

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ.  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 11 КЛАСС

**Общие указания:** если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

**Задание 1. Анализ изомеров** 10 б

Массовые доли углерода, кислорода и водорода в трёх изомерных ароматических соединениях **A**, **B** и **C** соответственно равны 77,78 %, 14,81 % и 7,41 %. Молярная масса этих веществ находится в интервале 100–150 г/моль. Вещества **A** и **B** реагируют с натрием. Из этих двух соединений только **B** реагирует со щелочами. Третье вещество **C** не реагирует ни с натрием, ни со щелочами.

1. Определите молекулярную формулу изомерных соединений **A**, **B** и **C**.
2. Идентифицируйте соединения **A**, **B** и **C** на основании их химических свойств.
3. Предложите схемы синтезов соединений **A**, **B** и **C** из неорганических соединений.

**Задание 2. Разделение жидкой смеси** 10 б

Для разделения безводной жидкой смеси анилина, фенола и бензола общей массой 75 г через неё сначала пропустили избыток хлороводорода. Из смеси выпал осадок массой 24,6 г, который отделили фильтрованием. Затем фильтрат смешали с избытком концентрированного раствора гидроксида натрия. После отстаивания раствор расслоился. Объём верхнего слоя составил 58,75 мл, а плотность жидкости в верхнем слое равна 0,88 г/мл.

1. Определите, какой осадок выделился из смеси при пропускании через неё избытка хлороводорода, какое вещество находится в верхнем жидким слое после добавления раствора щёлочи к фильтрату и какое вещество остаётся в нижнем водном слое. Ответ проиллюстрируйте соответствующими уравнениями реакций.
2. Предложите способы получения в чистом виде компонентов смеси после описанных в задаче операций.
3. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.

**Задание 3. Правые части** *105*

По правой части уравнения с коэффициентами восстановите формулы веществ и коэффициенты в левой части уравнения реакции.

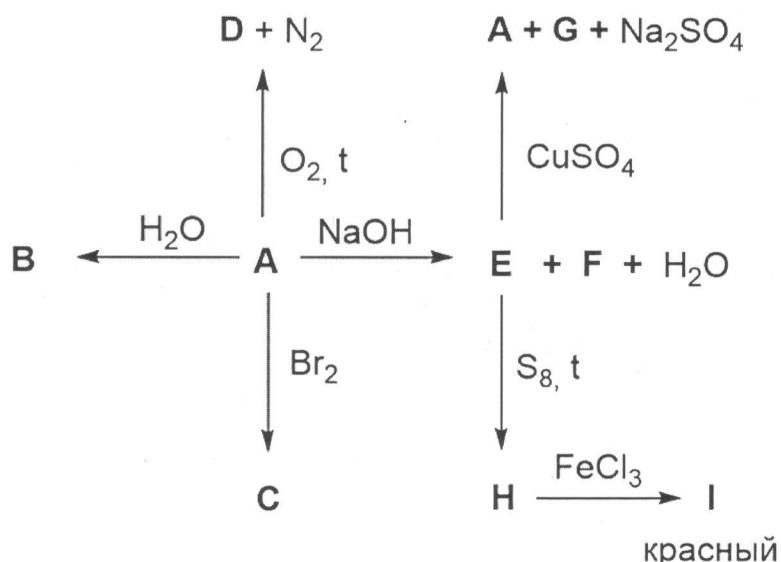
- 1) ... + ... = 2FeS + S + 6NH<sub>4</sub>Cl
- 2) ... + ... = 4CuO + 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 8SO<sub>2</sub>
- 3) ... + ... = Cu + CuSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
- 4) ... + ... = 2CuSO<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O
- 5) ... + ... + CO<sub>2</sub> + ... = Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 6) ... + ... = 3Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + 3CuSO<sub>4</sub> + 10NO + 8H<sub>2</sub>O
- 7) ... + ... + ... = 4CuCl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O
- 8) ... + ... + ... = Cu<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 9) ... + ... = Cu<sub>2</sub>S + 2(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S + 2H<sub>2</sub>O
- 10) ... + ... = 2CuI + I<sub>2</sub> + 2K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Задание 4. Необычная жидкость** *105*

Навеску карбида кальция массой 2,00 г поместили в избыток бесцветной гигроскопичной жидкости **X**, при этом выделился бесцветный газ **Y**, который вдвое легче циклобутана. Реакционную смесь упарили досуха, а остаток прокалили, получив при этом 1,75 г белого порошка **Z**. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**, ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций, описанных в задаче. Где применяется жидкость **X**?

**Задание 5. Ядовитый газ** *105*

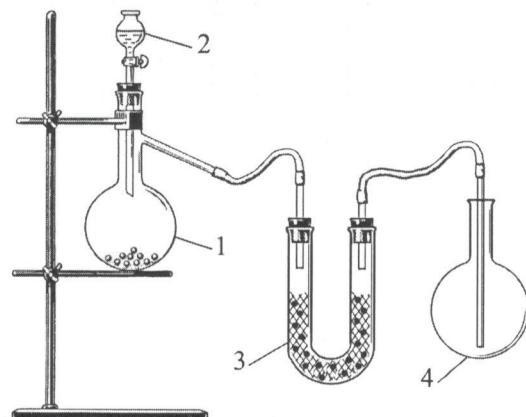
Вещество **A** представляет собой высокотоксичное бинарное газообразное соединение. Ниже приведена схема превращений вещества **A**:



Определите вещества **A**–**I**, если известно, что все они содержат один и тот же химический элемент. Вещество **E** применяется для извлечения золота из руды. Приведите соответствующее уравнение реакции.

**Задание 6. Получение газа**

Перед юными химиками была поставлена задача получить газ **X** и изучить его свойства. Для решения поставленной задачи они собрали прибор, как показано на рисунке.



Прибор для получения газа **X**: 1 – колба Вюрца со спрессованным в шарики углеводородом **Z**; 2 – капельная воронка с жидкостью **Y**; 3 – U-образная трубка, рыхло заполненная влажным красным фосфором на стеклянной вате; 4 – круглодонная колба, в которую собирали газ **X**.

В колбу Вюрца (на рисунке показана цифрой 1) поместили спрессованный в шарики углеводород **Z**. Из капельной воронки (2) в колбу понемногу добавляли тяжёлую жидкость красно-бурого цвета **Y**. В результате реакции выделялся бесцветный газ **X**. Однако выделяющийся из колбы Вюрца (1) газ **X** был загрязнён парами **Y**, имеющими бурую окраску. Для очистки от паров **Y** газ **X** пропускали через U-образную трубку (3), которая была заполнена влажным красным фосфором, нанесённым на рыхлые комочки стекловаты. Очищенный газ **X** собирали в круглодонную колбу (4).

Газ **X** тяжелее воздуха в 2,79 раза, очень хорошо растворяется в воде. В водном растворе **X** лакмус принимает красную окраску. Крепкий раствор **X** реагирует с порошком меди с выделением водорода. При хранении на воздухе раствор **X** постепенно приобретает жёлто-бурую окраску.

1. Определите вещества **X**, **Y** и **Z**. Об углеводороде **Z** известно, что он относится к ароматическим соединениям, но не является гомологом бензола. Массовая доля водорода в нём составляет 6,25 %.
2. Составьте схему реакции между веществами **Y** и **Z**. Известно, что одним из продуктов данной реакции является вещество, молярная масса которого 207 г/моль.
3. Предположите, какой процесс протекает в U-образной трубке и позволяет освободить газ **X** от примеси паров **Y**. Составьте соответствующее уравнение реакции.

Всероссийская олимпиада школьников по химии.

Муниципальный этап. 11 класс

4. Составьте уравнение реакции взаимодействия концентрированного раствора **X** с порошком меди. Известно, что одним из продуктов этой реакции является комплексное соединение, состоящее из трёх элементов, содержащее 0,45 % водорода и 28,32 % меди по массе.

5. Какая реакция протекает при хранении на воздухе раствора **X**, в результате которой он постепенно приобретает жёлто-бурую окраску? Составьте уравнение этой реакции.

Задание 1.

40 + 50

64

70.

Найдем молекулярную формулу вещества:

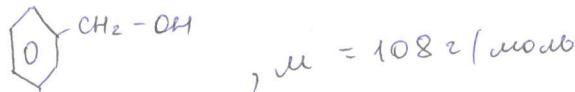
Тогда  $m = 100 \text{ г}$ , тогда

$$n(C) = \frac{74,78}{12} \approx 6,2 \text{ моль} +$$

$$n(O) = \frac{14,181}{16} \approx 0,9 \text{ моль} + 10.$$

$$n(H) = \frac{7,41}{1} = 7,41 \text{ моль} +$$

$$n(C): n(O): n(H) = 6,2 : 0,9 : 7,41 = 4:1:8 +$$

молекулярная формула:  $C_4H_8O$  35.A - реагирует с  $\text{Na}$ , но не реагирует с  $\text{NaOH}$ , значит это спирт.B - реагирует и с  $\text{Na}$ , и с  $\text{NaOH}$ , значит это фенол либо карбоновая кислота.

C - не реагирует с предложенными веществами, значит возможна, но это относится к классу кетонов или алdehyдов

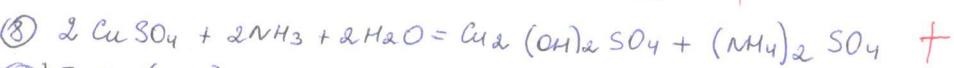
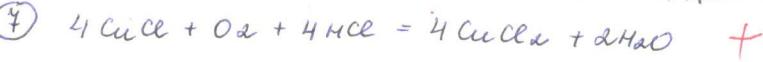
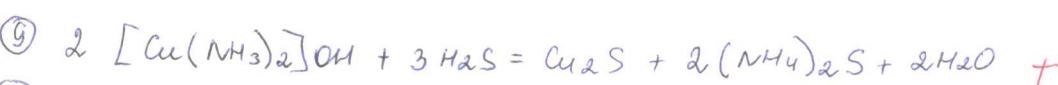
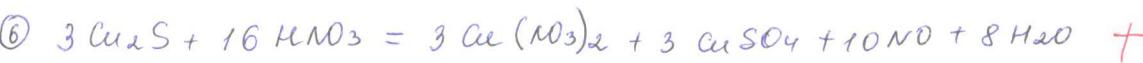
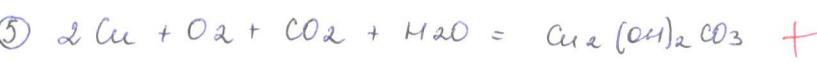
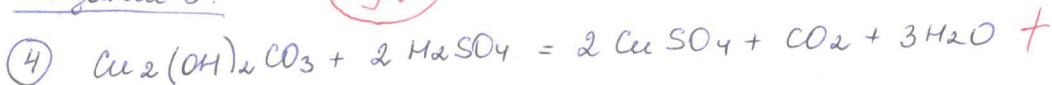
Задание 5.

40

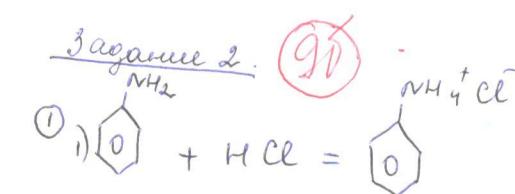
A -  $\text{NaH}_4$  израсход +B -  $\text{H}_2\text{O}$  вода +C -  $\text{HBr}$  бромоводород +D -  $\text{NH}_4\text{OH}$  израсход аммиак +

Задание 3.

(90)

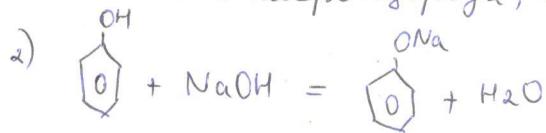


(90)



(70) + (20)

в осадок вступал соль образованная в результате взаимодействия аминина и хлорводорода, т.к. только аминин реагирует с кисл.

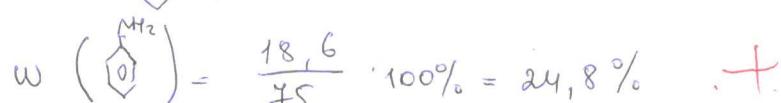
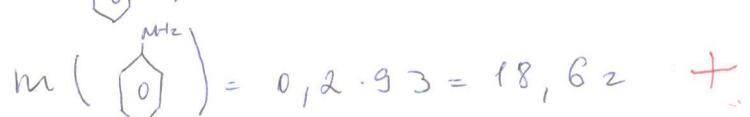
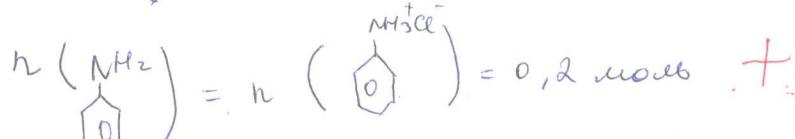
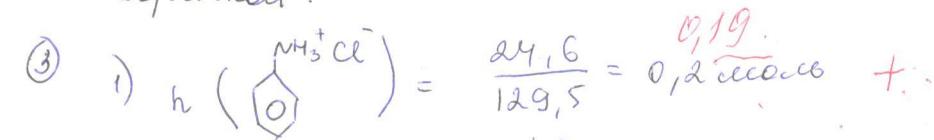


30

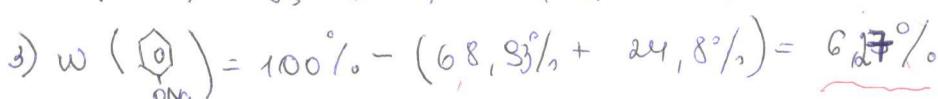
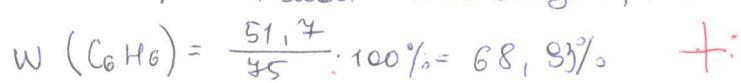
Реакция настиче ослаивалась в нейтральном виде, т.к. его концентрация выше, чем концентрация бензола.

② 1. Осадок можно вспомогательно фильтрованием.

2. Реакция настиче и бензоль можно разделить дистилляцией бензинкой.



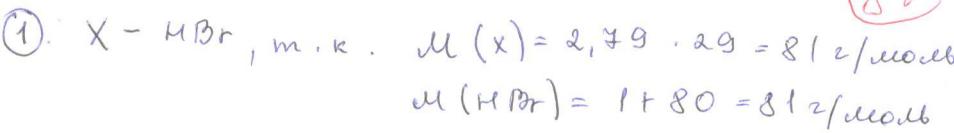
ii) Т.к. бензинкой смеси - это бензол, то  $m(\text{C}_6\text{H}_6) = 58,45 \cdot 0,88 = 51,72$



45

Задание 8.

80



+ 10

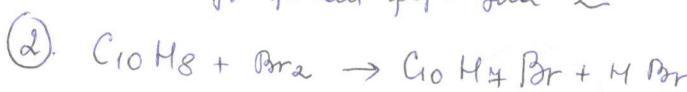
Y - Br<sub>2</sub> 10Z - C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>, м.к.:

$n(\text{C}) = 100 \text{ г} / 12 \text{ г/моль} = 8,33 \text{ моль}$

$n(\text{H}) = 100 - 8,33 = 91,67 \text{ г} / 1 \text{ г/моль} = 91,67 \text{ моль}$

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 8,33 : 91,67 = 1 : 11$

Мономолекулярная формула Z - C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>



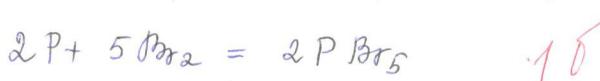
10

Подтверждим расчетами:

$M(C_{10}H_7Br) = 12 \cdot 10 + 7 + 80 = 207 \text{ г/моль}$  (соответствует условию задачи)

10

3) Красный фосфор реагирует с парами брома, отчего смесь газов от брома.



10

4) Тяжелый м.к. (8-БА) = 100 г, моль

$n(Cu) = 100 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 1,56 \text{ моль}$

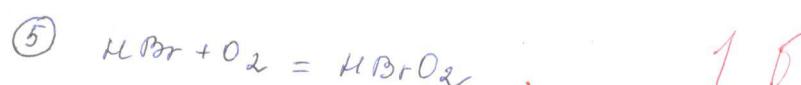
$n(H) = 100 - 64 = 36 \text{ г} / 1 \text{ г/моль} = 36 \text{ моль}$

$n(Br) = 100 - (64 + 36) / 80 = 0,8 \text{ моль}$

$n(Cu) : n(H) : n(Br) = 1,56 : 36 : 0,8 = 1 : 1 : 2$

Тироциновая форма кислоты Cu(HBr)<sub>2</sub>

10



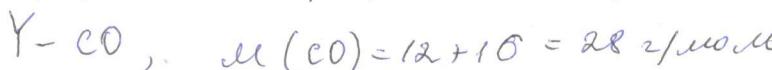
10

(расчет бромоводорода на возможное окисление до бромистой кислоты)

Задание 4.

31

$M(Y) = M(CuH_8) : 2 = 56 : 2 = 28 \text{ г/моль}$



$n(CaCO_3) = 28 / 64 = 0,4375 \text{ моль}$