

Критерии и методика оценивания выполненных олимпиадных заданий

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА

ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА

**возрастной группы (11 класс) муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников по химии**

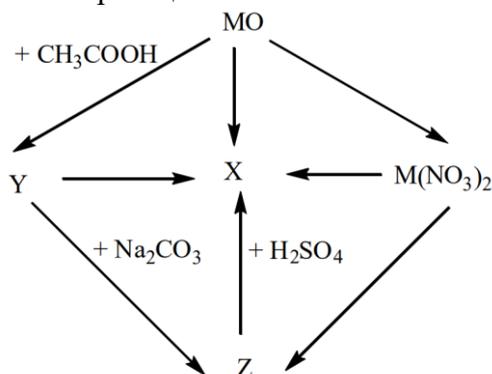
2023-2024 учебный год

Владимирская область

По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (11 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 50 баллов.

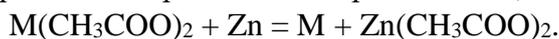
ЗАДАНИЕ 11.1. (Источник – ВОШХ, г. Москва, школьный этап, 2018 год)

Расшифруйте схему превращений, определите неизвестный элемент М и напишите уравнения всех реакций, если известно, что действие цинка на водный раствор, содержащий 9,75 г Y, позволяет получить 6,21 г твёрдого простого вещества М. Напишите уравнения всех указанных реакций.



РЕШЕНИЕ:

Из схемы можно сделать вывод, что Y – ацетат двухвалентного металла М. В ряду напряжений М расположен правее цинка, поэтому происходит реакция

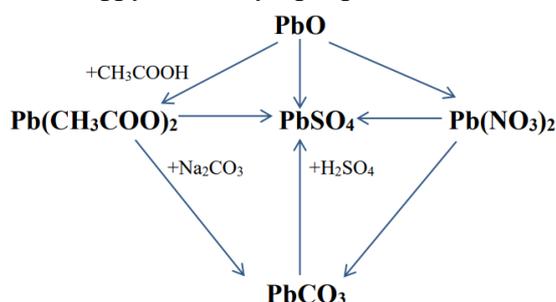


$$n(\text{ацетата}) = n(M)$$

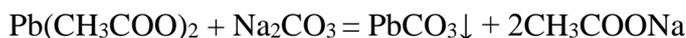
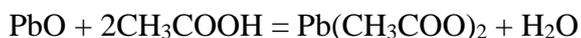
$$9,75/(M + 118) = 6,21/M$$

M = 207, это – свинец.

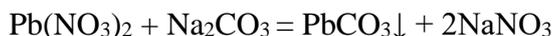
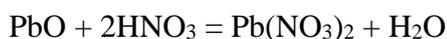
Расшифруем схему превращений:



Уравнения реакций:

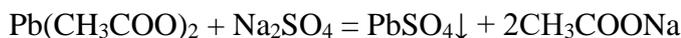
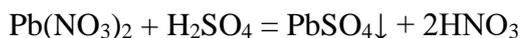


(правильно: $2Pb(CH_3COO)_2 + 2Na_2CO_3 + H_2O = Pb_2(OH)_2CO_3\downarrow + 4CH_3COONa + CO_2\uparrow$, однако средний карбонат также засчитывается)





однако средний карбонат также засчитывается)



ОЦЕНИВАНИЕ:

№	Содержание	Баллы
1	Определение вещества М	2
2	Уравнения реакций 8x1	8
ИТОГО		10

ЗАДАНИЕ 11.2. (Источник – Олимпиада «Ломоносов», 2017 год)

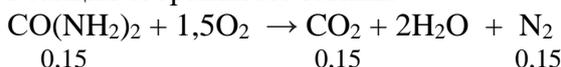
Рассчитайте давление при температуре 25°C создаваемое в литровом сосуде продуктами сгорания мочевины, если количество теплоты, выделившейся при сгорании, равно 94,8 кДж, а теплота сгорания мочевины составляет 632 кДж/моль.

РЕШЕНИЕ:

Найдем количество вещества мочевины:

$$n(\text{CO(NH}_2)_2) = Q/Q_{\text{сгор}} = 94,8/632 = 0,15 \text{ моль}$$

Реакция сгорания мочевины



$$0,15 \qquad \qquad \qquad 0,15 \qquad \qquad 0,15$$

При 25°C вода – это жидкость, тогда число молей газообразных продуктов сгорания составит

$$n(\text{газов}) = n(\text{CO}_2) + n(\text{N}_2) = 0,15 + 0,15 = 0,3 \text{ моль}$$

Давление в сосуде равно:

$$p = nRT/V = (0,3 * 8,314 * 298)/1 = 743,2 \text{ кПа}$$

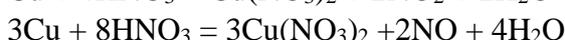
ОЦЕНИВАНИЕ:

№	Содержание	Баллы
1	Определение количества вещества мочевины	2
2	Уравнение реакции	3
3	Определение общего количества вещества газов	2
4	Расчет давления	3
ИТОГО		10

ЗАДАНИЕ 11.3. (Источник – ЕГЭ 2023)

В две колбы налили по 350 г концентрированной азотной кислоты. Затем во 2 колбу добавили 250 г воды. В каждой колбе растворили по кусочку меди. При этом объем бурого газа, выделившегося в 1 колбе, оказался равным объему бесцветного газа, выделившегося во 2 колбе. Газ, выделившийся в 1 колбе, поглощен раствором гидроксида калия. При этом вещества прореагировали полностью и образовалось 375,6 г раствора с массовой долей атомов водорода 8,36 %. Определите массовую долю соли в растворе, полученном после растворения меди во 2 колбе.

РЕШЕНИЕ:



Если $n(\text{Cu}) = x$ моль в 1 колбе, тогда $n(\text{NO}_2) = 2x$ моль

$n(\text{Cu}) = y$ моль во 2 колбе,

$$n(\text{NO}) = \left(\frac{2}{3}y\right) \text{ моль}$$

Владимирская область

По условию: $2x = \frac{2y}{3}$

$$y = 3x$$

$n(\text{NO}_2) = z$ моль, тогда по условию $z = 2x$

$$w_{\text{H}} = m_{\text{H}}/375,6 = 0,0836$$

$$m_{\text{H}} = 31,4\text{г}; n(\text{H}) = 31,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 15,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 282,6 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_2 + \text{KNO}_3) = 375,6 - 282,6 = 93\text{г}$$

$$m(\text{KNO}_2 + \text{KNO}_3) = 85x + 101x$$

$$85x + 101x = 93 \quad x = 0,5 \text{ моль}$$

$$y = 1,5 \text{ моль}$$

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)/m_{\text{р-ра}}$$

Во 2 колбе

$$m_{\text{р-ра}} = 600 - 30 + 96 = 666 \text{ г}$$

$$w(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{282}{666} = 0,4234 \text{ или } 42,34 \%$$

ОЦЕНИВАНИЕ:

№	Содержание критерия	Баллы
1	Уравнения реакций 3х1	3
2	Определение количества вещества и массы воды	2
3	Выражение массы смеси нитрата и нитрита калия	1
4	Нахождение количества вещества и массы меди во 2 колбе	2
5	Нахождение массы раствора во 2 колбе	1
6	Расчет массовой доли нитрата меди во 2 колбе	1
ИТОГО		10

ЗАДАНИЕ 11.4. (Источник – ВОШХ, г. Москва, муниципальный этап, 2017 год)

Жидкое органическое вещество **A**, известное ещё с середины XIX века, является сильным окислителем и со многими другими органическими веществами образует взрывчатые смеси. Один из способов синтеза **A** заключается в следующем: вначале ацетилен подвергают деструктивному нитрованию избытком концентрированной азотной кислоты (*реакция 1*), при этом образуются углекислый газ, оксид азота(IV) и вещество **B**, которое имеет следующий состав 7,95 мас. % C, 0,66 % H, 63,58 % O.

Затем к образовавшейся смеси добавляют концентрированную серную кислоту, при этом **B** превращается в конечный продукт **A** (*реакция 2*). Реакцию проводят при температуре 45–50°C в присутствии нитрата ртути (II).

Вещество **A** состоит из трёх элементов и имеет следующий состав – 6,12 мас. % C, 65,31 % O. При обработке **A** водным раствором гидроксида калия образуются две неорганические соли и вода (*реакция 3*). Если же **A** обработать спиртовым раствором гидроксида калия, то образуются вещество **B** и неорганическая соль (*реакция 4*). Определите формулы и структуры веществ **A** и **B**. Ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций 1–4.

РЕШЕНИЕ:

1. Определим состав вещества **B**.

Сумма массовых долей водорода, углерода и кислорода не равна 100%, следовательно, в состав **B** входит ещё один элемент. Поскольку **B** образуется при взаимодействии азотной кислоты с ацетиленом, единственно возможный вариант недостающего элемента – это азот.
 $\omega(\text{N})_{\text{B}} = 100 \% - 7,95 \% - 0,66 \% - 63,58 \% = 27,81 \%$

Для состава $\text{C}_k\text{H}_l\text{O}_m\text{N}_n$ имеем:

Владимирская область

$k : l : m : n = (7,95/12) : 0,66 : (63,58/16) : (27,81/14) = 1 : 1 : 6 : 3$, или CHO_6N_3

Т. к. азотная кислота является нитрующим агентом, логично предположить, что в состав **В** входит нитрогруппа, тогда

В – $\text{CH}(\text{NO}_2)_3$ – тринитрометан

Определим состав вещества **А**:

$\omega(\text{N})\text{A} = 100\% - 6,12\% - 65,31\% = 28,57\%$.

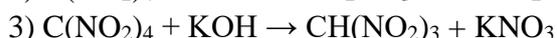
Для состава $\text{C}_x\text{O}_y\text{N}_z$ имеем

$x : y : z = (6,12/12) : (65,31/16) : (28,57/14) = 1 : 8 : 4$, или CO_8N_4

Так как **А** – это дальнейший продукт нитрования **В**, получаем, что

А – $\text{C}(\text{NO}_2)_4$ – тетранитрометан

2. Уравнения реакций:



ОЦЕНИВАНИЕ:

№	Содержание критерия	Баллы
1	Расчет состава вещества В	1
2	Определение вещества В - тринитрометан	1
3	Расчет состава вещества А	0,5
4	Определение вещества А - тетранитрометан	0,5
5	Уравнения (1) – (3) по 2 балла, в случае неверных коэффициентов – 1 балл	6
6	Уравнение (4)	1
ИТОГО		10

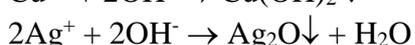
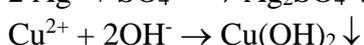
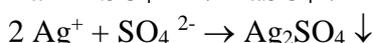
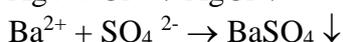
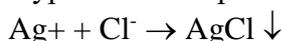
ЗАДАНИЕ 11.5. (Источник – ВОШХ, г. Нижний Новгород, муниципальный этап, 2000 год)

В 8 пронумерованных пробирках налиты растворы следующих соединений: азотной, соляной, серной кислот, гидроксида аммония, хлоридов меди и бария, сульфата меди и нитрата серебра. Расставьте их в необходимом порядке, если известно: - раствор 1 образует осадки с 3 и 5, а при больших концентрациях с 4; -осадки, образующиеся при сливании раствора 1 с растворами 4 и 5, растворимы в избытке 5. Кроме того, осадок 1 с 5 растворим в 6, 7, 8; -раствор 2 образует осадки с 4 и 5, растворимые в избытке 5. Кроме того, осадок 2 с 5 растворим в 6, 7, 8; -раствор 3 образует осадки с 1, 4 и 8. Осадок 3 с 4 растворим в 5; -раствор 4 образует осадки с 2, 5, 7, а при больших концентрациях с 1 и 8. Все они растворимы в избытке 5. Кратко опишите Ваши рассуждения, подтвердите их молекулярными или сокращенными ионными уравнениями реакций. Запишите уравнения реакций растворения осадков.

РЕШЕНИЕ:

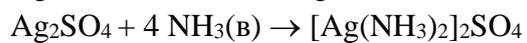
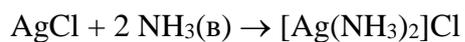
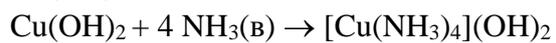
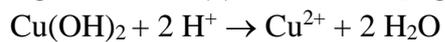
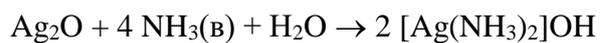
№1 – CuSO_4 , №2 - CuCl_2 , №3 - BaCl_2 , №4 - AgNO_3 , №5 - NH_4OH , №6 - HNO_3 , №7 - HCl , №8 - H_2SO_4 .

5 уравнений образования осадков:



5 уравнений растворения осадков:

Владимирская область



ОЦЕНИВАНИЕ:

№	Содержание критерия	Баллы
1	Кратко описаны рассуждения	1
2	Определение веществ 8x0,5	4
3	Определение выпадающих осадков 5x0,5	2,5
4	Уравнения реакций растворения осадков 5x0,5	2,5
ИТОГО		10