

**Задача 1.** Восстановите левую или правую часть уравнений следующих химических реакций

- 1) ...  $\xrightarrow{t}$   $2\text{Fe}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{FeCl}_3$
- 2)  $2\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t}$  ...
- 3) ...  $\xrightarrow{t}$   $\text{AgI}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{I} + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}_2\text{H}_5 + 4\text{KMnO}_4 \text{ (водный р-р)} \xrightarrow{t}$  ...
- 5)  $5\text{K}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t}$  ...

**Задача 2.** Белое твердое вещество, саморазлагающееся при комнатной температуре или при механическом воздействии, имеет такой элементный состав:  $\omega(\text{N})=45,16\%$ ,  $\omega(\text{O})=51,61\%$ ,  $\omega(\text{H})=3,23\%$ . Вещество хорошо растворяется в воде и является слабой двухосновной кислотой.

**А.** Установите формулу вещества, назовите его, напишите уравнение диссоциации кислоты.

**Б.** Изобразите структурную формулу кислоты.

**В.** Запишите уравнения реакций: а) термического разложения данной кислоты, б) взаимодействия её с кислородом воздуха, в) взаимодействия её со щелочью.

**Задача 3.** В трех пробирках находятся разные ациклические соединения состава  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ . как химическим путем можно их различить?

**А.** Составьте структурные формулы ациклических соединений состава  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , назовите их по систематической номенклатуре.

**Б.** Составьте план действий при распознавании веществ и оформите его в виде таблицы.

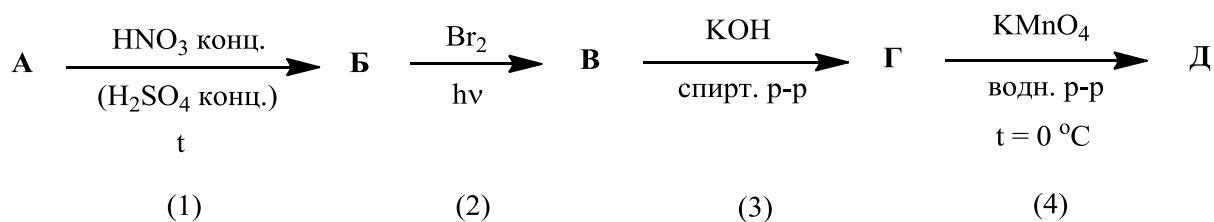
Соединения Реактивы	Формула соединения №1	Формула соединения №2	Формула соединения №3
Название реактива и его формула			
Название реактива и его формула			
Название реактива и его формула			

В таблице укажите признаки использованных качественных реакций.

**В.** Напишите уравнения химических реакций, необходимых для идентификации этих соединений.

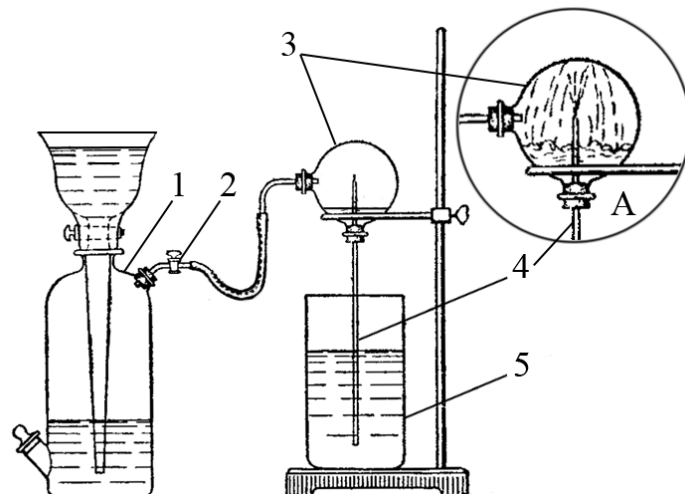
**Г.** Приведите структурные формулы циклических соединений, имеющих такую же молекулярную формулу.

**Задача 4.** В представленной схеме превращений вещество А относится к гомологическому ряду бензола и является монозамещенным производным. Массовая доля углерода в этом углеводороде равна 90,57 %, а его молярная масса не превышает 110 г/моль.



- А. Установите структурную формулу вещества А.
- Б. Напишите уравнения химических реакций в соответствии со схемой.
- В. Назовите вещества А-Е.

**Задача 5.** На занятии кружка юные химики собрали экспериментальную установку, показанную на рисунке.



Двугорлую круглодонную колбу 3 наполнили оксидом азота (II) методом вытеснения воды, причем, небольшое количество воды в колбе осталось. С помощью газоотводной трубки с краном 2 к колбе 3 присоединили газометр 1, заполненный кислородом. Трубку 4 опустили в стакан 5 с водой, подкрашенной лакмусом.

Эксперимент проводили следующим образом. С помощью крана 2 из газометра 1 в колбу 3 вводили некоторое количество кислорода, при этом газ в колбе приобретал интенсивную окраску, которая быстро исчезала. Из стакана 5 по трубке 4 в колбу 3 начинала подниматься вода, и наблюдался фонтан (см. рис. А).

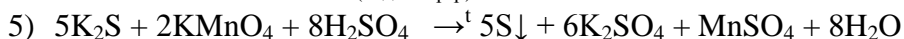
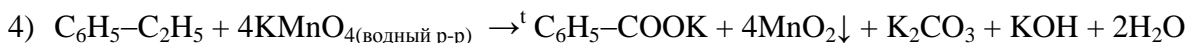
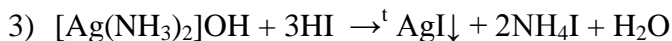
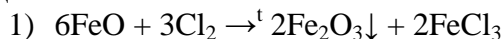
- А. Объясните наблюдаемые явления после введения некоторого количества кислорода в колбу 3. Ответ подтвердите соответствующими уравнениями химических реакций.
- Б. Почему вода поднималась по трубке 4 и наблюдался фонтан? Как и почему изменялась окраска индикатора?
- В. Почему оксид азота (II) собирали методом вытеснения воды, а не воздуха?
- Г. Приведите еще 2 примера лабораторных опытов, когда можно наблюдать фонтанирование воды внутри колбы.
- Д. Почему для демонстрации «фонтанчиков» правильно использовать круглодонные, а не плоскодонные колбы?

**Задача 6.** 230 мг белого кристаллического порошка растворили в воде. В полученном растворе была сильно кислая среда. Раствор разделили на 2 равные части. К первой добавили избыток хлорида бария, при этом выпал осадок белого цвета, который отфильтровали, промыли и прокалили, масса осадка составила 233 мг. Ко второй части добавили избыток гидроксида натрия, при этом выделился бесцветный газ с резким запахом, который количественно поглотили водой. На нейтрализацию раствора газа потребовалось 0,001 моль HCl. Определите, какое вещество взяли для анализа.

## Решения

В том случае, если участники олимпиады предлагают правильное решение, но отличное от представленных образцов, то задача оценивается по согласованию с жюри, исходя из максимального количества баллов по данной задаче.

### Задача 1.



Каждое уравнение по 2 балла

Всего: 10 баллов

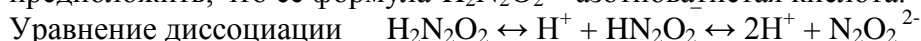
### Задача 2.

А. Установление формулы вещества.

Обозначим формулу  $\text{H}_x\text{N}_y\text{O}_z$

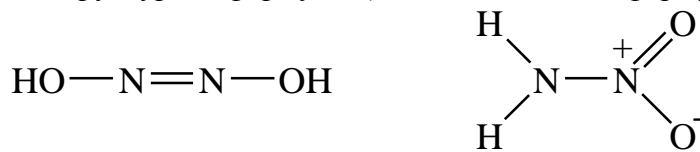
$$x:y:z = 3,23/1 : 45,16/14 : 51,61/16 = 1 : 1 : 1;$$

простейшая формула  $\text{HNO}$ , но по условию это двухосновная кислота, поэтому логично предположить, что её формула  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_2$  - азотноватистая кислота.



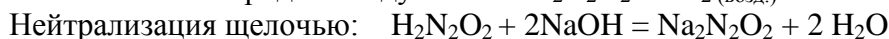
5 баллов

Б. Структурная формула (достаточно одной формулы, за вторую – бонусные 2 балла)



2 балла

В.

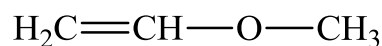
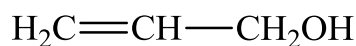
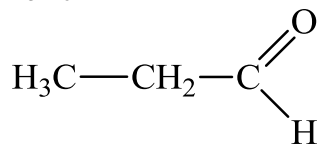


3 балла

Всего: 10 баллов

### Задача 3.

А. Структурные формулы ациклических и циклических соединений, отвечающих составу  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ .



Этаналь

пропенол

метилвиниловый эфир

3 балла (за каждую формулу по 1 баллу)

А.

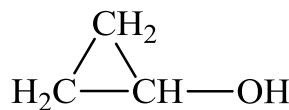
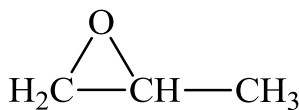
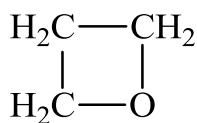
Соединения	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHO}$	$\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—OH}$	$\text{CH}_2=\text{CH—O—CH}_3$
Реактивы			

[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]OH Аммиачный раствор оксида серебра (I)	реакция <i>серебряного зеркала</i>	-----	-----
Br <sub>2</sub> / водный раствор	-----	обесцвечивание бромной воды	обесцвечивание бромной воды
Na	-----	выделение водорода	-----

**В.** После заполнения таблицы должны быть приведены уравнения качественных реакций, используемых для идентификации химических соединений

4 балла (1 балл за каждое уравнение)

**Г.**



3 балла

Всего: 10 баллов

#### Задача 4.

**А.** Установление формулы вещества А.

Допустим, что масса вещества А равна 100 г. Тогда  $m(\text{C}) = 90,57$  г, а  $m(\text{H}) = 9,43$  г.

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}) = (90,57/12) : (9,43/1) = 7,5475 : 9,43 = \mathbf{1 : 1,25}$$

Так как искомое соединение относится к гомологическому ряду бензола,  $x \geq 7$

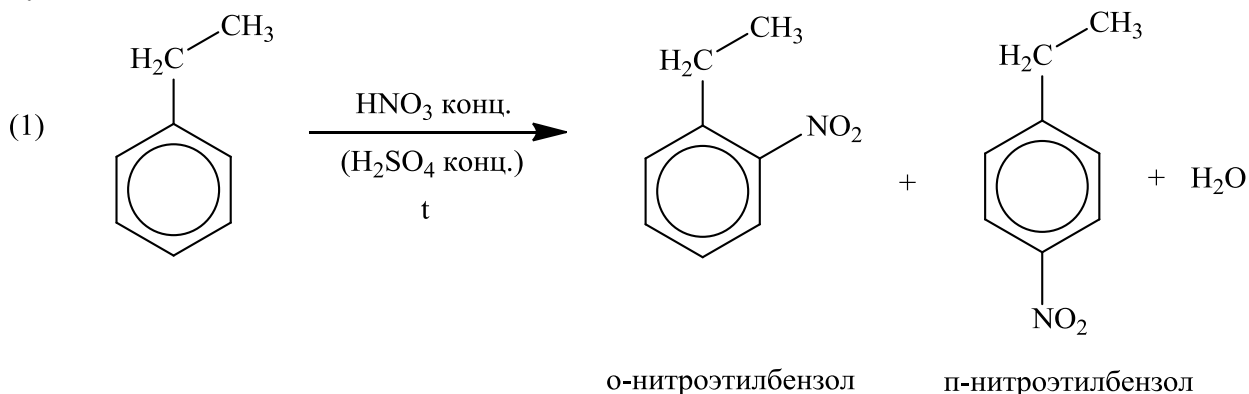
Если  $x=7$ , то  $y=8,75$ , такое соединение не существует.

При  $x=8$ ,  $y=10$ , что соответствует формуле  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ .  $M(\text{C}_8\text{H}_{10}) = 106$  г/моль.

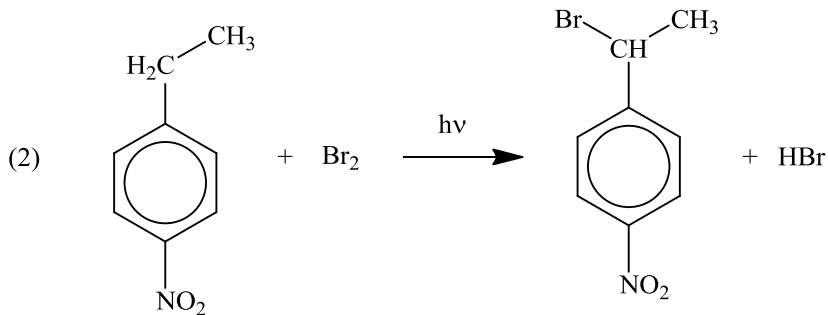
Формуле  $\text{C}_8\text{H}_{10}$  соответствуют 4 соединения: этилбензол или *о*-, (*м*-), (*п*-)ксилолы. Но к условиям заданной цепочки превращений подходит только этилбензол.

2 балла

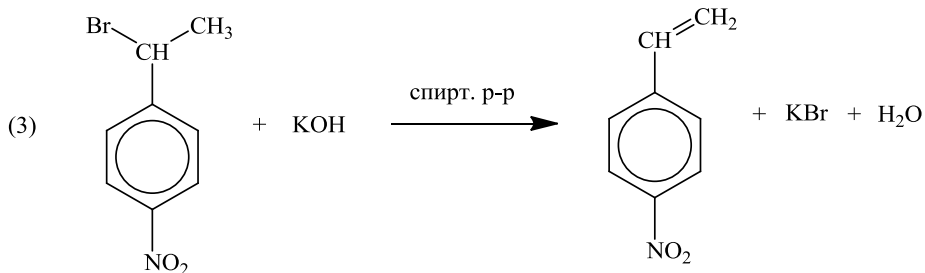
**Б.**



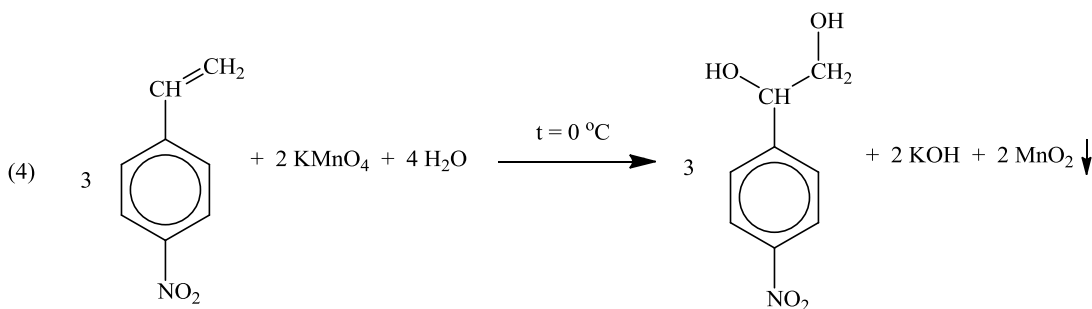
Далее целесообразно продолжать «цепочку» только с одним изомером нитроэтилбензола.



1-бром-1-(п-нитрофенил)этан



(п-нитрофенил)этилен (п-нитровинилбензол)



(п-нитрофенил)этан-1,2-диол

За каждое уравнение по 1 баллу, **4 балла**

### В.

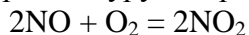
За каждое название по 1 баллу, **4 балла**

**Всего: 10 баллов**

### Задача 5.

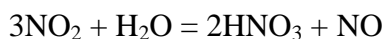
#### Решение

А. В колбе 3 кислорода реагировал с бесцветным NO, при этом образовывался оксид азота (IV), имеющий интенсивную красно-бурю окраску:

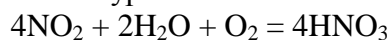


**1 балл**

NO<sub>2</sub> реагировал с водой, которая оставалась в колбе, при этом окраска газа исчезала:



Допускается следующая запись уравнения:



**2 балла**

Б. Из уравнений, приведенных в ответе на вопрос А, видно, что количество газообразных веществ в каждой реакции уменьшается, поэтому давление в колбе 3 падает, создается

разряжение. Под действием атмосферного давления вода (раствор лакмуса) поднимается по трубке 4 из стакана 5, и наблюдается фонтан.

2 балла

В колбе 3 образуется азотная кислота, поэтому фиолетовый лакмус принимает красную окраску.

1 балл

В. Оксид азота (II) собирали методом вытеснения воды, т.к. NO быстро окисляется кислородом воздуха, образуя NO<sub>2</sub>.

1 балл

Г. «Фонтанчики» можно наблюдать при растворении в воде аммиака, хлороводорода.

2 балла

Д. При демонстрации «фонтанчиков» внутри колбы создается разрежение, поэтому ее стенки испытывают значительное давление снаружи. В случае круглодонной колбы давление на ее стенки распределяется равномерно. Таким образом, в случае круглодонной колбы меньше вероятность, что она лопнет, не выдержав разницы давления. Важно отметить, что стенки колбы должны быть совершенно ровными и целыми, на них не должно быть ни трещин, ни царапин, ни сколов.

1 балл

**Итого: 10 баллов**

### Задача 6.

#### Примерный вариант решения

Исходный порошок — соль аммония (или амина), т.к. при взаимодействии со щелочью выделяется бесцветный газ с резким запахом:



2 балла

Раствор выделившегося аммиака (или амина) количественно нейтрализуют кислотой



1 балл

Так как обрабатывали щелочью  $\frac{1}{2}$  исходного раствора, то в анализируемом образце соли содержится 0,002 моль катионов NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

1 балл

Катионы бария Ba<sup>2+</sup> могли дать осадок с различными анионами, например, с сульфатом, с селенатом, с карбонатом и т.п. Если предположить, что BaCl<sub>2</sub> добавили к  $\frac{1}{2}$  исходного раствора, содержащего 0,001 моль анионов, то молярная масса выпавшей в осадок соли бария равна

$$0,233 : 0,001 = 233 \text{ г/моль}$$

1 балл

Единственный вариант, удовлетворяющий данному условию, это — сульфат бария BaSO<sub>4</sub>

2 балла

Таким образом, исходная соль — либо сульфат, либо гидросульфат аммония (или амина)

1 балл

Молярная масса исходной соли

$$0,230 : 0,002 = 115 \text{ г/моль}$$

1 балл

Как было установлено выше, в анализируемом образце соли содержится 0,002 моль катионов  $\text{NH}_4^+$ , поэтому данной молярной массе соответствует гидросульфат аммония  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ .

1 балл

Итого: 10 баллов

Макс. балл: 60