите уравнения реакций, упомянутых в задаче, и укажите условия их протекания. Назовите по правилам систематической номенклатуры исходные вещества и органические продукты реакций.

Ответ.

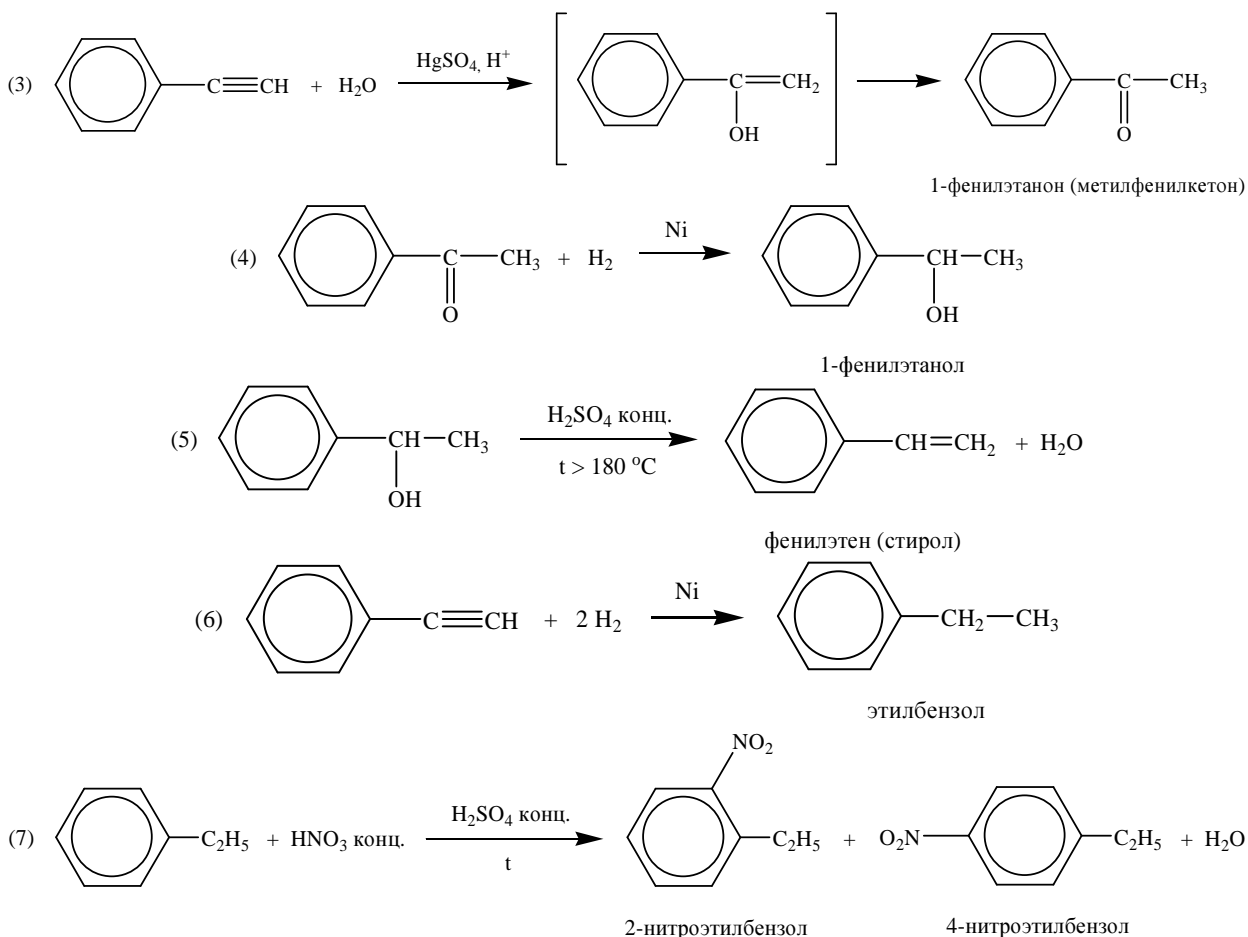
Соединение А – пропен-2-ол-1

(циклопропанол также засчитывается как правильный ответ, хотя при его гидрировании образуется смесь спиртов, а не один продукт).

Соединение Б – пропаналь



(по 1,5 балла за каждую структурную формулу, по 1 баллу за название)



**По 1 баллу за уравнение, по 0,33 балла за название.
Всего 10 баллов за задачу.**

Задача 6. Опыт с нарушением инструкции.

Ученик 8 класса при проведении практической работы «Получение кислорода и изучение его свойств» собрал прибор для получения кислорода способом вытеснения воды. При этом он нарушил одно из требований инструкции – не поместил кусочек ваты в пробирку около газоотводной трубки. При нагревании перманганата калия вода в кристаллизаторе окрасилась в красно-фиолетовый цвет.

При собирании кислорода часть окрашенного раствора попала в склянку с газом. В ней ученик сжёг серу. При этом красно-фиолетовая окраска раствора исчезла, и образовался бесцветный раствор. Решив исследовать полученный раствор, ученик прилил в него часть окрашенного раствора из кристаллизатора. И опять окраска изменилась – выпал тёмно-коричневый осадок неизвестного вещества.

1. Запишите уравнение реакции разложения перманганата калия.
2. Какое вещество попало в кристаллизатор с водой?
3. Почему обесцветился раствор при сжигании серы? Запишите уравнение реакции.
4. Назовите вещество, выпавшее в осадок. Запишите уравнение реакции.

Ответ.

1. $2\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$ **2 балла**
 2. В кристаллизатор с током кислорода попали частицы перманганата калия **1 балл**
 3. $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ **3 балла**
 4. Осадок – диоксид марганца MnO_2
 $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ **4 балла**
- Всего 10 баллов.**