

## Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии

для 10 класса

2024/25 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

### Задание № 1

---

#### Условие:

Известно, что бромирование алканов, в отличие от хлорирования, происходит медленнее и селективнее. При радикальном бромировании углеводорода состава  $C_6H_{14}$  образуется третичное монобромпроизводное, а при хлорировании — два различных монохлорпроизводных. Сколько третичных, вторичных и первичных углеродных атомов содержится в молекуле исходного алкана?

#### Ответ:

Третичных: 2

Вторичных: 0

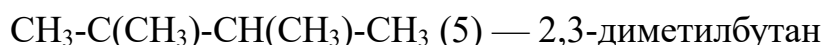
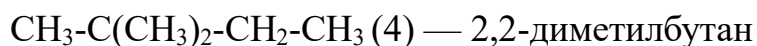
Первичных: 4

Максимальный балл за задание — 4

#### Решение.

Углеводород  $C_6H_{14}$  ( $C_nH_{2n+2}$ ) относится к предельным углеводородам, алканам.

Он имеет 5 структурных изомеров:



В молекулах 1-го и 4-го изомеров нет третичного углеродного атома, они не соответствуют условию задачи.

Условию задачи не соответствуют и изомерные структуры 2-4, поскольку при радикальном неселективном хлорировании образуется более двух различных монохлорпроизводных.

Таким образом, условию соответствует 2,2-диметилбутан, в молекуле которого два эквивалентных третичных углеродных атомов и 4 эквивалентных первичных атомов углерода.

## Задание № 2.1

---

### Условие:

Крокодил Гена в свободное от работы в зоопарке время занимался выращиванием необычных цветов. Он прочитал в одной книге, что садовые незабудки можно окрасить в розовый цвет, если подкислить почву, на которой они растут. Какие вещества могли бы помочь Гене осуществить свою мечту и получить розовые незабудки? Цветы при этом не должны погибнуть...



### Ответ:

- Гидрокарбонат калия
- Плавиковая кислота
- Гидросульфит натрия
- Дигидроортофосфат натрия
- Гидроортофосфат калия
- Хлорид аммония
- Иодид калия

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

### Условие:

Гена перестарался: выбрал неудачное вещество, и цветы погибли. Какое из перечисленных веществ выбрал Гена?

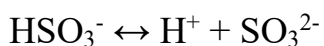
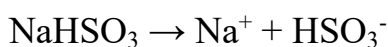
**Ответ:**

- Гидрокарбонат калия
- Плавиковую кислоту
- Уксусную кислоту
- Дигидроортофосфат натрия
- Гидроортофосфат калия
- Хлорид аммония
- Иодид калия

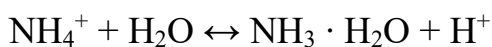
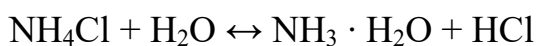
**Точное совпадение ответа — 1 балл****Максимальный балл за задание — 4***Решение.*

Кислую среду можно получить, внося в почву кислоту, кислотный оксид, реагирующий с водой с образованием кислоты, кислую соль или гидролизующуюся соль, образованную слабым основанием и сильной кислотой. В первых двух случаях среда будет слишком кислая — цветы погибнут. Следовательно, для выращивания розовых незабудок требуется добавить в почву соль, при гидролизе или при диссоциации кислотного остатка, которой возникает кислая среда. Из приведённых веществ данному условию отвечают:

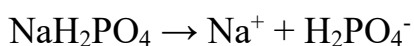
Гидросульфит натрия:

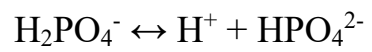


Хлорид аммония:



Дигидроортофосфат натрия:





При внесении в почву плавиковой кислоты реакция среды станет слишком кислой и растения погибнут. К тому же, фторид-ион токсичен для многих живых организмов.

## Задание № 2.2

---

### Условие:

Прослышала старуха Шапокляк, что Крокодил Гена у себя на садовом участке сумел вырастить необычные розовые незабудки. Решила она, что нечего Гене своим достижением гордиться, пусть незабудки снова станут обычными голубыми. Полистав нужные книги, Шапокляк узнала, что для этого достаточно подщелочить почву, на которой растут цветы. Какие вещества могли бы помочь Шапокляк осуществить своё желание и вернуть незабудкам голубой цвет? Цветы при этом не должны погибнуть...



### Ответ:

- Гидрокарбонат калия
- Гидроксид бария
- Карбонат кальция
- Дигидрофосфат натрия
- Гидрофосфат калия
- Сульфат аммония
- Бромид натрия

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**За каждую ошибку снимается 1 балл**

### Условие:

Шапокляк перестаралась: выбрала неудачное вещество, и цветы погибли. Какое из перечисленных веществ выбрала старуха Шапокляк?

**Ответ:**

- Сульфит калия
- Гидроксид бария
- Карбонат кальция
- Дигидроортофосфат натрия
- Гидроортофосфат калия
- Сульфат аммония
- Бромид натрия

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

**Максимальный балл за задание — 4**

*Решение по аналогии с заданием 2.1*

### Задание № 3

---

#### Условие:

К бесцветной жидкости А добавили бурюю жидкость Б. К полученному бесцветному раствору добавили бесцветную жидкость В, при этом пробирка с раствором разогрелась, раствор вновь приобрёл бурюю окраску и выпало небольшое количество серо-фиолетовых кристаллов. Определите зашифрованные вещества...

#### Ответ:

А:

- Водный раствор хлорида натрия
- Водный раствор хлорида железа (III)
- Водный раствор иодида калия
- Водный раствор гидроксида калия
- Бромная вода
- Раствор иода в водном растворе иодида калия
- Концентрированная серная кислота

Б:

- Водный раствор хлорида натрия
- Водный раствор хлорида железа (III)
- Водный раствор иодида калия
- Водный раствор гидроксида калия
- Бромная вода
- Раствор иода в водном растворе иодида калия
- Концентрированная серная кислота

В:

- Водный раствор хлорида натрия
- Водный раствор хлорида железа (III)



- Водный раствор иодида калия
- Водный раствор гидроксида калия
- Бромная вода
- Раствор иода в водном растворе иодида калия
- ✓ Концентрированная серная кислота

**За каждый верный ответ — 1 балл**

**Условие:**

Составьте уравнение реакции, протекающей при добавлении жидкости Б к жидкости А. В ответ запишите сумму наименьших целых коэффициентов в левой части уравнения.

**Ответ: 9**

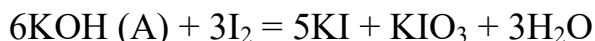
**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 5**

*Решение.*

Образование серо-фиолетовых кристаллов однозначно указывает на иод. Следовательно, бурая жидкость Б — это раствор иода в водном растворе иодида калия (иодид калия существенно повышает растворимость иода в воде благодаря протеканию реакции  $KI + I_2 = KI_3$ ).

Раствор иода будет обесцвечиваться при добавлении к водному раствору щёлочи (реакция диспропорционирования):

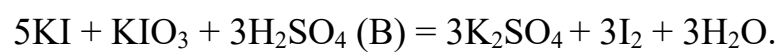


или



Сумма коэффициентов в левой части уравнения в обоих случаях равна 9.

Снова получить иод можно, добавляя кислоту к полученному в предыдущей реакции смеси:



## Задание № 4

---

### Условие:

Для определения состава кристаллогидрата некоторой соли меди навеску соли массой 1.00 г прокалили при 300 °С. Масса оставшегося после прокаливания чёрного порошка составила 0.33 г. Полученный порошок растворили в соляной кислоте при нагревании и обработали избытком иодида калия. При этом образовалось 0.52 г иода. Определите формулу кристаллогидрата.

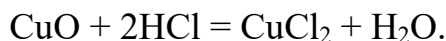
**Ответ:**  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

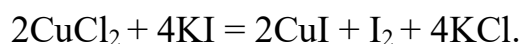
**Максимальный балл за задание — 3**

*Решение.*

Чёрный порошок, растворимый в соляной кислоте, по всей видимости, является оксидом меди (II):



Хлорид меди будет окислять иодид калия до иода:



Проверим это предположение.

Количество вещества  $\text{CuO}$  составляет:

$$n_1 = 0.33 \div 80 = 0.004 \text{ моль}.$$

Количество вещества иода составляет:

$$n_2 = 0.54 \div 254 = 0.002 \text{ моль}.$$

Таким образом, количество вещества оксида меди в два раза больше количества вещества иода, что соответствует ожидаемому соотношению.

Соль меди, при термическом разложении которой образуется оксид, — это нитрат. Следовательно, в задаче речь идёт о некотором кристаллогидрате  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ :



Определим количество кристаллизационной воды. Молярная масса кристаллогидрата составляет:

$$M = 1 \cdot 80 \div 0.33 = 242 \text{ г/моль}.$$

После вычитания молярной массы безводной соли остаётся 54 г/моль, что соответствует трём молекулам воды. Искомая соль —  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

## Задание № 5

---

### Условие:

Плотность паров углеводорода при температуре 20 °С и давлении 1 атм составляет 2.33 г/л. Какие углеводороды могут соответствовать этому описанию?

### Ответ:

- Бутан
- Бутен
- Бутин
- Пентан
- Метилциклопропан
- 2-метилбутан
- Циклобутен

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**За каждую ошибку снимается 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 5**

*Решение.*

По уравнению Менделеева-Клапейрона рассчитаем молярную массу углеводорода:

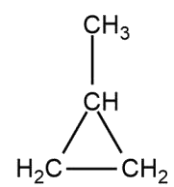
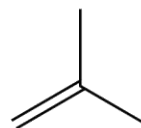
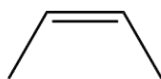
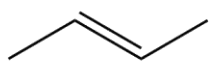
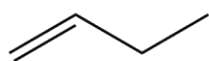
$$p \cdot V = (m \div M) \cdot R \cdot T, \text{ откуда } M = m \cdot R \cdot T \div (p \cdot V) = \rho RT \div p.$$

Учтём, что  $p = 1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$ ,  $V = 1 \text{ л} = 0.001 \text{ м}^3$ ,  $m = 2.33 \text{ г}$ ,  $T = 293 \text{ К}$ , а универсальная газовая постоянная  $R = 8.31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ .

$$M = 2.33 \cdot 8.31 \cdot 293 \div (101325 \cdot 0.001) = 56 \text{ г/моль}.$$

Единственная подходящая брутто-формула углеводорода —  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

Из перечисленных в списке углеводородов такую формулу имеет бутен (представлены изомеры бутена) и метилциклопропан:



## Задание № 6

---

### Условие:

Дмитрий Иванович Менделеев не только открыл Периодический закон и создал Периодическую систему, но, основываясь на выявленных закономерностях, предсказал свойства новых, ещё не открытых элементов. Также он исправил неверные представления о некоторых уже известных элементах. Один из них, элемент X, исходя из существующих на тот момент характеристик, следовало поместить между углеродом и азотом, в то время как по своим свойствам он скорее напоминал очень дорогой в то время алюминий. Однако, в отличие от оксида алюминия, оксид элемента X растворялся в карбонате аммония, а сульфат элемента X при добавлении к раствору сульфата калия не образовывал квасцов. Запишите химический символ элемента X.

**Ответ:** Be

**Точное совпадение ответа — 5 баллов**

**Максимальный балл за задание — 5**

*Решение.*

Как известно, схожими свойствами обладают обычно либо элементы, расположенные либо в одной группе периодической системы (вертикальное сходство), либо на диагонали (диагональное сходство). Если рассматривать вертикальное сходство, то речь могла бы идти о галлии — однако он относится к числу тех элементов, для которых Д.И. Менделеев предсказал свойства, кроме того, как и другие трёхвалентные элементы образует квасцы ( $\text{Ga}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} = 2\text{KGa}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). Следовательно, речь идёт о диагональном сходстве, а искомым элементом является бериллий, Be (в XIX веке этот элемент имел название глиций (или глюциний) — «сладкий» — благодаря сладкому вкусу растворов его солей).

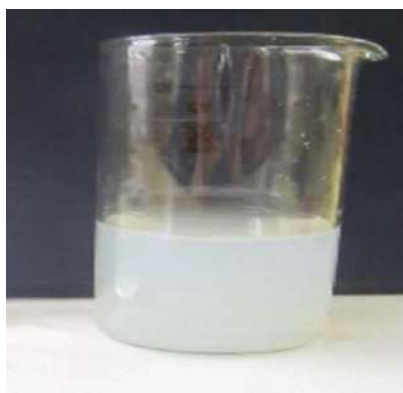
## Задание № 7

---

### Общее условие:

На каникулах в деревне Витя забрался в сарай, где хранились инструменты, удобрения для сада и другие необходимые сельскому жителю вещи. Его внимание привлекли две банки с надписью: «Для приготовления бордосской зелени». В одной из банок находились красивые сине-голубые кристаллы. Витя поинтересовался у своего дедушки-химика, что это за кристаллы, и тот ответил, что внук легко сможет определить состав самостоятельно, используя подручные средства. Мальчик отсыпал немного кристаллов в банку, растворил их в воде и решил проделать ряд экспериментов под присмотром дедушки.

Витя решил посмотреть, что получится при сливании полученного раствора из сине-голубых кристаллов с водным раствором кальциевой селитры (она же норвежская селитра), обнаруженной в том же сарае. Образовалась муть, которая при отстаивании разделилась на белый осадок и голубой раствор.



Взяв в том же сарае порошок с надписью «стиральная сода», Витя добавил его к раствору неизвестного вещества. Выпал сине-зелёный осадок и выделился газ.





К третьей порции раствора Витя прибавил найденный в бабушкиной аптечке нашатырный спирт. Получился ярко-синий раствор.



**Условие:**

Определите формулу вещества, из которого состоят найденные Витей кристаллы.

**Ответ:**  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**Точное совпадение ответа — 3 балла**

**Условие:**

Составьте уравнение реакции взаимодействия найденного вещества с раствором стиральной соды. Используйте формулы безводных веществ. В ответ запишите сумму наименьших целочисленных коэффициентов этой реакции.

**Ответ:** 9

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

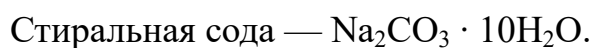
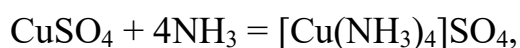
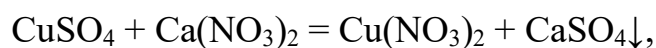
**Максимальный балл за задание — 5**

*Решение.*

Образование синего раствора при взаимодействии с нашатырным спиртом (10 % раствор аммиака в воде) указывает на присутствие в исходной соли

ионов меди (2+). Ионы кальция образуют нерастворимые соединения с карбонатом, сульфитом, фосфатом, фторидом и малорастворимое — с сульфат-ионом. Средние карбонат и сульфит меди не существуют, основные — нерастворим в воде, а также фосфат и гидрофосфат нерастворимы в воде. Фторид меди в воде растворим очень слабо. Таким образом, эти соли не удовлетворяют условию задачи. Сульфат кальция — малорастворимое вещество, образует муть. По-видимому, речь идёт именно о нём. Тогда соль, используемая для приготовления бордосской зелени —  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (безводный сульфат меди бесцветен).

Описанные в задании реакции:



Реакция:



Сумма коэффициентов 9.

## Задание № 8

---

### Общее условие:

Вещество X встречается в природе в виде бесцветных кристаллов двухводного кристаллогидрата. Эти кристаллы обладают следующими свойствами:

- не растворяются в минеральных кислотах и в растворах щелочей;
- при внесении в пламя газовой горелки окрашивают его в кирпично-красный цвет;
- при прокаливании вещества X с избытком древесного угля образуется растворимое в воде вещество Y, при действии на которое соляной кислоты выделяется газ, вызывающий потемнение бумажки, смоченной раствором нитрата свинца.

### Условие:

Определите химическую формулу вещества X (безводной соли).

**Ответ:**  $\text{CaSO}_4$

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Запишите название природного минерала, образуемого дигидратом этого вещества.

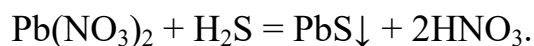
**Ответ:** Гипс или селенит

**Точное совпадение ответа — 1 балл**

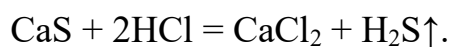
**Максимальный балл за задание — 3**

*Решение.*

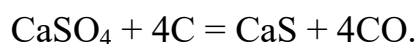
Кирпично-красный цвет пламени указывает на присутствие ионов кальция. Потемнение бумажки, смоченной раствором нитрата свинца — качественная реакция на сероводород:



Следовательно, при восстановлении соли кальция древесным углём образуется сульфид кальция, который в свою очередь при действии соляной кислоты образует сероводород:



Такой солью кальция может быть либо сульфат, либо сульфит. Последний растворяется в кислотах, следовательно, искомое вещество — сульфат кальция:



Дигидрат сульфата кальция встречается в природе в виде гипса.

## Задание № 9

---

### Условие:

Расположите водные растворы приведённых веществ в порядке увеличения электропроводности. Концентрация всех растворов составляет 1 моль/л.

### Ответ:

- ✓ Сахар
- ✓ Уксусная кислота
- ✓ Хлорид натрия
- ✓ Серная кислота

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 4**

### *Решение.*

Электропроводность — это способность тела пропускать через себя электрический ток, а электрический ток — это однонаправленный перенос заряженных частиц. В водных растворах некоторые вещества, которые называют электролитами, распадаются на заряженные частицы — ионы, и чем больше в растворе ионов, и чем больше заряд у ионов, тем большая электропроводность у раствора.

Из представленных веществ только сахар НЕ является электролитом. Следовательно, в ответе ряд начинается с сахара. Из трёх оставшихся веществ все три при растворении в воде распадаются на ионы, т.е. являются электролитами. Однако только уксусная кислота является слабым электролитом (не все молекулы растворённой кислоты ионизируются), а хлорид натрия и серная кислота — сильные электролиты. Следовательно, в ответе за сахаром следует уксусная кислота.

Из двух оставшихся сильных электролитов — хлорида натрия и серной кислоты — наибольшая электропроводность будет у серной кислоты, так как одна

формульная единица хлорида натрия диссоциирует на два однозарядных иона, а молекула серной кислоты распадается на три иона (два однозарядных и один двухзарядный).

## Задание № 10

---

### Условие:

При нагревании 200 г 10 %-го водного раствора гидрокарбоната кальция выделилось 5.0 г осадка. Определите массовую долю воды в полученном растворе. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых. Считайте, что испарение воды из раствора не происходило.

**Ответ:** 93.8

**Точное совпадение ответа — 4 балла**

**Максимальный балл за задание — 4**

### *Решение.*

При нагревании гидрокарбоната кальция будет происходить его разложения до карбоната кальция, воды и углекислого газа согласно уравнению:



Рассмотрим, из чего складывается масса исходного раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) + m(\text{H}_2\text{O}),$$

$$m(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 20.0 \text{ г},$$

$$n(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = 0.1234 \text{ моль},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 180 \text{ г}.$$

При нагревании из раствора выделилось 5.0 г карбоната кальция (0.05 моль) и 2.2 г углекислого газа. Тогда масса раствора после нагревания составит  $200 - 5 - 2.2 = 192.8$  г. Масса гидрокарбоната в конечном растворе составит  $(0.1234 - 0.05) \cdot 162 = 11.89$  г, и его массовая доля будет равна  $11.89 \div 192.8 = 0.0616$ , а массовая доля воды тогда составит  $100 \% - 6.16 \% = 93.8 \%$ .

## Задание № 11

### Условие:

В химической технологии для повышения выхода продукта часто требуется сместить равновесие химической реакции в сторону прямой реакции. Для приведённых промышленно важных процессов установите соответствие между химическими реакциями и всеми возможными типами внешних воздействий, приводящими к смещению равновесия в сторону продуктов реакции (в сторону прямой реакции).

*В этом задании используются не все варианты ответа из правого столбца. Неиспользованные варианты приведены в последней ячейке таблицы.*

### Ответ:

Взаимодействие сернистого газа с кислородом (экзотермический процесс)	<input checked="" type="checkbox"/> Понижение температуры <input checked="" type="checkbox"/> Повышение давления
Взаимодействие азота с водородом (экзотермический процесс)	<input checked="" type="checkbox"/> Понижение температуры <input checked="" type="checkbox"/> Повышение давления
Реакция паровой конверсии метана — взаимодействие метана с водяным паром (эндотермический процесс)	<input checked="" type="checkbox"/> Повышение температуры <input checked="" type="checkbox"/> Понижение давления
Пиролиз этана с образованием этилена (эндотермический процесс)	<input checked="" type="checkbox"/> Повышение температуры <input checked="" type="checkbox"/> Понижение давления
	<input type="checkbox"/> Введение катализатора

**За каждую верную пару — 0.5 балла**

**Максимальный балл за задание — 4**

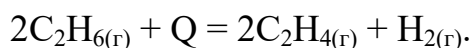
*Решение.*

Принцип Ле Шателье позволяет установить влияние внешних воздействий (изменение температуры, давления, концентрации реагирующих веществ)



на направление смещения химического равновесия (в сторону продуктов либо исходных реагентов прямой реакции).

Выберем первую реакцию — пиролиз этана с образованием этилена. Уравняем химическую реакцию и запишем термохимическое уравнение (Q — положительное число):



Увеличение температуры смещает эндотермическую реакцию (идущую с поглощением некоторого количества теплоты Q) к продуктам прямой реакции.

Для определения влияния давления вычислим разность между суммой коэффициентов при продуктах и суммой коэффициентов при реагентах:  $\Delta\nu = (2 + 1) - 2 = 1 > 0$ . Эта разность положительна, в ходе реакции суммарное количество газообразных веществ увеличивается, следовательно уменьшение общего давления будет смещать реакцию в сторону продуктов.

Введение катализатора никак не влияет на смещение положения равновесия, однако влияет на скорость прямого и обратного процессов, т.е. на скорость достижения равновесия. Однако в задаче спрашивают о смещении положения равновесия, а не о скорости достижения равновесия.

Аналогичный анализ проведём и для других процессов.

## Задание № 12

---

### Условие:

Элементный анализ галогенпроизводного некоторого углеводорода показал, что оно содержит 17.85 % углерода, 3.00 % водорода по массе. Какой галоген входит в состав этого производного?

### Ответ:

- Фтор
- Хлор
- Бром
- Иод

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

### Условие:

Сколько существует структурных изомеров этого галогенпроизводного?

### Ответ:

- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

**Точное совпадение ответа — 2 балла**

**Максимальный балл за задание — 4**

*Решение.*

На галоген в галогенпроизводном приходится:  $100 - 17.85 - 3.00 = 79.15 \%$ .

Тогда должно выполняться соотношение:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Hal}) = \frac{17.85}{12.01} : \frac{3}{1.01} : \frac{79.15}{M(\text{Hal})}$   
 $\approx 1.5 : 3 : \frac{79.15}{M(\text{Hal})}$ , где  $M(\text{Hal})$  — молярная масса галогена.

Помножая на 2, получаем:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Hal}) = 3 : 6 : \frac{158.3}{M(\text{Hal})}$ , то есть формула галогенпроизводного  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Hal}_x$ . Как видно, это производное алкана, тогда  $x = 2$ .

$\frac{158.3}{M(\text{Hal})} = 2$ ,  $M(\text{Hal}) = 79.15$  г/моль, что наиболее близко бром.

Для соединения  $\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$  возможны 4 изомера:

