

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. 2023–2024 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС

Задания 1

Добавление какого газа не изменит плотность смеси гелия и аргона, содержащей 85,0 % по массе последнего? В ответ запишите формулу газа.

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

Задания 2–3

2. После прокаливания 10,08 г соединения состава $(\text{NH}_4)_2\text{X}_2\text{O}_7$ образовалось 6,08 г оксида элемента X(III). Установите элемент X, в ответе укажите его порядковый номер.

Ответ: _____.

За каждый правильный ответ по 2 балла.

3. Составьте уравнение реакции термического разложения соли состава $(\text{NH}_4)_2\text{XO}_4$, приведите сумму всех коэффициентов, считая их наименьшими возможными натуральными числами.

Ответ: _____.

За каждый правильный ответ по 2 балла.

Всего за задания (2–3) – 4 балла

Задания 4–5

4. Установите формулу соли, в которой содержатся калий (16,2 %), хлор (44,3 %) и неизвестный металл. Кислота, соответствующая этой соли, образуется при взаимодействии высшего оксида неизвестного металла, с концентрированной соляной кислотой.

Ответ: _____.

За правильный ответ 6 баллов.

5. Составьте уравнение этой реакции и укажите в ответе сумму всех коэффициентов (считая их минимально возможными натуральными числами).

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

Всего за задания (4–5) – 8 баллов

Задание 6

Смесь хлорида фосфора (III) и хлорида фосфора (V) общей массой 34,6 г, содержащей 82,1 % атомов хлора по массе, растворили в 100 г воды. К образовавшемуся раствору добавили 500 г 18,2 %-го раствора гидроксида калия. Рассчитайте массовую долю хлорида калия в конечном растворе. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 8 баллов.

Задания 7–8

7. Рассчитайте массу (в граммах) органического продукта, полученного при окислении циклогексадиена-1,3 массой 12,0 г избытком раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой, при нагревании. Выход реакции считайте равным 100%. В ответ запишите число, округлив его до десятых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

8. Чему равна сумма коэффициентов в этой реакции (коэффициенты представляют собой минимально возможные натуральные числа)?

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

Всего за задания (7–8) – 8 баллов

Задания 9–10

9. При нагревании одноатомного предельного спирта массой 26,4 г с концентрированной серной кислотой образуется смесь простого эфира и трёх изомерных алкенов. Суммарная масса всех алкенов составила 7,0 г. Известно, что при сгорании 10,0 г исходного спирта выделяется 363,6 кДж теплоты, а теплота сгорания спирта равна 3200 кДж/моль.

Определите структуру исходного спирта. В ответе укажите его систематическое название (например, октанол-4).

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

10. Рассчитайте массу образовавшегося простого эфира. Ответ приведите в граммах, с точностью до десятых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

Всего за задания (9–10) – 6 баллов

Задания 11–12

11. Для установления структуры углеводорода А через его раствор в тетрахлорметане пропустили озон. При восстановительном гидролизе озонида в присутствии цинка в уксусной кислоте была получена смесь соединений: пентанон-2, пропанон и диальдегид Б. Если соединение Б последовательно подвергнуть окислению, нейтрализовать щелочью, а продукт нейтрализации подвергнуть электролизу, то образуется этилен.

Идентифицируйте соединения А и Б. В ответе приведите систематическое название исходного углеводорода (например, 2-метилбутадиен-1,3).

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

12. Определите молярную массу соединения Б. Ответ выразите в г/моль, с точностью до целых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 4 балла.

Всего за задания (11–12) – 8 баллов

Задание 13

В реакциях хлорирования алканов при некоторой температуре относительные скорости замещения атомов водорода при третичных, вторичных и первичных атомах углерода относятся примерно, как 5 : 4 : 1. На основании этих данных можно рассчитать состав смеси продуктов хлорирования алкана. Рассмотрим хлорирование пропана.

Тип атома Н	Число атомов	Относительная скорость замещения атомов водорода	Относительное содержание продукта	% продукта
H _{перв}	6	1	6 × 1 = 6	43
H _{втор}	2	4	2 × 4 = 8	57
H _{трет}	0	5	0	0

Общее кол-во = 14

На основании представленной информации заполните пропуски в таблице для 2,3-диметилбутана. Содержание каждого продукта выразите в % и округлите до целого числа.

Тип Н	Число атомов	Относительная скорость замещения атомов водорода	Относительное содержание продукта	% продукта
H _{перв}	А	1	Б	В
H _{втор}	0	4	0	0
H _{трет}	Г	5	Д	Е

Ответ:

А –	
Г –	

Б –	
Д –	

В –	
Е –	

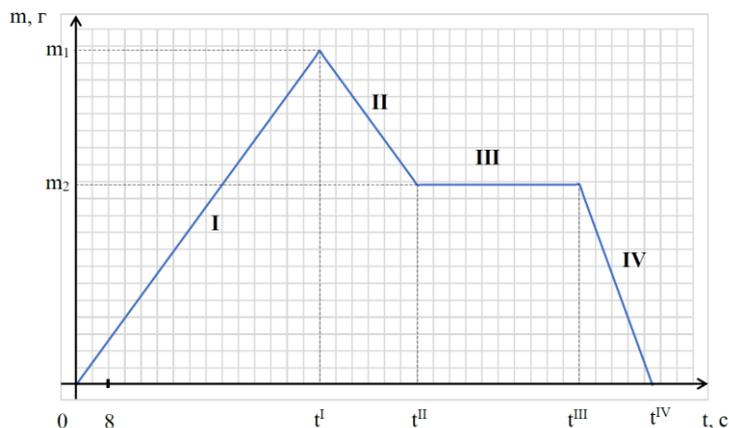
За каждый правильный ответ по 2 балла.

Всего за задание – 12 баллов

Задания 14–18

Вещество *A* состоит из двух элементов и представляет собой твёрдые белые кристаллы, устойчивые при температуре ниже – 78°C. Если его нагреть при атмосферном давлении, то вещество возгоняется, минуя жидкое состояние. Полученный газ пропускали некоторое время через 2 кг 0,855 %-го раствора гидроксида бария (примите, что потерь газа не было). При пропускании газа образуется осадок *B*, нерастворимый в воде, но растворимый в сильных кислотах. График зависимости массы осадка от времени пропускания газа

приведён ниже. Процесс проводили при условиях, когда молярный объём газа равен 24 л/моль. При расчётах используйте молярные массы элементов с точностью до целых.



14. Установите состав вещества *A*. В ответе укажите его формулу.

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

15. Рассчитайте максимальную массу m_1 осадка *B*. Ответ дайте в граммах с точностью до десятых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

16. Рассчитайте массу m_2 осадка в момент времени t^{II} . Ответ выразите в граммах с точностью до сотых.

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

17. Рассчитайте скорости пропускания газа *A* ($r^{\text{I}} - r^{\text{IV}}$) через раствор, выраженные в литрах за секунду, за каждый временной интервал, соответствующий участкам графика I–IV. Ответ выразите с точностью до сотых.

Ответ:

<i>I</i>	
<i>II</i>	
<i>III</i>	
<i>IV</i>	

За каждый правильный ответ по 1 баллу.

Всего – 4 балла

18. Рассчитайте массовую долю соли в конечном растворе. Ответ выразите в процентах с точностью до сотых.

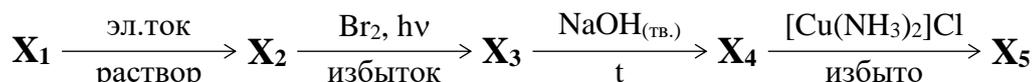
Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

Всего за задания (14–18) – 12 баллов

Задания 19–20

Дана схема превращений:



19. Про вещества X_1 – X_5 известно следующее:

1) X_1 образуется при нейтрализации раствором гидроксида натрия органических продуктов окисления гексена-3 серноокислым раствором перманганата калия.

2) Массовая доля брома в X_3 составляет 85,6 %, в молекуле отсутствуют асимметрические атомы углерода.

3) Вещество X_4 сгорает в кислороде, при этом развивается очень высокая температура, что потенциально могло бы находить практическое применение для высокотемпературной обработки металлов. Массовая доля углерода в X_4 равна 96,0 %.

4) Вещество X_5 представляет собой взрывоопасную соль.

В ответе укажите численные значения молярных масс (г/моль) веществ X_1 – X_5 . Атомные массы следует округлять до целых ($A_r(\text{Cu}) = 64$).

Ответ:

X_1	
X_2	
X_3	
X_4	
X_5	

За каждый правильный ответ по 2 балла.

Всего – 10 баллов

20. Укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции X_4 с избытком кислорода (коэффициенты должны быть минимальными и целочисленными).

Ответ: _____.

За правильный ответ 2 балла.

Всего за задания (19–20) – 12 баллов

Задания 21

Простое вещество, образованное элементом X , и некоторые его соединения обладают удивительным свойством притягиваться к магнитам. Если высокодисперсные частички таких веществ распределить в жидкой дисперсионной среде, то получится магнитная жидкость.

Для проведения эксперимента взяли 166,8 г кристаллогидрата соли A и 162,3 г кристаллогидрата соли B . По отдельности растворили их в воде, а затем довели объём каждого раствора до 1000 мл. Получили растворы с равными молярными концентрациями солей. Реакционную смесь, полученную при сливании 500 мл раствора соли A и 1000 мл раствора соли B , тонкой струйкой при интенсивном перемешивании влили в колбу с избытком аммиачной воды. В результате реакции образовался осадок оксида элемента X , состоящий из высокодисперсных частиц с ферримагнитными свойствами. Теоретически масса осадка должна составить 69,6 г. В надосадочной жидкости содержались ионы: NH_4^+ , SO_4^{2-} и Cl^- .

Установите формулы кристаллогидратов A и B . В поля для ответов введите формулы соответствующих безводных солей и количество молекул воды в формульной единице каждого кристаллогидрата.

Ответ:

Формула безводной соли, соответствующей A –	
Число молекул воды в формульной единице A –	
Формула безводной соли, соответствующей B –	
Число молекул воды в формульной единице B –	

За каждый правильный ответ по 2 балла.

Всего за задание – 8 баллов

Задания 22

Простое вещество X – редкий платиновый металл серебристо-белого цвета. Открыт в «остатках Уральской платиновой руды», назван в честь России.

Для очистки X используют следующий метод. При сплавлении порошка металла X с пероксидом натрия получают соль A , хорошо растворимую в воде. Через раствор A оранжево-красного цвета пропускают хлор, при этом образуется соль B , раствор принимает зелёную окраску. В избытке реагента соль B превращается в летучий оранжевый оксид C . Пары соединения C поглощают крепким раствором хлороводорода, добавляют насыщенный раствор хлорида аммония, при этом выпадает кристаллический осадок тёмно-красного цвета соли D . Соль D отфильтровывают, тщательно промывают, высушивают и при сильном нагревании восстанавливают водородом до чистого металла X . Некоторые сведения о составе веществ A – D приведены в таблице ниже.

Сведения о составе веществ A , B , C и D

Обозначение вещества	Степень окисления атомов металла X	Массовая доля металла X , %	Общее число атомов в одной формульной единице
A	+6	47,9	7
B	+7	53,7	6
C	+8	61,2	5
D	+4	28,9	17

Установите состав веществ X , A , B , C и D . В поля для ответов введите химические формулы этих веществ, например, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Ответ:

X –	
A –	
B –	
C –	
D –	

За каждый правильный ответ по 2 балла.

Всего за задание – 10 баллов

Максимальный балл за работу – 100.