

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

**11 класс**

Задача 1.1

Выберите черты, характерные для полимерных материалов.

1. Состоят из цепи молекул
2. Состоят из мономерных звеньев
3. Состоят из однократно повторяющихся однотипных звеньев
4. Состоят из многократно повторяющихся одного или более типовых звеньев
5. Состоят полностью из углерода и водорода

Ответ: 2,4

Задача 1.2

Процесс вулканизации натурального каучука состоит из следующих важных элементов:

1. Смешение с муравьиной кислотой
2. Смешение с серой
3. Фильтрация
4. Нагревание
5. Увлажнение водой

Ответ: 2,4

Задача 2.1

Органическая химия изучает вещества, содержащие атом углерода, образующий цепи различной конфигурации (длины, строения). Сопоставьте наименования и описания некоторых процессов и реакций, характерных для органических веществ.

1.	Омыление	6.	Процесс окисления глюкозы, во время которого из одной молекулы глюкозы образуются две молекулы пировиноградной кислоты
2.	Брожение	7.	Реакция взаимодействия жиров и масел, в процессе которой сложные эфиры жирных кислот реагируют между собой, либо с жирными кислотами и инициируется обмен жирнокислотными группами и образуются эфиры
3.	Гликолиз	8.	Реакция карбоновой кислоты со спиртом с образованием эфира

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

4.	Переэтерификация	9.	Биохимический процесс, основанный на окислительно-восстановительных превращениях органических соединений в анаэробных условиях.
5.	Этерификация	10.	Процесс гидролиза сложных эфиров, сопровождающийся образованием спирта и кислоты

Ответ: [1,10],[2,9],[3,6],[4,7],[5,8]

Задача 2.2

Органическая химия изучает вещества, содержащие атом углерода, образующий цепи различной конфигурации (длины, строения). Сопоставьте наименования и описания некоторых процессов и реакций, характерных для органических веществ.

1.	Гниение	6.	Биохимический процесс, основанный на окислительно-восстановительных превращениях органических соединений в анаэробных условиях.
2.	Метатезис олефинов	7.	реакции межмолекулярного переноса аминогруппы (NH <sub>2</sub> —) от аминокислоты на α-кетокислоту без промежуточного образования аммиака.
3.	Аннелирование	8.	Процесс разложения азотсодержащих органических соединений (белков, аминокислот), в результате их ферментативного гидролиза под действием аммонифицирующих микроорганизмов
4.	Трансаминирование	9.	Органическая реакция, которая влечет за собой перераспределение фрагментов алкенов путем расщепления и регенерации углерод-углеродных двойных связей.
5.	Брожение	10.	Разновидность циклизации, при которой к существующей циклической системе достраивается карбо- или гетероцикл.

Ответ: [1,8],[2,9],[3,10],[4,7],[5,6]

Задача 3.1

Смесь, содержащую 30% по массе этилена и 70% по массе этана, сожгли. Масса этилена составляла 18,5 г.

Определите массу воды, выделившейся по этой реакции?

Москва  
2022-2023 г.г.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

1. 79,16 г
2. 15,7 л
3. 18,5 г
4. 39 г
5. 101,5 г

Ответ: 5

Решение:

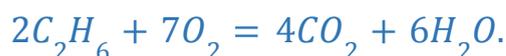
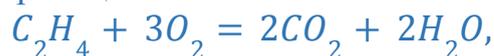
Из условия известно, что масса этилена составляет 18,5 г занимает 30% всех смеси. Тогда можно рассчитать массу всей смеси:

$$m_{\text{см}} = \frac{m_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot 100\%}{30\%} = \frac{18,5 \cdot 100\%}{30\%} = 61,7 \text{ г.}$$

Теперь можно рассчитать массу этана:

$$m_{\text{C}_2\text{H}_6} = \frac{m_{\text{см}} \cdot 70\%}{100\%} = \frac{61,7 \cdot 70\%}{100\%} = 43,2 \text{ г.}$$

Запишем уравнения реакций:



Согласно уравнениям на 1 моль этилена приходится 2 моль воды, а на 2 моль этана – 6 моль. Тогда:

$$\begin{aligned} m_{\text{H}_2\text{O}} &= m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_4} + m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_6} = n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} = \\ &= 2 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{6 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{2} = \frac{2 \cdot m_{\text{C}_2\text{H}_4} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{C}_2\text{H}_4}} + \frac{6 \cdot m_{\text{C}_2\text{H}_6} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{2 \cdot M_{\text{C}_2\text{H}_6}} = \\ &= \frac{2 \cdot 18,5 \cdot (2 \cdot 1 + 16)}{2 \cdot 12 + 4 \cdot 1} + \frac{6 \cdot 43,2 \cdot (2 \cdot 1 + 16)}{2 \cdot (2 \cdot 12 + 6 \cdot 1)} = 101,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

Определите объём кислорода, необходимый для сжигания такой смеси?

1. 15,7 л
2. 414,4 л
3. 157,3 л
4. 22,4 л
5. 224 л

Ответ: 3

Решение:

Согласно уравнениям на 1 моль этилена приходится 3 моль кислорода, а на 2 моль этана – 7 моль. Тогда:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

$$\begin{aligned}V_{O_2} &= n_{O_2} \cdot V_m = \left( n_{O_2}^{C_2H_4} + n_{O_2}^{C_2H_6} \right) \cdot V_m = \left( 3 \cdot n_{C_2H_4} + \frac{7 \cdot n_{C_2H_6}}{2} \right) \cdot V_m = \\ &= \left( \frac{3 \cdot m_{C_2H_4}}{M_{C_2H_4}} + \frac{7 \cdot m_{C_2H_6}}{2 \cdot M_{C_2H_6}} \right) \cdot V_m = \\ &= \left( \frac{3 \cdot 18.5}{2 \cdot 12 + 4 \cdot 1} + \frac{7 \cdot 43.2}{2 \cdot (2 \cdot 12 + 6 \cdot 1)} \right) \cdot 22.4 = 157.3 \text{ л.}\end{aligned}$$

Задача 3.2

Смесь, содержащую 23% по массе ацетилена и 77% по массе пропана, сожгли. Объем пропана составлял 30 литров.

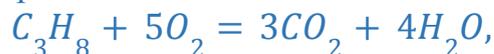
Определите массу воды, выделившейся по этой реакции?

1. 40,4 г
2. 57,2 г
3. 81,7 г
4. 108,7 г
5. 18 г

Ответ: 4

Решение:

Запишем уравнения реакций:



Затем необходимо рассчитать количество вещества пропана:

$$n_{C_3H_8} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = \frac{30}{22.4} = 1.34 \text{ моль.}$$

Зная количество вещества пропана, можно найти его массу и массу всех исходной смеси:

$$m_{C_3H_8} = n_{C_3H_8} \cdot M_{C_3H_8} = 1.34 \cdot (3 \cdot 12 + 8 \cdot 1) = 58.96 \text{ г,}$$

$$m_{см} = \frac{m_{C_3H_8} \cdot 100\%}{77\%} = \frac{58.96 \cdot 100\%}{77\%} = 76.57 \text{ г.}$$

Ацетилен составляет 23% смеси, тогда:

$$m_{C_2H_2} = \frac{m_{см} \cdot 23\%}{100\%} = \frac{76.57 \cdot 23\%}{100\%} = 17.61 \text{ г,}$$

$$n_{C_2H_2} = \frac{m_{C_2H_2}}{M_{C_2H_2}} = \frac{17.61}{2 \cdot 12 + 2 \cdot 1} = 0.68 \text{ моль.}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

Теперь можно посчитать массу выделившейся воды:

$$\begin{aligned}m_{\text{H}_2\text{O}} &= m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_3\text{H}_8} + m_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_3\text{H}_8} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{C}_2\text{H}_2} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} = \\ &= 4 \cdot n_{\text{C}_3\text{H}_8} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{C}_2\text{H}_2} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} = \\ &= 4 \cdot 1.34 \cdot (2 \cdot 1 + 16) + 0.68 \cdot (2 \cdot 1 + 16) = 108.7 \text{ г} \\ &= 101.5 \text{ г.}\end{aligned}$$

Определите объём кислорода, необходимый для сжигания такой смеси?

1. 188,2 л
2. 22,4 л
3. 224 л
4. 254,2 л
5. 40,4 л

Ответ: 1

Решение:

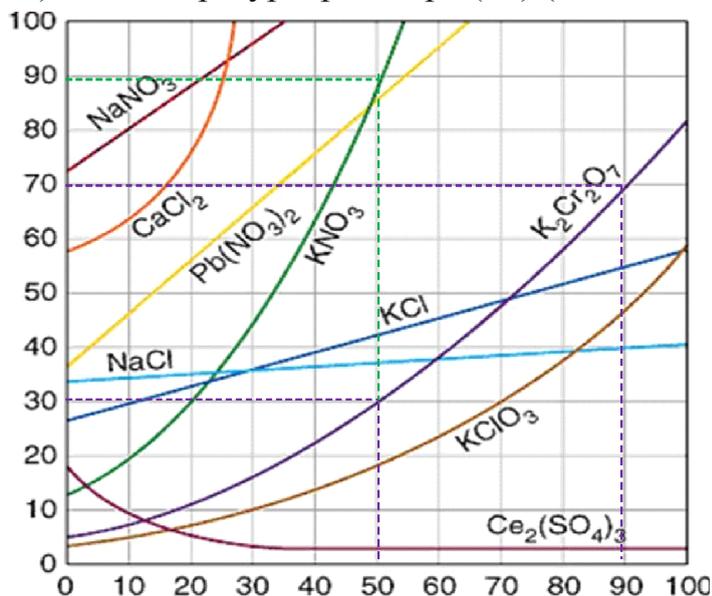
Воспользуемся данными, полученными выше. На сгорание 1 моль пропана потребуется 5 моль кислорода, а на сгорание 2 моль ацетилена также 5 моль кислорода. Тогда:

$$\begin{aligned}V_{\text{O}_2} &= n_{\text{O}_2} \cdot V_m = \left( n_{\text{O}_2}^{\text{C}_3\text{H}_8} + n_{\text{O}_2}^{\text{C}_2\text{H}_2} \right) \cdot V_m = \left( 5 \cdot n_{\text{C}_3\text{H}_8} + \frac{5 \cdot n_{\text{C}_2\text{H}_2}}{2} \right) \cdot V_m = \\ &= \left( 5 \cdot 1.34 + \frac{5 \cdot 0.68}{2} \right) \cdot 22.4 = 188.2 \text{ л.}\end{aligned}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Задача 4.1

Представлен график зависимости растворимости вещества (г/100 мл воды) (по оси ординат) от температуры раствора (°C) (по оси абсцисс).



Приготовлено 2 однокомпонентных насыщенных раствора солей. Растворы охладили с 80°C до 40°C. При этом в растворе 1 выпало 26 грамм осадка, а в растворе 2 выпало 6 г осадка. Объемы растворов одинаковы и равны 200 мл.

Установите состав обоих растворов. Запишите химические формулы веществ (каждую в отдельное окно).

Все химические формулы пишите только латиницей. Индексы записывайте в строку, без запятых и пробелов. Например: Fe2O3

Ответ: kcl, nacl

Решение:

Оценим для каких растворов солей есть данные при 80°C - K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KCl, NaCl, KClO<sub>3</sub> и Ce<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Составим таблицу для оценки изменения растворимости:

Соль	Растворимость при 80°C, г/100мл	Масса соли в растворе при 80°C, г	Растворимость при 40°C, г/100мл	Масса соли в растворе при 40°C, г	Δ
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	59	118	23	46	72
KCl	52	104	39	78	26
NaCl	40	80	37	74	6
KClO <sub>3</sub>	39	78	14	28	50

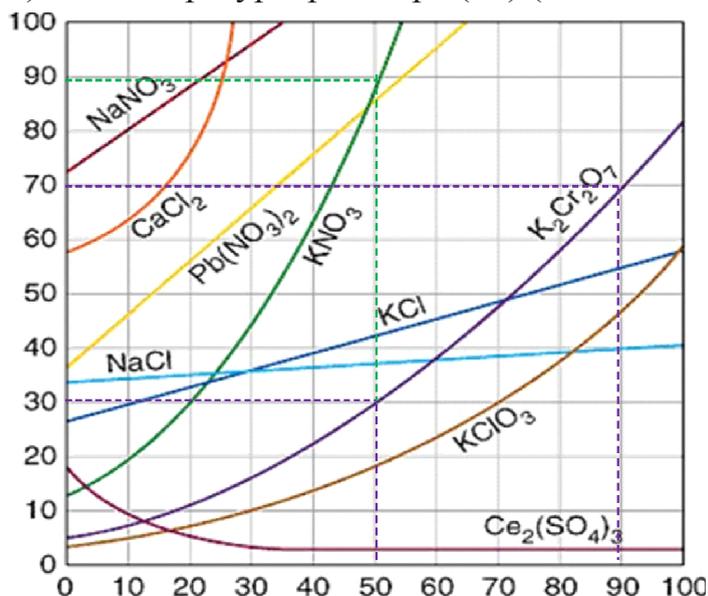
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

$Ce_2(SO_4)_3$	3	6	3	6	0
----------------	---	---	---	---	---

Условиям задачи соответствуют  $KCl$  и  $NaCl$ .

Задача 4.2

Представлен график зависимости растворимости вещества (г/100 мл воды) (по оси ординат) от температуры раствора ( $^{\circ}C$ ) (по оси абсцисс).



Приготовлено 2 однокомпонентных насыщенных раствора солей. Растворы охладили с  $40^{\circ}C$  до  $30^{\circ}C$ . При этом в растворе 1 выпало 36 грамм осадка, а в растворе 2 выпало 8 г осадка. Объемы растворов одинаковы и равны 200 мл.

Установите состав обоих растворов. Запишите химические формулы веществ (каждую в отдельное окно).

Все химические формулы пишите только латиницей. Индексы записывайте в строку, без запятых и пробелов. Например:  $Fe_2O_3$

Ответ:  $KClO_3$ ,  $KNO_3$

Оценим для каких растворов солей есть данные при  $40^{\circ}C$  -  $K_2Cr_2O_7$ ,  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $KClO_3$ ,  $Pb(NO_3)_2$ ,  $KNO_3$  и  $Ce_2(SO_4)_3$ . Составим таблицу для оценки изменения растворимости:

Соль	Растворимость при $40^{\circ}C$ , г/100мл	Масса соли в растворе при $40^{\circ}C$ , г	Растворимость при $30^{\circ}C$ , г/100мл	Масса соли в растворе при $30^{\circ}C$ , г	$\Delta$
$K_2Cr_2O_7$	22	44	15	30	14
$KCl$	40	80	35	70	10
$NaCl$	36	72	35	70	2
$KClO_3$	14	28	10	20	8

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

$Ce_2(SO_4)_3$	3	6	4	8	-2
$Pb(NO_3)_2$	75	150	65	130	20
$KNO_3$	62	124	44	88	36

Условиям задачи соответствуют  $KClO_3$  и  $KNO_3$ .

Задача 5.1

При приготовлении раствора 1 использовали 0,5 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л и 120 мл дистиллированной воды. Раствор 2 содержит 0,03 моль гидрокарбоната натрия, объем раствора 2 составляет 50 мл. При сливании раствора 1 и раствора 2 выделяется бесцветный газ.

Определите pH раствора 1, округлите до сотых.

Ответ: 3.00 - 3.22

Решение:

Запишем уравнение диссоциации серной кислоты:



Согласно уравнению из 1 моль кислоты, получается 2 моль ионов  $H^+$ .

pH раствора определяется как  $-\lg C_{H^+}$ . Тогда:

$$\begin{aligned} pH &= -\lg C_{H^+} = -\lg \lg \left( \frac{n_{H^+}}{V_1} \right) = -\lg \lg \left( \frac{2 \cdot C_{\text{исх. к.}} \cdot V_{\text{исх.}}}{V_1} \right) = -\lg \lg \left( \frac{C_{\text{исх. к.}} \cdot V_{\text{исх.}}}{V_{H_2O} + V_{\text{исх.}}} \right) = \\ &= -\lg \lg \left( \frac{2 \cdot 0.1 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3} + 0.5 \cdot 10^{-3}} \right) = 3.08 \end{aligned}$$

Определите объём выделившегося газа. Ответ выразите в мл, округлите до сотых.

Ответ: 2.24 - 2.30

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем количество вещества кислоты:

$$n_{H_2SO_4} = C_{H_2SO_4} \cdot V_{\text{исх.}} = 0.1 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} = 0.00005 \text{ моль,}$$

$$n_{NaHCO_3} = 0.03 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль кислоты приходится 2 моль гидрокарбоната натрия, следовательно соль находится в избытке и дальнейший расчет следует вести по кислоте.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

---

На 1 моль кислоты приходится 2 моль углекислого газа. Тогда:

$$V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot V_m = 2 \cdot n_{H_2SO_4} \cdot V_m = 2 \cdot 0.00005 \cdot 22.4 = 2.24 \text{ мл}$$

Определите молярную концентрацию ионов натрия в растворе 3. Ответ выразите в моль/л, округлите до сотых.

Ответ: 0.17 - 0.18

Решение:

Рассчитаем количество вещества гидрокарбоната натрия, который остался в растворе:

$$\begin{aligned} n_{\text{ост}} &= n_{NaHCO_3} - n_{\text{прореаг}} = n_{NaHCO_3} - 2 \cdot n_{H_2SO_4} = \\ &= 0.03 - 2 \cdot 0.00005 = 0.0299 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Запишем уравнение диссоциации гидрокарбоната натрия:



Согласно уравнению на 1 моль гидрокарбоната натрия приходится 1 моль ионов натрия. Тогда:

$$C_{Na^+} = \frac{n_{Na^+}}{V_3} = \frac{n_{\text{ост}}}{V_3} = \frac{0.0299}{50 \cdot 10^{-3} + 120 \cdot 10^{-3} + 0.5 \cdot 10^{-3}} = 0.18 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$

### Задача 5.2

При приготовлении раствора 1 использовали 1,5 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,15 моль/л и 190 мл дистиллированной воды. Раствор 2 содержит 0,05 моль гидрокарбоната калия, объем раствора 2 составляет 80 мл. При сливании раствора 1 и раствора 2 выделяется бесцветный газ.

Определите pH раствора 1, округлите до сотых.

Ответ: 2.63 - 3.22

Решение:

Запишем уравнение диссоциации серной кислоты:



Согласно уравнению из 1 моль кислоты, получается 2 моль ионов  $H^+$ .

pH раствора определяется как  $-\lg C_{H^+}$ . Тогда:

$$\begin{aligned} pH &= -\lg C_{H^+} = -\lg \lg \left( \frac{n_{H^+}}{V_1} \right) = -\lg \lg \left( \frac{2 \cdot C_{\text{исх. к.}} \cdot V_{\text{исх.}}}{V_1} \right) = -\lg \lg \left( \frac{C_{\text{исх. к.}} \cdot V_{\text{исх.}}}{V_{H_2O} + V_{\text{исх.}}} \right) = \\ &= -\lg \lg \left( \frac{2 \cdot 0.15 \cdot 1.5 \cdot 10^{-3}}{190 \cdot 10^{-3} + 1.5 \cdot 10^{-3}} \right) = 2.63 \end{aligned}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

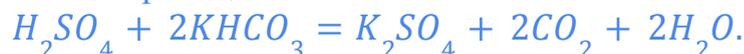
---

Определите объём выделившегося газа. Ответ выразите в мл, округлите до сотых.

Ответ: 9.58 - 10.58

Решение:

Запишем уравнение реакции:



Рассчитаем количество вещества кислоты:

$$n_{H_2SO_4} = C_{H_2SO_4} \cdot V_{исх} = 0.15 \cdot 1.5 \cdot 10^{-3} = 0.00023 \text{ моль},$$

$$n_{KHSO_3} = 0.05 \text{ моль}.$$

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль кислоты приходится 2 моль гидрокарбоната калия, следовательно соль находится в избытке и дальнейший расчет следует вести по кислоте.

На 1 моль кислоты приходится 2 моль углекислого газа. Тогда:

$$V_{CO_2} = n_{CO_2} \cdot V_m = 2 \cdot n_{H_2SO_4} \cdot V_m = 2 \cdot 0.00023 \cdot 22.4 = 10.30 \text{ мл}$$

Определите молярную концентрацию ионов калия в растворе 3. Ответ выразите в моль/л, округлите до сотых.

Ответ: 0.18 - 0.19

Рассчитаем количество вещества гидрокарбоната калия, который остался в растворе:

$$\begin{aligned} n_{ост} &= n_{KHSO_3} - n_{прореаг} = n_{KHSO_3} - 2 \cdot n_{H_2SO_4} = \\ &= 0.05 - 2 \cdot 0.00023 = 0.0495 \text{ моль}. \end{aligned}$$

Запишем уравнение диссоциации гидрокарбоната натрия:



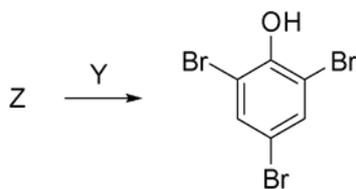
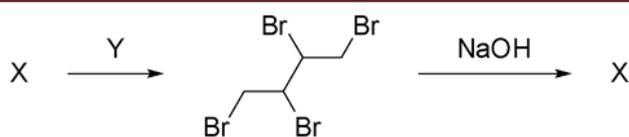
Согласно уравнению на 1 моль гидрокарбоната натрия приходится 1 моль ионов натрия. Тогда:

$$C_{K^+} = \frac{n_{K^+}}{V_3} = \frac{n_{ост}}{V_3} = \frac{0.0495}{80 \cdot 10^{-3} + 190 \cdot 10^{-3} + 1.5 \cdot 10^{-3}} = 0.18 \frac{\text{моль}}{\text{л}}.$$

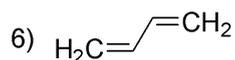
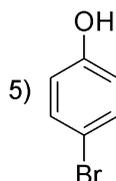
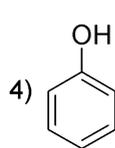
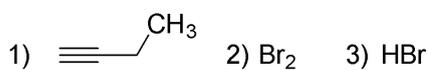
Задача 6.1



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**



Определите, какими соединениями из представленных являются X, Y и Z.



Ответ: 624

Решение:

