

**Критерии и методика оценивания
выполненных олимпиадных заданий**

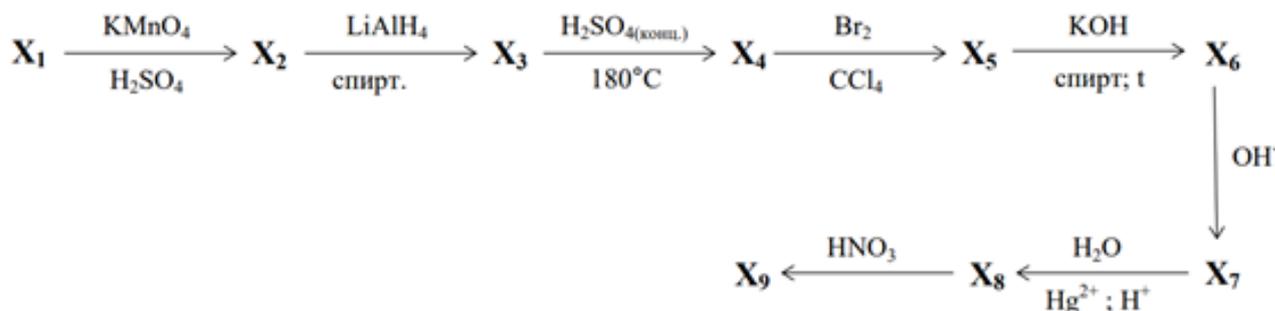
11 класс

Максимальный балл 58

Задача 1

Условие задачи

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



Установите молекулярную и структурную формулу X_1 . При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ и их названия согласно международной номенклатуре IUPAC. Для последней реакции напишите схему.

Проклассифицируйте химические реакции по структурному признаку.

Учтите следующее:

1. Вещество X_1 – неразветвленный алкин симметричного строения ($\omega(\text{C}) = 87,3\%$).
2. Парно гомологами являются X_1 и X_7 , а также X_2 и X_9 .
3. В последней реакции образуется только один органический продукт.
4. Вещество X_6 взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра(I) с образованием осадка.
5. Вещество X_7 с аммиачным раствором оксида серебра(I) не взаимодействует.

Решение.

1) Установим молекулярную и структурную формулу X_1

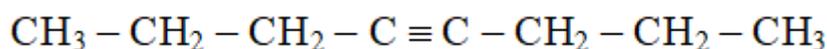
Пусть $m(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}) = 100$ г, тогда $m(\text{C}) = 87,3$ г, $m(\text{H}) = 12,7$ г.

$n = m / M$, $n(\text{C}) = 87,3 : 12 = 7,275$ (моль), $n(\text{H}) = 12,7 : 1 = 12,7$ (моль)

$n(\text{C}) : n(\text{H}) = 7,275 : 12,7 = 1 : 1,75$

$\text{C}_n\text{H}_{1,75}$ – простейшая формула

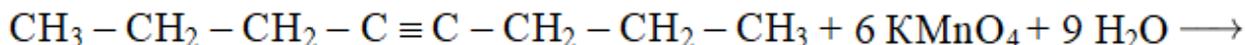
Число атомов должно быть целым числом C_8H_{14} , т.к. это неразветвленный алкин симметричного строения, то структурная формула



октин-4

2) Уравнения реакций:

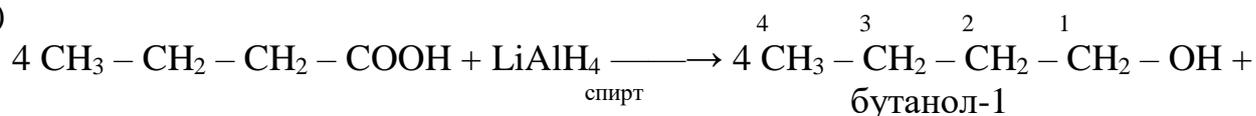
1)



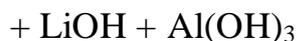
бутановая кислота

- реакция окисления

2)

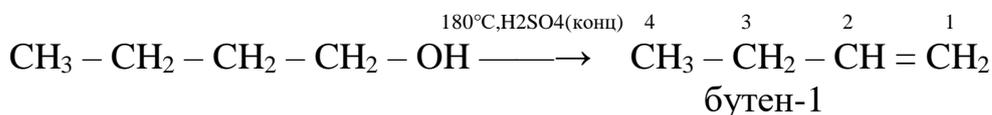


бутанол-1



- реакция восстановления

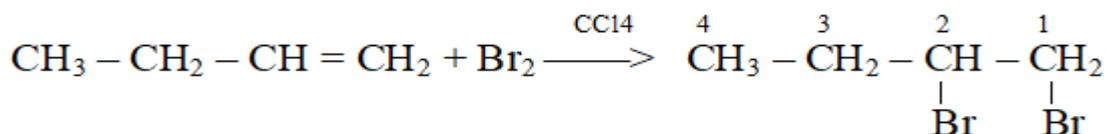
3)



бутен-1

- реакция отщепления (дегидротации)

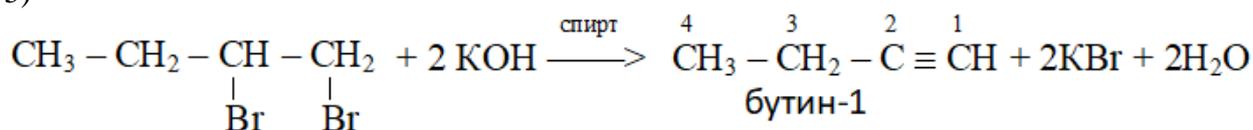
4)



1,2-дибромбутан

- реакция присоединения (бромирования)

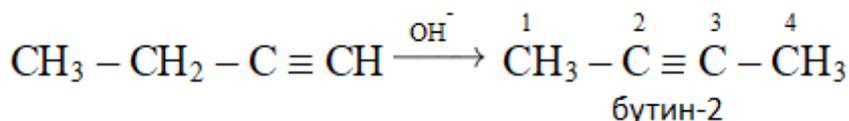
5)



бутин-1

- реакция отщепления (дегидрогалогенирования)

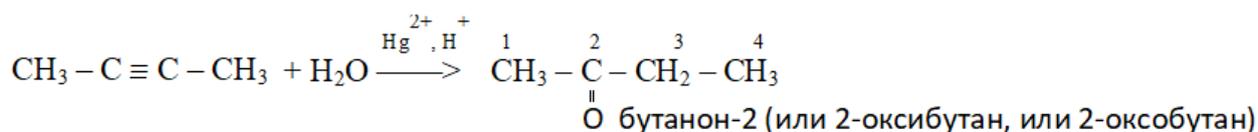
6)



бутин-2

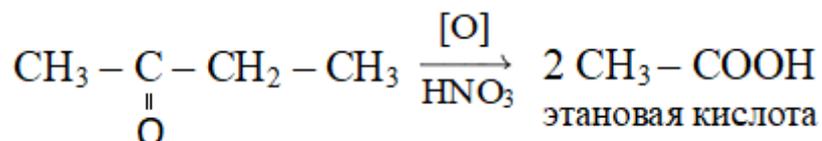
- реакция изомеризации

7)



- реакция присоединения (гидротации)

8)



- реакция окисления

Система оценивания

Установим молекулярную и структурную формулу X ₁ – 6 баллов	6 баллов
Уравнения реакций – 8 уравнений по 2 балла	24 баллов
Название химической реакции – по 1 баллу	
ИТОГО	30 баллов

Задача 2

Условие задачи

В молекуле некоторого углеводорода находится 30 электронов. Мольная доля водорода в нем 60%. Определите молекулярную формулу углеводорода. Составьте его структурную формулу, если известно, что он вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра. Назовите этот углеводород по номенклатуре IUPAC. Напишите уравнение реакции данного углеводорода с аммиачным раствором оксида серебра, с использованием структурных формул органических веществ.

Решение

1. Установление молекулярной формулы органического вещества.

Т.к. углеводород вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра, то это алкин

$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ – общая формула алкинов

$$\chi(\text{H}) = n(\text{H}) / (n(\text{C}) + n(\text{H}))$$

$$\chi(\text{H}) = (2n - 2) / (n + 2n - 2) = 0,6$$

$$2n - 2 = 0,6 \cdot (n + 2n - 2)$$

$$2n - 2 = 1,8n - 1,2$$

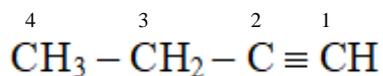
$$0,2n = 0,8$$

$$n = 4$$

C_4H_6 – молекулярная формула алкина.

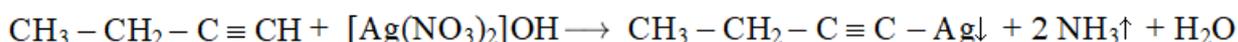
Проведем проверку: 4 атома С содержат $4 \cdot 6 = 24$ электрона и 6 атомов водорода - 6 электронов. В сумме 30 электронов.

2) Структурная формула:



бутин - 1

3) Уравнение реакции взаимодействия бутин-1 с аммиачным раствором оксида серебра



Система оценивания

1. Установление молекулярной формулы органического вещества - 4 балла	4 балла
2. Структурная формула и название углеводорода - по 1 баллу	2 балла
3. Уравнение реакции – 2 балла	2 балла
ИТОГО	8 баллов

Задача 3

Условие задачи

В смеси сульфида и сульфита некоторого двухвалентного металла массовые доли серы и кислорода одинаковые и составляют каждая по 26,67 %. Определите, что это за металл.

Решение

Дана смесь $\text{MeS} + \text{MeSO}_3$

$$w(\text{Me}) = 100 - w(\text{S}) - w(\text{O}) = 100 - 26,68 - 26,68 = 53,36\% \text{ или } 0,5336$$

$$w(\text{Me}) = 2 \cdot M(\text{Me}) / (M(\text{MeS}) + M(\text{MeSO}_3)) = 2 \cdot M(\text{Me}) / (2 \cdot M(\text{Me}) + 2 \cdot M(\text{S}) + 3 \cdot M(\text{O}))$$

$$2 \cdot M(\text{Me}) / (2 \cdot M(\text{Me}) + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 16) = 0,5336$$

$$2 \cdot M(\text{Me}) / (2 \cdot M(\text{Me}) + 112) = 0,5336$$

$$2 \cdot M(\text{Me}) = (2 \cdot M(\text{Me}) + 112) \cdot 0,5336$$

$$2 \cdot M(\text{Me}) = 1,0672 \cdot M(\text{Me}) + 59,7632$$

$$0,9328 \cdot M(\text{Me}) = 59,7632$$

$$M(\text{Me}) = 64 \text{ это медь Cu}$$

Система оценивания

1. Расчет молярной массы металла – 3 балла	3 балла
2. Установление металла – 1 балл	1 балл
ИТОГО	4 балла

Задача 4

Условие задачи

В одной из кислот фосфора массовая доля фосфора составляет 34,83%, а водорода 2,25%. Определите молекулярную и структурную формулу кислоты, дайте ей название. Чему равна основность этой кислоты?

Решение:

Пусть $m(\text{кислоты}) = 100$ г, тогда $m(\text{P}) = 34,83$ г, $m(\text{H}) = 2,25$ г,

$m(\text{O}) = 100 - 34,83 - 2,25 = 62,92$ г.

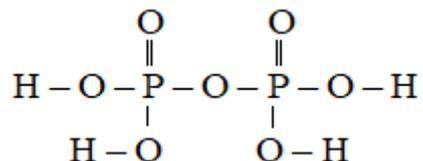
$n = m / M$, $n(\text{P}) = 34,83 : 31 = 1,12$ (моль), $n(\text{H}) = 2,25 : 1 = 2,25$ (моль),

$n(\text{O}) = 62,92 : 16 = 3,93$ (моль)

$n(\text{H}) : n(\text{P}) : n(\text{O}) = 2,25 : 1,12 : 3,93 = 2 : 1 : 3,5 = 4 : 2 : 7$

$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – молекулярная формула

Структурная формула



Основность кислоты равна 4. Название кислоты – дифосфорная кислота.

Система оценивания

Определение молекулярной формулы кислоты – 2 балла	2 балла
Структурная формула, основность кислоты, название кислоты – по 1 баллу	3 балла
ИТОГО	5 баллов

Задача 5

Условие задачи

В лаборатории простое газообразное вещество **A** можно получить электролизом при 70-100°C в приборе, изображенном на рисунке. Электролит готовят следующим образом. Среднюю калиевую соль **D** насыщают сухим веществом **C**. Сначала соль **D** превращается в кислую соль. Затем, когда мольное отношение **D** : **C** становится равным 1 : 3, смесь становится жидкой, что позволяет её использовать в качестве электролита. По мере его убывания, в прибор пропускают вещество **C**. В процессе электролиза помимо газа **A**, также выделяется газ **B**.

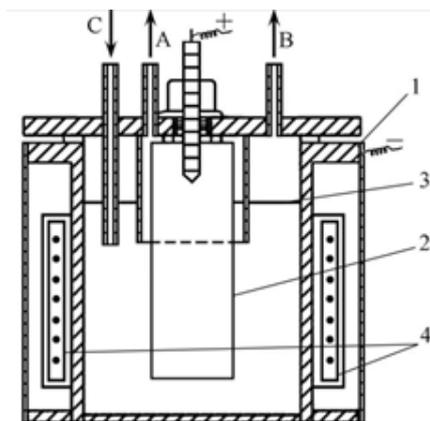


Рисунок. Прибор для получения газа А: 1 — стальной корпус, является катодом; 2 — никелевый анод; 3 — уровень электролита; 4 — нагревательные элементы.

Через прибор пропускали электрический ток силой 10 А в течение 10 часов. В результате получили 49,7 г газа А, что составляет 70% от теоретически возможного выхода по току (постоянная Фарадея $F = 96500$ Кл/моль). Установите состав веществ А – Д. Запишите уравнения химических реакций, о которых идет речь в задаче.

Решение:

1) Формулу газа А найдем по закону Фарадея:

$$n(e) = I \cdot t / F = 10 \cdot 10 \cdot 3600 / 96500 = 3,73 \text{ (моль)},$$

т.к. выход по току составляет 70% от теоретически возможного, то в образовании газа А участвовало $n(e) = 3,73 \cdot 0,7 = 2,61$ (моль).

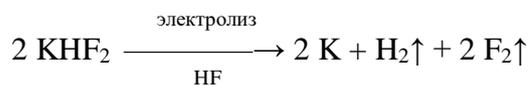
На 1 моль электронов приходится $m(A) / n(e) = 49,7 / 2,61 = 19$ (г) вещества А,

это соответствует 1/2 моль F_2 : $2F^- - 2e \rightarrow F_2^0$.

2) Остальные вещества очевидны: средняя калиевая соль Д – KF,

сухое вещество С – кислота HF,

при электролизе которой выделяется газ В – H_2 .



Система оценивания

1.	Установление формулы газа А – 4 балла	4 балла
2.	Установление формул веществ В, С, Д – по 1 баллу	3 балла
3.	Уравнения реакций – 2 реакции по 2 балла.	4 балла
ИТОГО		11 баллов