

РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 10 класса

2025-2026 уч.год

Решение задачи 10.1:

Запишем уравнения протекающих реакций в зашифрованном виде:

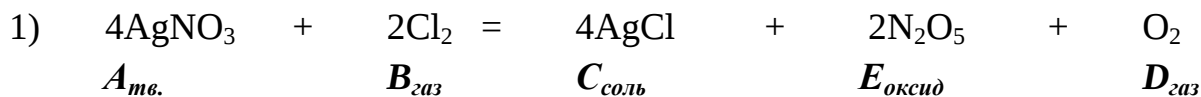
- | | |
|---|---|
| 1) $A_{тв.} + B_{газ} = C_{соль} + D_{газ} + E_{оксид}$
H_2O | 8) $Me + F_{кислота} = A_{тв.} + G_{газ} +$ |
| 2) $E_{оксид} + H_2O = F_{кислота}$ | 9) $D_{газ} + G_{газ} + H_2O = F_{кислота}$ |
| 3) $F_{кислота} \xrightarrow{t, ^\circ C} H_2O + G_{газ} + D_{газ}$ | 10) $C_{соль} + I_{газ} = \dots$ |
| 4) $D_{газ} \xrightarrow{\text{электр. ток}} H_{газ}$ | 11) $C_{соль} + F_{кислота} \neq$ |
| 5) $G_{газ} + H_{газ} = E_{оксид} + D_{газ}$ | 12) $I_{газ} + D_{газ} = J_{газ} + \dots$ |
| 6) $A_{тв.} \xrightarrow{t, ^\circ C} Me + G_{газ} + D_{газ}$ | 13) $G_{газ} \xrightarrow{t, ^\circ C} J_{газ} + \dots$ |
| 7) $Me + D_{газ} \neq$ | 14) $J_{газ} + H_{газ} = G_{газ} + D_{газ}$ |

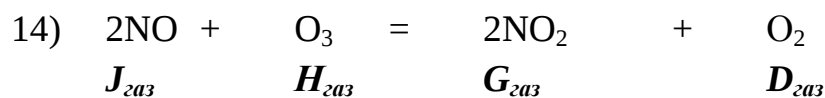
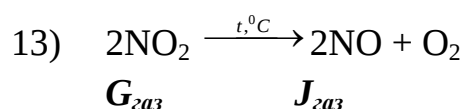
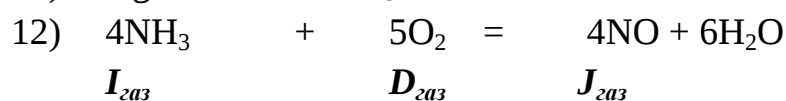
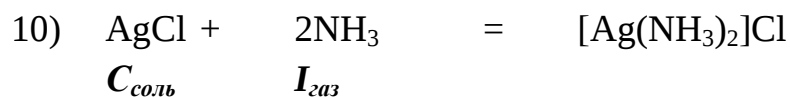
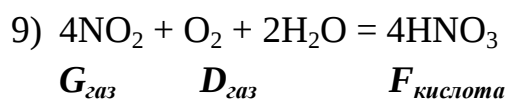
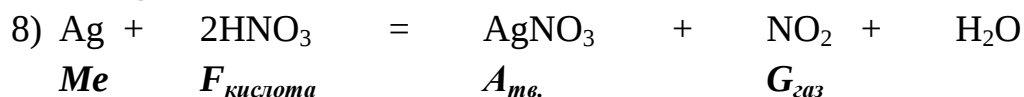
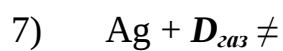
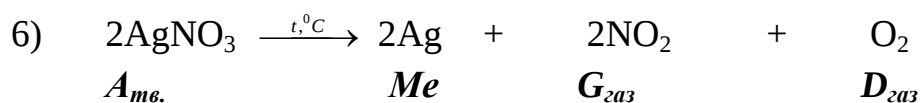
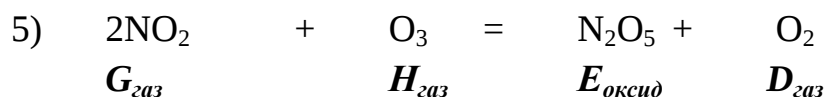
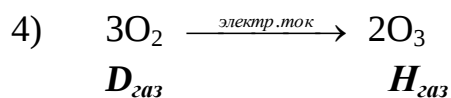
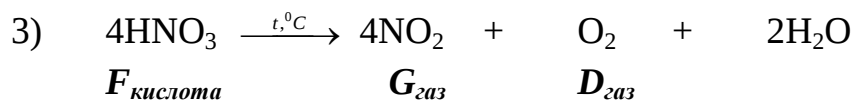
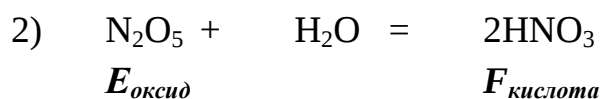
Из анализа уравнений реакций получаем, что $E_{оксид}$ – кислотный оксид (уравнение 2), а $F_{кислота}$ – кислородсодержащая кислота, сильный окислитель (уравнения 3, 8, 9).

$A_{тв.}$ – соль, кислородсодержащей кислоты, термически разлагающаяся с образованием металла, это либо нитрат, либо сульфат металла, стоящего после меди (серебро, ртуть, золото). Серная кислота термически разлагается на воду и один оксид (газ), а не на два (уравнение 3), значит $A_{тв.}$ – соль азотной кислоты, которая разлагается на металл, диоксид азота и кислород (уравнение 6). Получается, что $D_{газ}$ – это кислород (уравнения 1, 4). Определяем металл, который не взаимодействует кислородом (уравнение 7): это не может быть золото, т.к. оно не взаимодействует с азотной кислотой (уравнение 8), и не может быть ртуть, т.к. ртуть взаимодействует с O_2 . Получается, что Me – Ag, а $A_{тв.}$ – нитрат серебра.

Проанализируем реакцию 1: нитрат серебра взаимодействует с простым газообразным веществом, что можно предположить?...азот, водород, кислород (уже есть $D_{газ}$), фтор, хлор. Азот и водород не будут взаимодействовать с нитратом серебра. Фтор образует растворимую в воде соль – AgF. Значит $B_{газ}$ – хлор, а $C_{соль}$ – хлорид серебра.

Записываем уравнения реакций:





Оценивание:

Запись уравнений реакций: уравнения 1, 5, 12 – по 2 балла уравнения 2, 3, 9, 10 – по 1 баллу уравнения 4, 6, 8, 13, 14 – по 0,5 баллов уравнения 7 и 11 не оцениваются	6 баллов 4 балла 2,5 балла
Определение веществ $A_{тв.}$, $B_{газ}$, $C_{соль}$, $F_{кислота}$ – по 1 баллу	4 балла
Определение веществ $D_{газ}$, $E_{оксид}$, $G_{газ}$, $H_{газ}$, Me , $I_{газ}$, $J_{газ}$ – по 0,5 баллов	3,5 баллов
Итого	20 баллов

Решение 10.2

Взаимодействие оксидов с соляной кислотой происходит по уравнениям реакций:



Рассчитаем количество молей хлора, выделившегося в результате взаимодействия:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1,02 \cdot 0,2913}{0,082 \cdot 290} = 0,0125 \text{ моль.}$$

Пусть в смеси было x моль оксида свинца и y моль оксида марганца. Можно составить и решить систему уравнений:

$$x + y = 0,0125$$

$$239,21x + 86,93y = 1,4673.$$

Результат решения:

	Количество моль, моль	Мольный процент, %	Масса, г	Процентное содержание
PbO_2	0,0025	20	0,5980	40,75
MnO_2	0,01	80	0,8693	59,25

Оценивание:

Химические реакции (по 4 балла за написание каждого уравнения)	8
Расчеты по установлению количества моль хлора	4
Решение системы уравнений	4
Расчет массы, процентного содержания и мольного процента каждого оксида.	4
Всего	20

Решение задачи 10.3

1. Скорость это изменение концентрации реагента в единицу времени.

$$v_i = \frac{\Delta c_i}{\Delta \tau}$$

Она может быть определена по изменению концентрации любого компонента. Без участия катализатора скорость реакции равна 0,4 моль/(л·мин), а с участием катализатора 2 моль/(л·мин).

2. На скорость реакции влияют концентрация, температура, катализатор, общее давление (если реагенты газы), дисперсность катализатора (или площадь контакта компонентов реакции, если реакция гетерогенная). *(Без описания характера влияния.)*

3. Воспользуемся эмпирическим правилом Вант-Гоффа. Математическое выражение этого правила в случае произвольного изменения температуры:

$$\frac{V_2}{V_1} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}},$$

где V_1 и V_2 - скорости реакции при температурах T_1 и T_2 соответственно; $T_2 - T_1 = \Delta T$, γ - температурный коэффициент.

3. Далее возможно решение задачи двумя способами

Способ 1. Заключается в использовании приведенного уравнения.

Логарифмирование уравнения приводит к выражению:

$$\ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{\Delta T}{10} \cdot \ln \gamma; \text{ выразим из уравнения;}$$

$$\Delta T = \frac{10}{\ln \gamma} \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}; \text{ отсюда} \quad \Delta T = \frac{10}{\ln 3} \cdot \ln 5 = 14,65^\circ.$$

Т.е. смесь нужно нагреть до температуры $39,65^{\circ}$.

Способ 2. Заключается в применении рассуждений:

Т.к. увеличение температуры на 10° приводит к увеличению скорости реакции в 3 раза, то для увеличения скорости реакции в 5 раз необходимо 3 возвести в некоторую степень (3 в квадрате равно 9). Значит, температуру нужно увеличить приблизительно на 15 градусов. Т.е. она должна составить около 40° .

Оценивание:

Определение скорости реакции, с указанием единиц измерения	6 балла
Без единиц измерения	4 балла
Указание параметров по 1 балу за каждый	5 баллов
Определение значения температуры	9 баллов
<i>При неточной оценке численного значения, но верных рассуждениях</i>	6 баллов
Итого	20 баллов

Решение задачи 10.4.:

1)

$$n(C) = n(CO_2) = 4,4/44 = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(H) = 2n(H_2O) + n(HBr) = 2 \cdot 1,44/18 + 1,62/81 = 0,18 \text{ моль}$$

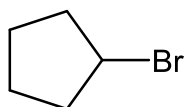
$$n(Br) = n(HBr) = 1,62/81 = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(O) = 2,98 - (0,1 \cdot 12 + 0,18 \cdot 1 + 0,02 \cdot 80) = 0 \text{ г}$$

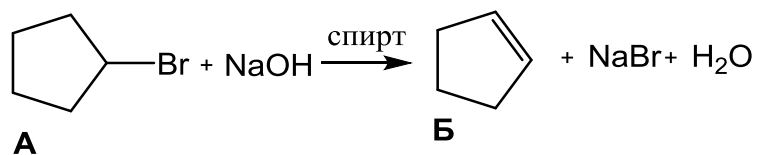
$$n(C) : n(H) : n(Br) = 0,1 : 0,18 : 0,02 = 5 : 9 : 1$$

Молекулярная формула вещества **A**: C_5H_9Br

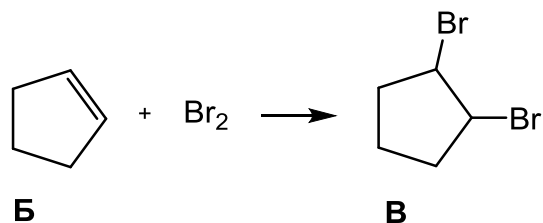
2) Т.к. в структуре **A** присутствуют только вторичные атомы С, его структурная формула:



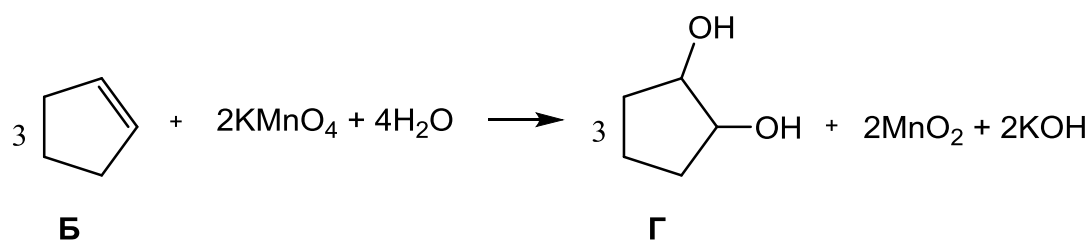
Дегидрогалогенирование **A**:



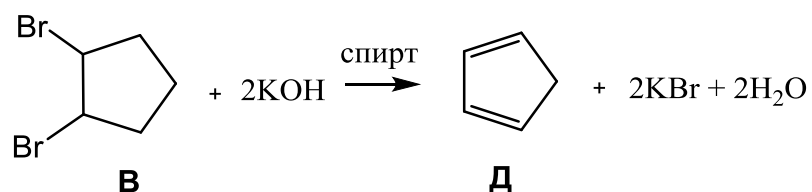
Бромирование **Б**:



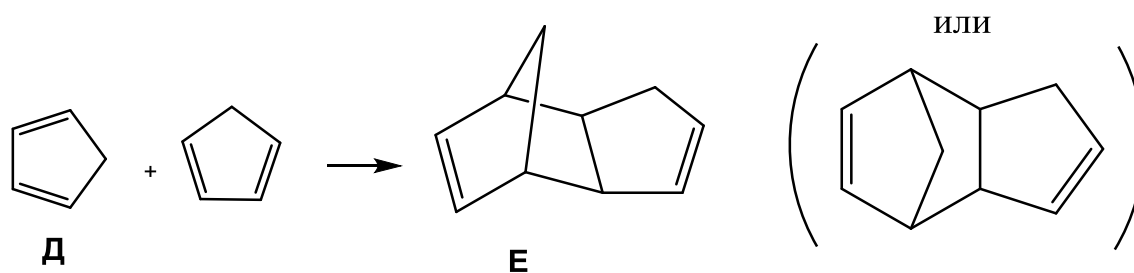
Окисление **Б**:



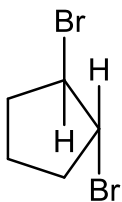
Дегидрогалогенирование **В**:



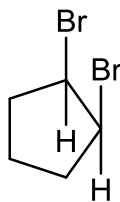
Димеризация **Д** происходит, т.к. циклопентадиен может участвовать в реакции Дильса-Альдера, как диен и как диенофил:



3) Геометрические изомеры В:



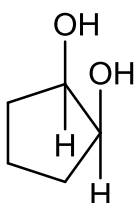
Транс-1,2-дибромциклопентан



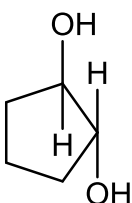
Цис-1,2-дибромциклопентан

В реакции бромирования преимущественно образуется транс-изомер.

Геометрические изомеры Г:



Цис-циклопентандиол-1,2



Транс-циклопентандиол-1,2

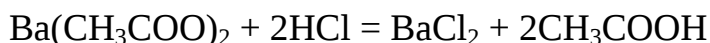
В реакции окисления перманганатом калия в воде преимущественно образуется цис-изомер.

Оценивание:

1	Расчеты и определение молекулярной формулы А	2 балла
2	За каждую структурную формулу веществ А, Б, В, Г, Д по 1 баллу	5 баллов
3	За структурную формулу Е	2 балла
4	За каждое уравнение реакции по 1 баллу	5 баллов
5	За структуру каждого геометрического изомера по 0,5 баллов	2 балла
6	За название каждого изомера по 0,5 баллов	2 балла
7	За указание преимущественного изомера в реакции бромирования и окисления по 1 баллу	2 балла
Итого		20 баллов

Решение задачи 10.5

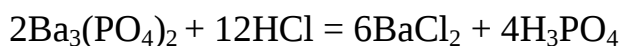
Исследуем растворимость всех солей в воде. В воде растворяются хлорид и ацетат бария. В пробирки с этими солями добавляем раствор соляной кислоты. Ацетат бария взаимодействует с кислотой с образованием уксусной кислоты. Эффект реакции – характерный резкий запах.



Установили пробирки с **BaCl₂** и **Ba(CH₃COO)₂**.

Исследуем растворимость солей бария в соляной кислоте.

В соляной кислоте растворяются три соли из оставшихся четырех.



Идентифицируем **Ba₃(PO₄)₂** по растворению в соляной кислоте, которое не сопровождается выделением газа.

В пробирки с продуктами растворения солей в HCl, которые сопровождались выделением газа, добавляем раствор перманганата калия. Только в одной из них будет наблюдаться обесцвечивание раствора.



Идентифицируем **BaSO₃** и **BaCO₃** на основании этой реакции.

Осталась пробирка, в которой находится еще одна соль, предположительно сульфат бария. Доказываем наличие **BaSO₄** нерастворимостью соли в соляной кислоте.

Оценивание:

Описание способа определения содержимого каждой пробирки (определение каждой соли – 2 балла)	12 баллов
Уравнения химических реакций, подтверждающих результат определения (за каждое уравнение кислотно-основного взаимодействия – 1 балл, окислительно-восстановительное – 4 балла):	8 баллов
Итого	20 баллов